Mg 461

Dr. med. P. Schulz
STETTIN

KATEDRA BOTANIKI
Wyższa Szkoła Rolnicza
Szczecin ul. Arkońska 1/19
M. inw. 464

351.

Pflanzenleben.

Zweiter Band.

Holzfreies Papier.

Pflanzenleben.

Von

Anton Kerner von Marilaun.

Zweiter Band.

Geschichte der Pflanzen.

Mit 1547 Abbildungen im Text und 20 Aquarelltafeln

von E. Heyn, E. v. Ranſonnet, J. Seelos, F. Teuchmann, O. Winkler u. a.

Biblioteka Główna
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny
Księgozbiór Przyrodniczy
II 604/Bd 2
520-000027186

Leipzig und **Wien.**

Bibliographiſches Inſtitut.

1891.

Rg 461

1929. 1014.

II 604

WYŻSZA SZKOŁA EKONOMICZNA
SZCZECIN

BIBLIOTEKA

S. K.

1958 D341

Alle Rechte vom Verleger vorbehalten.

Inhalts-Verzeichnis.

Geſchichte der Pflanzen.

Einleitung.

Seite

Quellen zu einer Geſchichte der Pflanzen . . 3
Die Sprache der Botaniker 5

I. Die Entſtehung der Nachkommenſchaft.

1. Fortpflanzung und Vermehrung durch Ableger 9
Sporen und Thallidien 9
Wurzelſtändige Knoſpen 25
Stammſtändige Knoſpen. 27
Blattſtändige Knoſpen 36

2. Fortpflanzung und Vermehrung durch Früchte 43
Definition und Einteilung der Früchte . 43
Befruchtung und Fruchtbildung der Kryptogamen 46
Die Fruchtanlage der Phanerogamen . . 65
Die Pollenblätter 81
Der Pollen 94
Die Schutzmittel des Pollens 105
Die Übertragung des Pollens durch den Wind 128
Die Übertragung des Pollens durch Tiere 149
Anlockung der pollenübertragenden Tiere durch Genußmittel 163
Die Blütenfarbe als Lockmittel für Inſekten und andre Tiere 178
Der Blütenduft als Lockmittel für Inſekten und andre Tiere 194
Eröffnung des Zuganges zum Blütengrunde 205
Empfang der Tiere an der geöffneten Pforte der Blüten 218
Aufladen des Pollens. 244
Abladen des Pollens. 276
Kreuzung 287
Autogamie 329
Befruchtung und Fruchtbildung der Phanerogamen 392

Seite

3. Wechſel der Fortpflanzung 447
Erſatz der Früchte durch Ableger. . . . 447
Parthenogeneſe 459
Generationswechſel 466

II. Geſchichte der Arten.

1. Das Weſen der Arten 480
Begriff der Art. 480
Die ſpezifiſche Konſtitution des Protoplasmas 481

2. Die Änderung der Geſtalt der Arten 489
Die Abhängigkeit der Pflanzengeſtalt von Böden und Klima 489
Der Einfluß der Verſtümmelung auf die Geſtalt der Pflanzen 507
Veränderung der Geſtalt durch ſchmarotzende Sporenpflanzen 511
Veränderung der Geſtalt durch gallenerzeugende Tiere 520
Das Entſtehen neuer Geſtalten infolge der Kreuzung 547

3. Urſprung der Arten. 565
Das Entſtehen neuer Arten 565
Abſtammung der Arten 582
Die Stämme des Pflanzenreiches . . . 588

4. Verbreitung und Verteilung der Arten 717
Die Verbreitung der Arten mittels Ableger 717
Die Verbreitung der Arten mittels Früchte und Samen 770
Verbreitungsgrenzen 813
Pflanzengenoſſenſchaften und Floren . . 819

5. Das Ausſterben der Arten. 833

Regiſter zum I. und II. Band 843

Illuſtrationen-Verzeichnis.

Aquarelltafeln.

	Seite
Farne auf einer diluvialen Moräne in Tirol	11
Tange im Adriatiſchen Meere	47
Laub- und Lebermooſe	61
Alpenroſen und Legföhren in Tirol	107
Alpenleinkraut (Linaria alpina) im Kalkgerölle	169
Victoria regia im Amazonenſtrome	181
Immortellen und Kriſtallkräuter der Kapflora	185
Alpiner Waſen auf dem Blaſer in Tirol	193
Weſtindiſche Orchideen	221
Blätter- und Röhrenſchwämme	485
Ein Primelbaſtard und ſeine Stammeltern	558
Laub- und Strauchflechten	611
Veilchenſtein im tiroliſchen Ötzthale	620
Rohr- und Riedgrasbeſtände an der Donau in Ungarn	645
Palmen	651
Eukalyptuswald und Grasbäume in Neuholland	655
Die Königsblume auf dem Lorenziberge in Krain	703
Waldmeiſter (Asperula odorata) im Buchenwalde	712
Aroideen (Xanthosoma sagittifolia) im braſiliſchen Urwalde	726
Kokospalmen auf Ceylon	826

Illuſtrationen im Text.

Farne	12
Schachtelhalme	14
Laubmooſe	16
Schwärmſporen der Saprolegniaceen ꝛc.	17
Schimmel	18
Scheibenpilze	19
Schwämme	21
Thallidien der Mooſe	23
Thallidienbildung in den Zellen des Waſſernetzes und in jenen von Pediastrum	24
Helwingie mit Blüten auf dem Laube	37
Knoſpenbildung an der Wedelſpitze eines Farnes	38
Knoſpenbildung an Wedeln und Laubblättern	39
Befruchtung und Fruchtbildung eines Kraushaares (Ulothrix zonata)	47
Fucus vesiculosus	48. 49
Befruchtung und Fruchtbildung der Mukorineen, Siphonaceen und Florideen	50
Befruchtung, Fruchtbildung und Sporenbildung der Peronoſporeen	53
Befruchtung der Armleuchtergewächſe (Characeen)	59
Anlagen und Baupläne der Phanerogamenfrüchte	68. 70. 71. 74
Antholyſen und Fruchtanlagen	75
Samenanlagen, Antholyſen und Vergrünungen	78
Pollenblätter aus gefüllten u. vergrünten Blüten	84
Pollenblätter	85
Bogenförmige Pollenbehälter	88
Pollenblätter	89
Pollenzellen	98. 99
Pollenzellen und Pollentetraden, durch Viscinfäden verkettet	101
Schutzmittel des Pollens gegen Näſſe	109. 110
Schutzmittel des Pollens gegen Regen	112
Schutzmittel des Pollens	113. 116. 120. 123
Die Blüten der Vallisnerie	130
Schwarzerle (Alnus glutinosa)	133
Papiermaulbeerbaum (Broussonetia papyrifera)	135
Eſche (Fraxinus excelsior)	136
Franzöſiſches Raigras (Arrhenatherum elatius)	137
Rüſter (Ulmus glabra)	141
Legföhre (Pinus Pumilio)	142
Eibe (Taxus baccata)	143
Haſel (Corylus Avellana) mit Blüten u. Früchten	145
Krauſes Laichkraut (Potamogeton crispus)	146
Dreizack (Triglochin palustre)	147
Nickendes Leimkraut (Silene nutans) am Tage	150
Nickendes Leimkraut in der Nacht	151
Übertragung des Pollens durch eierlegende Inſekten	154
Arum conocephaloides	160
Aristolochia ringens	162
Blüte der Argemone Mexicana	164
Blüte des Leucojum	166
Honigabſcheidende Gewebe in den Blüten	169
Nektarien	170
Blüte des Schneeglöckchens (Galanthus nivalis)	172
Narziſſe (Narcissus Pseudonarcissus)	173
Blüte des Baldrians (Valeriana officinalis)	174
Bergung des Honigs	176. 177
Farbenkontraſte in den Blüten	180
Zwei neuſeeländiſche Haaſtien	184

Seite

Farbenkontraſt in den Blüten der Bohne . . 185
Narziſſe (Narcissus poëticus) 186
Einſtellung der Blüten für den Beſuch der Inſekten an dem Goldregen (Cytisus Laburnum) 220
Einrichtungen zum Empfange der Inſekten 223. 224
Hainwindröschen (Anemone nemorosa) . . 227
Cornus florida 228
Klebrige Drüſen als Schutzmittel der Blüten 234
Klebrige Borſten am Saume des Kelches als Schutzmittel der Blüten 235
Dickichte aus Haaren als Schutzmittel der Blüten gegen unberufene Gäſte 240
Die Blütenköpfe der Serratula lycopifolia . 243
Einrichtungen zum Aufladen des Pollens . . 247
Längsſchnitt durch die Blüte der Nachtkerze . 248
Einrichtungen zum Aufladen des Pollens . . 249
Aufladen und Abladen der Pollenkölbchen in den Blüten einer Orchidee 255
Vorrichtung zum Anheften der Pollinien einer Asklepiadee mittels Klemmkörper. . . . 258
Pumpwerk zum Aufladen des Pollens . . . 260
Schlagwerk zum Aufladen des Pollens. . . 226
Schleuderwerk zum Aufladen des Pollens. . 265
Schleuderwerk eines Schmetterlingsblütlers . 266
Aufladen des Pollens mittels Schleuderwerkes 267
Schleuderwerke in den Orchideenblüten . . . 269
Pedicularis recutita 272
Streuwerke 273. 274
Vorrichtungen zum Feſthalten des Pollens . 279
Abladen des Pollens 280
Nachtkerze (Oenothera biennis) 282
Physostigma venenosum; Blüte der Swietenia Mahagoni 285
Vorbilder für die 1.—10. Klaſſe des Linnéſchen Syſtems. 289
Vorbilder für die 13, 14, 15., 16., 18. und 20. Klaſſe des Linnéſchen Syſtems . . . 291
Vorbilder für die 11., 12., 17. und 21. Klaſſe des Linnéſchen Syſtems 292
Vorbild einer einhäuſigen Pflanze 297
Vorbild einer zweihäuſigen Pflanze 298
Heteroſtyle Blüten 301
Platzwechſel der Antheren und Narben . . . 303
Blüte der Weinraute (Ruta graveolens) . . 304
Vollkommen dichogame Blüten. 305
Rundblätteriger Steinbrech 306
Unvollkommen dichogame Blüten 308
Geitonogamie mit haftendem Pollen . . . 318
Geitonogamie mit ſtäubendem Pollen . . . 327
Autogamie durch Neigen der gekrümmten Antherenträger 340. 341
Autogamie durch Verlängerung des Stempels 345
Autogamie durch Krümmung des Griffels . 348
Autogamie in den Blüten des ſchmalblätterigen Weidenröschens (Epilobium angustifolium) 350
Autogamie durch ſpiraliges Einrollen der Antherenträger und Griffel 353

Seite

Autogamie durch Verſchränkung und ſpiraliges Zurückrollen der Griffeläſte 356
Autogamie durch Krümmung der Griffeläſte . 359
Autogamie durch Vermittelung der Blumenblätter 365
Autogamie durch Vermittelung der Blumenkrone 367. 370
Autogamie, veranlaßt durch Krümmung des Blütenſtieles ꝛc. 374
Autogamie, veranlaßt durch Zuſammenwirken der Krümmung des Blütenſtieles und der Antherenträger: Pirola uniflora 377
Autogamie infolge der Krümmung des Blütenſtieles und bei Gelegenheit des Abfallens der Blumenkrone: Phygelius Capensis . . 378
Autogamie infolge der Krümmung des Blütenſtieles und der ſchraubigen Drehung der Antherenträger: Cobaea scandens. 379
Autogamie durch das Zuſammenwirken der Krümmung des Blütenſtieles und der Neigung des Griffels zur Ablagerungsſtätte des Pollens: Allium Chamaemoly 380
Autogamie durch das Zuſammenwirken der ſich krümmenden Blütenſtiele und der ſich faltenden Blumenkrone: Gentiana Clusii . . . 382
Entwickelung der Pollenſchläuche . . . 403. 406
Befruchtung 409
Oogonium oder Embryoſack von Monotropa . 410
Samen mit einem Speichergewebe 416
Samen mit flügelförmigem Saume ꝛc. . . . 417
Salix polaris mit aufgeſprungenen Kapſeln . 418
Samen mit Schwielen, Nabelnarben ꝛc. . . 419
Pflaumenfrüchte. 420
Schließ- und Spaltfrüchte 421
Flügelfrüchte 422
Aufſpringende Trockenfrüchte mit ſtark verdicktem Samengehäuſe 423
Aufſpringende Trockenfrüchte 425
Schließfrüchte (Achenien) mit einer Feder- oder Haarkrone (Pappus) 426
Fruchtſtand der Hainbuche (Carpinus Betulus) 427
Früchte, an deren Ausbildung der Blütenboden beteiligt iſt. 428
Früchte mit ſchüſſelförmiger Cupula. . . . 429
Früchte, an deren Ausbildung der Blütenboden und der Blütenſtiel beteiligt ſind 430
Sammelfrüchte 431
Zweig des Brotfruchtbaumes (Artocarpus incisa) 432
Nelumbo speciosa mit Früchten 433
Nelumbo speciosa 434
Fruchtblüten, Früchte und Samen der Koniferen 435
Fruchtblüten, Früchte und Samenanlagen der Koniferen 436
Fruchtblüten, Früchte und Samen der Koniferen 437
Schutzmittel der ausreifenden Samen gegen die Angriffe der Tiere. 438. 439

Seite

Schutzmittel der Samen gegen die nachteiligen Einflüſſe der Witterung 443
Manglebaum (Rhizophora Mangle) 446
Erſatz der Blüten und Früchte durch Ableger 450
Erſatz der Blüten, Früchte und Sporengehäuſe 456
Erſatz der Blüten und Früchte durch Ableger 457
Einjähriges Bingelkraut (Mercurialis annua) 462
Generationswechſel der Farne 468
Baumfarne auf Ceylon 469
Rhipidopteris peltata 470
Platycerium alcicorne 471
Generationswechſel der Mooſe 472. 473
Generationswechſel der Saprolegniaceen . . 474
Generationswechſel der Mukorineen 475
Lärche (Larix europaea) 477
Schleimpilze 485
Desmidiaceen 486
Krebſe 514
Krebſe und Gallen 516
Hexenbeſen der Tanne 519
Gallen 523. 525. 526
Markgallen 532
Eichengallen 534
Spirophyton aus dem rheiniſchen Devon . . 598
Riella helicophylla unter Waſſer 599
Gaſteromyceten (Bauchpilze) 605
Lamelle eines Blätterſchwammes mit Baſidien 608
Schlauchpilze 610
Der Mutterkornpilz (Claviceps purpurea) . 612
Schlauchpilze 613
Spaltpilze 615
Diatomeen 617
Jochalge (Spirogyra) 619
Ein Stück des Tanges Sargassum natans . 622
Florideen mit ſiebförmig durchbrochenem Lager 624
Frullania dilatata, eine Jungermanniacee . 627
Lycopodinae 631. 632
Waſſerfarne 635
Beſtand aus Cycadeen 637
Kiefer (Pinus silvestris) 639
Arve (Pinus Cembra) 640
Welwitschia mirabilis in der Wüſte Kalahari 642
Aroideen 647
Aroideen (Philodendraceen) 648
Palmen 650
Papyrus antiquorum am oberen Nil . . . 653
Aechmea paniculata 656
Liliiflorae 658
Beſtand aus Asphodill (Asphodelus ramosus) 659
Neuſeeländiſcher Flachs (Phormium tenax) . 660
Angraecum eburneum 663
Ravenala Madagascariensis 665
Centrospermae: Mirabilis Jalapa 668
Tubiflorae: Acanthus mollis (Acanthaceen) . 670
Sclerophyllae: Arbutus Unedo 672

Seite

Discophorae 677
Indiſche Lotospflanze (Nelumbo nucifera) . . 679
Ficus mit Luftwurzeln 681
Conopodiae 682
Protealen 685
Parietales 687
Cacteae 689
Ribesiae 691
Myrtiflorae 692
Crateranthae 694
Melastomeae 697
Daphneae 703
Caryophorae 705. 706
Rotbuche (Fagus silvatica) 707
Umbellatae 710
Decussatae 712
Hexenringe auf einer Wieſe bei Trins in Tirol 718
Pflanzen mit Knollen und Zwiebeln 724
Durchſchnitt durch ein von den Protonemafäden des Mooſes Pottia intermedia durchſponnenes Gelände 727
Bildung eines truppförmigen Beſtandes mittels oberirdiſcher Ausläufer 729
Froſchbieß (Hydrocharis Morsus ranae) 740. 741
Trichia clavata 749
Verbreitung der Sporen durch den Wind . . 750
Sporen eines Schachtelhalmes 751
Polygonum viviparum 755
Sempervivum soboliferum 757
Die Bildung der Ableger bei Sedum dasyphyllum 758
Die Bildung ſproßförmiger Ableger bei Kleinia articulata 760
Verbreitung der Sporen durch Schleudervorrichtungen 761
Verbreitung der Sporen durch Schleudervorrichtungen bei den Entomophthoraceen . . 762
Verbreitung abgelöſter ſproßförmiger Ableger durch Vermittelung der Tiere 766
Schleuderfrüchte 772. 773
Balliſtiſche Früchte 779
Kriechende und hüpfende Früchte . . . 780. 781
Früchte, welche ſich nach Benetzung mit Waſſer öffnen 782
Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind 786. 787. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795
Samen der Orchidee Vanda teres 796
Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind 797. 798
Anklebende Früchte 805
Anhäkelnde Früchte 806. 807
Anhäkelnde, ſtechende und einbohrende Früchte 809
Früchte mit nadelförmigen Fortſätzen . . . 810
Bambuswald auf Ceylon 822
Mangrovenwald in Vorderindien 823

Druckfehler-Berichtigungen.

Band I.

Seite 8, Zeile 7 von oben lies: „Entwickelung" ſtatt „Entwickelun".
= 26, = 18 von oben lies: „Kryokonit" ſtatt „Kryokolith".
= 35, = 3 von unten lies: „Schneefelder" ſtatt „Schneefelden".
= 86, = 2 von unten lies: „Colocasia" ſtatt „Collocasia".
= 87, = 7 von oben lies: „Lerchenſporn" ſtatt „Lärchenſporn".
= 115 in der Figurenerklärung lies: „5" ſtatt „1", „1" ſtatt „2", „2" ſtatt „3" und „3" ſtatt „5".
= 170, = 8 von unten lies: „h" ſtatt „Fig. 8".
= 170, = 19 von unten lies „Neottia" ſtatt „Neotia".
= 171, = 4 von oben lies: „k, l" ſtatt „Fig. 10, 11".
= 208, = 9 von oben lies: „barbara" ſtatt „barbata".
= 216, = 2 von oben lies: „Saxifraga' ſtatt „Saxi-".
= 221, = 7 von unten lies: „Bei den Blättern" ſtatt „Die Blätter".
= 225, = 10 von unten lies: „Gallertflechten' ſtatt „Gallertflächen".
= 225, = 7 von unten lies: „bei" ſtatt „be-".
= 234, = 16 von unten lies: „platt" ſtatt „glatt".
= 234, = 4 von unten lies: „Schwemmwaſſer" ſtatt „Schwammwaſſer".
= 288, = 2 von oben u. f. lies: „Schotengewächſe" ſtatt „Schottengewächſe".
= 346, = 14 von unten lies: „Anthoceros" ſtatt „Anthoceras".
= 428 in der Figurenerklärung lies: „autumnale" ſtatt „autumale".
= 451, Zeile 9 von unten u. f. lies: „typhinum" ſtatt „typhynum".
= 536, = 12 von unten u. f. lies: „Hydrodictyon" ſtatt „Hydrodyction".
= 550, = 10 und 11 von unten lies: „Cystosira" ſtatt „Cystosyra".
= 631, = 3 von unten lies: „zwiſchen" ſtatt „zwichſen".

Band II.

Seite 68, Zeile 1 von unten lies: „dieſe" ſtatt „dieſen".
= 113, = 5 von unten lies: „ſchützender" ſtatt „ſchützenden".
= 116, Zeile 3 von oben lies: „geſchloſſen ſind" ſtatt „geſchloſſen".
= 139, = 5 von unten lies: „Gynerium" ſtatt „Gynereum".
= 178, = 11 von oben lies: „grandiflorum" ſtatt „procumbens".
= 179, = 17 von unten lies: „Halimocnemis" ſtatt „Anabasis".
= 183, = 9 von oben lies: „Hydrangea" ſtatt „Hydrangaea".
= 187, = 19 von oben u. f. lies: „Symphytum" ſtatt „Symphitum".
= 189, = 13 von unten lies: „Anemone" ſtatt „Anemone".
= 225, = 15 von unten lies: „lutea" ſtatt „flava".
= 261, = 9 von unten lies: „Sinnpflanze" ſtatt „Sinpflanze".
= 266, = 9 von unten lies: „Sarothamnus" ſtatt „Sarrothamnus".

Druckfehler-Berichtigungen zum I und II. Band.

Seite 295, Zeile 17 von unten lies: „Übertragung" ſtatt „Ubertragung".
= 298, = 1 von oben lies: „Curvispina" ſtatt „Carvispina"
= 361, = 16 von oben lies: „Portulaceen" ſtatt Protulaceen".
= 423, = 7 von unten lies: „selinum" ſtatt „selium".
= 425 Berichtigung der Erklärung von „Fig. 13" ſ. „S. 692".
= 446, Zeile 2 von unten lies: „mg" ſtatt „g".
= 475, = 9 von oben lies: „Hydrodiction" ſtatt „Hydrodyction".
= 490, = 22 von unten lies: „Hypotheſe" ſtatt „Hyipotheſe".
= 504, = 6 von oben lies: „Anthokyan" ſtatt „Antokyan".
= 517, = 24 von oben lies: „Exoascus" ſtatt „Excascus".
= 523, = 6 von oben lies: „Pachypappa" ſtatt „Pachypapa".
= 523 in der Figurenerklärung lies: „spirotheca" ſtatt „spirothecca".
= 526 in der Figurenerklärung lies: „Diplosis botularia" ſtatt „Cecidomyia acrophila".
= 527, Zeile 12 von oben lies: „Diplosis botularia" ſtatt „Cecidomyia acrophila".
= 533, = 17 von unten lies: „Biorhiza" ſtatt Borkiza".
= 536, = 24 von unten lies: „Wanze" ſtatt „Gallmücke".
= 536, = 23 von unten lies: „Laccometopus" ſtatt „Lactomelopus".
= 542, = 19 von unten lies: „Gallweſpe" ſtatt „Gallmücke".
= 545, = 4 von oben lies: „Purpurweide" ſtatt „Purpurwinde".
= 583, = 16 von unten lies: „Pflanzenart" ſtatt „Pflanzenwelt".
= 539, = 21 von oben lies: „Chamaedrys" ſtatt „Camaedrys".
= 617 die Erklärung der „Fig. 1" iſt durch die von „Fig. 2" zu erſetzen.
= 621, Titel „Fucoideae" ſtatt „Fucoideen".
= 624, Titel „Characeae" ſtatt „Characeen".
= 625, Zeile 20 von oben lies: „Parthenogeneſe" ſtatt „Parthogeneſe".
= 631, = 2 von unten lies: „erſcheint" ſtatt „er ſcheint".
= 634, = 20 von unten lies: „barbara" ſtatt „barbata".
= 638, = 11 von unten lies: „Arceuthes" ſtatt „Aceutes".
= 646, = 5 von unten lies: „647" ſtatt „447".
= 646, = 14 von unten lies: „Knoſpenlage" ſtatt „Knoſpenanlage".
= 649, = 10 von unten lies: = = =
= 733, = 11 von unten lies: „zeigen" ſtatt „zegen".
= 740, = 7 von unten u. f. lies: „Froſchbiß" ſtatt „Froſchbieß".
= 816, = 12 von unten lies: „virgineum" ſtatt „Virginicum".

Geſchichte der Pflanzen.

Einleitung.

Inhalt: Quellen zu einer Geſchichte der Pflanzen. — Die Sprache der Botaniker.

Quellen zu einer Geſchichte der Pflanzen.

Vom 16. bis in die zweite Hälfte des 18. Jahrhunderts war es üblich, den botaniſchen Werken den Titel: „Historia plantarum“ voranzuſetzen. Für die meiſten Gelehrten der damaligen Zeit waren die Werke von Theophraſtus, dem berühmten Schüler des Ariſtoteles, ſowie die 37 Bücher der „Historia naturalis“ von Plinius Quelle und Vorbild, und ſo war es gekommen, daß auch die Überſchrift der neuen Bücher mit jener, welche Theophraſtus und Plinius ihren für die damalige Zeit muſtergültigen Werken gegeben hatten, in Einklang gebracht wurde. Alle dieſe Werke ſind aber nichts weniger als eine Geſchichte der Pflanzen, wenn man unter Geſchichte die Darſtellung der Veränderungen in Raum und Zeit begreift. In Wirklichkeit bergen die umfangreichen Folianten der Cluſius, Bauhin und Haller, auf deren erſtem Blatte die Worte „Historia plantarum“ prangen, nur Beſchreibungen der Pflanzen nach äußern Merkmalen, und was dieſen Beſchreibungen noch beigefügt iſt, beſchränkt ſich auf einige ſpärliche Angaben über die Orte, wo die betreffenden Gewächſe wildwachſend angetroffen wurden. Später gab man ſolchen Werken, zumal dann, wenn ſie die in einem beſtimmten politiſch abgegrenzten Lande unterſchiedenen und durch genaue Beſchreibungen feſtgeſtellten Pflanzenarten aufzählten, auch den Namen Floren, und dieſer Name hat ſich bis auf den heutigen Tag erhalten.

Ohne daß es die Verfaſſer beabſichtigt hatten, wurden dieſe Floren zu Quellenwerken für die eigentliche Geſchichte der Pflanzenwelt. Ein Vergleich der Floren benachbarter Länder ergab nämlich, daß gewiſſe Pflanzen einen großen, andre nur einen kleinen Bezirk bewohnen, daß ſich die Grenzen der auf engere Gebiete eingeſchränkten Arten ähnlich wie die Wohnſitze verſchiedener Raſſen des Menſchengeſchlechtes auf der Landkarte durch Linien von beſtimmter Richtung verzeichnen laſſen, daß ſich ſtellenweiſe die Verbreitungsgrenzen zahlreicher Arten häufen, und daß dieſe Grenzlinien mit verſchiedenen äußern Urſachen in Zuſammenhang gebracht werden können.

Jede Pflanze hat die Fähigkeit, ſich zu vermehren. Sie ſendet ihre Nachkommen als Anſiedler nach den verſchiedenen Richtungen der Windroſe aus und ſucht dadurch ihren Verbreitungsbezirk zu erweitern. Geſetzt den Fall, es fände eine Pflanzenart an Orten mit ſiebenmonatlicher Schneedecke und fünfmonatlicher Vegetationszeit eben noch ihr Auskommen, ſie vermehre ſich dort, und ihre Abkömmlinge rückten als Koloniſten nach allen Weltgegenden vor, was würde geſchehen, wenn dieſe Sendlinge an Stellen geraten, wo Schneedecke und Froſt nicht ſieben, ſondern acht Monate anhalten, und wo die Vegetationszeit nicht auf fünf, ſondern auf vier Monate beſchränkt iſt? Sie würden dem dort herrſchenden unwirtlichen Klima erliegen, und die weitere Folge wäre, daß die in Rede ſtehende

Art die Grenze ihrer Verbreitung an einer Linie findet, welche alle Orte mit dem erwähnten unwirtlichen Klima verbindet. Das schließt nicht aus, daß nach andern Seiten hin für dieselbe Art andre Ursachen eine Schranke der Ausbreitung bilden. Es können nämlich auch Eigentümlichkeiten des Bodens die Ansiedelung verhindern, es kann die Ausbreitung an dem Widerstande der schon seit langer Zeit an dem betreffenden Orte seßhaften Pflanzenwelt scheitern, und was dergleichen Hindernisse noch mehr sind. Solche Erfahrungen, welche sich infolge des Vergleichens verschiedener Floren aufdrängten, führten zu eingehenden Studien über die Vermehrungs- und Verbreitungsmittel der Gewächse, über die mannigfaltigen Einrichtungen der Fortpflanzung und über die Ausrüstungen, welche die Nachkommenschaft eines Stockes zur Ansiedelung in weiterm Umkreise befähigen.

Hand in Hand mit diesen Studien über die Geschichte der einzelnen Individuen entwickelte sich eine eigne Disziplin, deren Ziel es war, die thatsächlich nachgewiesenen Grenzlinien der Verbreitung bestimmter Arten, die sogenannten Vegetationslinien, festzustellen, alle entlang dieser Linie herrschenden, auf das Pflanzenleben Einfluß nehmenden Verhältnisse des Bodens und Klimas zu ermitteln und so die möglichen Ursachen der Verbreitungsgrenzen zu erwägen. Ebenso wurde das Verschieben der Vegetationslinien, das Vordringen einzelner Arten nach dieser oder jener Richtung, das Verdrängen und Aussterben andrer in historischer Zeit in den Kreis der Beobachtungen gezogen und so eine Chronik der Pflanzenwanderung in Anregung gebracht.

Die Entdeckung einer ungeahnten Menge von Gewächsen, welche in längst vergangenen Zeiten unsre Erde bevölkerten und sich im fossilen Zustande erhalten haben, drängte auch zu Vergleichen der jetzt lebenden mit untergegangenen Pflanzenformen. Der Gedanke, daß die gegenwärtig existierenden Arten von den untergegangenen abstammen, war nicht abzuweisen, er war vielmehr so anziehend, daß er mit größtem Interesse und mit wahrem Feuereifer verfolgt wurde. Die Untersuchungen über die Abstammung führten aber naturgemäß auch auf die Frage nach der Entstehung, zu Forschungen nach der Geschichte der Arten.

Und immer weiter dehnte sich der Gesichtskreis. Die niedern Weiden- und Birkensträucher, welche heutzutage lebend in Grönland angetroffen werden, können nicht Abkömmlinge der Ahorne und der Buchenbäume sein, welche dort in der Tertiärzeit gelebt haben, so wenig, als die Erlen und Fichten, welche gegenwärtig auf dem Boden über den Braunkohlenlagern bei Häring in Tirol gedeihen, von den Proteaceen und Myrtaceen abstammen können, welche zufolge der fossilen Reste ehemals an den genannten Orten gewachsen waren. Es müssen räumliche Veränderungen stattgefunden haben, Verschiebungen der Floren in großem Maßstabe, nicht unähnlich den Zügen der Menschen zur Zeit der Völkerwanderung, Gestaltungen neuer Florenreiche, zu vergleichen den Staatenbildungen durch die sich verdrängenden und vermengenden Rassen und Nationen des Menschengeschlechtes. Die Erkenntnis der Abhängigkeit der Pflanzengestalt von Klima und Boden in der Gegenwart berechtigt aber, auf einen ähnlichen Zusammenhang der Formen mit den Lebensbedingungen des Pflanzenlebens in vergangenen Zeitläuften zurückzuschließen, und gestattet auch den Anstoß zu den Wanderzügen, die Ursache der Bildung neuer Florenreiche zu ergründen. Die Erörterung dieser Verhältnisse ist die Geschichte der Pflanzenwelt in des Wortes vollster Bedeutung, sie ist das großartigste, das höchste und letzte Ziel, das wir mit allen unsern botanischen Forschungen anstreben.

Der erste Versuch einer solchen Geschichte der Pflanzenwelt wurde von dem weitblickenden, in allen Zweigen der Botanik gleich bewanderten Unger gewagt und stammt aus dem Jahre 1853. Seither hat sich eine Fülle neuer Entdeckungen in der Alten und Neuen Welt aufgehäuft. Zielbewußte Männer von hüben und drüben suchen die fossilen Schätze zu heben und geistig zu verwerten, aber bislang ist die jüngste der botanischen Disziplinen

noch nicht zu einem befriedigenden Abschlusse gelangt. Wir befinden uns inmitten einer Stromschnelle; das Wasser des Stromes ist infolge überreichlicher Zuflüsse zur Hochflut angeschwollen, und da hält es schwer, das Steuer zu führen, die Untiefen zu vermeiden und in den ruhigen, sichern Hafen einzulaufen. In einigen Dezennien dürfte es vielleicht möglich sein, auf Grund des bis dahin gesichteten Urkundenmaterials aus alter und ältester Zeit eine sorgfältig ausgeführte Geschichte der Pflanzenwelt zu schreiben, heute muß ich mich noch bescheiden, eine Skizze der in der Pflanzenwelt sich vollziehenden Veränderungen in allgemeinen Umrissen und vielfach noch in verschwommenen Linien vorzuführen.

Aus diesen einleitenden Bemerkungen über die Quellen, welche wir zur Darstellung einer Pflanzengeschichte benutzen, ergibt sich auch der Plan für die Einteilung des im zweiten Bande des „Pflanzenlebens" zu behandelnden Stoffes. Dem Entwickelungsgange der Kenntnisse soll sich auch die Darstellung anschließen. Der Geschichte der als ein einziges großes Gemeinwesen aufgefaßten gesamten Pflanzenwelt hat die Geschichte der Arten vorauszugehen. Jede Art ist aber der Inbegriff von ungezählten, in ihrer Konstitution und in ihren äußern Merkmalen übereinstimmenden Individuen, und die Geschichte der Arten setzt daher die Kenntnis der Geschichte des Individuums voraus. Die allererste Aufgabe dieses Buches ist daher die Schilderung der Verjüngung, Vermehrung und Verbreitung der Individuen sowie die Darstellung der Mittel, mit deren Hilfe sich die einzelne Pflanze erhält, sich einen Wohnsitz erringt und denselben bis zum Zeitpunkte des Ersatzes durch eine lebensfähige Nachkommenschaft festzuhalten vermag.

Die Sprache der Botaniker.

Vor Beginn dieser Schilderungen fühle ich mich gedrängt, über die dabei zu gebrauchenden botanischen Kunstausdrücke noch einige Worte einzuschalten. Das Bedürfnis nach kurzen und bündigen Bezeichnungen für bestimmte Gestalten, Einrichtungen und Vorgänge war immer und überall vorhanden, und es wurde demselben auch von den Männern der Wissenschaft mit mehr oder weniger Geschick zu allen Zeiten Rechnung getragen. Begreiflicherweise kommt in diesen Bezeichnungen nicht nur der Standpunkt, welchen die thatsächliche Kenntnis vom Leben der Pflanzen gerade erreicht hatte, zum Ausdrucke, sondern es spielen auch die Auffassungen einzelner hervorragender Naturforscher und die Hypothesen, welche zeitweilig in die Mode kamen, eine wichtige Rolle. Oft genug wiederholt sich, und zwar nicht zum Vorteile der wahren Erkenntnis, die Erscheinung, daß die durch Spekulation gewonnenen Vorstellungen als „Naturgesetze" hingestellt, und daß die erst nachträglich gemachten Beobachtungen so lange gedreht, gewendet und zugeschnitten wurden, bis sie als thatsächliche Beweise für die Spekulation gelten konnten. Wieviel bei solchem Vorgehen auf Selbsttäuschung beruht, wieviel auf Rechnung persönlicher Vorurteile und Rechthaberei der Forscher zu bringen ist, soll nicht untersucht werden. So viel ist gewiß, daß ein solches verkehrtes Vorgehen, wenn es noch dazu durch den Autoritätsglauben der gedankenlosen Menge gestützt wird, ein Hemmschuh für die wahre Wissenschaft ist. Zum Glücke wohl nur ein Hemmschuh; denn früher oder später kommt doch immer wieder die Überzeugung zur Geltung, daß unsre Vorstellungen über die Geschichte der Pflanzen aus den unverkürzten und unverfälschten Thatsachen erst abzuleiten sind, und nicht umgekehrt die Thatsachen einer vorgefaßten Meinung zuliebe zubereitet, teilweise als Ausnahme erklärt oder gar verschwiegen und übergangen werden dürfen.

In allen Wissenschaften, welche genötigt sind, Kunstausdrücke zu schaffen, nicht zum wenigsten in der Botanik, kommt es nun vor, daß die auf Grund von ungenügenden

Erfahrungen, unvollkommenen Beobachtungen, Selbsttäuschung und vorgefaßten Meinungen aufgebauten Vorstellungen aus früherer Zeit ihre Spuren in der Terminologie zurückgelassen haben, und es ist wiederholt die Frage aufgeworfen worden, ob Namen und Bezeichnungen, welche bei jenen, die in unsern Büchern Belehrung suchen, leicht falsche Vorstellungen erwecken können, beibehalten oder ausgemerzt und durch neue ersetzt werden sollen. Für beides sprechen gewichtige Gründe. Für das Beibehalten spricht insbesondere der Umstand, daß es dadurch den Lesern neuerer Schriften leichter gemacht wird, sich auch in den Werken älterer Botaniker zurechtzufinden. Auch ist zu bedenken, ob nicht nach dem Ausmerzen alter und bei der Bildung neuer Bezeichnungen dieselben Fehler begangen werden könnten, in welche unsre Vorfahren verfallen sind. Wer wie ich durch mehr als vier Dezennien auf dem Felde der Botanik gearbeitet hat und es erlebte, daß durchschnittlich alle zehn Jahre ein Wechsel in den herrschenden Vorstellungen eingetreten ist, wer es gesehen hat, wie Theorien, welche eine Zeitlang alle Zweige des Wissens beeinflußten und für viele Forschungsgebiete geradezu maßgebend wurden, dennoch über kurz oder lang andern neuern weichen mußten, und wer es erfahren hat, wie oft der Naturforscher genötigt wird, infolge neuer unerwarteter Entdeckungen alte gewohnte, liebgewordene und für unerschütterlich gehaltene Vorstellungen fahren zu lassen und durch neue zu ersetzen, wird nachgerade recht bescheiden, mißt auch den selbstgewonnenen Theorien nur einen ich möchte sagen zeitweiligen Wert bei und ist darauf gefaßt, daß nach einigen Dezennien das, was jetzt der Wahrheit am nächsten zu stehen scheint, durch andres, was der Wahrheit noch näher kommt, ersetzt werden wird.

Wenn aber auf jeder neuerreichten Stufe des Wissens die veralteten, nicht mehr ganz zutreffenden Ausdrücke und Bezeichnungen zurückgelassen und durch andre neue ersetzt würden, und wenn überdies für jede Modifikation aller beobachteten Vorgänge und Erscheinungen immer wieder neue Namen eingeführt werden sollten, so müßte dadurch die Zugänglichkeit unsrer Wissenschaft eine bedauerliche Beschränkung erfahren. Es müßte dann der heiß ersehnte Einblick in das geheimnisvolle Leben der Pflanzen durch das Erlernen einer eignen gelehrten Sprache erkauft werden, und die Botanik würde noch mehr, als ohnedies schon der Fall ist, zu einer Disziplin für zünftige Gelehrte und nicht zum Gemeingute der vielen Wißbegierigen, welche ein Recht auf die Ergebnisse unsrer Forschungen haben.

Es sollen daher die eingebürgerten Kunstausdrücke soweit als thunlich beibehalten, dort, wo sie nicht mehr ganz zutreffend sind, kurz erläutert und dann, wenn sich die Begriffe erweitert oder verengert haben, auch die althergebrachten Namen im weitern oder engern Sinne genommen werden. Nur dort, wo die Verständlichkeit und Übersichtlichkeit gewinnt, können neue Ausdrücke eingeführt werden, aber auch diese nur im Einklange mit den schon vorhandenen. Womöglich sollen die Kunstausdrücke in dem deutsch geschriebenen Buche auch deutsch sein. Die entsprechenden aus der griechischen und lateinischen Sprache entlehnten Bezeichnungen werden in den meisten Fällen einschaltungsweise vorkommen, um den Vergleich mit andern botanischen Werken zu ermöglichen.

Immer ist die Verwendung deutscher Ausdrücke freilich nicht durchführbar. Manche Wörter, welche aus der Zeit herstammen, in welcher die Sprache der Gelehrten ausschließlich die lateinische und griechische war, haben sich in den botanischen Werken so eingebürgert, daß ein Ersetzen derselben durch andre für die Verständlichkeit eher schädlich als nützlich wäre. Zudem kann es vorkommen, daß ganz genau deckende Wörter aus dem deutschen Sprachschatze für sie gar nicht zur Verfügung stehen, und in solchen Fällen mag man getrost die Fremdwörter beibehalten.

Es ist übrigens merkwürdig, daß gerade mehrere solche längst eingebürgerte und auch von den Botanikern häufig gebrauchte Fremdwörter ursprünglich etwas ganz andres bedeuteten, als was wir heute mit ihnen sagen wollen. Gleich im ersten Abschnitte dieses Buches

wird eine Reihe ſolcher Fremdwörter in Gebrauch kommen. Es ſoll da die Geſchichte des Pflanzenindividuums behandelt werden. Was iſt ein *Individuum*? Das Wort kommt von dividere, teilen, und bedeutete urſprünglich ein Ding, das nicht teilbar iſt. Nun gibt es aber keine Pflanze, die nicht teilbar wäre. Erhaltung, Verjüngung und Vervielfältigung der Pflanzen ſind mit Teilungsvorgängen verbunden, und eine Pflanzenart, deren Individuen nicht teilbar wären, würde unrettbar dem Untergange geweiht ſein. In der unbedingten Unteilbarkeit kann daher das Bezeichnende des Individuums nicht liegen. Man hat darum in die Definition eine Bedingung eingeſchaltet und das Individuum als ein Ding erklärt, das nicht geteilt werden kann, ohne aufzuhören, das zu ſein, was es vorher war, ein für ſich beſtehendes organiſiertes Weſen, an dem jeder einzelne Teil unentbehrlich zum Ganzen gehört. Aber auch dieſe Definition iſt für die Pflanzen nicht zutreffend. Der lebendige Protoplaſt einer einzelligen Pflanze, der ohne weiteres als Individuum aufgefaßt werden muß, teilt ſeinen Leib in zwei Hälften, die ſich trennen, ſelbſtändig werden und nun zwei voneinander unabhängige Individuen darſtellen. Damit iſt aber auch ein Fingerzeig für die Definition gegeben. *Das Pflanzenindividuum iſt ein Weſen, welches ſelbſtändig und ohne Beihilfe der andern gleichgeſtalteten Weſen lebt und leben kann.* Es gibt Pflanzenindividuen, welche nur aus einer einzigen, und ſolche, welche aus mehreren gemeinſchaftlich lebenden Protoplaſten beſtehen. Im letztern Falle kommt es meiſtens zur Teilung der Arbeit und dem entſprechend zu einer verſchiedenen Ausbildung der einzelnen Teile des Individuums; aber auch dann iſt die Individualität durch die Teilung nicht notwendig aufgehoben. Wo die Teilung der Arbeit ſo weit gediehen iſt wie in dem Pflanzenſtocke (vgl. Bd. I, S. 545), glaubte man *zuſammengeſetzte Individuen* annehmen zu müſſen. Jeder einzelne Sproß wurde als Individuum aufgefaßt, weil er die Fähigkeit beſitzt, vom Stocke abgetrennt weiterzuleben, und es wäre demnach jeder Pflanzenſtock aus ſo und ſo vielen einzelnen Individuen aufgebaut. Da aber auch jedem Gliede des Sproſſes die Fähigkeit zukommt, getrennt von den andern Gliedern weiterzuleben und eine neue ſelbſtändige Pflanze hervorzubringen, ſo wurden ſpäter die Sproßglieder als Individuen aufgefaßt und für dieſelben die Bezeichnung Anaphyten in Anwendung gebracht. Inwieweit dieſe Auffaſſung für den Generationswechſel von Bedeutung iſt, wird ſpäter zu erörtern ſein. Hier wäre ein weiteres Eingehen auf dieſelbe nicht am Platze.

Auch noch einer andern Auffaſſung des Pflanzenindividuums iſt hier zu gedenken. Nachdem es nicht anging, das Pflanzenindividuum als ein Unteilbares zu definieren, kam man zu dem ſeltſamen Auskunftsmittel, *teilbare Individuen* anzunehmen, und verband mit dieſer Annahme die Vorſtellung, daß alle auf ungeſchlechtlichem Wege entſtandenen und ſelbſtändig gewordenen Teile zu einem einzigen Individuum gehören. Die 30 oder 40 binnen einigen Jahren aus einer Kartoffelknolle entſtandenen jungen Kartoffelknollen, die zahlloſen durch Stecklinge von einem alten Nelkenſtocke herleitbaren jungen Nelkenſtöcke wurden ſämtlich als zuſammengehörig, als ein einziges Individuum aufgefaßt; es ſollte überhaupt nur ein auf geſchlechtlichem Wege erzeugtes Lebeweſen als Individuum Geltung haben, und die von demſelben ſich ablöſenden Stecklinge, Knöllchen und dergleichen wären zufolge dieſer Auffaſſung lediglich Teile dieſes einen Individuums, wenn ſie auch, weit voneinander getrennt, ſelbſtändig weiterzuleben im ſtande ſein ſollten.

Dieſe von den Philoſophen ausgeheckte Definition des Pflanzenindividuums iſt von den Naturforſchern niemals ernſt genommen worden, und ich führe ſie auch nur aus dem Grunde an, weil durch ſie eine andre wichtige Frage berührt wird, welche ich in den drei erſten Abſchnitten dieſes Buches in ausführlicher Weiſe zu beſprechen gedenke. Ich meine die Frage nach der Fortpflanzung oder Generation der Pflanzen. Die in der letzten Zeit mit bewunderungswerter Hingebung von den ſcharfſichtigſten Botanikern durchgeführten

Unterſuchungen über die Vermehrungsweiſen der Pflanzen haben zu dem Ergebniſſe geführt, daß in den meiſten, wahrſcheinlich ſogar in allen Abteilungen des Gewächsreiches eine zweifache Art der Fortpflanzung vorkommt. Immer ſind es zwar einzelne Protoplaſten, welche die Ausgangspunkte für die neuen Individuen bilden, aber in dem einen Falle bedürfen ſie zu ihrer weitern Entwickelung keiner beſondern Anregung durch Verbindung mit andern Protoplaſten, und dann ſpricht man von ungeſchlechtlicher Fortpflanzung, in dem andern Falle dagegen muß eine materielle Vereinigung von zwei an räumlich getrennten Punkten entſtandenen Protoplaſten, alſo eine Paarung, ſtattfinden, wenn ein neues Weſen, ein neues Individuum hervorgehen ſoll, und dann ſpricht man von geſchlechtlicher Fortpflanzung. Alle auf die erſte Art gebildeten Individuen werden unter dem Namen Ableger, alle auf die zweite Art entſtandenen Individuen unter dem Namen Früchte zuſammengefaßt.

Die Ableger erſcheinen in allen möglichen Abſtufungen, von der einzelnen Zelle bis zum Pflanzenſtocke. Einzellige Ableger werden Sporen, mehrzellige Thallidien und jene, welche Sproßanlagen darſtellen, Knoſpen genannt. Die knoſpenförmigen Ableger löſen ſich entweder von der lebendigen Stammpflanze ab, oder, was häufiger vorkommt, ſie werden dadurch ſelbſtändig, daß die Stammpflanze, aus welcher ſie hervorgegangen ſind, abſtirbt. Im letztern Falle erhalten ſich die Ableger in nächſter Nähe des Standortes ihrer Stammpflanze. An Bäumen und Sträuchern trennen ſich die Knoſpen nicht von dem Stocke, an dem ſie ausgebildet wurden, wachſen im Verbande mit dieſem zu Sproſſen heran, und es entſtehen auf dieſe Weiſe die oben erwähnten zuſammengeſetzten Individuen. Weit ſeltener kommt es vor, daß ſich ausgewachſene Sproſſe von der Stammpflanze ablöſen und zu Ablegern werden.

Auch die Früchte erſcheinen in allen möglichen Abſtufungen, bald als einzelne Zellen, bald als Zellenverbände, bald als kleine Pflanzenſtöcke. Gewöhnlich trennt ſich die reife Frucht oder doch der wichtigſte Teil derſelben, welcher das befruchtete Ei oder den aus dieſem hervorgegangenen Embryo enthält, von der Stammpflanze ab; in manchen Gruppen des Pflanzenreiches aber, wie z. B. bei den Farnen, Mooſen, Flechten und Florideen, bleibt die Frucht an der Stelle, wo ſie erzeugt wurde, und wächſt im Verbande mit der Mutterpflanze zu einer neuen Generation heran, welche aber keine Früchte, ſondern Sporen ausbildet. Wenn an einem Gewächſe die Fortpflanzung durch Ableger und die Fortpflanzung durch Früchte in beſtimmter Weiſe abwechſeln, ſo ſpricht man von einem Fortpflanzungswechſel oder Generationswechſel. Bisher waren der Generationswechſel ſowie die Befruchtung in ihren letzten Gründen und in ihrer Bedeutung für die Geſchichte der Pflanzenwelt unerkannt und rätſelhaft. In einem der folgenden Abſchnitte dieſes Buches ſoll der Verſuch gemacht werden, das große Rätſel zu löſen.

I. Die Entſtehung der Nachkommenſchaft.

1. Fortpflanzung und Vermehrung durch Ableger.

Inhalt: Sporen und Thallidien. — Wurzelſtändige Knoſpen. — Stammſtändige Knoſpen. — Blattſtändige Knoſpen.

Sporen und Thallidien.

Die alten Kräuterbücher enthalten in dem Kapitel, das von den Farnen handelt, ſtets den Hinweis auf die merkwürdige Erſcheinung, daß die genannten Gewächſe zwar nicht blühen und fruchten, ſich aber dennoch reichlich fortpflanzen und vermehren, daß ſie häufig ganz unerwartet in der Kluft einer Felswand oder in der Ritze einer alten Mauer auftauchen, ohne daß man dort früher Samen zu ſehen Gelegenheit hatte. In Deutſchland fabulierte man davon, daß die Samen der Farnkräuter nur zur Zeit der Sonnenwende auf eine geheimnisvolle Weiſe ausgebildet werden, und daß dieſe Samen nur von Eingeweihten unter Anwendung gewiſſer Zauberſprüche in der Johannisnacht geſammelt werden könnten. Hieronymus Bock, 1532 Prediger und Arzt in Hornbach, der nach der Sitte damaliger Zeit ſeinen Namen ins Griechiſche überſetzte und ſich Tragus nannte, war der erſte, welcher dieſem abergläubiſchen Firlefanz entgegentrat und ſich überzeugte, daß man auch ohne Beſchwörungsformeln den „Farnkrautſamen" zu gewinnen im ſtande ſei. In dem 1539 herausgegebenen Kräuterbuche erzählt er ſeine in mehrfacher Beziehung intereſſanten Verſuche beim Aufſammeln der Farnkrautſamen in nachfolgender Weiſe. „Alle Lehrer ſchreiben Farnkraut trag weder blumen noch ſamen, jedoch ſo hab ich zum vierdtenmal auff S. Johannis nacht dem ſamen nachgangen, und morgens fruh ehe der tag anbrach, ſchwartzen kleinen ſamen wie Magſamen auff Düchern und breittem Wullkrautblettern auffgehaben, unter einem ſtock mehr dann underm andern . . . . Zu ſolchem handel hab ich kein ſegen, kein beſchwerung noch Character gebraucht, ſonder ohn alle ſuperſtition dem ſamen nachgangen und funden, doch ein Jar mehr dann das andere, binn etwann auch vergebens hinnauß gangen. Wann ich den ſamen hab wöllen holen, bin ich nicht allein gangen, etwann zwen zu mir genommen, und nachts in derſelben gegne (da nicht vil überlauffens war) ein groß Fewr gemacht, und über nacht alſo laſſen brennen. Wie nun ſolches zugehe, oder was für ein geheimnuß die Natur damit gemein, iſt mir verborgen. Das hab ich wöllen anzeigen, ſintemal alle Lehrer den Farn ohne Samen beſchreiben."

Daß Hieronymus Bock mit den braunen Samen jene Gebilde gemeint hat, welche Linné um zwei Jahrhunderte ſpäter Sporen nannte, unterliegt wohl keinem Zweifel. Aber auch zur Zeit Linnés herrſchte über die Sporen, insbeſondere über die Beziehungen derſelben zu den Früchten, vollſtändiges Dunkel. Das aus dem Griechiſchen entlehnte Wort

Spore bedeutet eigentlich ſoviel wie Same, und man hielt die Sporen auch für abſonderliche Samen, die durch geheimnisvolle Befruchtungsvorgänge entſtanden ſeien. Noch vor 50 Jahren definierte man die Spore als „den dem Samen entſprechenden Teil der kryptogamiſchen Gewächſe, woraus ſich eine neue Pflanze entwickeln kann, der jedoch keinen Keim enthält".

Erſt im Jahre 1848 wurde die Befruchtung und überhaupt die ganze Entwickelungsgeſchichte der Farne entdeckt, und es ergab ſich, daß dieſe Gewächſe zweierlei regelmäßig abwechſelnde Generationen ausbilden, eine unſcheinbare, welche Befruchtungsorgane trägt und Früchte erzeugt, und eine zweite, durch ihre Wedel in die Augen fallende, welche aus der mit der Mutterpflanze im Verbande bleibenden Frucht entſpringt und Sporen hervorbringt. Die Wedel der Farne tragen demnach keine Befruchtungsorgane, und die an ihnen entſtehenden Sporen können daher auch nicht als Früchte und ebenſowenig als deren Teile, als Samen, angeſprochen werden.

Manche erklären zwar den ganzen wedeltragenden Farnſtock als Frucht, die Sporen an den Wedeln als Teile dieſer Frucht, und ſind dann zu der Annahme gezwungen, daß es Früchte gebe, welche Wurzel ſchlagen, ſich durch Ausläufer vermehren, viele Jahre fortwachſen und alljährlich neue Wedel mit Sporen treiben. Von dieſem Standpunkte, dem ich mich nicht anſchließen kann, wäre der mächtige hundertjährige Stock eines Baumfarnes eine Frucht, und es müßte auch ein ganzer Beſtand aus Schachtelhalmen konſequenterweiſe als zu einer Frucht gehörend angeſehen werden. Andre Botaniker wieder meinen, der Farnſtock mit ſeinen Wurzeln und Wedeln ſei zwar nicht die Frucht ſelbſt, aber da er gar nicht zum Vorſcheine käme, wenn nicht an der vorangegangenen Generation eine Befruchtung ſtattgefunden hätte, ſo ſei die Sporenbildung der Farne doch eigentlich von der Befruchtung abhängig, und es müßten daher die Sporen der Farne und der verwandten Schachtelhalme und Bärlappe von den Sporen andrer Kryptogamen unterſchieden werden. Dagegen iſt nun zweierlei einzuwenden. Erſtens kennt man viele Farne, bei welchen aus der erſten Generation, ohne daß dort eine Befruchtung ſtattgefunden hätte, dennoch ein Farnſtock mit ſporentragenden Wedeln hervorwächſt, welcher ſich von den aus Früchten der erſten Generation entſproſſenen Stöcken in keiner Weiſe unterſcheidet, und zweitens wäre nicht einzuſehen, warum gerade bei den Farnen die ſporentragende Generation von der an der erſten Generation erfolgten Befruchtung mehr abhängen ſollte als bei vielen andern Kryptogamen, welche gleichfalls einen Generationswechſel zeigen.

Die Sporen der Farne und überhaupt aller ſogenannten Kryptogamen ſind demnach nicht das direkte Ergebnis einer Befruchtung und darum auch keine Teile von Früchten, ſondern *Ableger*. Sie ſind den ſpäter zu beſprechenden knoſpenförmigen Ablegern an die Seite zu ſtellen, unterſcheiden ſich aber von dieſen dadurch, daß aus ihnen immer nur ein Lager, ein ſogenannter Thallus, und niemals ein beblättertes Stammgebilde hervorwächſt. Für die Kryptogamen ſind ſie geradeſo bezeichnend wie die Knoſpen für die Phanerogamen oder Blütenpflanzen, und da der Name Kryptogamen weder in ſeinem urſprünglichen Anlaute noch auch in der Überſetzung „Geheimblütler" heutzutage recht paſſen will, ſo wird das Wort Kryptogamen in neuerer Zeit vielfach durch die Bezeichnung Sporenpflanzen erſetzt. Als man den Fortpflanzungswechſel der Sporenpflanzen noch nicht kannte, wurde auch für viele Früchte und Fruchtanlagen, zumal dann, wenn ſie einzellig waren, der Name Sporen angewendet, was aber heutzutage ſorgfältig vermieden werden ſollte. Bei der Beſprechung der Früchte und ihrer Ausgangspunkte wird ſich die Gelegenheit ergeben, hierauf nochmals zurückzukommen.

Die *Ausgangspunkte der Sporen* ſind ungemein verſchieden. An der einen Pflanze erſcheinen Zellenneſter im Innern umfangreicher Gewebe, an der andern einzelne oberflächlich gelegene Zellen, bald iſt es der Teil eines grünen Stammes oder Blättchens,





FARNE AUF EINER DILUVIALEN MORÄNE IN TIROL

(Nach der Natur von E. Reyn)

bald der protoplasmatische Inhalt schlauchförmiger Gebilde im Lager chlorophyllloser Pflanzen, und wieder in andern Fällen sind es die abgeschnürten Enden von Hyphenfäden, welche sich als Bildungsstätten und Ausgangspunkte von Sporen ergeben. Von dieser unendlichen Mannigfaltigkeit gewinnt man die beste Übersicht, wenn man die Sporen mit Rücksicht auf ihre Ausgangspunkte in Gruppen zusammenstellt.

Eine Gruppe umfaßt alle jene Sporen, welche in den Zellen eines Gewebes entstehen. Es gehören hierher die Sporen der Farne und Wasserfarne, der Schachtelhalme und Bärlappe und der zahlreichen Laub- und Lebermoose. Bei einem Teile der Farne erheben sich aus der Oberhaut, welche die Stränge der Wedel bekleidet, einzelne Papillen, deren jede durch eine Querwand in ein freies Ende und in eine Stielzelle gegliedert wird. Beide Zellen der Papille fächern sich und bilden Gewebekörper, von welchen jener, der aus der freien Endzelle hervorgegangen ist, eine eiförmige oder kugelige Gestalt annimmt. In diesem letztern Gewebekörper unterscheidet man dann eine tetraedrische Mittelzelle und eine aus mehreren Zellenlagen bestehende Hülle. Durch Fächerung der Mittelzelle entsteht ein kleiner ballenförmiger Zellenverband, und da sich die innere Zellenlage der Hülle inzwischen aufgelöst hat, so präsentiert sich jetzt das Ganze als ein Behälter, der einen von flüssiger Masse umgebenen Zellenballen einschließt. Jede der Zellen dieses Ballens teilt sich nun in vier Fächer, die Protoplasten, welche den Inhalt der Fächer bilden, versehen sich mit einer Haut und werden, nachdem sich das Fächerwerk ihrer Bildungsstätte aufgelöst hat, getrennt. Es sind diese getrennten Zellen, welche dem freien Auge als pulverige Masse erscheinen, die Sporen. Wie erwähnt, hat sich von den Zellenlagen, welche die Hülle des sporenbildenden innern Gewebes bildeten, nur die innere aufgelöst, die äußere ist verblieben und stellt eine Art Kapsel dar, die man Sporenbehälter oder Sporangium nennt (s. Abbildung, S. 12, Fig. 13, 14 und 15). Eine Gruppe aus solchen Sporenbehältern wird Häufchen oder Sorus geheißen. Bei den Polypodiaceen, einer Abteilung der Farne, welcher die meisten europäischen Arten angehören, und deren verbreitetste Formen auf der beigehefteten Tafel „Farne auf einer diluvialen Moräne in Tirol" von E. Heyn meisterhaft dargestellt wurden, sieht man die Häufchen an der Rückseite der Wedel (s. Abbildung, S. 12, Fig. 5). Es erheben sich daselbst über den das grüne Gewebe durchziehenden Strängen Zellengruppen wie kleine Polster; jede Zelle dieser polsterförmigen Wülste kann zu einem gestielten Sporenbehälter auswachsen, und bisweilen besteht ein einziges Häufchen aus nicht weniger als 50 solchen gestielten Sporenbehältern. Auch bei den Cyatheaceen, zu welchen die meisten Baumfarne gehören, bilden sich die Häufchen an der untern Seite der Wedel aus, aber der Bildungsherd für jedes Häufchen ist hier ein Zapfen, welcher auf der Wedelfläche senkrecht steht. Die aus den Oberhautzellen dieses Zapfens hervorgehenden Sporenbehälter sind sehr kurz gestielt, und von dem grünen Gewebe des Wedels erhebt sich überdies ein Ringwall, der den sporangientragenden Zapfen wie ein Becher umgibt (s. S. 12, Fig. 10, 11 und 12).

Bei den zarten, ungemein zierlichen, bisweilen an Moose erinnernden, zumeist den tropischen Gegenden angehörenden Hymenophyllaceen erstrecken sich die Stränge, welche die Wedelabschnitte durchziehen, über den Rand des grünen Gewebes hinaus und bilden einen griffelförmigen Fortsatz, dessen Oberhautzellen zu Ausgangspunkten für die Sporenbehälter werden. Der griffelförmige Fortsatz erscheint dann wie eine Spindel, welche die Sporenbehälter trägt, und der ganze Sorus hat die Gestalt einer kleinen Ähre. Jeder ährenförmige Sorus aber steckt in einem Becher, da sich das grüne Gewebe des Wedels am Rande der Abschnitte als ein Ringwall erhebt (s. S. 12, Fig. 2 und 3).

Bei den drei oben genannten Gruppen der Farne sind die Sporenbehälter aus Oberhautzellen hervorgegangen, bei den Gleicheniaceen und Schizäaceen, von welchen zwei Repräsentanten in Fig. 6 und 7, S. 12, abgebildet erscheinen, sind die Sporenbehälter umgewandelte

WYŻSZA SZ. BIBLIOTEKA GŁÓWNA W. SZCZECIŃSKIE



Farne: 1. Nephrolepis Duffi. — 2. Trichomanes Lyelli. — 3. Sorus desselben Farnes mit becherförmiger Hülle; Längsschnitt. — 4. Rhipidopteris peltata. — 5. Polypodium serpens. — 6. Wedelabschnitt von Gleichenia alpina. — 7. Schizaea fistulosa. — 8. Botrychium lanceolatum. — 9. Untere Seite eines Wedelabschnittes von Gleichenia alpina; in den zwei obern Gruben sind die Sporangien von Blättchen verdeckt, in den untern sind sie entblößt. — 10, 11. Wedelabschnitt der Cyathea elegans. — 12. Längsschnitt durch einen Sorus und Becher von Cyathea. — 13. Sporangium von Cyathea; — 14. von Polypodium; — 15. von Schizaea. — 16. Unterseite des Prothalliums eines Milzfarnes. — Fig. 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 in natürlicher Größe; Fig. 3, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16: 5—20fach vergrößert. Vgl. Text, S. 11, 13, 37, 62 und in spätern Kapiteln.

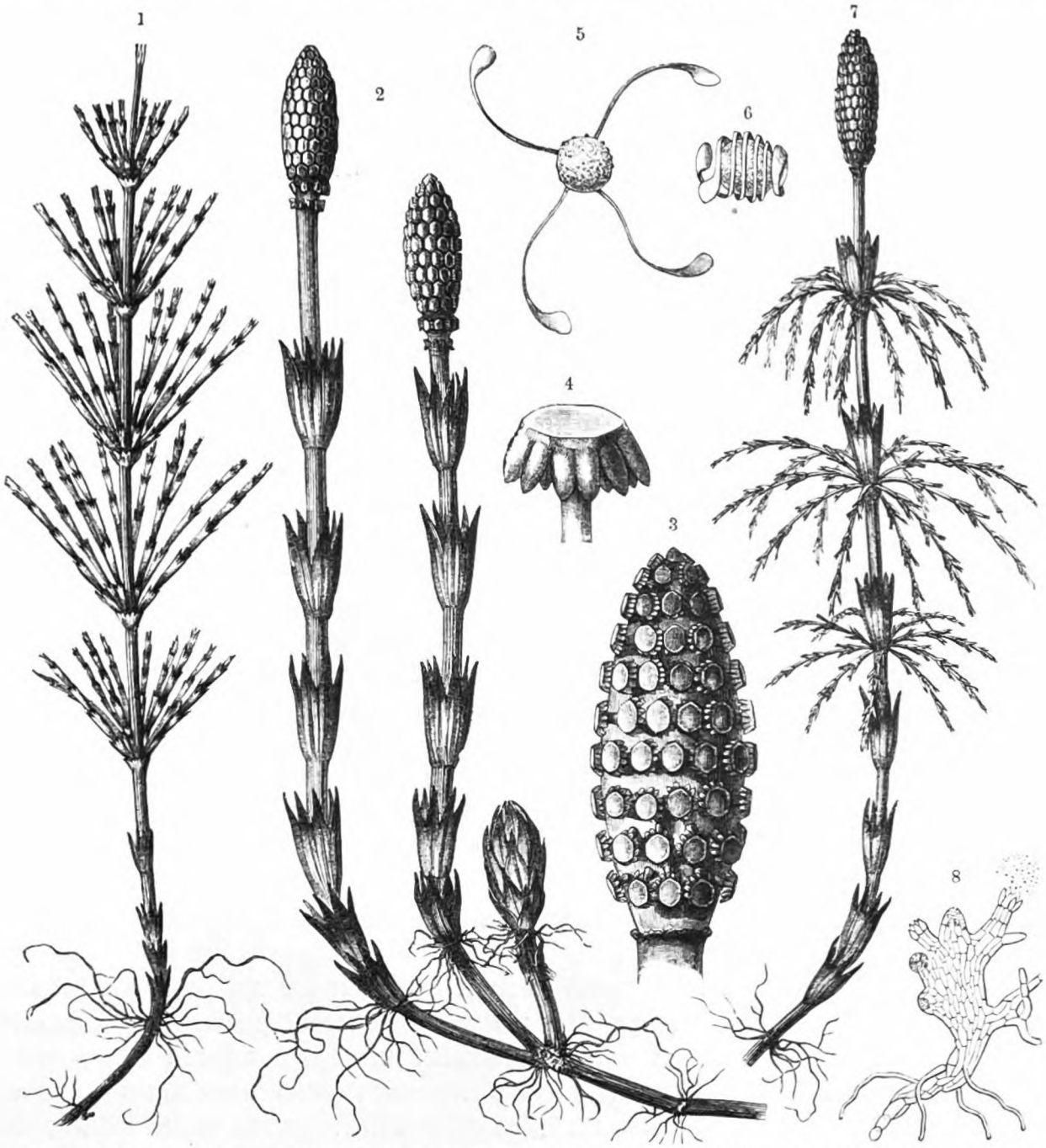
Blättchen. Hierzu muß die Bemerkung eingeschaltet werden, daß die Wedel der Farne trotz ihrer Ähnlichkeit mit Laubblättern nicht als solche, sondern als Flachsprosse (Phyllokladien) aufzufassen sind, und daß die von den Wedeln ausgehenden Schuppen als Blättchen zu gelten haben, worauf später noch wiederholt die Rede kommen wird. Einzelne dieser schuppenförmigen Blättchen sind nun bei den genannten beiden Abteilungen der Farne in Sporenbehälter metamorphosiert, andre wieder bilden eine schützende Hülle der in den reihenweise geordneten grubigen Aushöhlungen der Wedelabschnitte sitzenden rundlichen Sporenbehälter. Die Figur 9, S. 12, zeigt dieses Verhältnis sehr schön an einem vergrößerten Wedelabschnitte der Gleichenia alpina.

Dem Ursprunge und der Entwickelung nach wieder ganz verschieden sind die Sporen und Sporangien in jener Abteilung der Farne, welche unter dem Namen Ophioglosseen begriffen wird, und von welcher eine Art, nämlich die lanzettförmige Mondraute (Botrychium lanceolatum), in Fig. 8 der Abbildung auf S. 12 dargestellt ist. Als Bildungsherde der Sporen erscheinen bei diesen Farnen Zellennester inmitten des Gewebes der Wedel. Die Zellen dieser Nester fächern sich in vier Kammern, deren Protoplasten sich mit einer Haut versehen und zu Sporen werden. Infolge der Auflösung des Fächerwerkes werden dann die Sporen frei und erfüllen als ein feines Pulver kleine blasige Hohlräume im Gewebe der Wedelteile. Die Oberhaut dieser Wedelteile ist nun zur Wand der Hohlräume, zur Wand der Sporangien geworden.

An jedem Stocke der Ophioglosseen unterscheidet man zweierlei Wedel: solche, welche keine Sporen entwickeln und das Ansehen eines grünen Laubes haben, und solche, an welchen sich Sporenbehälter ausbilden, und die dann fast nur aus den trauben- oder ährenförmig gruppierten Sporangien bestehen (s. S. 12, Fig. 8). Auch bei vielen Farnen, die in andre Abteilungen gehören, ist Ähnliches zu beobachten, so z. B. an den auch in der europäischen Flora vertretenen Gattungen Allosurus, Struthiopteris und Blechnum. An andern, wie z. B. an dem Traubenfarn (Osmunda regalis), bilden sich nur an dem obern Teile eines Wedels Sporangien, während die untern Abschnitte laubartiges Aussehen haben. Sehr eigentümlich nimmt sich der auf S. 12, Fig. 4 abgebildete, in den mexikanischen Gebirgsgegenden heimische Farn Rhipidopteris peltata aus. Neben den fächerförmigen flachen Wedeln, an denen keine Sporangien entstehen, entwickeln sich auch Wedel, welche einem Trichter oder einem flachen Napfe ähnlich sehen, und in deren Vertiefung die Sporengehäuse aus den Oberhautzellen hervorgehen.

In diesem Falle sind die Sporenbehälter merkwürdigerweise auf der obern Seite des Wedels entwickelt, was sonst nur sehr selten vorkommt. Gewöhnlich finden sie sich nämlich, wie schon früher erwähnt, an der untern Wedelseite, und das hat seinen Grund darin, daß sie an der dem Boden zugewendeten Fläche gegen den auffallenden Regen ebenso wie gegen die auffallenden Sonnenstrahlen am besten geschützt sind. In den meisten Fällen findet übrigens auch noch ein weiterer Schutz gegen überschwengliche Nässe und zu weit gehende Austrocknung statt und zwar dadurch, daß sich über die Sporangien noch ein besonderes Schirmdach ausbreitet. Dieses Schirmdach geht entweder aus den Zellen, welche den Scheitel des die Sporangien tragenden Polsters oder Zapfens bilden, hervor und bildet ein zartes, über das ganze Sporangienhäufchen gespanntes Häutchen, das man Schleierchen (Indusium) genannt hat, wie bei unserm gewöhnlichen Wurmfarne (Polystichum Filix mas), oder es breiten sich kleine, schuppenförmige Blättchen über die Sporenbehälter aus, wie an den schon erwähnten Gleichenien (Fig. 9) und den nicht weniger merkwürdigen Lygodien und Davallien. Bisweilen bilden fünf oder sechs schuppenförmige, im Kreise herumstehende Blättchen eine Hülle der Sporangien, welche einer geschlossenen Blume täuschend ähnlich sieht, wie bei den Gattungen Schizocaena, Hymenocystis und Diacalpe, oder es bilden diese

Blättchen eine Art Doſe, die ſich wie mit einem Deckel öffnet, wie bei Cibotium. Wieder in andern Fällen erheben ſich von der Fläche des Wedels häutige Säume und Leiſten, durch welche die in langer Reihe geordneten Sporangien überdeckt werden, wie bei Lindsaya und Blechnum, oder es iſt der Rand des Wedels wie geſpalten, und es ſind dann die



Schachtelhalme: 1. Sommerſproß von Equisetum arvense. — 2. Ährentragender Frühlingsſproß von Equisetum arvense. — 3. Ähre aus wirtelig geſtellten Sporangienträgern von demſelben Equisetum. — 4. Ein Sporangiumträger. — 5, 6. Sporen. — 7. Equisetum silvaticum. — 8. Prothallium eines Schachtelhalmes. — Fig. 1, 2, 7 in natürlicher Größe; Fig. 3: 3mal; Fig. 4: 6mal; Fig. 5, 6: 25mal; Fig. 8: 30mal vergrößert. Vgl. Text, S. 15 und in ſpätern Kapiteln.

Sporangien in dem engen Spalte geborgen, wie bei Vittaria und Schizoloma. Häufig rollt ſich der Rand des Wedels ein und überdeckt ſo die parallel zum Rande auf polſterförmigen Erhabenheiten ſich entwickelnden Sporangien, wie bei Allosurus, Ceratopteris, Ceratodactylis, Parkeria und noch zahlreichen andern Gattungen. Es herrſcht in dieſer Beziehung eine große Mannigfaltigkeit, die mit den wechſelnden klimatiſchen Verhältniſſen der Standorte zuſammenhängt, auf die im einzelnen einzugehen aber hier zu weit führen würde.

Die mit den Farnen verwandten Waſſerfarne (Hydropterideen) ſchließen ſich, was

die Bildung ihrer Sporen und Sporangien betrifft, naturgemäß an die Farne an. Die Salvinie (Salvinia) erinnert einigermaßen an die Hymenophyllaceen, wenigſtens inſofern, als ſich unterhalb des von einer Spindel ausgehenden Sporenbehälters ein Ringwall erhebt, der ſich nach oben zu ſchließt und eine förmliche, die Sporangien einhüllende Büchſe bildet. Marsilea zeigt dagegen geſtielte, bohnenförmige, kapſelartige Gebilde mit Hohlräumen, in welchen ſich auf polſterförmigen Wülſten die Sporenbehälter ausbilden.

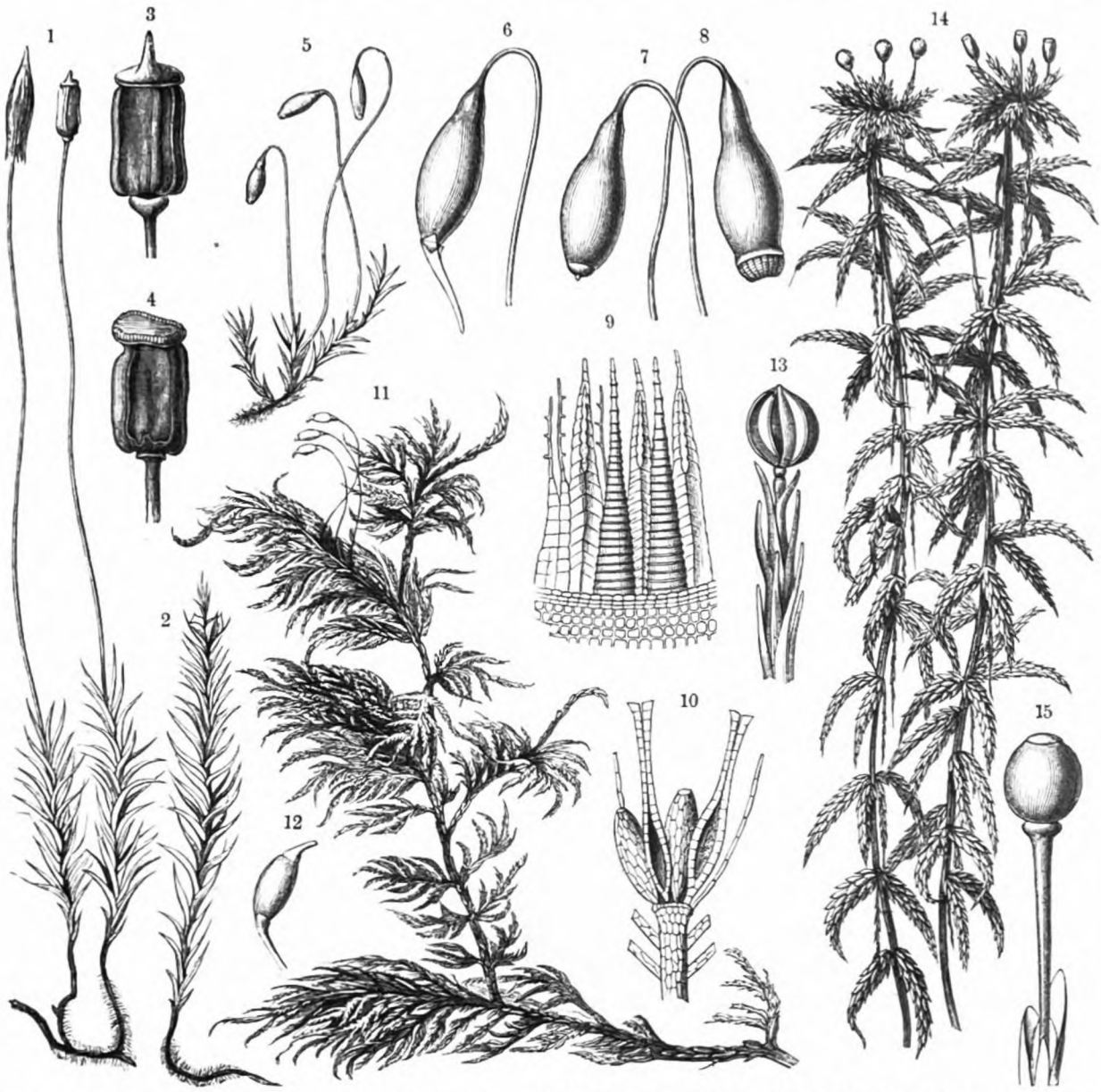
Auch die Bärlappe (Lycopodiaceen) erinnern in anbetracht der Sporenbildung lebhaft an die Farne, zumal an die Arten der ſchon erwähnten Gattungen Lygodium und Lygodictyon. Als erſte Anlage der Sporangien erhebt ſich an der Baſis der ſchuppenförmigen Blättchen oder dicht über derſelben am Stamme ein Wulſt. Das innere Gewebe dieſes Wulſtes iſt als rundlicher Ballen abgegrenzt. Nachdem ſich die Zellen dieſes Ballens iſoliert haben, fächern ſie ſich, es entſtehen aus jeder derſelben vier Kammern, deren Wände ſich nachträglich auflöſen. Die Protoplaſten in dieſen Kammern werden, nachdem ſie ſich mit einer Haut umgeben haben, zu loſen Sporen. Die Oberhaut, welche anfänglich über den ſich erhebenden Wulſt hinwegzog, bleibt erhalten und bildet nun die Wand eines mit loſen Sporen erfüllten Hohlraumes des bohnenförmigen Sporangiums, das ſich nachträglich wie eine Doſe mit einem Deckel öffnet.

Ganz eigentümlich iſt die Sporenbildung bei den Schachtelhalmen, von welchen zwei Arten, nämlich Equisetum arvense und E. silvaticum, auf S. 14, Fig. 2 und 7, abgebildet ſind. Am Ende des hohlen Stengels ſieht man eine Ähre aus wirtelig geſtellten, von kurzen Stielen getragenen Schildern, deren jeder ſeinem Urſprunge nach als ein metamorphoſiertes Blättchen aufzufaſſen iſt (ſ. S. 14, Fig. 3). Auf der gegen die Ährenſpindel gewendeten Seite der Schilder erheben ſich kleine Wärzchen, welche zu Sporenbehältern heranwachſen und dann, wenn ſie ihre volle Größe erreicht haben, faſt an Blumenblätter erinnern (ſ. S. 14, Fig. 4). Die äußern Zellenlagen dieſer vielzelligen Warzen werden zur Wand des Sporangiums, während das innere Gewebe in Zellen zerfällt, deren jede ſich in vier Fächer teilt, die wieder den Ausgangspunkt für die Sporen bilden (ſ. S. 14, Fig. 5 und 6).

Die letzte Abteilung von Gewächſen, deren Sporen in den Zellen eines Gewebes entſtehen, wird von den Mooſen gebildet. Bei dieſen Pflanzen beſteht die ſporenbildende Generation aus einem meiſtenteils geſtielten, cylindriſchen, birnenförmigen oder rundlichen Gewebekörper, der aus der Frucht hervorgegangen iſt (ſ. Abbildung, S. 16, Fig. 3, 4, 7, 8 und 15). Es muß hier einſchaltungsweiſe bemerkt werden, daß dieſe ſporenbildende Generation der Mooſe von den Botanikern in früherer Zeit für die Frucht ſelbſt gehalten wurde, was aber unrichtig iſt. Als Moosfrucht kann nur jenes Gebilde angeſehen werden, in welchem als Folge der Befruchtung der Embryo entſtanden iſt. Wenn dann aus dem Embryo, welcher im Innern der Frucht gebildet wurde, eine neue Generation hervorwächſt, ſo kann dieſe nicht mehr als Frucht bezeichnet werden, ſelbſt dann nicht, wenn ſie dauernd im Verbande mit der Mutterpflanze bleibt, wie das bei den Mooſen der Fall iſt.

Die Zellen des erwähnten cylindriſchen, birnenförmigen oder rundlichen Gewebekörpers halten einen verſchiedenen Entwickelungsgang ein. Jene am Umfange bilden die Wandung eines Behälters, und jene im Innern, welche ſich als Füllung des Behälters darſtellen, bilden die Sporen. Die Sporenbildung iſt hier ganz ähnlich wie bei den Farnen. Anfänglich zu einem Gewebe verbunden, iſolieren ſich ſpäterhin die Zellen des Füllgewebes, jede derſelben fächert ſich in vier Kammern, und aus den Protoplaſten in dieſen Kammern werden ſchließlich die Sporen. Die Sporen liegen nun frei als ſtaubartiges Pulver in dem Behälter, welchen man wie bei den Farnen Sporangium nennt. Bei den meiſten Lebermooſen haben ſich aus dem Füllgewebe neben den Sporen auch noch andre ſeltſam geformte Zellen, die ſogenannten Schleudern, ausgebildet, welche zum Ausſtreuen der Sporen dienen, und bei

einigen Mooſen iſt in der Mitte des Behälters neben den Sporen eine Art Mittelſäule ſtehen geblieben. Im äußern Umriſſe weichen die Sporangien der Mooſe von den Gewebekörpern, aus denen ſie hervorgegangen ſind, wenig ab; wie dieſe ſind ſie kugelig, birnenförmig oder cylindriſch, im feinern Baue zeigt dagegen jener Teil, welcher ſich nachträglich öffnet, um zur geeignetſten Zeit die Sporen zu entlaſſen, weitgehende Verſchiedenheiten.



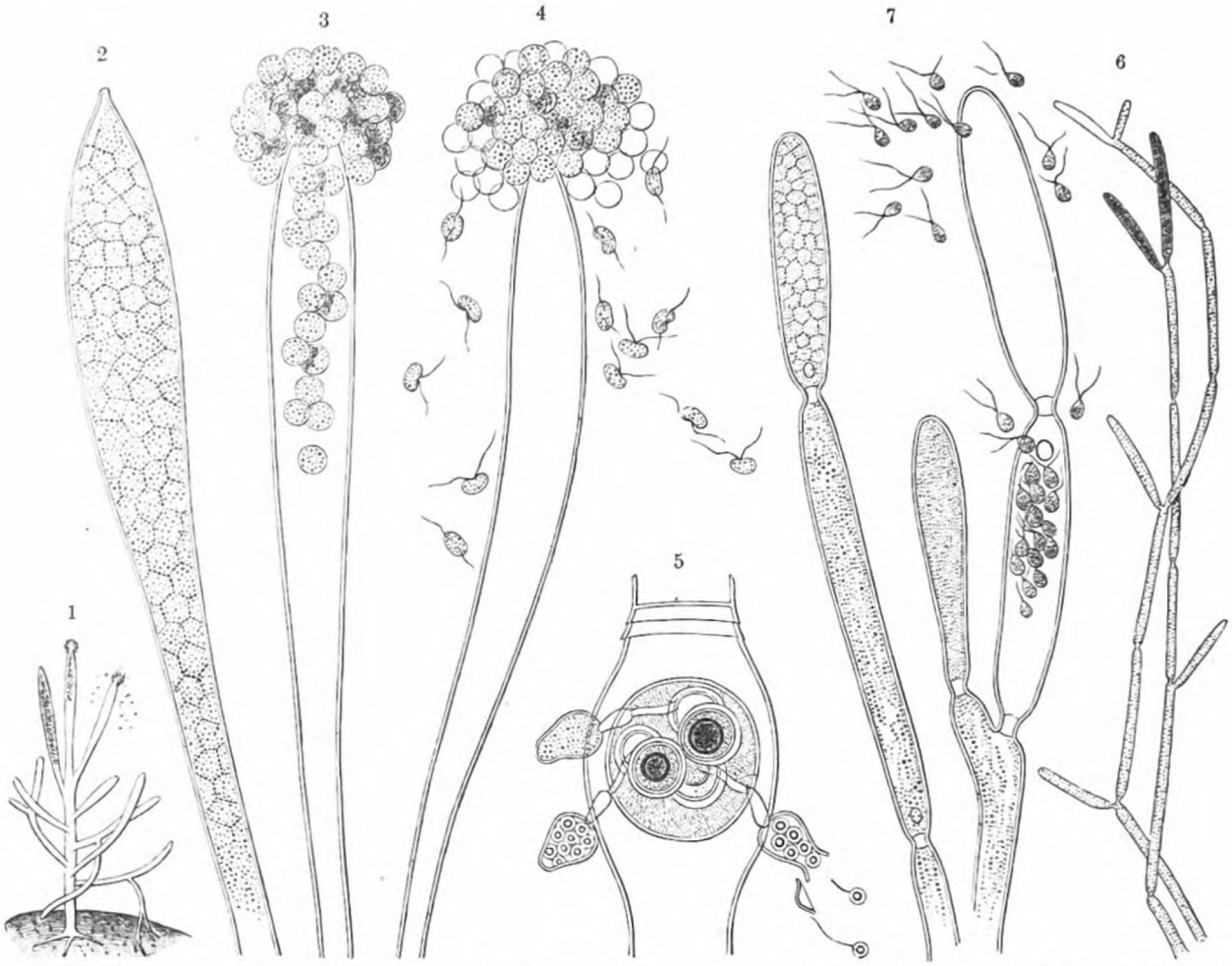
Laubmooſe: 1. Polytrichum commune; das Sporangium links von der Mütze verhüllt, das Sporangium rechts entblößt. — 2. Dasſelbe Moos in früherm Entwickelungsſtadium. — 3. Sporangium von Polytrichum commune mit Deckel. — 4. Dasſelbe nach dem Abfallen des Deckels. — 5. Bryum caespiticium. — 6. Sporangium desſelben Mooſes mit aufſitzender Mütze. — 7. Dasſelbe ohne Mütze, aber noch zugedeckelt. — 8. Dasſelbe abgedeckelt; der Mundbeſatz ſichtbar. — 9. Ein Stück des Mundbeſatzes. — 10. Antheridien, Archegonien und Paraphyſen des Bryum caespiticium. — 11. Hylocomium splendens. — 12. Sporangium desſelben. — 13. Andreaea rupestris mit aufgeſprungenem Sporangium. — 14. Sphagnum cymbifolium; die kugeligen Sporangien desſelben an dem Exemplare links noch zugedeckelt. — 15. Ein einzelnes Sporangium desſelben Mooſes. — Fig. 1, 2, 5, 11, 14 in natürlicher Größe; Fig. 3, 4, 6, 7, 8, 12, 13, 15: 3—5fach; Fig. 9, 10: 150fach vergrößert. Vgl. Text, S. 15, 16, 60 und in ſpätern Kapiteln.

Es wird auf dieſe Verſchiedenheiten ſowie auf die oben erwähnten Schleudern in dem der Verbreitung der Sporen gewidmeten Abſchnitte nochmals die Rede kommen.

Wie bei den Farnen ſind die Sporenbehälter auch bei den Mooſen während ihrer Entwickelung gegen ſchädliche äußere Einflüſſe, zumal gegen Vertrocknung, geſchützt und von Hüllen, welche ihrem Urſprunge nach ſehr verſchieden ſein können, umgeben. Bei den Laubmooſen ſieht man gewöhnlich eine Art Mütze über das jugendliche ſchutzbedürftige

Sporangium geſtülpt (ſ. Abbildung, S. 16, Fig. 1), die von der Frucht herſtammt, aus welcher die ſporenbildende Generation entſprungen war. Die Fruchthülle wird nämlich von der aus dem Embryo hervorwachſenden Generation zerriſſen und ihr oberer Teil als Mütze emporgehoben. Später, wenn die Sporangien des Schutzes nicht mehr bedürfen und die Hülle nachteilig wäre, weil durch ſie das Ausſtreuen der Sporen verhindert werden könnte, wird die Mütze abgeworfen.

Die bisher beſprochenen Sporen entſtehen im Bereiche eines Gewebes und zwar ſo, daß der protoplasmatiſche Inhalt in jedem Fache des betreffenden Gewebeteiles zu je einer

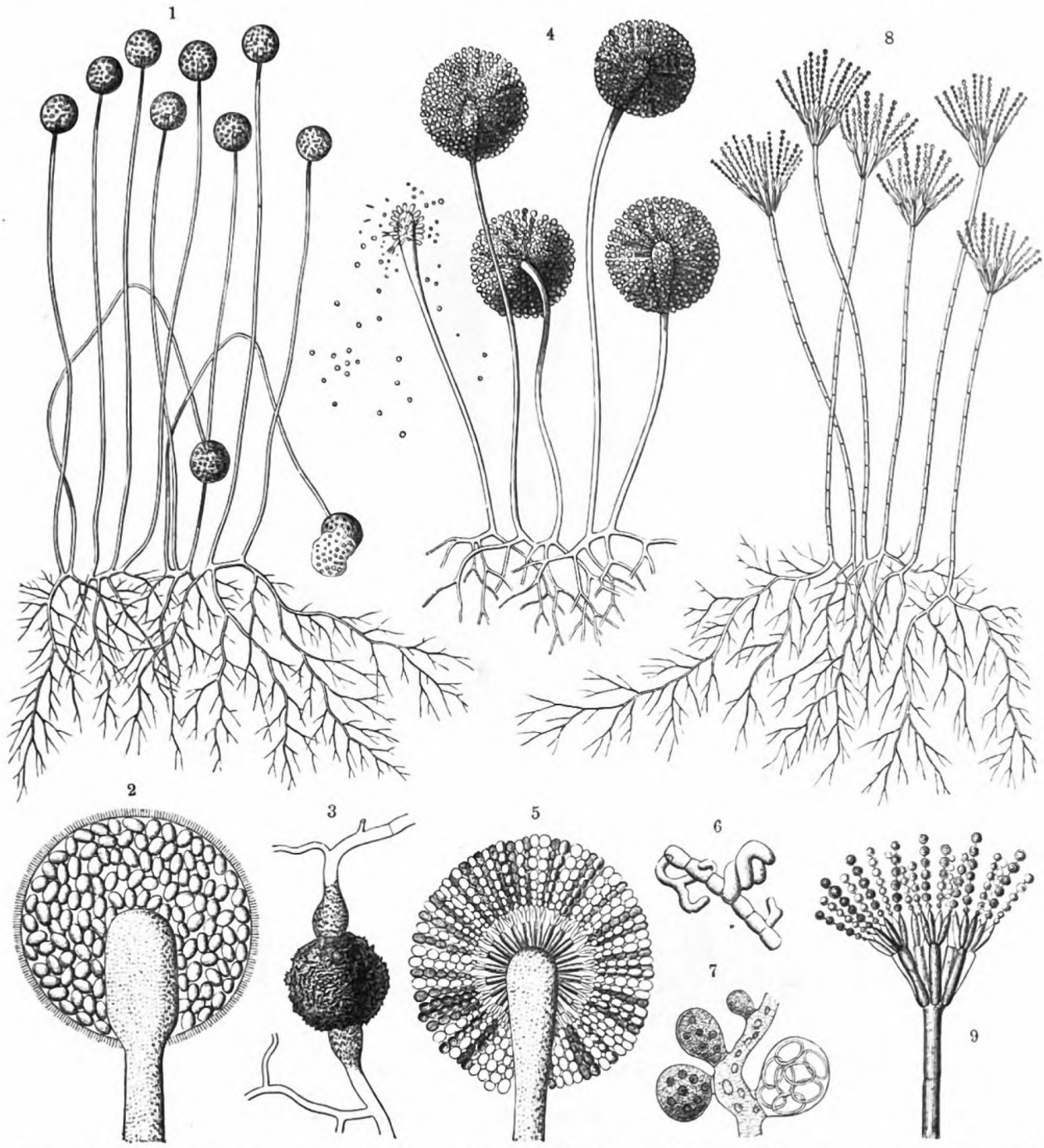


Schwärmſporen der Saprolegniaceen und Chytridiaceen: 1. Achlya prolifera. — 2, 3, 4. Entwickelung und Ausſchlüpfen der Schwärmſporen von Achlya prolifera. — 5. Chytridium Ola, in dem Oogonium eines Ödogoniums ſchmarotzend; Entwickelung und Ausſchlüpfen der Schwärmſporen. — 6. Saprolegnia lactea. — 7. Entwickelung und Ausſchlüpfen der Schwärmſporen von Saprolegnia lactea. (Zum Teil nach De Bary und Pringsheim.) — Fig. 1: 20fach; Fig. 2, 3, 4: 400fach; Fig. 5: 300fach; Fig. 6: 100fach; Fig. 7: 300fach vergrößert. Vgl. Text, S. 18 und in ſpätern Kapiteln.

Spore wird. Einer zweiten Gruppe gehören jene Sporen an, welche durch Zerſtückelung des Protoplasmas in ſchlauchförmigen, kolbenförmigen oder kugeligen, nicht zu Geweben verbundenen Zellen gebildet und ſofort nach dem Entſtehen aus ihrer Bildungsſtätte entlaſſen werden. Die Zellen, welche hier zu Bildungsherden für Sporen werden, kann man der Analogie nach füglich wieder Sporangien nennen. Wie ſich die Sporen in denſelben formen, ſcheint bei weitem einfacher zu ſein als bei den Farnen, Bärlappen, Schachtelhalmen und Mooſen. Auffallende Verſchiedenheiten ergeben ſich überhaupt nur in betreff der Zahl und der Geſtalt der aus einem Sporangium entlaſſenen Sporen.

Bei den im I. Bande des „Pflanzenlebens" auf S. 22 beſprochenen und auf der Tafel bei S. 22 abgebildeten Vaucherien formt ſich in jeder kolbenförmigen Ausſackung der

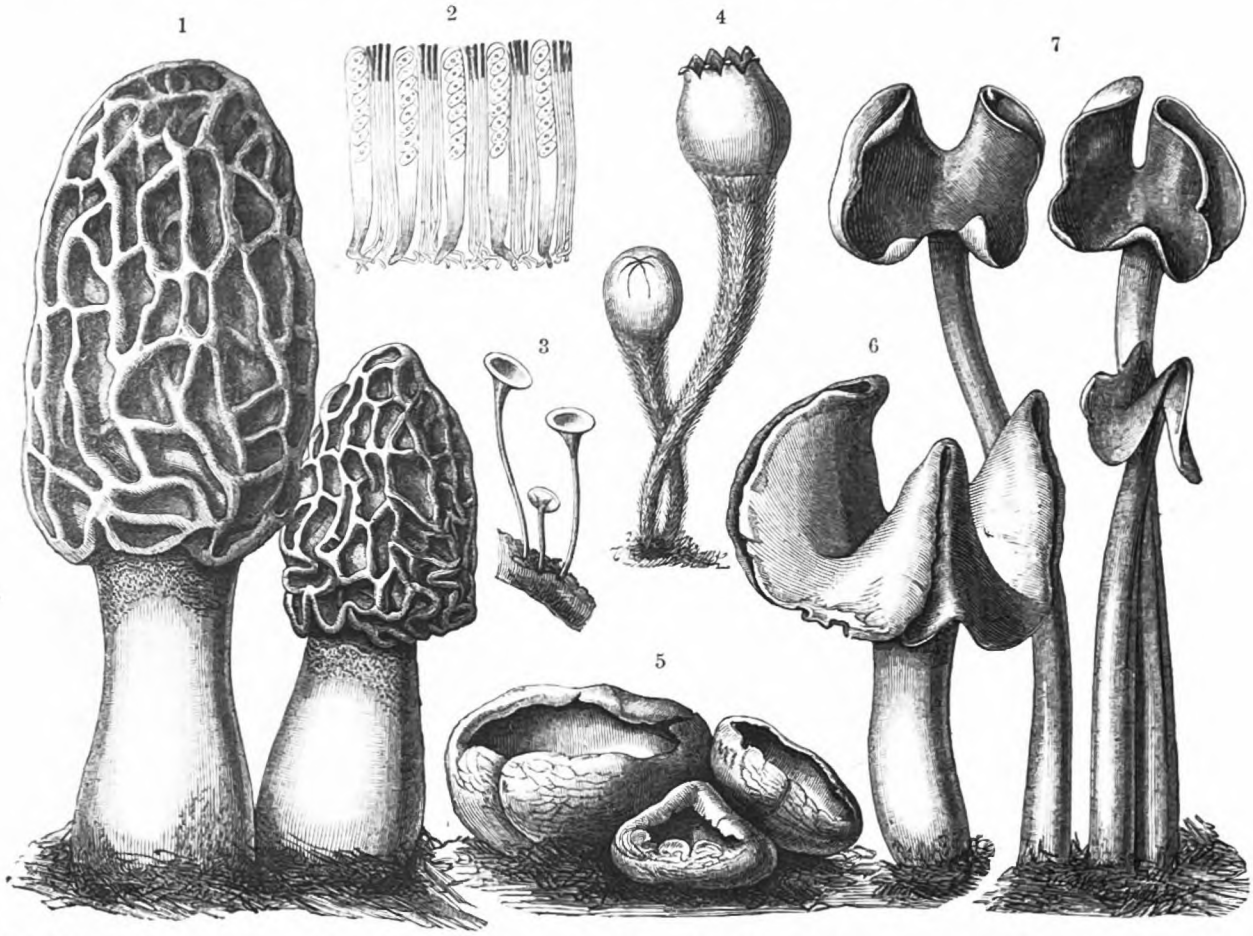
ſchlauchförmigen Zellen nur eine einzige verhältnismäßig große, grün gefärbte Spore, welche mit Hilfe zahlreicher kurzer Wimpern herumzuſchwimmen im ſtande iſt. Die auf verweſenden Tieren im Waſſer lebenden ſchimmelartigen Saprolegniaceen entwickeln dagegen in ihren keulenförmigen Schläuchen eine große Menge farbloſer Sporen, welche ſich nach dem



Schimmel: 1. Mucor Mucedo; 40fach vergrößert. — 2. Längsſchnitt durch ein Sporangium von Mucor Mucedo; 260fach vergrößert. — 3. Fruchtbildung von Mucor Mucedo; 180fach vergrößert. — 4. Aspergillus niger; 30fach vergrößert. — 5. Längsſchnitt durch einen Sporenträger des Aspergillus niger. — 6. Befruchtung des Penicillium crustaceum (nach Brefeld). — 7. Fruchtbildung des Aspergillus (nach Eidam). — 8. Penicillium crustaceum; 40fach vergrößert. — 9. Ein Sporenträger des Penicillium crustaceum; 200fach vergrößert. Vgl. Text, S. 19, 21, 22, 51, 56 und in ſpätern Kapiteln.

Ausſchlüpfen aus den Schläuchen mittels zweier langer kreiſender Wimperfäden im Waſſer herumtummeln (ſ. Abbildung, S. 17). In beiden Fällen haben die Sporen die Fähigkeit, ſich aus eigner Kraft zu bewegen und im Waſſer herumzuſchwärmen, dem entſprechend ſie Schwärmſporen geheißen werden. Auch der Name Zooſporen (ζῶον = Tier) wurde ihnen beigelegt, da ſie in ihrer Geſtalt und ihrem Benehmen lebhaft an gewiſſe Infuſorien erinnern.

Aus dem unendlich zarten, vielverzweigten Mycelium jener Schimmel, welche unter dem Namen Mucorineen zuſammengefaßt werden, erheben ſich einzelne Fäden und wachſen ſchnurgerade in die Höhe. Sie gliedern ſich in zwei Zellen, von welchen die obere zu einer kugeligen Blaſe, die untere zu einem langen, dünnen Träger wird, deſſen oberes Ende als hohler Zapfen in die von ihm getragene Blaſe eingeſtülpt iſt (ſ. Abbildung, S. 18, Fig. 2). Das Protoplasma in der obern blaſenförmigen Zelle zerſtückelt ſich in eine große Zahl von Sporen, und dieſe Zelle iſt nun zum Sporangium geworden. Infolge der Gewichtszunahme des Sporangiums knicken die fadenförmigen Träger ein, die Sporangien platzen, und die Sporen mitſamt der hellen Flüſſigkeit, in die ſie eingebettet ſind, quellen aus dem Riſſe des Sporangiums hervor (ſ. Abbildung, S. 18, Fig. 1).



Scheibenpilze: 1. Speiſemorchel (Morchella esculenta). — 2. Fünf Schläuche mit je acht Schlauchſporen; dazwiſchen fadenförmige Paraphyſen; Längsſchnitt aus dem Hymenium der Speiſemorchel. — 3. Helotium Tuba. — 4. Anthopeziza Winteri. — 5. Peziza vesiculosa. — 6. Biſchofsmützenförmige Lorchel (Helvella Infula). — 7. Röhrenlorchel (Helvella fistulosa). — Fig. 1, 4, 5, 6, 7 in natürlicher Größe; Fig. 3: 4mal; Fig. 2: 120fach vergrößert. Vgl. Text, S. 20 und in ſpätern Kapiteln.

Die Sporenbehälter der unter dem Namen Mukorineen begriffenen Schimmel ſtehen zwar meiſtens dicht gedrängt beiſammen, ſind aber niemals durch ein wallartiges Gewebe abgegrenzt oder von einer beſondern Hülle umgeben, auch ſind ſie ſtets räumlich getrennt und machen den Eindruck eines kleinen Beſtandes. Anders verhält es ſich mit jenen Sporenpflanzen, welche Askomyceten genannt werden, und zu welchen von bekannten Gewächſen die Morcheln und Lorcheln (ſ. obenſtehende Abbildung), die Flechten und auch wieder mehrere Schimmel, zumal die den Meltau bildenden Eryſipheen und die den Honigtau veranlaſſenden Arten der Gattung Claviceps gehören. Bei dieſen Pflanzen erheben ſich an beſchränkten Stellen von dem Mycelium die Enden der Hyphenfäden teils als kolbenförmige, meiſt ſehr verlängerte Schläuche, teils als zarte fadenförmige Paraphyſen und dieſe Gruppe

von Schläuchen und Paraphysen wird umgeben und umhüllt von andern zelligen Gebilden, so daß das Ganze einer Schüssel, einem Becher oder einer Kapsel ähnlich sieht. Das Protoplasma in den Schläuchen zerstückelt sich und bildet ellipsoidische, meistens in Längsreihen geordnete Ballen (s. Abbildung, S. 19, Fig. 2) oder langgestreckte, büschelförmig gruppierte Fäden, welche sich, solange sie noch in den Schläuchen eingebettet liegen, mit einer derben Zellhaut versehen. Man hat diese Sporen Schlauchsporen oder Askosporen (ἀσκός = Schlauch) genannt. Sie entbehren der Wimpern, welche die Zoosporen auszeichnen, und können sich, nachdem sie aus dem aufgerissenen Scheitel des Schlauches ausgestoßen wurden, auch nicht selbständig bewegen.

Die Gruppierung sowie die Umhüllung der sporenbildenden Schläuche unterliegt bei den verschiedenen Gattungen und Arten einer großen Abwechselung. Erheben sich die Schläuche im Grunde flaschen- oder grubenförmiger Vertiefungen, so spricht man von Perithecien; entspringen sie dagegen einem ebenen oder schüsselförmigen Grunde, so spricht man von Apothecien. Diese Perithecien und Apothecien hat man irrtümlich auch Früchte genannt. Es haben hier dieselben Grundsätze zu gelten, welche schon früher bei den Farnen und Moosen geltend gemacht wurden. Wenn dem Entstehen der Perithecien und Apothecien auch wirklich eine Befruchtung vorherging, was für die Mehrzahl der Askomyceten kaum zu bezweifeln ist, so kann doch nur das Gewebe, in welchem einer oder mehrere Protoplasten infolge der Befruchtung zu Embryonen wurden, als Frucht gelten. Was aus dieser Frucht hervorwächst, ist eben die neue Generation, und es ist ohne Belang, ob diese neue sporenbildende Generation mit der vorhergegangenen fruchtenden Generation im Zusammenhange bleibt oder nicht. Die Perithecien und Apothecien und überhaupt alle sogenannten Früchte der Askomyceten sind demnach gleichwertig mit den Sporangien der Moose und den sporangientragenden Stöcken der Schachtelhalme, Bärlappe und Farne.

In eine dritte Gruppe sind hier alle jene Sporen zusammengefaßt, welche weder einzeln in den Zellfächern eines Gewebekörpers noch durch Zerstückelung des Protoplasmas im Innern eines Schlauches, sondern durch Abschnürung und Abgliederung entstehen. Der Vorgang bei dieser Sporenbildung ist folgender. Das von einer Zellhaut umschlossene Protoplasma bildet in seinem Innern eine Scheidewand, durch welche es sich selbst in zwei Hälften und den Zellraum in zwei Kammern teilt. Sobald das geschehen ist, zerklüftet die Scheidewand, und die beiden Zellen fallen auseinander. Hatte die Zelle, an welcher sich die Zweiteilung vollzog, die Gestalt eines blind endigenden Schlauches oder, kurz gesagt, eines Blindsackes, und wurde die Scheidewand nahe dem Ende des Blindsackes eingeschaltet, so macht es den Eindruck, als ob sich das Ende dieses Blindsackes abgeschnürt hätte und dann abgefallen wäre. Das zurückbleibende Stück stellt nun wieder einen Blindsack dar, und bei einigen Gattungen kann sich die Abgliederung am Ende desselben noch mehrmals wiederholen. Man hat diesen Blindsack, der den Ausgangspunkt oder gewissermaßen die Basis für die abgeschnürten Sporen bildet, Basidie genannt. Allerdings wurde diese Bezeichnung von den Botanikern bisher nur für die sogenannten Basidiomyceten in Anwendung gebracht, aber es ist vollauf gerechtfertigt, den Ausdruck auch auf alle andern Gebilde, welche die gleiche Rolle spielen, zu übertragen.

Am einfachsten vollzieht sich die Abschnürung der Sporen bei der unter dem Namen „Getreiderost“ bekannten Pflanze, welche in einem bestimmten Entwickelungsstadium als Schmarotzer in dem grünen Blattgewebe unsrer Getreidearten wuchert, und deren Hyphenfäden zum Behufe der Sporenbildung büschelweise über die Oberfläche des durchwucherten Laubes hervorkommen. Da bildet sich an dem blindsackförmigen Ende einer jeden Hyphe nur eine einzige, verhältnismäßig große Spore aus, und sobald diese abgefallen ist, erlischt für die Hyphe oder Basidie die Fähigkeit, noch weiterhin eine Spore abzuschnüren.

Ähnliches beobachtet man auch an den Röhren-, Stachel-, Blätter- und Keulenschwämmen, von welchen einige der wichtigsten Repräsentanten in der untenstehenden Abbildung dargestellt sind. Die Basidien haben bei ihnen die Gestalt eines Kolbens, laufen in vier dünne, pfriemenförmige Spitzen, die sogenannten Sterigmen, aus, und von dem Ende einer jeden



Schwämme: 1. Clavaria aurea. — 2. Daedalea quercina. — 3. Marasmius tenerrimus. — 4. Marasmius perforans. — 5. Craterellus clavatus — 6. Amanita phalloides. — 7. Kolbenförmige Basidien mit pfriemenförmigen Sterigmen, von deren Enden sich kugelige Sporen abgliedern. Aus dem Hymenium der Amanita phalloides. — 8. Hydnum imbricatum. — 9. Polyporus perennis. — Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 in natürlicher Größe; Fig. 7: 250fach vergrößert. Vgl. beistehenden Text und in spätern Kapiteln.

Sterigme gliedert sich je eine Spore ab (s. Fig. 7). Diese Basidien besetzen in Verbindung mit dünnen, blindsackartigen Schläuchen, auf welche später bei eingehender Schilderung der Schwämme zurückzukommen sein wird, die Blätter und Stacheln sowie die Mündungen der Röhrchen, welche sich an der untern Seite der hutförmigen Sporenträger ausgebildet haben.

Der auf S. 18, Fig. 4 und 5 abgebildete Aspergillus niger, ein Schimmel, welcher

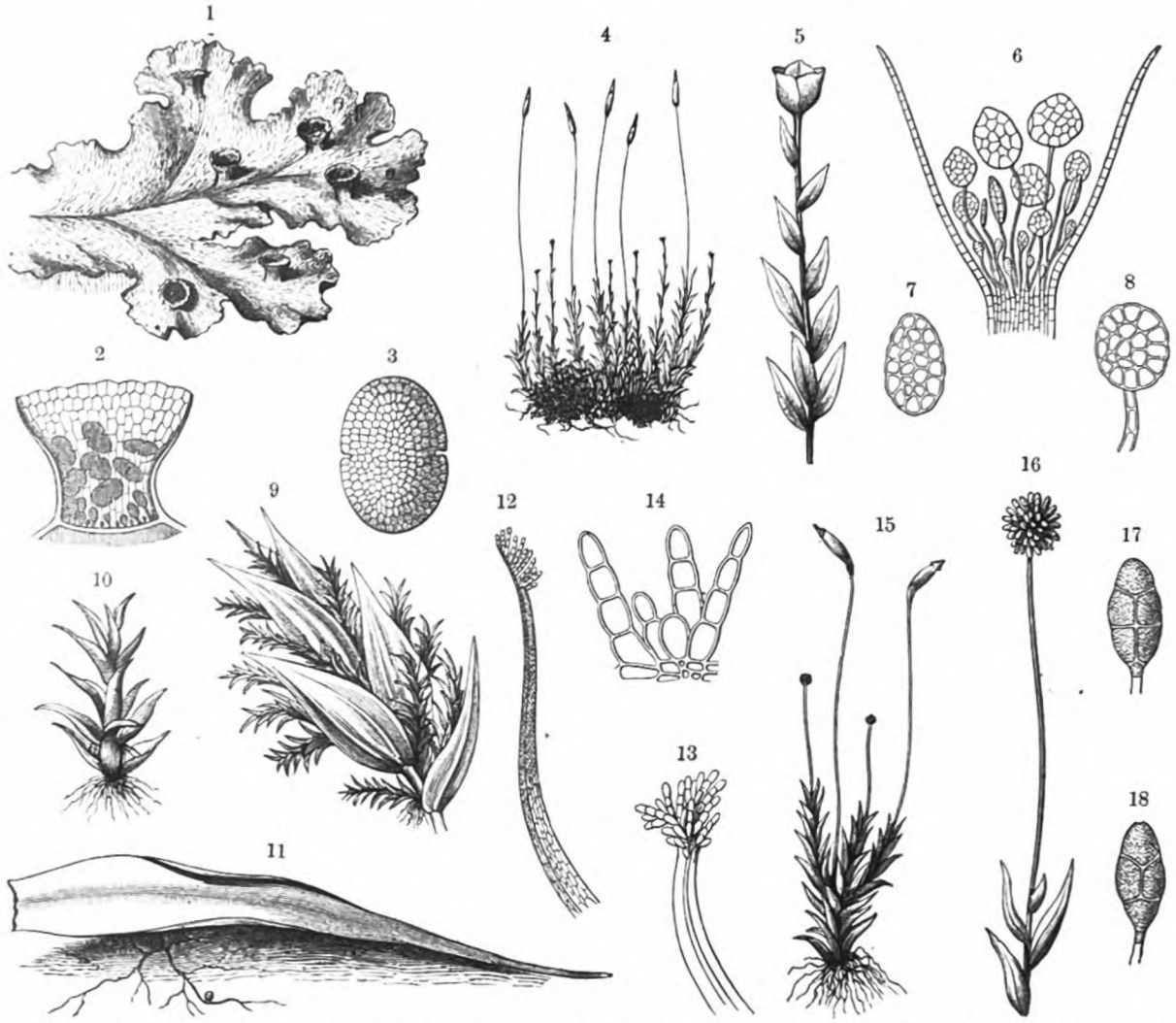
insbesondere Fruchtsäfte und eingesottenes Obst überwuchert, bildet schlanke, aufrechte Hyphenfäden aus, deren angeschwollenes Ende eine Menge kurzer, zapfenförmiger Ausstülpungen und Sterigmen treibt, von denen sich in rascher Aufeinanderfolge Reihen aus 5—8 Sporen abgliedern. Diese Sporen hängen anfänglich locker zusammen und sind so geordnet, daß sie den Eindruck von Perlenschnüren machen; diese Perlenschnüre aber sind wieder so gruppiert, daß sie zusammen ein kugeliges Köpfchen bilden. Erschütterungen der mannigfaltigsten Art, insbesondere jene durch Luftströmungen, veranlassen die Trennung der Reihen und ein Zerfallen des ganzen kugeligen Sporenhaufens. Es bleibt dann nur noch der an seinem Ende angeschwollene Hyphenfaden mit seinen Ausstülpungen zurück, der nun fast das Ansehen eines Streitkolbens besitzt (s. Abbildung, S. 18, Fig. 4).

Auch bei dem häufigsten aller Schimmel, dem Pinselschimmel (Penicillium), von welchem eine Art, nämlich Penicillium crustaceum, in der Abbildung auf S. 18 durch die Figuren 8 und 9 dargestellt ist, gliedern sich die Sporen in perlenschnurförmigen Reihen von den Sterigmen ab; doch ist hier der aufrechte Hyphenfaden, welcher den Ausgangspunkt der Sporen bildet, gegliedert und am Ende nicht kolbenförmig angeschwollen, sondern gabelig verästelt, demzufolge die Sporenketten eine Gruppierung wie jene der Haare eines Pinsels zeigen. Bei den Peronosporeen, zu welchen der für die Schotengewächse so verderbliche Schmarotzer Cystopus candidus gehört, werden die perlenschnurförmigen Reihen der Sporen ohne Vermittelung von Sterigmen von den Basidien abgegliedert. Auch sind bei diesem Schmarotzer die Sporenketten weder pinselförmig noch köpfchenförmig gruppiert.

Die Mannigfaltigkeit dieser durch Abgliederung erfolgenden Sporenbildung wird übrigens auch noch dadurch erhöht, daß bei einigen Pflanzenfamilien die abgegliederten Sporen von besondern Hüllen umgeben sind. Das ist insbesondere bei dem unter dem Namen Aecidium bekannten Entwickelungsstadium der Rostpilze, bei den Bovisten und Florideen, der Fall. Die Acidien präsentieren sich als Gebilde, welche aus einem das grüne Gewebe von Blättern durchwuchernden Mycelium ausgehen. Dicht zusammengedrängte Enden der Mycelfäden bilden die Basidien, von denen sich perlenschnurförmige Sporenketten abgliedern, und diese sind eingehüllt von einem Sporangium, das sich aus den die Basidien umgebenden Zellen entwickelt hat. Erst nachdem diese kapselartige Hülle aufgerissen ist, können die Sporen, welche sich nun trennen, ausgestreut werden. Bei den zahlreichen Bovisten oder Bauchpilzen verhält es sich ähnlich, nur sind hier die Basidien und Sporen nicht so regelmäßig geordnet. Auch findet man zwischen den Sporen noch andre zellige, haarförmige Gebilde entwickelt, welche man Capillitium nennt, und die für das Ausstreuen der Sporen eine besondere Bedeutung haben. Die Florideen entwickeln die Sporen innerhalb eigentümlicher Hüllen, die häufig wie Büchsen oder Kapseln aussehen und mit Rücksicht auf eine einheitliche Terminologie wieder als Sporangien zu bezeichnen sind. Die mit Sporen gefüllten Sporangien der Florideen sind ähnlich jenen der Moose, zumal der Lebermoose, als eine besondere Generation aufzufassen und zwar als eine Generation, welche aus befruchteten und dadurch zur Frucht gewordenen Zellen hervorgewachsen ist. Der Befruchtungsvorgang kann erst in einem spätern Abschnitte dieses Buches geschildert werden, hier ist nur zu sagen, daß aus den befruchteten Zellen kurze, zweigartige Zellen hervorsprießen, von welchen ein Teil knäuelförmige gehäufte Sporen abgliedert, während der andre zu einer kapselartigen Hülle dieses Sporenknäuels wird.

Die Lagerpflanzen oder Thallophyten, unter welchem Namen alle jene Gewächse begriffen werden, welche der Gefäßbündel entbehren, und die daher auch niemals zu eigentlichen Pflanzenstöcken heranwachsen (vgl. Band I, S. 552 und 553), bilden neben den einzelligen Ablegern, für welche der Name Sporen reserviert werden muß, häufig auch noch Zellenvereine aus, welche, von dem Lager sich abtrennend, selbständig werden, und deren

Entſtehen mit der Befruchtung in keinem urſachlichen Zuſammenhange ſteht. Dieſe Zellenvereine ſind gewiſſermaßen ein Mittelding zwiſchen den einzelligen Sporen und den in Stamm und Blätter gegliederten Knoſpen der Gefäßpflanzen, ſie ſind Teile des Lagers, von dem ſie ausgebildet wurden, ſehen dieſem Lager oder Thallus auch ſehr ähnlich oder erhalten doch alsbald, nachdem ſie ſich weiter entwickelt haben, wieder die Geſtalt dieſes Thallus und werden daher am zweckmäßigſten Thallidien (θαλλός = Sprößchen, Lager;

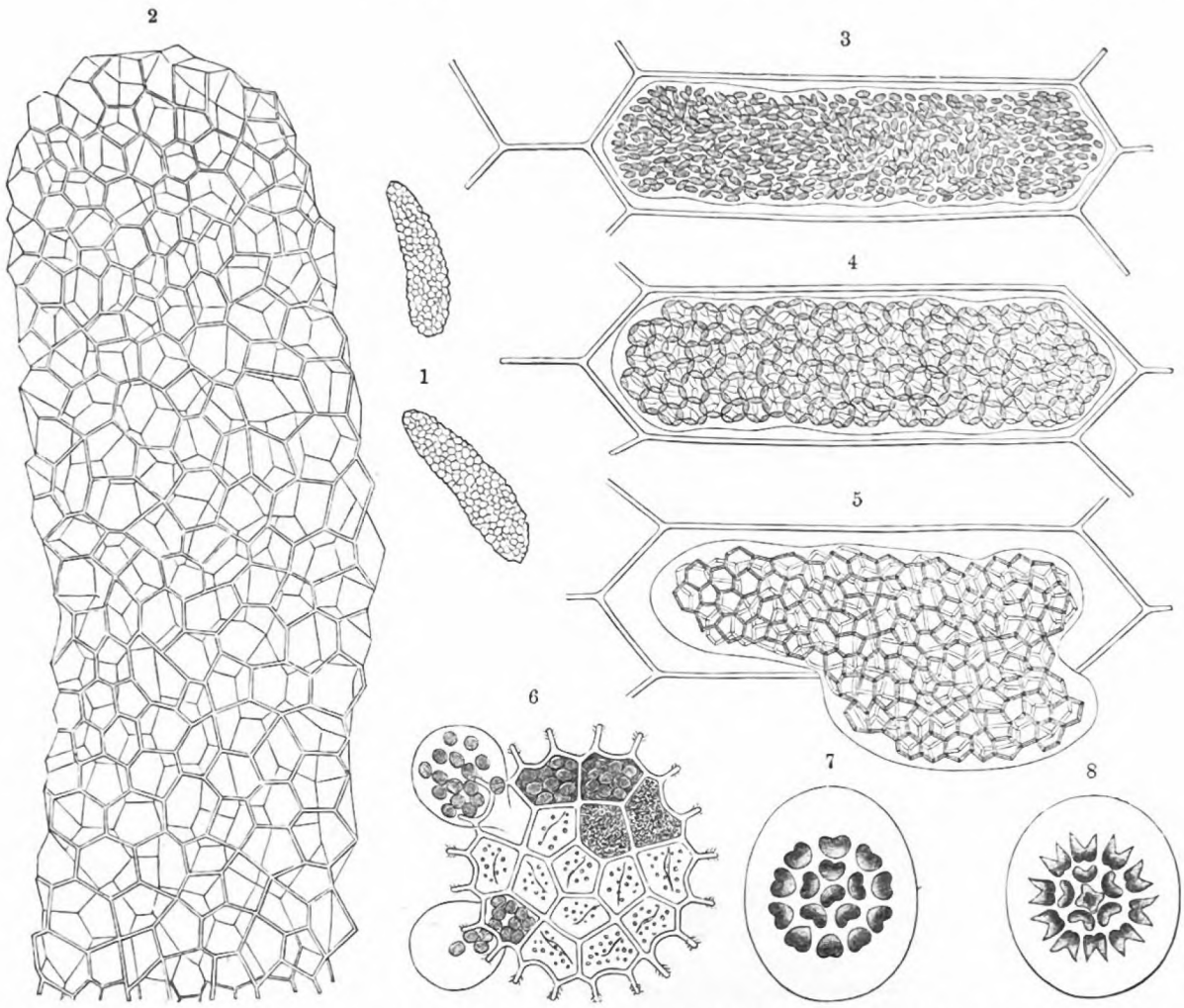


Thallidien der Mooſe: 1. Marchantia polymorpha mit Thallidienbechern. — 2. Ein Thallidiumbecher im Längsſchnitte. — 3. Einzelnes Thallidium. — 4. Tetraphis pellucida. — 5. Ein Stämmchen von Tetraphis mit einem Thallidiumbecher. — 6. Ein Thallidiumbecher im Längsſchnitte. — 7, 8. Abgelöſte Thallidien von Tetraphis. — 9. Ein Stämmchen von Leucodon sciuroides mit Ablegern. — 10. Ein von dem Stämmchen abgelöſter Ableger. — 11. Entwickelung eines Ablegers aus den Rhizoiden eines abgebrochenen Blättchens von Campylopus fragilis. — 12, 13, 14. Entwickelung von Thallidien an der Spitze des Blattes von Syrrhopodon scaber. — 15. Aulacomnion androgynum. — 16. Ein Stämmchen desſelben, Thallidien tragend. — 17, 18. Einzelne abgelöſte Thallidien. — Fig. 1 in natürlicher Größe; Fig. 4, 15: 2fach; Fig. 2, 12, 13: 8—15fach; Fig. 5, 6, 9, 10, 14: 20—40fach; Fig. 3, 7, 8, 17, 18: 120fach vergrößert. Vgl. Text, S. 24 und in ſpätern Kapiteln.

εἶδος = Bild) genannt. Die Thallidien präſentieren ſich bald als Zellenreihen, wie z. B. an den durch die Figuren 12, 13 und 14 der obenſtehenden Abbildung dargeſtellten Blättchen des Mooſes Syrrhopodon scaber, bald als Zellennetze, wie in dem Waſſernetze (Hydrodyction, ſ. Abbildung, S. 24, Fig. 1, 4, 5), dann wieder als Zellenplatten, wie bei dem Laubmooſe Tetraphis pellucida (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 4, 5, 6, 7 und 8), oder auch als ballenförmige, kugelige oder ellipſoidiſche Gewebekörper, wie z. B. an dem Laubmooſe Aulacomnion androgynum (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 15, 16, 17 und 18). Bisweilen iſt die Zahl der in einem ſolchen Ableger verbundenen Zellen auf zwei beſchränkt, wie bei den ſogenannten Teleutoſporen der Roſtpilze, oder es erſcheinen deren vier zuſammengekoppelt, wie bei den

unter dem Namen Tetrasporen bekannten Ablegern der Florideen. Wieder in andern Fällen sind Hunderte von Zellen zu einem Thallidium miteinander verbunden, wie in den von den ältern Botanikern mit dem unpassenden Namen Brutknospen versehenen Ablegern der Marchantien (s. Abbildung, S. 23, Fig. 1, 2 und 3). Auch die Soredien der Flechten, worunter man einzelne oder gruppenweise vereinigte, von farblosen Hyphenfäden umsponnene grüne Zellen versteht, welche sich von dem Flechtenlager abheben, sind als hierher gehörig anzuführen.

Es entstehen die Thallidien entweder im Innern einer Zellkammer der Stammpflanze und entschlüpfen dieser als fertige, wenn auch noch außerordentlich kleine Zellenverbände,



Thallidienbildung in den Zellen des Wassernetzes und in jenen von Pediastrum: 1. Wassernetz (Hydrodyction utriculosum); in natürlicher Größe. — 2. Ein Stück des Wassernetzes; 50fach vergrößert. — 3, 4, 5. Entwickelung und Ausschlüpfen eines netzförmigen Thallidiums; 300fach vergrößert. — 6. Pediastrum granulatum; Entwickelung und Austreten von Thallidien; die punktierten Zellkammern bereits entleert. — 7, 8. Freigewordene Thallidien von Pediastrum; 240fach vergrößert. Vgl. Text, S. 23.

wie das aus der obenstehenden Abbildung des Wassernetzes (Hydrodyction utriculosum), Fig. 5, und des in unsern Wassertümpeln häufigen Pediastrum granulatum, Fig. 6, zu sehen ist, oder aber es trennen sich oberflächliche Zellengruppen ab, welche nach kürzerer oder längerer Wanderschaft irgendwo festgehalten werden und eine neue Ansiedelung begründen. An manchen Lebermoosen und Laubmoosen entstehen besondere Taschen und Becher, aus deren Tiefe die Thallidien fortwährend hervorsprießen, wie das durch die Figuren 1—8 der Abbildung auf S. 23 anschaulich gemacht ist.

Die Bildung dieser Ableger an den Flechten und Moosen kann durch Verletzungen und Verstümmelungen der betreffenden Pflanzen angeregt werden, doch ist hier die Anregung in ihren Erfolgen nicht so klar und deutlich zu erkennen, vielleicht auch noch nicht so sorgfältig

unterſucht wie an den groß angelegten Bäumen, Sträuchern und Staudenpflanzen, an welchen jahrhundertelange Erfahrung dahin geführt hat, die durch Verſtümmelung veranlaßte Bildung von Knoſpen bei der künſtlichen Vermehrung von Nutzpflanzen in der ausgiebigſten Weiſe zu verwerten. Eine auffallende Anregung zur Ablegerbildung erfahren die ſchmarotzenden Lagerpflanzen durch das Abſterben ihres Wirtes. Solange die Wirtpflanze friſch, geſund und kräftig iſt, halten ſich die Schmarotzer mit ihren Hyphen und Saugzellen verborgen im Innern des Gewebes. Sie zehren dort auf, was aufzuzehren iſt, vergrößern ſich, durchſpinnen das Holz, das grüne Gewebe, die Nahrungsſpeicher in immer weiterm Umkreiſe, aber immer ohne dort Ableger zu bilden. Erſt wenn der Wirt ganz erſchöpft iſt und dahinſiecht, wenn er mit dem Tode ringt und nun der Schmarotzer ſelbſt Gefahr läuft, zugleich mit ſeinem Ernährer zu Grunde zu gehen, bereitet der Schmarotzer ſeinen Auszug aus der Ruine vor und beeilt ſich, in Geſtalt von Ablegern das verwüſtete Gewebe zu verlaſſen. Einzelne der ſchlauchförmigen Zellen wachſen nun raſch aus dem Innern des zerfallenden Gewebes der Wirtpflanze durch Spaltöffnungen oder morſche Zellhäute hervor, der ganze Inhalt des Schmarotzers drängt zu dieſen neuen Bildungsſtätten hin, und es werden dort an Stellen, wo die weiteſte Verbreitung durch die bewegte Luft oder das bewegte Waſſer der Umgebung möglich iſt, maſſenhaft Sporen und Thallidien gebildet und abgeſchnürt. Der Schmarotzer verläßt, in zahlreiche Ableger aufgelöſt, das von ihm zerſtörte Gebäude des Wirtes.

Wurzelſtändige Knoſpen.

Dicht vor dem Hauſe, in deſſen Räumen ich dieſe Zeilen ſchreibe, ſtand vor Jahren ein mächtiger Eſpenbaum. Derſelbe wurde gefällt und dabei die Axt ſo nahe dem Boden angelegt, daß von dem Hauptſtamme nur noch ein Stummel übrigblieb, der etwa zollhoch über die Erde emporragte. Im darauf folgenden Frühlinge kamen aus dem graſigen Boden im weiten Umkreiſe des Stummels ſchlanke Eſpenreiſer hervor, anfänglich vereinzelt, dann zu Dutzenden, ja zu Hunderten, ſo daß es ausſah, als hätte man ein kleines Eſpenwäldchen auf dem Gelände angepflanzt. Aus den Reiſern wurden Bäumchen und Bäume, und jetzt ſteht dort ſtatt des einen Eſpenbaumes ein kleiner Eſpenwald. Die Bäume dieſes Wäldchens ſind nicht aus Samen aufgekeimt, ſondern aus den unterirdiſchen Wurzeln der gefällten Eſpe hervorgegangen. Solange der alte Eſpenbaum des oberirdiſchen Stammes und der belaubten Krone nicht beraubt war, entſtanden an ſeinen unterirdiſchen Wurzeln nur Seitenwurzeln, welche flach unter der Erdoberfläche fortwuchſen und ſich ſo weit ausbreiteten, als ſie keinem unüberwindlichen Widerſtande begegneten. Auf einmal waren die Vorgänge in dieſer Wurzel andre geworden; die bildende Thätigkeit in derſelben konzentrierte ſich nicht mehr auf die Herſtellung von Seitenwurzeln, ſondern auf den Aufbau von Knoſpen, aus denen ſich grünbelaubte Reiſer über die Erde erhoben.

Ein Förſter der alten Schule, den ich auf die oben geſchilderte Erſcheinung aufmerkſam machte und befragte, wie er ſich dieſelbe erkläre, meinte, es hätten ſich die für den oberirdiſchen alten Baumſtamm und ſeine Laubkrone beſtimmten Säfte in den unterirdiſchen Wurzeln nach dem Fällen des Baumes geſtaut und ſuchten ſich nun an verſchiedenen Stellen Bahn zu brechen, ſie formten ſich aber nicht zu Seitenwurzeln, die ja zwecklos geweſen wären, ſondern zu ſchlanken Reiſern, welche in großer Zahl über die Erde wuchſen, weil nur auf dieſe Weiſe die Eſpe ſich am Leben erhalten konnte. Im erſten Augenblicke mag dieſe Antwort manchem einfältig dünken, ja ich habe ſogar Gelegenheit gehabt, zu hören, daß ſie albern genannt wurde. Unbefangene Erwägung drängt uns aber das Geſtändnis ab, daß wir keine im weſentlichen andre Erklärung zu geben im ſtande ſind. Wenn die

lebendigen Protoplaſten im bildungsfähigen Gewebe der Wurzeln als „Säfte“ aufgefaßt werden, ſo weicht die wiſſenſchaftliche Erklärung eigentlich nicht mehr von jener des von mir befragten Förſters ab. Dort, wo früher Bildungsherde für Seitenwurzeln waren, ſind nun nach dem Fällen des Baumes Bildungsherde für beblätterte Stämme entſtanden, dieſelben Protoplaſten, welche nun am Aufbaue einer Knoſpe arbeiten, hätten für den Fall, daß der Eſpenſtamm nicht gefällt worden wäre, eine Seitenwurzel aufgebaut. Daß dieſe Änderung in der bauenden Thätigkeit durch das Fällen des Baumes angeregt wurde, liegt auf der Hand, obſchon eine mechaniſche Erklärung dieſer Anregung nicht gegeben werden kann. Das einzige, was man ſich in ſolchem Falle als Anregung vorſtellen könnte, iſt die Behinderung des Abfluſſes der in den Wurzeln aufgeſpeicherten Bauſtoffe nach jener Richtung, in welcher die Stoffwanderung früher erfolgte.

Was an dieſer Geſchichte des Eſpenbaumes noch beſonders intereſſiert, iſt der Umſtand, daß die Wurzeln, aus welchen die Sproſſe hervorwuchſen, ſpäter zum größten Teile abſtarben und vermoderten, und daß die aus denſelben Wurzeln entſpringenden, reihenförmig geordneten Reiſer nun zu getrennten, ſelbſtändigen, mit eignen Wurzeln verſehenen Bäumchen wurden, von denen man glauben könnte, ſie ſeien durch die Hand des Menſchen reihenweiſe nebeneinander in die Erde gepflanzt worden. Thatſächlich aber hatte die Eſpe ſelbſt aus ihren unterirdiſchen Teilen dieſe Bäumchen ausgepflanzt und ſich dadurch nicht nur verjüngt, ſondern auch vermehrt. Selbſtverſtändlich mußte bei dieſer Vermehrung eine Zelle im wachstumsfähigen Teile der Wurzel den Ausgangspunkt eines neuen Sproſſes, den *Sproßanfang*, bilden. Die Zelle, auf welche die Wahl fällt, fächert ſich, die Tochterzellen fächern ſich neuerdings, aber auch mehrere angrenzende Zellen ſind an dem neuen Baue beteiligt, und wir können uns den Vorgang nur ſo vorſtellen, daß ſich im Bereiche des lebendigen, bildungsfähigen Gewebes der Wurzel eine Gruppe von Protoplaſten von den andern abſcheidet und einen Verein bildet, deſſen Glieder, ſich gegenſeitig unterſtützend, an dem Aufbaue des neuen Sproſſes arbeiten. Der Protoplaſt in der den Ausgangspunkt des neuen Sproſſes bildenden Zelle ſowie die nachbarlichen Protoplaſten erfahren aber, bevor ſie die Arbeit beginnen, keine Anregung von ſeiten der Nachbarzellen, es findet keine Paarung ſtatt, und die Verjüngung und Vermehrung des Eſpenbaumes, welche ſich vor unſern Augen abſpielt, iſt daher als eine *ungeſchlechtliche* zu bezeichnen. Die Erwägung, daß aus einer Eſpenwurzel nicht nur ein einzelner Sproß, ſondern zehn Sproſſe hervorgegangen ſind, drängt aber auch zu der Annahme, daß ſich die Protoplaſten des wachstumsfähigen Wurzelgewebes unter den neuen, durch das Fällen des Baumes geſchaffenen Verhältniſſen geſondert, daß ſie ſich zu zehn Vereinen gruppiert haben, von welchen jeder von nun an ganz der neuen Aufgabe lebt, das Wachstum des in ſeiner Mitte aufzubauenden Sproſſes zu fördern. Wenn man der Lage dieſer Zellvereine nachſpürt, ſo ergibt ſich, daß es jedesmal die tiefern Schichten der Rinde ſind, wo ſich der neue Bildungsherd entwickelt. Aus einer Zelle, deren Protoplaſt den ganzen Verein beherrſcht, und der die Führung bei dem neuen Aufbaue übernimmt, entſteht zunächſt ein zarter Gewebekörper, welcher einerſeits nach außen gegen die oberflächlichen Schichten der Rinde vordringt, anderſeits nach innen ſtielartig in die Kambiumſchicht der Wurzel eingreift. Alsbald entwickeln ſich auch Gefäßbündel, durch welche der ſtielartige Anfang der neuen Knoſpe mit dem Holzkörper der Wurzel in Verbindung geſetzt wird, und wenn das alles abgethan iſt, ſo wird endlich die Rinde durchbrochen, und eine Knoſpe, welche hinter ihrer fortwachſenden Spitze Blätter anlegt, wächſt aus der Durchbruchſtelle empor.

Es werden ſolche Knoſpen ſowie die aus ihnen hervorgehenden Sproſſe *wurzelſtändig* genannt. Sie ſind nichts weniger als ſelten, und es wäre irrig zu glauben, daß ſie nur an der als Beiſpiel gewählten Eſpe vorkommen. Nicht nur eine große Zahl von

Bäumen, ſondern auch viele Sträucher und eine Menge hoher und niederer Staudenpflanzen zeigen dieſe Art der Verjüngung und Vermehrung, und für manche iſt ſie die ſicherſte und ergiebigſte Art der Vervielfältigung. Auch iſt hier der Meinung vorzubeugen, daß wurzelſtändige Knoſpen nur dann entſtehen, wenn die oberirdiſchen Teile der betreffenden Pflanzenſtöcke infolge eines außergewöhnlichen Ereigniſſes verletzt oder vernichtet wurden. Gewiß iſt das der häufigſte Anſtoß, aber ebenſo gewiß iſt, daß nicht wenige Bäume und Sträucher, ohne durch Wurmfraß und Windbruch oder durch das Beil des Holzhauers Schaden gelitten zu haben, von ſelbſt an ihren Wurzeln Knoſpen anlegen, wenn ihre Zeit gekommen iſt, wenn ſie nämlich altersſchwach geworden ſind und in der Krone ein Aſt nach dem andern abſtirbt. Alte, wipfeldürre Bäume der Eſpe, des Götterbaumes, Tulpenbaumes und Färbermaulbeerbaumes (Populus tremula, Ailanthus glandulosa, Liriodendron tulipifera, Maclura aurantiaca), ebenſo die abdorrenden Sträucher der Himbeere, des Sanddorns, Bocksdorns, Weißdorns und Sauerdorns, des Flieders und der Roſen (Rubus Idaeus, Hippophaë, Lycium, Crataegus, Berberis, Syringa, Rosa) und noch zahlreiche andre Holzgewächſe ſind immer mit einem aus ihren Wurzeln hervorgegangenen reichlichen jungen Nachwuchſe umgeben, während an den jungen Exemplaren derſelben ohne vorhergegangene Schädigung der oberirdiſchen Teile niemals eine ſolche „Wurzelbrut" bemerkt wird.

Gärtner benutzen die Fähigkeit der Wurzeln, Knoſpen anzulegen, auch zur Vermehrung, indem ſie ausgeſchnittene Wurzelſtücke der betreffenden Pflanzen in feuchtgehaltenes Erdreich ſtecken, wonach ſie faſt mit Sicherheit auf einige Knoſpen an jedem Wurzelſtücke rechnen können. Mit beſonders günſtigem Erfolge wird dieſe Vermehrung durch ſogenannte Wurzelſtecklinge bei den ſchönblühenden Bäumen und Sträuchern Cydonia Japonica, Paulownia imperialis, Tecoma radicans, Dais cotonifolia und verſchiedenen Arten von Acacia, Halesia, Hermannia und Plumbago in Anwendung gebracht. Übrigens wird die Ausbildung von Knoſpen an den Wurzeln nicht nur an Bäumen und Sträuchern, ſondern auch an krautartigen Gewächſen beobachtet und zwar an einem Teile als gewöhnlicher, alljährlich ſich wiederholender Vorgang; beiſpielsweiſe bei dem Attich (Sambucus Ebulus), der Seidenpflanze (Asclepias Cornuti), der Sophore (Sophora alopecuroides), der breitblätterigen Kreſſe (Lepidium latifolium), dem kleinen Sauerampfer (Rumex Acetosella), verſchiedenen Arten der Gattungen Leinkraut und Wolfsmilch (z. B. Linaria pallida, genistaefolia, vulgaris, Euphorbia Cyparissias), mehreren Korbblütlern und Pelargonien, an einem andern Teile als ſeltenes, durch beſondere äußere Verhältniſſe, zumal durch Verletzungen bedingtes Ereignis; beiſpielsweiſe an den verletzten Wurzeln einiger Orchideen (Epipactis microphylla, Neottia Nidus avis) und des zu den Farnen gehörenden Natterzüngleins (Ophioglossum vulgare). Nicht zu vergeſſen ſind hier auch die Knoſpen, welche an den Luftwurzeln entſtehen. Aus den ſäulenförmigen Luftwurzeln der tropiſchen Feigenbäume kommen Knoſpen und aus dieſen belaubte Sproſſe ſo regelmäßig hervor, daß man dieſe Säulen beim erſten Anblicke auch für Stämme zu halten geneigt iſt.

Stammſtändige Knoſpen.

Knoſpen und Sproſſe, welche unmittelbar aus einem Teile des Stammes hervorwachſen, werden *ſtammſtändig* genannt. Jedes Glied des Stammes kann zum Ausgangspunkte von Knoſpen werden. Am häufigſten ſind es allerdings die als Niederblatt- und Mittelblattſtamm bezeichneten Höhenſtufen, wo ſich Knoſpen, zumal ſolche, die ſpäter zu Ablegern werden, ausbilden, aber auch noch unterhalb und oberhalb ſieht man, und zwar ohne daß eine Verletzung oder ſonſt irgend ein äußerer Anlaß nachzuweiſen wäre, Knoſpen

entſpringen. So z. B. iſt es ein ſehr gewöhnlicher Fall, daß an dem Keimblattſtamme des in unſern Gemüſegärten und auf Feldern ſo häufigen Gauchheils (Anagallis phoenicea) und der mit demſelben als Unkräuter wachſenden Wolfsmilcharten (Euphorbia Peplus und helioscopia), desgleichen am Keimblattſtamme der jungen Pflanzen des Leinkrautes (Linaria vulgaris) und einiger Doldenpflanzen Knoſpen angelegt werden, die ſofort zu grünbelaubten Sproſſen austreiben. Wahrſcheinlich kommt dieſe Erſcheinung auch noch an ſo manchen andern Pflanzen vor, iſt aber bisher nur überſehen worden.

Dieſe Knoſpen am Keimblattſtamme verdienen um ſo mehr Beachtung, als ſie unterhalb der Keimblätter und durchaus nicht aus einer Blattachſel, d. h. nicht aus dem Winkel, welchen ein Blatt mit dem Stamme bildet, hervorgehen. In der Mittelblattregion iſt der Urſprung außerhalb der Blattachſel verhältnismäßig ſelten. Als hierher gehörige Fälle mögen die über die Blattachſel emporgerückten Knoſpen der Nachtſchattengewächſe (Solanaceen), die ſeitlich neben den Laubblättern aus dem Stamme entſpringenden Knoſpen der Serjania, Medeola asparagoides ꝛc. und die den Laubblättern gegenüberſtehenden Knoſpen der Ampelideen erwähnt werden. Aber auch in dieſen Fällen ergeben ſich doch immer gewiſſe räumliche Beziehungen zu den Laubblättern des Stammes, die ſich am natürlichſten daraus erklären, daß die ſtammſtändige Knoſpe zu ihrer weitern Entwickelung der in dem grünen Gewebe der Blätter entwickelten Bauſtoffe bedarf. Nun aber werden ihr dieſe auf kürzeſtem Wege dann zugeführt, wenn ſie möglichſt nahe an der Einmündungsſtelle der aus dem grünen Blatte in den Stamm leitenden Gefäßbündel zu ſtehen kommt.

Wenn an einem Stamme ſehr viele Laubblätter dicht gedrängt beiſammenſtehen, iſt es kaum möglich, daß ſich in jeder Blattachſel eine Knoſpe ausbilde; in ſolchen Fällen erſcheint für die Knoſpen immer eine paſſende Auswahl der Urſprungsſtellen getroffen; in den Achſeln der meiſten Blätter werden an ſolchen reichbelaubten Stämmen gar keine Knoſpen angelegt, und nur an den für das weitere Fortkommen des Pflanzenſtockes günſtigſten Stellen ſieht man einige kräftige Knoſpen entſpringen. So verhält es ſich beiſpielsweiſe bei den meiſten Wolfsmilcharten, bei dem Leinkraute, den Fichten und Tannen, den Araukarien und den zahlreichen andern Koniferen. Wo in der Achſel der Laubblätter Knoſpen angelegt werden, kommt auf je ein Blatt entweder nur eine Knoſpe, oder es ſtehen mehrere Knoſpen in den Blattachſeln gehäuft beiſammen und zwar in der Weiſe, daß eine durch die mittlere Stellung und gewöhnlich auch durch die Größe auffällt, während die andern untergeordnet erſcheinen. Am Mittelblattſtamme ſind ſolche gehäufte Knoſpen, deren Bedeutung auf den nächſten Seiten noch einer eingehendern Erörterung unterzogen werden ſoll, auf gewiſſe Arten der mittelländiſchen, neuholländiſchen und verſchiedener Steppenfloren beſchränkt; deſto häufiger beobachtet man ſie am Niederblattſtamme, zumal der Zwiebelpflanzen. Da kommt es vor, daß in der Achſel eines einzigen breiten, ſchuppenförmigen Zwiebelblattes ein ganzes Dutzend kleiner Knoſpen von dem kurzen, dicken Niederblattſtamme entſpringt.

Die in der Hochblattregion entſtehenden Knoſpen entwickeln ſich meiſtens zu Blüten, deren Aufgabe es iſt, Früchte auszubilden, und welche daher erſt in einem ſpätern Abſchnitte beſprochen werden können. Indeſſen fehlt es auch in der Hochblattregion nicht ganz an knoſpenförmigen Ablegern; die Gräſer, die Steinbreche, die Knöteriche bieten in dieſer Beziehung eine Menge von Beiſpielen.

Verletzungen können in allen Höhenſtufen des Stammes Knoſpenbildung veranlaſſen, wobei die Knoſpen ſtets an der verletzten Stelle entſtehen und eine Beziehung der Bildungsſtätte der Knoſpen zu den Blättern nicht erkannt werden kann. Es iſt ein Fall bekannt, wo an dem quer durchſchnittenen Stamme eines krautigen Seekohlſtockes (Crambe maritima) das Mark in Fäulnis übergegangen war und an der Innenfläche des Gefäßbündelringes aus dem Gewebe der ſogenannten Gefäßbündelſcheide Knoſpen,

beziehentlich Sprosse ausgebildet wurden. Wird der Hauptstamm oder der Ast eines Laubholzes, z. B. einer Eiche oder Esche, quer abgeschnitten, so entsteht an dem Stummel rings um den Holzkörper über der Rinde oder, genauer gesagt, an der Grenze von Holz und Bast aus den Markstrahlen des Weichbastes ein Gewebekörper, welcher sich aufwulstet und nachgerade die Gestalt eines Ringwalles annimmt. Die durchschnittenen bloßliegenden Holzzellen inmitten des Ringwalles haben nicht die Fähigkeit, sich zu teilen, zu vermehren und den Ausgangspunkt für ein Neugebilde zu schaffen, sie vertrocknen an der Luft, der sie ausgesetzt sind, und sterben ab. Das Gewebe, welches den Ringwall bildet, nimmt aber an Breite zu, verengert das tote Mittelfeld am Querschnitte des Stummels mehr und mehr und überwallt dasselbe schließlich so vollständig, daß das durchschnittene Holz von der Neubildung ganz überdeckt ist. Man nennt diese Neubildung Callus und vergleicht sie mit der Neubildung, welche an einem amputierten Arme oder Fuße, von dem unter der Haut liegenden Bindegewebe ausgehend, allmählich den ganzen Amputationsstummel überzieht. Dieser Callus hat für die verstümmelten Pflanzen darum ein besonderes Interesse, weil in ihm Bildungsherde für neue Knospen entstehen, aus denen weiterhin der sogenannte Stockausschlag hervorgeht. An dem Längsschnitte, welcher durch den überwallten Stummel eines Eichenbaumes geführt wird, sieht man den Callus zwischen den alten Bast und das alte Holz gleichsam eingekeilt und bemerkt, daß die Neubildung vorwaltend zwar aus parenchymatischem Zellgewebe besteht, daß sich aber auch Gefäßbündel ausgebildet haben, welche, dem eingekeilten Teile des Callus entspringend, vielfach verkrümmt und verbogen nach abwärts verlaufen und die organische Verbindung mit dem alten Stammstücke herstellen. Die Knospen, welche aus dem Callus entspringen, stehen, wie schon erwähnt, mit Blättern in keinem wie immer gearteten Zusammenhange, zeigen auch keine geometrisch geordneten Abstände wie die aus den Blattachseln hervorgehenden Knospenbildungen, sind meistens gehäuft und entstehen nichts weniger als gleichzeitig. Es können aus einem solchen Callus mehrere Jahre hindurch immer wieder neue Knospen an geeigneten Stellen angelegt werden, und man kann Sprosse des verschiedensten Alters von dem Callus sich erheben sehen. Unwillkürlich wird man bei Betrachtung solcher die Stummel überwallenden Callusgebilde, aus denen Sprosse als gerade Fortsetzungen des quer abgeschnittenen alten Stammes erscheinen, an die durch Pfropfen und Äugeln veredelten Bäumchen erinnert, welche Band I, S. 197 und 198 besprochen wurden. Auch die Parallele mit gewissen schmarotzenden Pflanzen drängt sich auf, namentlich mit der Riemenblume (Loranthus), deren Verbindung mit dem Wirte in ganz ähnlicher Weise wie jene des Callus mit dem alten Stummel durch ein zwischen Rinde und Holz eingekeiltes Gewebe hergestellt wird (vgl. Band I, S. 195).

Wie das Durchsägen oder Durchschneiden eines ganzen Stammes, hat auch das Ausschneiden der Rinde an den Seiten eines Stammes Callusbildung im Gefolge, und so wie dort geht bei seitlichen Verwundungen des Stammes die Überwallung des entblößten Holzes mit Callus von dem Gewebe zwischen der Rinde und dem Holzkörper aus. Außerdem stellt sich an einigen Bäumen die Callusbildung auch ohne äußere Verletzungen von selbst ein, so z. B. an Eschenstämmen, deren Rinde stellenweise ohne ersichtliche äußere Ursache zerklüftet und aufbricht, und wo dann in die Aufbruchsspalten kallöses Gewebe eingeschoben wird. Ältere Stämme der nordamerikanischen Esche Fraxinus nana sind stets mit solchen kallösen Wülsten und Kröpfen über und über besetzt, und die meisten Wülste bilden den Ausgangspunkt für 10, 20, 30, ja selbst noch für mehr Knospen.

Es dürfen übrigens die aus den kallösen Wucherungen der Stämme entspringenden Knospen nicht mit jenen verwechselt werden, welche die Förster „schlafende Augen“ und „schlafende Knospen“ nennen, ebensowenig mit jenen Gebilden, welche man ehemals nebenständige, oberständige und unterständige Beiaugen, in neuerer Zeit seriale Knospen genannt

hat, die zwar ihrer Entwickelung nach eine sehr große Mannigfaltigkeit zeigen, aber doch alle zusammengenommen Einrichtungen darstellen, welche die Gewächse vor dem Zugrundegehen bewahren, indem sie abgestorbene Sprosse zu ersetzen die Aufgabe haben. Diese mit Rücksicht auf die angedeutete Rolle am passendsten unter dem Namen Reserveknospen zusammengefaßten Gebilde entstehen entweder schon gleichzeitig mit denjenigen, für welche sie unter Umständen als Ersatz einzuspringen haben, oder sie werden erst nachträglich in der nächsten Nachbarschaft der Ursprungsstellen abgedorrter Sprosse in der Rinde angelegt. Das letztere kommt verhältnismäßig seltener vor. Bei dem Besenstrauche (Spartium scoparium), welcher Band I, S. 305 abgebildet ist, entsteht in der Achsel eines jeden Blattes immer nur je eine Knospe. Diese wächst im nächsten Jahre zu einem langen, gertenförmigen Sprosse aus, und gleichzeitig wird knapp unterhalb der Basis dieses Sprosses eine neue Knospe im Rindengewebe angelegt. Wenn nun im folgenden Jahre der erste Sproß abstirbt, was sehr häufig, zumal an der Nordgrenze des mittelländischen Florengebietes, der Fall ist, so entspringt aus dieser Knospe ein Sproß, und dicht unter seiner Basis wird neuerdings eine Ersatzknospe angelegt. Das kann so mehrere Jahre hindurch fortgehen, und zuletzt sieht man dann eine ganze Reihe abgedorrter Stummel oberhalb des letzten Ersatzsprosses stehen. Diese nicht nur an dem Besenstrauche, sondern auch an mehreren andern verwandten Schmetterlingsblütlern der Mittelmeerflora beobachtete Wachstumsweise beeinträchtigt sehr auffallend das frische, kräftige Aussehen der Gewächse; es wird durch das Vorhandensein der zahlreichen, gehäuften abgedorrten Reste der Eindruck des Krankhaften und Verkümmerten hervorgebracht, oder aber man wird versucht, zu glauben, daß diese Büsche von Tieren abgefressen oder durch die Hand der Menschen alljährlich gestutzt und verstümmelt wurden, während sich doch an ihnen alle diese Veränderungen ohne solche Eingriffe von selbst vollziehen.

Bei der unter den Namen Akazie bekannten Robinia Pseudacacia bildet sich in der Achsel eines jeden Laubblattes anfänglich nur eine Knospe aus, später entsteht aber zunächst der verdickten Basis des Blattstieles am Stamme eine Höhlung, und man sieht in dieser Höhlung einen, zwei, ja selbst drei kleine Höcker unterhalb der ersten Knospe sich erheben. Diese Höcker sind nichts andres als die ersten Anfänge von Reserveknospen, welche hier, überdeckt und geschützt von dem Reste des Blattstieles, sich entwickeln. Wenn dann im nächsten Jahre der aus der ersten Knospe hervorgegangene Sproß abstirbt, was sehr oft der Fall ist, so kommt die oberste Reserveknospe an die Reihe, d. h. es wächst dieselbe zu einem Ersatzsprosse aus, der selbst wieder absterben und durch die nächste Reserveknospe ersetzt werden kann. Ganz ähnlich wie die Robinia Pseudacacia verhalten sich auch die verschiedenen Arten der Gattung Gleditschia, doch sind an diesen Bäumen die Reserveknospen nur teilweise unter dem Blattstielreste versteckt, und die Fähigkeit, neue Knospen an den Enden der Stengelglieder anzulegen, ist bei ihnen fast unbegrenzt. Es gibt Gleditschien, wie z. B. Gleditschia Caspica, an welchen der Ersatz der abdorrenden Kurztriebe zehn und sogar noch mehr Jahre hindurch stattfindet, was zur Folge hat, daß an diesen Bäumen die sehr langen Äste an dem Bildungsherde der Knospen knotenförmig verdickt sind, und daß man an diesen Knoten die aus frühern Jahren herstammenden abgedorrten Stummel von 20 und mehr Kurztrieben dicht gedrängt beisammen stehen sieht.

An dem kaukasischen, mit den Walnüssen verwandten Baume Pterocarya Caucasica entsteht im ersten Jahre in der Achsel jedes Laubblattes nur eine einzige Knospe, und diese erscheint merkwürdigerweise 1,5—2 cm über den Blattansatz emporgerückt. Während dieselbe im nächsten Jahre zu einem Sprosse auswächst, wird knapp über dem alten Blattansatze eine Reserveknospe angelegt, welche für den Fall der Beschädigung des ersten Sprosses erst in einem spätern Jahre zur Entwickelung kommt.

Bei weitem häufiger als die eben geſchilderten ſind jene Fälle, wo die im erſten Jahre austreibenden und die zum Erſatze derſelben ſchlafend zurückbleibenden Knoſpen ſämtlich zu gleicher Zeit angelegt werden. An dem ſchwarzen Holder (Sambucus nigra) entſtehen in jeder Blattachſel zwei Knoſpen übereinander, an dem blaufrüchtigen Geißblatte (Lonicera coerulea) ſowie an mehreren mit dieſem verwandten Arten entwickeln ſich in einer geraden Zeile übereinander ſtehend in jeder Blattachſel drei Knoſpen von nahezu gleicher Größe. Im nächſten Jahre wächſt aber meiſtens nur aus einer derſelben ein Sproß hervor, die andern bleiben zurück, erhalten ſich ein paar Jahre lebend in Reſerve und treiben nur dann aus, wenn der erſte Sproß zu Grunde gegangen ſein ſollte. Bei den ſtrauchförmigen nordamerikaniſchen Amorphen, von welchen mehrere, namentlich Amorpha fruticosa, glauca und nana, zu beliebten Zierſträuchern in den europäiſchen Gartenanlagen geworden ſind, werden über jedem Laubblatte zwei Knoſpen angelegt, eine kleinere und dicht über ihr eine größere. Aus der letztern geht im nächſten Jahre ein Sproß hervor, die kleinere bleibt in Reſerve. Dorrt nun der zuerſt entwickelte Sproß ab, was ſehr häufig geſchieht, ſo treibt die Reſerveknoſpe aus, und man ſieht dann dicht über dem friſchen Triebe den Stummel des abgedorrten, zuerſt entwickelten Sproſſes. Auch an dem nordamerikaniſchen Baume Gymnocladus Canadensis kömmt es an den obern Gliedern der kräftigen Zweige über dem Anſatze eines jeden Blattes zur Ausbildung zweier übereinander ſtehender Knoſpen, einer obern größern und einer untern kleinern, von welchen die letztere nur für den Fall, daß ein Erſatz notwendig ſein ſollte, austreibt. Mehrere andre Holzpflanzen, deren Stämme zwar ſehr dick werden, die aber weder baumartigen Wuchs noch gleichmäßige ſchöne Kronenbildung zeigen, und für welche als Beiſpiele der Judasbaum (Cercis Siliquastrum) und die japaniſche Forsythia viridissima angeführt ſein mögen, entwickeln gertenförmige Langtriebe, deren obere Hälfte während des Winters häufig abſtirbt. An der untern, lebendig bleibenden Hälfte ſind die Knoſpen ſehr genähert, und meiſtens ſtehen je zwei derſelben dicht übereinander. Von dieſen beiden entwickelt ſich aber im nächſten Jahre zunächſt nur die obere; erſt dann, wenn dieſe verkümmern ſollte, kommt auch an die untere Knoſpe die Reihe.

Mitunter entſtehen in der Achſel eines jeden Laubblattes drei Knoſpen, welche nicht über-, ſondern nebeneinander ſtehen. Die mittlere dieſer drei Knoſpen treibt im nächſten Jahre zu einem Sproſſe aus, die ſeitlichen bleiben in der Reſerve zurück. Stirbt der ausgetriebene Sproß ab, ſo kommt im darauf folgenden Jahre eine der beiden Erſatzknoſpen zur Entwickelung, wie z. B. an Lonicera fragrantissima und an den Langtrieben der Zürgelbäume (Celtis Tournefortii, orientalis, occidentalis), oder es entwickeln ſich beide Erſatzknoſpen gleichzeitig, wie bei dem ſüdlichen Rohre (Arundo Donax) und mehreren Arten der Gattung Bambusa. Die Arten der Gattung Zanthoxylon legen in jeder Blattachſel 9—18 Knoſpen an, von denen die mittlere die größte iſt und im nächſten Jahre zu einem Kurz- oder Langtriebe auswächſt. Die andern kleinern Knoſpen bleiben an der Baſis des Triebes in der Rinde in Reſerve zurück.

An dem Keuſchbaume (Vitex Agnus castus) werden in der Achſel eines jeden Laubblattes je vier Knoſpen angelegt, eine mittlere, welche die größte iſt, eine kleinere, welche unterhalb der großen zu ſtehen kommt, und zwei andre kleinere, von welchen die eine rechts, die andre links von der großen mittlern poſtiert iſt. Im nächſten Jahre treibt aus der großen mittlern Knoſpe ein Sproß hervor, während die drei kleinern ruhend verharren. Erſt im zweiten Jahre, wenn der mittlere Sproß abgeſtorben iſt, was ſehr häufig vorkommt, treiben die kleinen Reſerveknoſpen aus und zwar nicht ſelten alle drei zu gleicher Zeit, was dann zur Folge hat, daß ſtellenweiſe vier ſchlanke Sproſſe gebüſchelt von einem Punkte ausſtrahlen, ein abgedorrter und drei grünende. Wenn dieſe letztern an ihren Spitzen wieder abdorren

ſollten, ſo brechen aus den Knoſpen ihrer Baſis neue Sproſſe hervor, und Gebüſche, an welchen das vorkommt, machen dann einen recht häßlichen, ſtruppigen, beſenartiger Eindruck, zumal zur Zeit, wenn ſie ihres Laubſchmuckes beraubt ſind.

Eine ſeltſame Ausbildung der Reſerveknoſpen beobachtet man auch an dem in den ſüdruſſiſchen Steppen vorkommenden ſtruppigen Strauche Atraphaxis. In der Achſel jedes Laubblattes entſtehen zu gleicher Zeit vier dicht zuſammengedrängte Knoſpen, eine ſehr kleine unmittelbar über dem Anſatze des Blattes, eine große über ihr und zwei von mittlerer Größe rechts und links. Die große Knoſpe wird zu einem belaubten Sproſſe, die kleine zu einer Blüte, die beiden ſeitlichen erhalten ſich als Reſerveknoſpen unverändert in das zweite, unter Umſtänden auch in das dritte Jahr. Stirbt der aus der großen Knoſpe hervorgegangene Sproß ab, ſo kommen die ſeitlichen Reſerveknoſpen zur Entwickelung; ſobald aber dieſe auszutreiben beginnen, werden ſchon wieder Reſerveknoſpen und zwar rechts und links von den ausgetriebenen in der Rinde angelegt. Auch in dieſem Falle ſteht der ſtruppige Wuchs des genannten Steppenſtrauches mit der eigentümlichen Knoſpenbildung im Zuſammenhange. Sehr häufig iſt auch folgender Fall. Aus einer oder mehreren der in den Blattachſeln gehäuften bald über-, bald nebeneinander geſtellten Knoſpen gehen Blütenſproſſe hervor. Erſt dann, wenn die aus den Blüten entſtandenen Früchte, beziehentlich die ſie tragenden Sproſſe abgefallen ſind und ſich an der Ablöſungsſtelle eine Narbe gebildet hat, kommen die Reſerveknoſpen an die Reihe, von welchen bei Spiraea crenata nur eine, bei der Zwergmandel und der Mahalebkirſche (Amygdalus nana und Prunus Mahaleb) 2—3 vorbereitet wurden. Es herrſcht in dieſer Beziehung eine faſt unerſchöpfliche Mannigfaltigkeit, deren eingehendere Schilderung aber nicht in den Rahmen dieſes Buches paſſen würde. Immerhin möchte ich jedoch bei dem Umſtande, daß dieſe Verhältniſſe von ſeiten der Botaniker bisher nicht gebührend gewürdigt wurden, auf die eigentümlichen Entwickelungsvorgänge bei Budleia, Rhodotypus, Fontanesia, Philadelphus, Rubus, Berberis, Caragana, Alhagi, Lycium, Ephedra aufmerkſam machen und auch darauf hinweiſen, daß insbeſondere die holzigen, ſtrauchigen und halbſtrauchigen Steppenpflanzen, welche dem Erfrieren und Abdorren der Triebe am häufigſten ausgeſetzt ſind, hochintereſſante Verhältniſſe in der Bildung der Reſerveknoſpen aufweiſen.

Eine von allen andern abweichende Form der Reſerveknoſpen findet man bei den Weiden. Schon beim erſten Anblicke eines einjährigen Weidenzweiges fällt es auf, daß jede Knoſpe lediglich von einer einzigen kapuzenartigen Schuppe eingehüllt wird, daß dieſe Knoſpenſchuppe ihren Urſprung aus äußern Schichten des Rindengewebes nimmt und gewiſſermaßen ein ſich abhebendes und die Knoſpenanlage überdeckendes Rindenſtück darſtellt. Die von dieſer Schuppe umhüllte, ziemlich große Knoſpe zeigt eine Spindel, welche als Seitenachſe aus der Achſe des knoſpentragenden Zweiges ihren Urſprung genommen hat, und es laſſen ſich die Holzgefäße und Holzzellen in ununterbrochenem Zuge von dem Zweige zur Knoſpenbaſis verfolgen. Neben dieſer großen bemerkt man aber auch noch ſehr kleine Knoſpenanlagen, zu welchen aus dem Holze des Zweiges keine Bündel hinleiten, die vielmehr aus einem in die Rinde eingeſchalteten beſondern Zellengewebe ihren Urſprung nehmen und am erſtjährigen Zweige äußerlich aus dem Grunde nicht geſehen werden können, weil ſie von der großen kapuzenförmigen Knoſpenſchuppe überdeckt ſind. Das Zellengewebe, aus welchem dieſe kleinen Knoſpen entſpringen, könnte mit einem Callus verglichen werden, wenn es nicht an ganz unverletzten Zweigen, und noch lange vor der Bildung von Sprüngen und Riſſen in der Rinde entſtehen würde. Wenn nun im zweiten Jahre die große Mittelknoſpe zu einem Seitenzweige auszuwachſen beginnt, wenn ſich die Achſe derſelben ſtreckt und die kapuzenförmige Schuppe abgeworfen wird, kommen auch die kleinen Knoſpen in Sicht, ſie erſcheinen deutlich als verkehrt-eiförmige oder kugelige Warzen an der Baſis der neuen, aus

den großen Knospen hervorgegangenen Seitenzweige, werden aber nicht größer und nicht kleiner, sondern verharren unverändert in tiefem Schlafe. Möglicherweise kommen sie auch gar nie zur weitern Entwickelung; für den Fall aber, als der Zweig, an dessen Basis sie ausgebildet wurden, Schaden leiden und absterben sollte, erwachen sie aus dem Schlafe, treiben aus und werden zu belaubten Zweigen. Augenscheinlich kommt ihnen die Aufgabe zu, das durch Ungunst äußerer Verhältnisse verloren Gegangene zu ersetzen.

Die Bruchweiden haben ihren Namen von der auffallenden Brüchigkeit ihrer Zweige erhalten. Der Hartbast und das Holz derselben zeigen an der Basis der ein- und zweijährigen Zweige einen eigentümlichen Bau, von dem es abhängt, daß selbst bei geringem Anstoße eine Trennung des Gewebes stattfindet, daß nämlich der Zweig an der Basis quer abbricht und zu Boden fällt. Es scheint für diese Bruchweiden von Vorteil, daß sie sich gewisser unbelaubter und unnützer, nur noch mit Narben abgefallener Blütenkätzchen besetzter Zweigstücke, die für sie ein wahrer Ballast sind, entledigen. So viel ist gewiß, daß mehrere Bruchweiden einen Teil dieser Zweige aus eignem Antriebe abwerfen, und daß an Stelle derselben aus den oben beschriebenen, in der Rinde steckenden schlafenden Knospen belaubte Zweige als Ersatz hervorsprießen. An Pappelbäumen werden ähnliche Vorgänge beobachtet; doch brechen bei diesen die Zweige ein kleines Stück über der Basis ab, und der Ersatz der mit toten Narben bedeckten Zweige durch solche, welche mit grünen Laubblättern geschmückt sind, findet durch die in den Achseln ehemaliger Knospenschuppen vorgebildeten Ersatzknospen statt. In diesen Fällen kann auch von einer Verstümmelung nicht die Rede sein, so wenig als etwa bei dem Abwerfen der Laubblätter im Herbste, das sich zum Vorteile der Pflanzen von selbst vollzieht, und auf welches äußere Verhältnisse nur einen beschleunigenden oder verzögernden Einfluß zu nehmen vermögen.

In allen bisher geschilderten Fällen werden die Ersatzknospen im Gewebe der Rinde ausgebildet. Eine direkte Verbindung derselben mit dem Holzkörper des zugehörigen Stammes besteht anfänglich nicht; erst dann, wenn die Ersatzknospen aus ihrem Schlafe aufgeweckt werden, wenn sie an Stelle eines geopferten Vorder- oder Nebensprosses einzuspringen haben und selbst zu einem Sprosse austreiben sollen, wird durch besondere leitende Stränge eine Verbindung mit dem Holzkörper und insofern auch mit der Strombahn des rohen Nahrungssaftes hergestellt.

Nun gibt es aber noch eine weitere Form von Ersatzknospen, welche schon von Anfang an mit dem Holze des zugehörigen Stammes in Verbindung gesetzt sind, auch zeitlebens mit demselben in Verbindung bleiben, und für welche der schon erwähnte Name *schlafende Augen* von den Forstleuten insbesondere in Anwendung gebracht wird. Wenn man einen einjährigen Zweig betrachtet, so zeigt sich, daß die in den Blattachseln ausgebildeten Knospen an seiner obern Hälfte auffallend größer und kräftiger sind als jene an seiner Basis, ja über dem Ansatzpunkte der untersten schuppenförmigen Niederblätter des Zweiges vermag man in den meisten Fällen äußerlich nicht einmal eine Wulstung, welche als Anlage einer neuen Knospe gedeutet werden könnte, wahrzunehmen. Erst an Längsschnitten, welche durch den untersten Teil des betrachteten Zweiges geführt werden, bemerkt man, daß auch hier in der Tiefe des Rindengewebes Knospen in ihren ersten Anfängen vorhanden sind. Die am Schlusse des ersten Jahres in der Mittelhöhe und am Ende des Zweiges sichtbaren großen Knospen wachsen im zweiten Jahre zu neuen, unterwärts wieder mit Knospenschuppen, oberwärts mit Laubblättern besetzten Zweigen aus; aber die kleinen, unscheinbaren, oberflächlich bisweilen gar nicht sichtbaren Knospen an der Basis des erstjährigen Zweiges, von welchen eben die Rede war, bleiben unentwickelt und wie in tiefen Schlaf versunken zurück. Sie erhalten sich an ihrer Bildungsstätte im Bereiche der Rinde bald oberflächlich sichtbar, bald von äußerm Rindengewebe überdeckt nahezu in der gleichen Größe und Form,

und die einzige Veränderung, die vorgeht, besteht darin, daß die aus dem Holze des Zweiges zu den schlafenden Knospen hinleitenden Bündel sich alljährlich um die Dicke des neuen Holzringes verlängern. Diese Bündel zeigen die gleiche Anordnung wie in den oberflächlich sichtbaren Zweigen, und insofern könnte man sie auch als verborgene Seitenachsen oder Seitenzweige auffassen, welche im Holze des Hauptzweiges eingebettet liegen und mit schlafenden Knospen abschließen. Dieser Vergleich ist um so mehr berechtigt, als die im Holze verborgenen Seitenachsen und Seitenzweige in derselben Weise sich verästeln können wie jene, welche von der Peripherie des Stammes ausladen und sich in der Luft verästeln. Auch neue Knospen können an den verborgenen Seitenzweiglein innerhalb der Holzmasse des immer dicker und dicker werdenden Hauptstammes angelegt werden, und an manchen Bäumen bilden sich sogar, in der Holzmasse des Stammes eingebettet, vielverzweigte, mit schlafenden Knospen abschließende Gebilde, welche auf den Verlauf der umgebenden Holzröhren und Holzfasern des Hauptstammes störend einwirken und vielfache Verkrümmungen und Verschlingungen derselben veranlassen. Es entstehen auf diese Weise bald kleinere, bald größere, in die regelmäßig verlaufenden Elemente des Holzes eingeschaltete Knollen, welche sich aus den gabelig verzweigten und mit schlafenden Knospen abschließenden verborgenen Zweigen und aus vielfach gewundenen Holzfasern zusammensetzen, und die unter dem Namen Maserknollen bekannt sind. An Durchschnitten und Ausschnitten solcher Maserknollen, welche vor einigen Dezennien zu Furnieren sehr beliebt waren, sieht man die absonderlichsten Figuren, gewöhnlich mit Ringen umgebene Augen, welche dem Durchschnitte der verborgenen Zweige, und schlangenförmig verlaufende Linien, welche dem Durchschnitte der verbogenen Holzfasern entsprechen.

Wie schon oben erwähnt, werden an den Zweigen zahlreicher Bäume und Sträucher insbesondere jene Knospen schlafend zurückbehalten, welche den Achseln der untersten Blattgebilde entsprechen. Eine auffallende Abweichung zeigen die Tamarisken (Tamarix). Die jungen Zweige derselben sind mit unzähligen kleinen Blättchen besetzt, und in der Achsel eines jeden Blättchens werden gehäufte Knospen, gewöhnlich drei an der Zahl, angelegt. Daß alle diese Knospen im nächsten Jahre austreiben und sich gleichzeitig entwickeln, wäre schon mit Rücksicht auf den Raum unmöglich; es müßten da aus einem spannenlangen Zweige vielleicht tausend Seitenzweige zugleich hervorsprossen. In der That gehen nur aus verhältnismäßig wenigen der angelegten Knospen Sprosse hervor, und diese sind so zweckmäßig verteilt, daß keiner den andern beschränkt, ihn auf die Seite drängt oder ihm Luft und Licht streitig macht. Hunderte angelegter Knospen, welche schlafend zurückgeblieben sind, und zwar nicht nur an der Basis, sondern über die ganze Länge des Zweiges verteilt, stecken sozusagen in dem immer dicker und dicker werdenden Tamariskenzweige, und so erklärt es sich, daß die aus solchen Zweigen hervorgegangenen Stämme an Seitentrieben fast unerschöpflich sind, und daß selbst nach Jahren noch immer Hunderte von frischen Trieben aus ihnen hervorgehen können.

Es ist hier auch noch der Thatsache zu gedenken, daß an einem und demselben Baume oder Strauche Reserveknospen der verschiedensten Art vorkommen können. So z. B. findet man in den Zweigen und Stämmen der Gleditschien und Weiden neben den im Rindengewebe angelegten Reserveknospen immer auch schlafende Knospen am Ende verborgener Zweige und noch so manche andre Kombinationen, auf welche aber hier nicht des nähern eingegangen werden kann.

Die im Rindengewebe angelegten und mit dem Holze des zugehörigen Stammes nicht verbundenen Reserveknospen erhalten sich meistens nur einige Jahre hindurch lebensfähig, die schlafenden Knospen an den Enden verborgener Zweige dagegen können viele Jahre entwickelungsfähig bleiben, obschon weder ihre Gestalt noch ihre Größe eine Veränderung erfährt. Manche derselben sterben allerdings nach einigen Jahren ab, ohne daß andre an

ihre Stelle treten; manche gehen zu Grunde, werden aber durch neue, welche sich an den Enden der verborgenen Zweige ausbilden, ersetzt; aber das sind doch Seltenheiten im Vergleiche zu der großen Zahl jener Fälle, in welchen die schlafenden Knospen viele Jahre lang lebendig bleiben. Es ist etwas sehr Gewöhnliches, daß an alten Bäumen, deren Stämme längst mit Borke bedeckt sind, verborgene Zweige vom ältesten, innersten Holzringe durch 80, 100 und mehr Jahresringe zu den in der Rinde schlafenden Knospen hinausziehen, ohne daß am Stamme äußerlich die geringste Andeutung dieser Bildung bemerkt werden könnte!

Gesetzt nun den Fall, es habe einmal ein furchtbares Ungewitter seine verheerende Macht zur Geltung gebracht, ein Orkan habe die Krone des hundertjährigen Baumes niedergerissen, die mächtigen Äste seien geknickt und auf den Boden geschleudert, der Baum gleiche der Ruine eines Gebäudes, von welchem das Dach, der Giebel, die Zinnen und Mauern teilweise eingestürzt sind, und dort, wo früher die weitschattende Krone mit tausend belaubten Zweigen sich ausbreitete, ragen jetzt einige gesplitterte Stummel traurig in die Luft empor. Der Baum scheint rettungslos verloren, und man möchte befürchten, daß sein Stamm im nächsten Jahre bis zum Grunde vollständig abdorren werde. Doch wunderbarerweise regt sich nun in dem alten geborstenen Stamme neues Leben, die Knospen, welche in der Rinde 100 Jahre hindurch geschlafen hatten, strecken sich, drängen durch die Risse der Borke vor, wachsen zu kräftigen Zweigen aus, und binnen Jahresfrist sind die dicken, alten Stämme und Aststummel über und über mit neuen Zweigen besetzt, welche in ihren Blattachseln Knospen anlegen. Wieder nach Jahresfrist sprossen aus einem Teile dieser Knospen Seitenzweige hervor, und so geht das fort und fort, bis nach einem Dezennium der verstümmelte Baum mit einer neuen vielverzweigten Krone versehen ist. Wer möchte beim Verfolgen solcher Vorgänge daran zweifeln, daß das Zurückbleiben eines Teiles der Stammknospen eine Einrichtung ist, welche die dem Windbruche und andern Verstümmelungen ausgesetzten Bäume und Sträucher vor dem Verderben sichert, und daß die schlafenden Knospen als Reserveknospen für etwaige Unglücksfälle anzusehen sind!

Die Beobachtung, daß die von selbst abgeworfenen oder durch äußere Ursachen vernichteten Zweige aus dem Vorrate an schlafenden Knospen oder auch aus den Knospen des Callus ersetzt werden, hat zu verschiedenen Eingriffen in das natürliche Wachstum der Nutzpflanzen von seiten des Menschen geführt und eine Reihe von Vermehrungsarten veranlaßt, die von Landwirten und Forstleuten seit uralter Zeit geübt werden. Dahin gehört z. B. der Niederwaldbetrieb, der sich vorzüglich darauf stützt, daß sich an den zurückgelassenen Stummeln des Holzschlages neue Triebe aus den kallösen Wucherungen oder aus den schlafenden Augen ausbilden, die den Waldbestand, beziehentlich die entnommene Holzmasse binnen 30 oder 40 Jahren ersetzen, weiterhin die Gewinnung von Kopfholz, wobei die Bäume in einer gewissen Höhe des Stammes fortwährend verstümmelt werden und sich infolgedessen dort kopfförmig verdicken, wie dies namentlich an Pappeln, Eschen und insbesondere an den sogenannten Kopfweiden zu sehen ist. Das Beschneiden der Weinrebenstöcke, der Obstbäume, der zu Spalieren und Hecken in Parkanlagen oder zur Einzäunung von Grundstücken verwendeten Gehölze gehört gleichfalls hierher. Alle diese Manipulationen bezwecken einerseits die Entwickelung kräftiger Triebe aus den zurückgelassenen Stummeln und möglichst reichlichen Ertrag an Holz, Futterlaub und Früchten, anderseits dichtern Wuchs der Krone oder absichtliche Verkrüppelung, wie sie der altfranzösische Gartenstil mit seinen steifen grünen Wänden, Obelisken und wunderlichem Geschnörkel verlangt. Da aber jeder der verschiedenen Bäume und Sträucher in Beziehung auf die Callusbildung und schlafenden Augen seine Eigenheiten hat, so ist auch die Behandlung derselben beim Beschneiden mannigfaltig modifiziert. „Eines schickt sich nicht für alle" hat auch hier seine volle Geltung, und es wäre z. B. ein großer Fehler, die Apfelbäume wie

Kopfweiden behandeln oder die Kiefern zum Niederwaldbetriebe verwenden zu wollen. Auch die klimatiſchen Verhältniſſe ſind bei den abſichtlich ausgeführten Verſtümmelungen der Nutzpflanzen zu berückſichtigen, und um nur ein einziges Beiſpiel in dieſer Beziehung zu bringen, ſei erwähnt, daß das Zurückſchneiden der Reben in den Weinbergen des kontinentalen Ungarn ganz anders ausgeführt wird als am Rhein, am Rhein wieder anders als in Oberitalien und in Oberitalien wieder anders als in Unteritalien. Hier wie dort hat ſich im Laufe der Zeit die den gegebenen klimatiſchen Verhältniſſen am meiſten entſprechende Behandlungsweiſe herausgeſtellt.

Blattſtändige Knoſpen.

Mit den bisher aufgezählten, an den Wurzeln ſowie in den verſchiedenen Höhenſtufen des Stammes ſich ausbildenden Knoſpen iſt die Mannigfaltigkeit dieſer Gebilde noch lange nicht erſchöpft, denn auch aus dem Gewebe der Blätter, zumal der Laubblätter, können Knoſpen und Sproſſe hervorgehen. Es werden dieſelben blattſtändig genannt und mit Rückſicht auf die Stelle ihres Urſprunges in mehrere Gruppen eingeteilt.

Vor der Beſprechung dieſer Einteilung iſt es notwendig, darauf aufmerkſam zu machen, daß die blattſtändigen Knoſpen wohl zu unterſcheiden ſind von jenen, welche auf den Laubblättern der Helwingie und auf den laubähnlichen Stammgebilden der Flachſproßgewächſe vorkommen. Was zunächſt die Helwingie anbelangt, von welcher auf S. 37 eine Abbildung eingeſchaltet iſt, ſo konnte durch ſorgfältige Unterſuchungen feſtgeſtellt werden, daß aus dem laubblatttragenden Stamme beſondere Strangbündel ausgehen, welche zu den auf den Blättern ſitzenden Knoſpen hinziehen. Jeder dieſer Stränge repräſentiert einen Seitenſtamm, iſt aber nicht frei, ſondern mit der Mittelrippe desjenigen Blattes, aus deſſen Achſel er entſpringt, verbunden. Dieſer mit der Mittelrippe verwachſene Seitenſtamm löſt und erhebt ſich erſt im untern Drittel der Blattfläche aus ſeiner Verbindung, erſcheint dann von einer Knoſpe oder, wenn er ſich teilt, von mehreren Knoſpen abgeſchloſſen und kann, da dieſe Knoſpen Blütenknoſpen ſind, auch als Blütenſtiel aufgefaßt werden. Man kann daher nicht ſagen, daß dieſe Blütenknoſpen blattſtändig ſind, d. h. daß ſie direkt aus dem Gewebe eines Laubblattes entſpringen; thatſächlich gehen ſie aus einem Stammgebilde hervor, nur iſt ihr Träger, ihr Stiel, ihre Achſe, mit der Mittelrippe eines Laubblattes teilweiſe verſchmolzen. Willdenow, welcher die auf S. 37 abgebildete Pflanze zuerſt beſchrieben hat, nannte ſie die mäuſedornblütige Helwingie (Helwingia rusciflora), weil bekanntlich auch die Blütenknoſpen des Mäuſedorns (Ruscus) von blattähnlichen Gebilden getragen werden (vgl. Bd. I, S. 307). Der Fall iſt aber doch ein weſentlich andrer. Die grünen, blattähnlichen Gebilde des Mäuſedorns, von deren oberer Fläche eine Blütenknoſpe entſpringt, ſind keine Blätter, ſondern blattähnliche Kurztriebe, alſo Stämme, und die ihnen aufſitzenden Knoſpen ſind daher auch nicht blattſtändig, ſondern ſtammſtändig. Dasſelbe gilt natürlich auch für die andern Flachſproßgewächſe, von welchen einige Vertreter in der Abbildung auf S. 308 des erſten Bandes zuſammengeſtellt ſind, und inſofern als wir die Wedelder Farne nicht als Laubblätter, ſondern als Flachſproſſe auffaſſen, auch für die Farne. Es wäre ganz und gar nicht am Platze, hier die Frage nach der Natur der Farnwedel zu erörtern und zu begründen, warum die Wedel als Flachſproſſe oder Phyllokladien anzuſehen ſind. Dieſe Begründung wird erſt gelegentlich der Schilderung der Farne einzuſchalten ſein, hier ſoll nur erwähnt werden, daß Knoſpen auf den Farnwedeln eine ſehr häufige Erſcheinung ſind, ja daß gewiſſe Arten, wie z. B. Asplenium bulbiferum (ſ. Abbildung, S. 39, Fig. 1), faſt auf allen ihren Wedeln Knoſpen ausbilden. In den meiſten Fällen entſpringen ſie auf der Fläche der grünen Abſchnitte des Wedels, an der in den Sümpfen

Oſtindiens häufigen Ceratopteris thalictroides aus den Stielchen der einzelnen grünen Lappen, bei den Gleichenien aus den Gabelungen der Wedel (ſ. Abbildung, S. 12, Fig. 6) und an Asplenium Edgeworthii (ſ. Abbildung, S. 38) aus der Spitze des Wedels, alſo aus dem Ende des Flachſproſſes. Dieſer zuletzt erwähnte, auf der Borke von Bäumen wachſende Farn hat die merkwürdige Eigenſchaft, daß die Spitzen ſeiner Wedel lichtſcheu ſind, ſich gegen die dunkelſten Stellen des Standortes krümmen, in die Ritzen der Baumborke förmlich hineinkriechen, ſich dort feſt anlegen und über der Berührungsſtelle eine Knoſpe ausbilden. Aus dieſer Knoſpe gehen wieder Wedel hervor, von welchen ſich aber

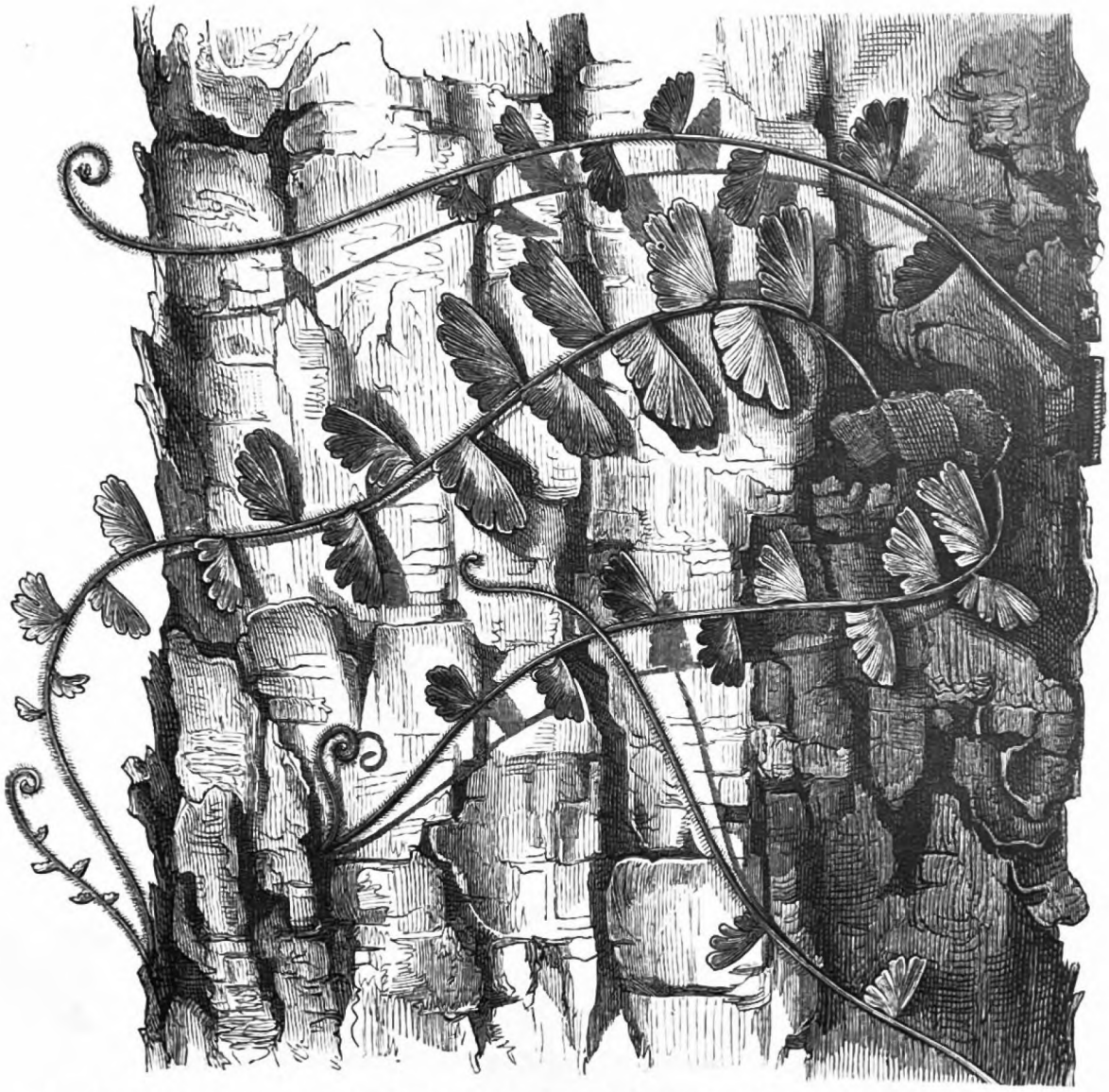


Helwingie (Helwingia rusciflora), mit Blüten auf den Laubblättern. Vgl. Text, S. 36.

meiſtens nur einer kräftig entwickelt und, nachdem er ſich aufgerollt hat, mit der Spitze wieder eine dunkle Ritze aufſucht. Indem ſich dieſer Vorgang mehrmals wiederholt, werden die Stämme jener Bäume, auf deren Borke ſich dieſes Asplenium angeſiedelt hat, von den Wedeln förmlich umgürtet und umſponnen, wie es die Abbildung auf S. 38 zur Anſicht bringt. Die einzelnen Wedel des Farnes erinnern dann lebhaft an die Ausläufer gewiſſer Ehrenpreis-, Günſel- und Sinngrün-Arten mit zweireihig geſtellten Blättchen.

Im Gegenſatze zu den von beſondern, an die Blätter angewachſenen Stielen getragenen Knoſpen der Helwingie, den Knoſpen auf den blattartigen Kurztrieben des Mäuſedorns und den Knoſpen auf den Wedeln der Farne, die wir trotz der großen Ähnlichkeit mit blattſtändigen Knoſpen ſamt und ſonders als ſtammſtändig anſehen müſſen, entſpringen die wirklichen blattſtändigen Knoſpen ſtets aus Zellen eines wahren Blattes und ſtehen mit den nächſtliegenden Stammgebilden nur inſofern in Zuſammenhang, als gleich

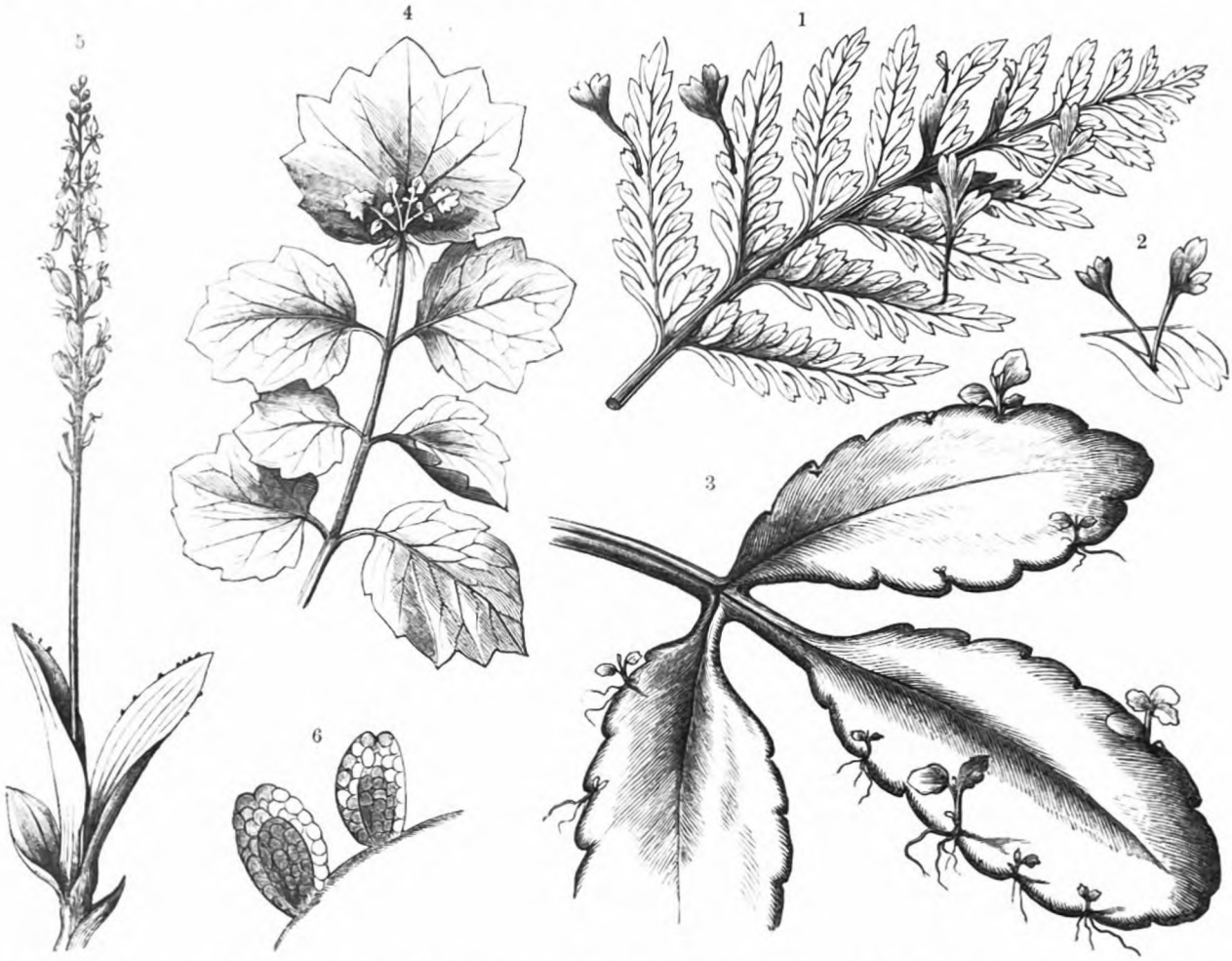
allen andern Blättern auch das die Knospe ausbildende Blatt seinen Ursprung aus einem Stamme herleitet. Die blattständigen Knospen gehen aus den Blättern auch dann hervor, wenn diese vom Stamme abgetrennt wurden, ja in vielen Fällen ist diese Abtrennung der Blätter sogar die Bedingung für die Entwickelung der Knospen. Eine dieses Verhältnis zeigende, zu den Dickblättern gehörende, aus dem tropischen Gebiete der Alten Welt stammende, aber schon seit langer Zeit in unsern Glashäusern kultivierte Pflanze, nämlich



Knospenbildung an der Wedelspitze des Farnes: Asplenium Edgeworthii. Vgl. Text, S. 37.

Bryophyllum calicinum, hat auch in nichtbotanischen Kreisen eine gewisse Berühmtheit erlangt, weil sich seiner Zeit Goethe mit derselben beschäftigte und ihrer mehrfach in seinen Schriften erwähnt. Die Laubblätter dieses Bryophyllum (s. Abbildung, S. 39, Fig. 3) sind fiederförmig geteilt, die einzelnen Lappen länglich-eiförmig und deutlich gekerbt. An jedem Blatte, das seine volle Größe erreicht hat, bemerkt man in den Einkerbungen eine Zellengruppe, welche dem freien Auge als ein punktförmiges Knötchen erscheint, und die, solange das Blatt am Stamme bleibt, sich nur selten weiterentwickelt, in welcher aber dann, wenn das Blatt abgepflückt und auf die Erde gelegt wird, eine lebhafte Fächerung beginnt, deren Ergebnis die Ausbildung eines kleinen Pflänzchens mit Stamm, Blättern und Wurzeln ist, wie es die Abbildung auf S. 39 darstellt. Die Blätter dieses Bryophyllum sind dick und fleischig und enthalten im ausgewachsenen Zustande so viel Reservestoffe und

ſo reichlich Waſſer, daß die Aufnahme von Nahrung aus der Umgebung entbehrlich gemacht iſt; erſt ſpäter, wenn die aus den Einkerbungen hervorgewachſenen Pflänzchen die in dem abgepflückten Blatte aufgeſpeicherten Stoffe aufgezehrt haben, ſind ſie darauf angewieſen, ſich mit ihren Würzelchen aus der Umgebung Nahrung zu ſuchen. Wurde das abgepflückte Blatt auf mäßig feuchte Erde gelegt, ſo dringen die Würzelchen der aus den Einkerbungen entwickelten Pflänzchen in dieſe ein, und wenn indeſſen das Gewebe des abgepflückten Blattes ausgeſaugt, verwelkt, vertrocknet und zerfallen iſt, werden alle die kleinen Pflänzchen ſelbſtändig und wachſen zu umfangreichen Stöcken heran. Ähnliche Verhältniſſe wie



Knoſpenbildung an Wedeln und Laubblättern: 1, 2 an den Wedelabſchnitten des Asplenium bulbiferum ; — 3 am Rande der Blattabſchnitte von Bryophyllum calicinum; — 4 an den Laubblättern von Cardamine pratensis; — 5 am Rande der Laubblätter von Malaxis paludosa. — 6. Zwei Knoſpen am Rande eines Laubblattes von Malaxis paludosa. — Fig. 1, 3, 4, 5 in natürlicher Größe: Fig. 2: 2fach; Fig. 6: 20fach vergrößert. Vgl. Text, S. 36, 38, 42.

an Bryophyllum calicinum werden auch noch an andern Gewächſen mit dicken, fleiſchigen Blättern, zumal an den Echeverien, beobachtet. Auch auf den abgepflückten fleiſchigen Blättern der Rochea falcata kommen bisweilen junge Pflänzchen zum Vorſcheine. Es beſteht zwar bei dieſen der bemerkenswerte Unterſchied, daß an den Urſprungsſtellen nicht wie an Bryophyllum beſondere Zellgruppen ſchon vorgebildet ſind; aber inſofern ſtimmen doch Bryophyllum, Echeveria und Rochea miteinander überein, daß in allen Fällen der Bedarf an Bauſtoffen für die ſich bildenden jungen Pflänzchen durch einige Zeit aus dem vom Stamme abgetrennten fleiſchigen Blatte beſtritten wird, und daß es durchaus nicht notwendig iſt, das abgepflückte Blatt mit feuchter Erde in Verbindung zu bringen, damit es aus dieſer das nötige Waſſer beziehe. Das letztere iſt nämlich bei der großen Zahl von Pflanzen der Fall, welche von den Gärtnern durch ſogenannte Blattſtecklinge vervielfältigt werden.

Dieſe Vermehrung durch Blattſtecklinge, obſchon ſeit langem bekannt und insbeſondere mit den Blättern der Zitronen- und Orangenbäume ſowie mit jenen der Wachsblume (Hoya carnosa), der zu den Myrſineen gehörigen Theophrasta Jussieui, der japaniſchen Aucuba (Aucuba Japonica), dem prächtigen Clianthus puniceus und noch verſchiedenen andern Gewächſen zur Ausführung gebracht, hat doch erſt in jüngſter Zeit großartige Dimenſionen angenommen, nachdem ſich herausſtellte, daß die ſchönlaubigen, aus den Tropen Amerikas eingeführten und als Blattpflanzen in Mode gekommenen Begonien und ebenſo die in den herrlichſten Blütenfarben prangenden braſiliſchen Gesneraceen ungemein leicht und in unabſehbarer Menge mittels der Laubblätter vervielfältigt werden können. Man braucht nur ein abgepflücktes Laubblatt mit feuchtem Sande oder feuchter ſandiger Erde in Verbindung zu bringen, und ſiehe da, nach kurzer Zeit ſprießen junge Pflänzchen aus dieſem Blatte hervor, welche ſofort als ſelbſtändige Stöcke ausgepflanzt werden können. Was ſich hierbei abſpielt, ſoll hier in Kürze geſchildert werden.

Die erſte Veränderung, welche an dem zum Behufe der Stecklingsbildung vom Stamme abgeſchnittenen Blatte beobachtet wird, iſt das Vertrocknen der Zellen an der durch das Abſchneiden gebildeten Wundfläche. Unter der vertrockneten Zellſchicht entſteht ein Korkgewebe, und die vertrocknete tote Schicht wird zu einer Borke. Aus dem lebendig gebliebenen Teile unter der Wundfläche bildet ſich nun ein parenchymatiſches Gewebe aus, und zwar ſind es zuerſt die Oberhautzellen zunächſt der abgeſtorbenen Zellſchicht, welche dieſe Gewebebildung einleiten. Sie wachſen in radialer Richtung aus, verlängern ſich, fächern ſich durch eingeſchobene Querwände, und es entſteht dadurch eine gleichmäßige Verdickung am ganzen Umfange der Wundfläche. Etwas ſpäter beginnen auch einige von der durchſchnittenen, abgeſtorbenen Zellſchicht noch immer bedeckten lebendigen Zellen im Mittelfelde der Wundfläche ſich zu teilen, und indem dort das Zellgewebe an Umfang zunimmt, wird die darüberliegende vertrocknete Schicht zerriſſen, zerfaſert und zerfetzt und von dem vordrängenden wuchernden Gewebe teilweiſe abgeſtoßen. Dieſes wuchernde Gewebe aber wird Callus genannt. Während die Callusbildung fortſchreitet, bilden ſich an den Berührungspunkten des Blattſtecklings mit dem Sande und zwar ganz beſonders reichlich längs den vorſpringenden Rippen Saugzellen, welche in ihrer Form und Funktion mit den Saugzellen zunächſt der wachſenden Wurzelſpitze, den ſogenannten Wurzelhaaren, vollkommen übereinſtimmen. Dieſe Saugzellen ſind für die weitern Entwickelungsvorgänge an den Blattſtecklingen von größter Wichtigkeit. Solange das Blatt, welches als Steckling benutzt wurde, noch am Stamme haftete, wurde es von ſeiten der angrenzenden Gewebe mit der benötigten Menge des durch den Stamm aufſteigenden Waſſers verſorgt; es wurde nämlich die durch Verdunſtung verlorene wäſſerige Flüſſigkeit von den Wurzeln aus der feuchten Erde aufgenommen und dann weiterhin durch den Stamm zu dem betreffenden Blatte hingeleitet. Nachdem aber das Blatt abgeſchnitten iſt, vermag es keine Stoffe mehr durch Vermittelung des Stammes aus dem Boden zu beziehen, und da ſeine gewöhnlichen Oberhautzellen nicht befähigt ſind, aus der feuchten Erde, welche zur Unterlage des Blattſtecklings dient, ſo viel Waſſer aufzunehmen, als durch Verdunſtung verloren geht, ſo iſt der Blattſteckling, obſchon mit einer feuchten Unterlage in Kontakt ſtehend, doch der Gefahr des Vertrocknens ausgeſetzt. Um dieſer Gefahr zu entrinnen und ſich vor dem Verderben zu retten, verſieht ſich nun das als Steckling behandelte Blatt mit Saugzellen. Durch dieſe wird insbeſondere das zur Callusbildung nötige Waſſer beigeſtellt. Wenn auch die zum Aufbaue der Zellen des Callus notwendigen Bauſtoffe reichlich in den Zellen des Blattes vorhanden ſein mögen, ſo iſt damit nicht viel geholfen, dieſe Bauſtoffe ſollen verflüſſigt und zu den Stellen des Verbrauches hingeleitet werden, und hierzu iſt eine weit größere Menge von Waſſer notwendig, als ſich in dem abgeſchnittenen Blatte erhalten konnte. Hat der wuchernde Callus

eine gewiſſe Größe erreicht, ſo kommen auch zahlreiche Wurzeln zum Vorſcheine. Dieſelben nehmen gewöhnlich ihren Urſprung aus den Zellen des an ein Gefäßbündel des Blattes angrenzenden Parenchyms, durchbrechen den Callus und wachſen raſch in die Länge. Erſt nachdem ſich dieſe Wurzeln gebildet haben, die mit Hilfe ihrer Saugzellen aus der Unterlage reichlich Flüſſigkeit aufſaugen, entſtehen an der obern, ſeltener auch auf der untern Seite des Blattſtecklings Knoſpen. Bei den Begonien ſind es vorzüglich Zellen der Oberhaut, welche die Ausgangspunkte für die Knoſpen bilden; bei andern Pflanzen, zumal bei den Gesneraceen, bei den Arten der zu den Pfeffergewächſen gehörenden Gattung Peperomia, ebenſo bei Tournefortia, Citrus ꝛc., ſind es Zellen des Callus, welche ſich fächern und zu Anfängen von Knoſpen, beziehentlich Sproſſen werden. Übrigens kommen auch bei den Begonien ab und zu einzelne Knoſpen aus dem Callus hervor, was nicht ausſchließt, daß bei dieſen Pflanzen die Oberhautzellen die bevorzugten Bildungsherde ſind. Insbeſondere ſind Oberhautzellen bevorzugt, welche ſich über der Gabelung eines Gefäßbündels in der Blattſpreite befinden. Wenn man die Unterſeite eines ganzen unverſehrten Begonienblattes auf feuchten Sand gelegt hat, ſo entſtehen die Knoſpen nahe über der Baſis der Blattſpreite, dort, wo die Stränge ſtrahlenförmig auseinander laufen. Die Gärtner pflegen aber die Begonienblätter häufig auch ſo zur Vermehrung zu benutzen, daß ſie den Blattſtiel in feuchten Sand ſtecken und in der dem Sande platt aufliegenden Spreite zahlreiche Querſchnitte durch die größern Stränge anbringen. Sobald das geſchehen iſt, entſtehen dann unmittelbar vor der mit einem Callus überzogenen Schnittſtelle über dem Strange, häufig auch noch von dieſer Stelle entfernt, entlang dem Verlaufe des durchſchnittenen Stranges eine ganze Menge Knoſpen, beziehentlich neue Pflanzenſtöcke. Man kann daraus ſchließen, daß die Neubildung vorzüglich mit der durch die Stränge vermittelten Zuleitung von Stoffen im Zuſammenhange ſteht. Ohne Zweifel ſpielen auch noch räumliche Beziehungen zu den aus dem Callus hervorgewachſenen Wurzeln, zu dem Vorrate von Reſerveſtoffen und dergleichen eine wichtige Rolle. Aus allem geht aber hervor, daß unzählige Zellen der Oberhaut des Blattes zu Ausgangspunkten für neue Pflanzenſtöcke werden, und daß ebenſo aus tiefern Zellen des Callus ſich Knoſpen entwickeln können. Mag nun die Entwickelung einer blattſtändigen Knoſpe hier oder dort begonnen haben, immer werden in dem Bildungsherde auch Gefäßbündel hergeſtellt, welche den Stamm der in Bildung begriffenen Knoſpe mit den ſchon früher entſtandenen Wurzeln in Verbindung ſetzen; und es dauert nicht lange, bis vom Stamme auch grüne Laubblätter ausgehen, welche im Lichte aſſimilieren. Das Stecklingsblatt, auf welchem nun ein kleiner Pflanzenſtock aufſitzt, erhält ſich in den meiſten Fällen noch ziemlich lange friſch und lebendig, endlich aber beginnt es zu vergilben und geht allmählich zu Grunde. Nur der Teil, aus welchem die Knoſpen und Wurzeln hervorgegangen ſind, erhält ſich als ein Wulſt und bildet bei einigen Arten, ſo namentlich bei den Begonien, einen dicken, fleiſchigen Gewebekörper, der faſt das Anſehen eines Knollens hat.

Was an dieſen Blattſtecklingen infolge der Manipulationen der Gärtner geſchieht, erfolgt bei einigen Pflanzen mitunter ſpontan in der freien Natur, und zwar ohne daß das betreffende Blatt ſich von dem zugehörigen Stamme früher abgetrennt hätte. Insbeſondere ſind es Schotengewächſe (Cardamine pratensis, Nasturtium officinale, Roripa palustris, Brassica oleracea, Arabis pumila), mohnartige Pflanzen (Chelidonium maius), Seeroſen (Nymphaea Guianensis), Gesneraceen (Episcia bicolor, Chirita Sinensis), Utricularieen (Pinguicula Backeri), Aroideen (Atherurus ternatus), Orchideen (Malaxis monophyllos und paludosa), Liliaceen (Fritillaria, Ornithogalum, Allium, Gagea, Hyacinthus) und Amaryllideen (Curculigo), welche an den natürlichen Standorten im Freien ab und zu mit blattſtändigen Knoſpen beobachtet werden. In manchen Fällen wachſen die ſich in Geſtalt kleiner Wärzchen erhebenden Knoſpen ſofort zu kleinen Pflänzchen

heran, wie an dem Wieſenſchaumkraute (Cardamine pratensis, ſ. Abbildung, S. 39, Fig. 4), oder es entſtehen zunächſt kleine Zwiebelchen, wie an den Laucharten und der Kaiſerkrone (Allium und Fritillaria), oder auch Knöllchen, wie an den auf S. 41 genannten Arten der Gattung Malaxis. In dem einen Falle werden Zellen auf dem Mittelfelde der Blattſpreite und zwar meiſtens über der Gabelung der Gefäßbündel zum Ausgangspunkte von Knoſpen, wie z. B. an dem ſchon wiederholt genannten Wieſenſchaumkraute; in andern Fällen, wie z. B. bei Curculigo, gehen die Knoſpen aus dem Ende der Mittelrippe hervor. An der auf Moorboden im nordweſtlichen Europa heimiſchen kleinen Orchidee Malaxis paludosa (ſ. Abbildung, S. 39, Fig. 5) entſpringen die kleinen Knoſpen vorwaltend vom vordern Teile des Mittelfeldes und am Rande der grünen Laubblätter, und es treten dieſelben ſo häufig auf, daß mehrere Botaniker in ihren Beſchreibungen ausſagen, die Blätter dieſer Malaxis ſeien meiſtenteils kurz gewimpert. Unter den ſo mannigfachen blattwüchſigen Knoſpen gewinnen dieſe kleinen auf den grünen Laubblättern der genannten Orchidee entſtehenden Gebilde auch noch wegen ihrer Form ein hervorragendes Intereſſe. Jedes der Knöſpchen, von welchen zwei in der Abbildung, S. 39, Fig. 6 zur Anſchauung gebracht ſind, beſteht aus einem gelbgrünen Gewebekörper, der den Eindruck eines Kernes macht, und dann einer aus locker gefügten Zellen zuſammengeſetzten Schicht, welche wie ein Sack den Kern umgibt. An dem freien Ende bilden die Zellen der Hülle eine Art Ring, welcher eine nabelförmige Vertiefung umrandet. Die Ähnlichkeit dieſer Knoſpen mit Orchideenſamen, insbeſondere mit jenen der Malaxis paludosa, ſpringt bei der flüchtigſten Betrachtung in die Augen, und es wird auch auf dieſelbe in einem folgenden Abſchnitte noch eingehend die Rede kommen.

Weit ſeltener als an dem grünen Laube der Mittelblattregion werden Knoſpen auf Niederblättern und Hochblättern beobachtet. Bisweilen ſieht man ſie von Zwiebelſchuppen entſpringen, die man vom Niederblattſtamme abgelöſt und in feuchten Sand geſteckt hat. Und zwar entſtehen ſie dann immer an jener Stelle, wo man die Zwiebelſchalen verletzt und angeſchnitten hat. Dieſe Erfahrung hat die holländiſchen Zwiebelzüchter veranlaßt, die Hyazinthen geradezu aus den Zwiebelſchalen zu vermehren. Sie zerſtören den Zwiebelkuchen durch Ausſchneiden, entfernen auch etwa vorhandene Anlagen von Blütenſchäften und führen einen Querſchnitt durch den untern Teil der Zwiebelſchalen. Nicht ſelten werden die Zwiebelſchalen auch der Länge nach teilweiſe geſpalten. Man ſollte glauben, daß eine ſo mißhandelte Zwiebel über kurz oder lang zu Grunde gehen müßte; aber im Gegenteile, an den Rändern der Schnittflächen entſtehen an den Zwiebelſchalen eine Menge kleiner zwiebelartiger Knoſpen, und es ſind Fälle bekannt, wo von den Schalen einer einzigen Hyazinthenzwiebel auf die geſchilderte Art über 100 junge Zwiebeln gewonnen wurden. Am ſeltenſten entſtehen Knoſpen aus dem Gewebe der Hochblätter. Im Innern der Fruchtgehäuſe mehrerer Arten von Crinum und Amaryllis wurden wiederholt ſtatt der Samen auf den Fruchtblättern entwickelte kleine Knoſpen geſehen. Dieſe ſaßen auf rundlichen Gewebekörpern, welche von Knöllchen nicht zu unterſcheiden waren. Wenn ſie auf feuchte Erde gelegt wurden, ſo entſtand aus jedem ein neuer Pflanzenſtock. Es darf wohl ſchon an dieſer Stelle auf die ſpäter noch zu beſprechenden Fälle von Parthenogeneſis hingewieſen werden, wo ſich aus den im Gehäuſe des Fruchtknotens geborgenen Samenanlagen ohne Befruchtung ein keimfähiger Same entwickelt.

Überblickt man nochmals die aufgezählten Einzelfälle der Knoſpenbildung mit Rückſicht auf ihren Urſprung, ſo ergibt ſich, daß nicht nur Zellen der Wurzeln, ſondern auch der verſchiedenen Stockwerke des Stammes, desgleichen auch Zellen der Niederblätter, Mittelblätter und Hochblätter zu Ausgangspunkten von Knoſpen oder, um es mit einem Worte zu ſagen, zu Sproßanfängen werden können. Aus dieſer Thatſache läßt ſich aber der Schluß ziehen, daß die lebendigen, teilungsfähigen Protoplaſten in allen Zellen des

Pflanzenstockes, von der Wurzelspitze bis zum obersten Ende des Stammes und von den Niederblättern bis hinauf zu den letzten Hochblättern, die Verjüngung übernehmen können, ohne vorher befruchtet worden zu sein. Unter gewöhnlichen Verhältnissen sind es allerdings nur Protoplasten in den Zellen des Stammes knapp neben jenen Stellen, wo die Laubblätter ausladen, welche zu Sproßanfängen werden, und es erklärt sich die Wahl dieser Punkte am natürlichsten daraus, daß gerade dort die in den Laubblättern zubereiteten oder zeitweilig abgelagerten Baustoffe aus erster Hand verwertet werden können; aber unter außergewöhnlichen Umständen, namentlich infolge ungünstiger klimatischer Verhältnisse, unter dem Einflusse gefährlicher Verletzungen und insbesondere bei nahender Todesgefahr, werden auch Zellen an den verschiedensten andern Teilen des Pflanzenstockes, Zellen, die sonst gewiß nicht diese Rolle übernommen haben würden, zu wichtigen Bildungsherden für neue Stöcke, und es ist erstaunlich, zu sehen, wie nun infolge der Eingriffe von außen eine ganz neue Verteilung der Arbeiten in den Zellen des betreffenden Gewebes Platz greift, wie nun einer der Protoplasten, dem ursprünglich eine ganz andre Rolle zugeteilt war, sich teilt und zum Ausgangspunkte für einen neuen Stock wird, während die Protoplasten in den Nachbarzellen ihm Baustoffe zuführen und von ihm förmlich aufgezehrt werden. Eine ganz andre Ordnung der Dinge und ein ganz andres Zusammenwirken der benachbarten Protoplasten, als unter gewöhnlichen Verhältnissen stattgefunden hätte!

---

2. Fortpflanzung und Vermehrung durch Früchte.

Inhalt: Definition und Einteilung der Früchte. — Befruchtung und Fruchtbildung der Kryptogamen. — Die Fruchtanlage der Phanerogamen. — Die Pollenblätter. — Der Pollen. — Die Schutzmittel des Pollens. — Die Übertragung des Pollens durch den Wind. — Die Übertragung des Pollens durch Tiere. — Anlockung der pollenübertragenden Tiere durch Genußmittel. — Die Blütenfarbe als Lockmittel für Tiere. — Der Blütenduft als Lockmittel für Tiere. — Eröffnung des Zuganges zum Blütengrunde. — Empfang der blütenbesuchenden Tiere an der Pforte der Blüten. — Aufladen des Pollens. — Abladen des Pollens. — Kreuzung. — Autogamie. — Befruchtung und Fruchtbildung der Phanerogamen.

Definition und Einteilung der Früchte.

Dem Ansehen nach besteht zwischen den Protoplasten, welche zu Ausgangspunkten der Ableger werden, und jenen, welche die Anfänge der Früchte bilden, kein Unterschied. Indessen ist aus der Erfahrung bekannt, daß der Protoplast, welcher den Ausgangspunkt eines Ablegers bildet, seine bauende Thätigkeit entfaltet, ohne hierzu eine besondere Anregung und Befähigung durch das Protoplasma einer anderwärts entstandenen zweiten Zelle erfahren zu haben, während für die Entwickelung der Früchte gerade das Bedürfnis nach einer solchen Anregung bezeichnend und entscheidend ist. Ableger können allenthalben an der Pflanze entstehen. Sollte das betreffende Individuum in Lebensgefahr kommen, so können Protoplasten zu Ausgangspunkten für Ableger werden, welche sonst nimmermehr zu dieser Rolle gekommen sein würden. An Wurzeln, Stämmen und Blättern, an laubartigen Vorkeimen und Hyphenfäden, oberirdisch und unterirdisch, über und unter dem Wasser, aus oberflächlichen Zellen eines Gewebekörpers oder aus solchen, welche in der Mitte eines umfangreichen Zellenverbandes liegen, vermag die Pflanze Ableger auszubilden, und es ist kaum zu weit gegangen, wenn man sagt, daß in umfangreichen Zellenvereinen das Protoplasma einer jeden jugendlichen Zelle zum Ausgangspunkte eines Ablegers werden kann.

Soll eine Frucht entstehen, so muß das Ooplasma, d. h. jenes Protoplasma, welches zum Ausgangspunkte einer neuen Generation bestimmt ist, mit dem befruchtenden Protoplasma, welches Spermatoplasma genannt wird, sich verbinden. Die beiden Protoplasten entstehen räumlich getrennt, und wenn sie eine Verbindung eingehen sollen, so muß die räumliche Trennung überwunden werden, es muß wenigstens einer der beiden Protoplasten eine Ortsveränderung ausführen, und es muß diese Ortsveränderung in einer ganz bestimmten Richtung erfolgen. Die Vereinigung von zwei räumlich getrennt entstandenen Protoplasmen, welche das Wesen der Befruchtung ausmacht, hat dann eine Veränderung des Ooplasmas zur Folge, welche entsprechend der Vorstellung, die wir uns von dem feinsten Baue der in Rede stehenden Gebilde machen, als eine Umlagerung, als eine veränderte Gruppierung, als eine neue Anordnung der Moleküle aufgefaßt werden darf. Mitunter tritt diese Umlagerung schon äußerlich und zwar sofort nach der Befruchtung als ein Wechsel in Form und Farbe oder als eine Zunahme des Umfanges deutlich hervor, meistens aber ist an dem befruchteten Ooplasma anfänglich eine Veränderung nicht wahrzunehmen, und es wäre schwierig, sichere Kennzeichen anzugeben, durch welche das befruchtete von dem nicht befruchteten Ooplasma unterschieden werden könnte. Aus der Erfahrung ist aber bekannt, daß das nicht befruchtete Ooplasma in den meisten Fällen abstirbt, ohne sich weiter zu entwickeln, während das befruchtete Ooplasma nach einer kürzern oder längern Ruheperiode ein eigenartiges Wachstum zeigt und zum Ausgangspunkte für ein junges Wesen, für eine neue Generation wird. Das durch die Befruchtung zu solchem eigenartigen Wachstume befähigte Ooplasma ist als Embryo anzusprechen und zwar auch dann, wenn eine äußerlich wahrnehmbare Veränderung in der Gestalt, Größe und Färbung nicht eingetreten sein sollte.

Sowohl das Ooplasma wie das Spermatoplasma werden von der zur Befruchtung sich vorbereitenden Pflanze an bestimmten Stellen in besondern Zellen ausgebildet. Die Zellkammer, in der das Ooplasma ausgebildet und zur Empfängnis vorbereitet wird, und welche den Ausgangspunkt für den Embryo darstellt, soll im folgenden Oogonium (*ᾠόν*, Ei; *γόνος*, Abkunft) genannt werden, jene Zelle, in welcher das Spermatoplasma in die zur Befruchtung geeignete Verfassung und Form gebracht wird, heißt bei den Kryptogamen Antheridium, bei den Phanerogamen Pollenzelle. In einigen Fällen wird das Ooplasma aus dem Oogonium entlassen und außerhalb desselben befruchtet, und es hat dann das Oogonium bei den weitern Entwickelungsvorgängen begreiflicherweise nichts mehr zu bedeuten. In andern Fällen erfolgt dagegen die Befruchtung des Ooplasmas innerhalb des Oogoniums, das Oogonium erhält sich als unmittelbare Hülle des Embryos in mehr oder weniger veränderter Gestalt und wird dann Karpium (*καρπός*, Frucht) genannt. Wieder in andern Fällen unterscheidet man schon in den frühsten Entwickelungsstadien eine besondere, das Oogonium umgebende mehrzellige Hülle, für welche hier zur Vereinfachung der Terminologie die Bezeichnung Amphigonium eingeführt sein mag. Wird das Amphigonium später zur Hülle des Karpiums, so kann dafür die Bezeichnung Amphikarpium gebraucht werden. Bei vielen Pflanzen folgt auf diese Umhüllung des Oogoniums nach außen zu noch eine zweite, welche Perikarpium heißt und später noch ausführlicher zu behandeln sein wird.

Was hat nun aber als Frucht zu gelten? Wollte man sich dem gewöhnlichen Sprachgebrauche anschließen oder die in andern Wissenschaften gebräuchlichen Bezeichnungen als maßgebend ansehen, so würde eine heillose Verwirrung entstehen. Am zweckmäßigsten erscheint es daher, von den Begriffsbestimmungen und Benennungen in andern Disziplinen abzusehen, eine selbständige, unzweideutige Definition der Pflanzenfrucht aufzustellen und diese dann konsequent bei allen Pflanzen in Anwendung zu bringen. Wir betrachten also vom botanischen Standpunkte jedes Gebilde als Frucht, welches das Ergebnis der

Befruchtung und zugleich der Anfang zur Verjüngung und Erneuerung der befruchteten Pflanze iſt. An dieſer Definition feſthaltend, iſt auch das außerhalb der Hülle des Oogoniums befruchtete und den Ausgangspunkt für ein neues Individuum bildende Ooplasma als Frucht aufzufaſſen, und es kann ſomit Früchte geben, welche nur aus dem Embryo beſtehen. Meiſtens iſt aber eine einfache, doppelte oder ſogar dreifache Hülle des Ooplasmas ausgebildet. Die Befruchtung erfolgt dann innerhalb dieſer Umhüllungen, und der Einfluß des Spermatoplasmas erſtreckt ſich über das Ooplasma hinaus bald mehr, bald weniger weit auf die Umgebung. In ſolchem Falle ſind dann auch die Hüllen in die Fruchtbildung einbezogen, ſie werden zu eigenartigem Wachstume angeregt, geſtalten ſich zu einem Mantel des Embryos, zu ſchützender Decke und ſicherm Verſtecke desſelben und wohl auch zu Vorrichtungen, welche die weitere Entwickelung des Embryos, das Auswachſen desſelben zu einer neuen Generation begünſtigen. Solche Früchte haben mitunter einen ſehr verwickelten Bau. Man unterſcheidet an demſelben die äußere vielgeſtaltige Hülle und den von eng anliegenden Decken umſchloſſenen Embryo, welch letzterer Fruchtteil von alters her Same genannt wird. So treten die Früchte als eine Reihe von Geſtalten in Erſcheinung, deren Grenzglieder zwar gewaltig abweichen, die aber doch durch zahlreiche Mittelformen miteinander verkettet erſcheinen. Hier an dem einen Ende der Kette die einzelligen Früchte der winzigen, nur unter dem Mikroſkop erkennbaren Desmidiaceen, dort als andres Grenzglied die in Samen und mehrfache Hüllen gegliederten kopfgroßen Früchte der Kokospalme!

Wie ſchon erwähnt, wird das Spermatoplasma im Bereiche beſtimmter Zellen in die zur Befruchtung geeignete Verfaſſung und Form gebracht. In dieſer Hinſicht tritt aber ein ſehr auffallender Gegenſatz hervor. Bei einem Teile der Pflanzen, zumal jenen, deren Befruchtung unter Waſſer erfolgt, formt ſich das Spermatoplasma zu winzigen Partikeln, welche meiſtenteils mit beſondern ſchwingenden Wimpern zum Herumſchwimmen im Waſſer verſehen ſind, und welche man Spermatozoiden genannt hat. Dieſe Spermatozoiden werden aus den Zellkammern, in welchen ſie geformt wurden, in das umgebende Waſſer entleert, tummeln ſich hier kurze Zeit herum, werden wohl auch durch Strömungen, die ſich im Waſſer geltend machen, fortgetrieben, gelangen dann zu dem Ooplasma, legen ſich demſelben an und gehen mit ihm eine Verbindung ein, welche am beſten mit dem Verſchmelzen von zwei auf dem Waſſer ſchwimmenden Öltropfen verglichen werden könnte. Bei einem andern Teile der Pflanzen ſchlüpft das Spermatoplasma aus der Zelle, in welcher es die zur Befruchtung geeignete Beſchaffenheit erhalten hat, nicht aus, ſondern dieſe Zelle verbindet ſich mit dem Oogonium, und es wird durch ſehr mannigfaltige Vorgänge die Möglichkeit gegeben, daß die zweierlei Protoplasmen innerhalb einer Zellhauthülle verſchmelzen können. Ein dritter Teil der Gewächſe iſt dadurch ſehr merkwürdig, daß das Spermatoplasma mit dem Ooplasma überhaupt nicht verſchmilzt, und daß nur ein Teil des erſtern durch die Zellhäute hindurch auf diosmotiſchem Wege von dem Ooplasma aufgenommen wird.

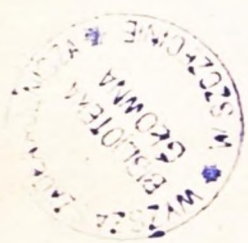
Wie ſchon aus dieſen zur vorläufigen Orientierung vorausgeſchickten Bemerkungen hervorgeht, ſind die Vorgänge bei der Befruchtung ſehr reich an Abwechſelung, und es iſt mit nicht geringen Schwierigkeiten verbunden, dieſelben kurz und bündig und doch zugleich wahrheitsgetreu darzuſtellen, zumal dann, wenn man nicht mehr, als unbedingt nötig iſt, die zahlloſen in neuerer Zeit geſchaffenen Kunſtausdrücke in Anwendung bringen will. Wenn nur auf die wichtigſten oben angedeuteten Verhältniſſe Rückſicht genommen wird, ſo ergeben ſich zwölf verſchiedene Vorgänge der Befruchtung und Fruchtbildung, und es wird die Aufgabe der folgenden Kapitel ſein, dieſelben in einer Reihenfolge darzuſtellen, welche mit den einfachſten Fällen beginnt und mit den verwickeltſten abſchließt.

Zur Überſichtlichkeit dürfte es auch noch weſentlich beitragen, wenn bei Beſprechung dieſer Vorgänge an der alten, ſchon von Linné eingeführten Einteilung in Kryptogamen

und Phanerogamen festgehalten wird. Dem Wortlaute nach sind die Kryptogamen Pflanzen, welche sich im geheimen, die Phanerogamen Gewächse, welche sich sichtbar befruchten. Seit der Vervollkommnung und allgemeinen Anwendung des Mikroskops hat diese Unterscheidung allerdings ihre Bedeutung verloren; wenn aber die Übersetzung etwas anders gefaßt wird, und wenn man unter dem Namen Kryptogamen diejenigen Pflanzen begreift, welche der Blumen im gewöhnlichen Sinne entbehren, und deren Befruchtungsorgane nur unter dem Mikroskop deutlich gesehen werden können, unter dem Namen Phanerogamen dagegen jene Gewächse zusammenfaßt, welche Blumen tragen, und deren ohne Beihilfe des Mikroskops sichtbare Befruchtungsorgane als metamorphosierte Blätter zu gelten haben, so können diese althergebrachten und längst eingebürgerten Bezeichnungen immerhin verwendet werden und zwar um so mehr, als auch ein wichtiger andrer, im Befruchtungsvorgange selbst liegender, bisher aber nicht genugsam gewürdigter Gegensatz mit der Unterscheidung von Kryptogamen und Phanerogamen zusammenhängt, der Unterschied nämlich, daß die Befruchtung der Kryptogamen im Wasser oder in einem das Wasser vertretenden Medium, die Befruchtung der Phanerogamen dagegen fast ausschließlich in der Luft vor sich geht.

Befruchtung und Fruchtbildung der Kryptogamen.

Wenn in den Gebirgsgegenden des mittlern Europa der Winterschnee abgeschmolzen ist und die trüben Schmelzwasser sich nach und nach geklärt haben, sieht man allenthalben auf den Kieseln im Rinnsale der Bäche und an den Seitenwänden der von geleiteten Quellen durchflossenen Brunnentröge samtartige Überzüge aus kurzen, zarten, dicht zusammengedrängten Fäden, welche durch ihre smaragdgrüne Farbe auffallen und insbesondere dann, wenn ein Sonnenblick das Wasser streift, einen prächtigen Anblick gewähren. Diese grünen Fäden gehören einer Pflanze an, welche den Namen Kraushaar (Ulothrix) führt. Jeder einzelne Faden besteht aus zahlreichen kettenförmig verbundenen Zellen, wie es die Figur 1 in der Abbildung auf S. 47 zur Ansicht bringt. Wenn diese Fäden ausgewachsen sind und die Zeit der Befruchtung gekommen ist, zerstückt sich der protoplasmatische Inhalt der einzelnen Zellen in zahlreiche kugelige grün gefärbte Teile, die aber noch immer einen rundlichen, durch eine farblose Masse zusammengehaltenen Ballen darstellen. In der Wand der betreffenden Zellen entsteht nun eine Öffnung, durch welche der Ballen in das umgebende Wasser ausschlüpft (s. S. 47, Fig. 2 und 3). Hier lösen sich die einzelnen Protoplasmateile, welche den Ballen zusammensetzen, und es zeigt sich, daß jeder Partikel an dem einen Ende zwei schwingende Wimpern trägt, mit deren Hilfe er im Wasser herumzuschwimmen vermag. Wenn sich bei diesen Schwimmübungen zwei aus einer und derselben Zellkammer stammende Protoplasten begegnen, so weichen sie sich gegenseitig aus; kommen dagegen die Protoplasten aus den Zellen verschiedener Fäden zusammen, so weichen sie sich nicht nur nicht aus, sondern stoßen mit ihrem vordern bewimperten Ende zusammen, legen sich seitlich umkippend aneinander und verschmelzen zu einem mit vier Wimpern besetzten Körper (s. S. 47, Fig. 4 und 5). Kurz darauf verschwinden die Wimpern, und der durch Verschmelzung gebildete Körper kommt zur Ruhe. Dieses Verschmelzen ist der denkbar einfachste Fall der Befruchtung im Reiche der Pflanzen. Das Ergebnis der Befruchtung ist die Frucht. Sie besteht bei Ulothrix aus dem durch die geschilderte Verschmelzung gebildeten Protoplasmaklümpchen, das sich nun mit einer derben Zellhaut umgibt und sich an irgend einem feststehenden Körper unter Wasser anheftet (s. Abbildung, S. 47, Fig. 6). Die weitere Entwickelung dieser Frucht interessiert hier nicht; es genügt, zur Erläuterung der Abbildung beizufügen, daß aus der festsitzenden einzelligen Frucht nicht sofort wieder eine bandförmige Zellenreihe hervorgeht, sondern daß sich aus dem Protoplasma derselben zunächst Schwärmsporen entwickeln (s. S. 47, Fig. 7—10),



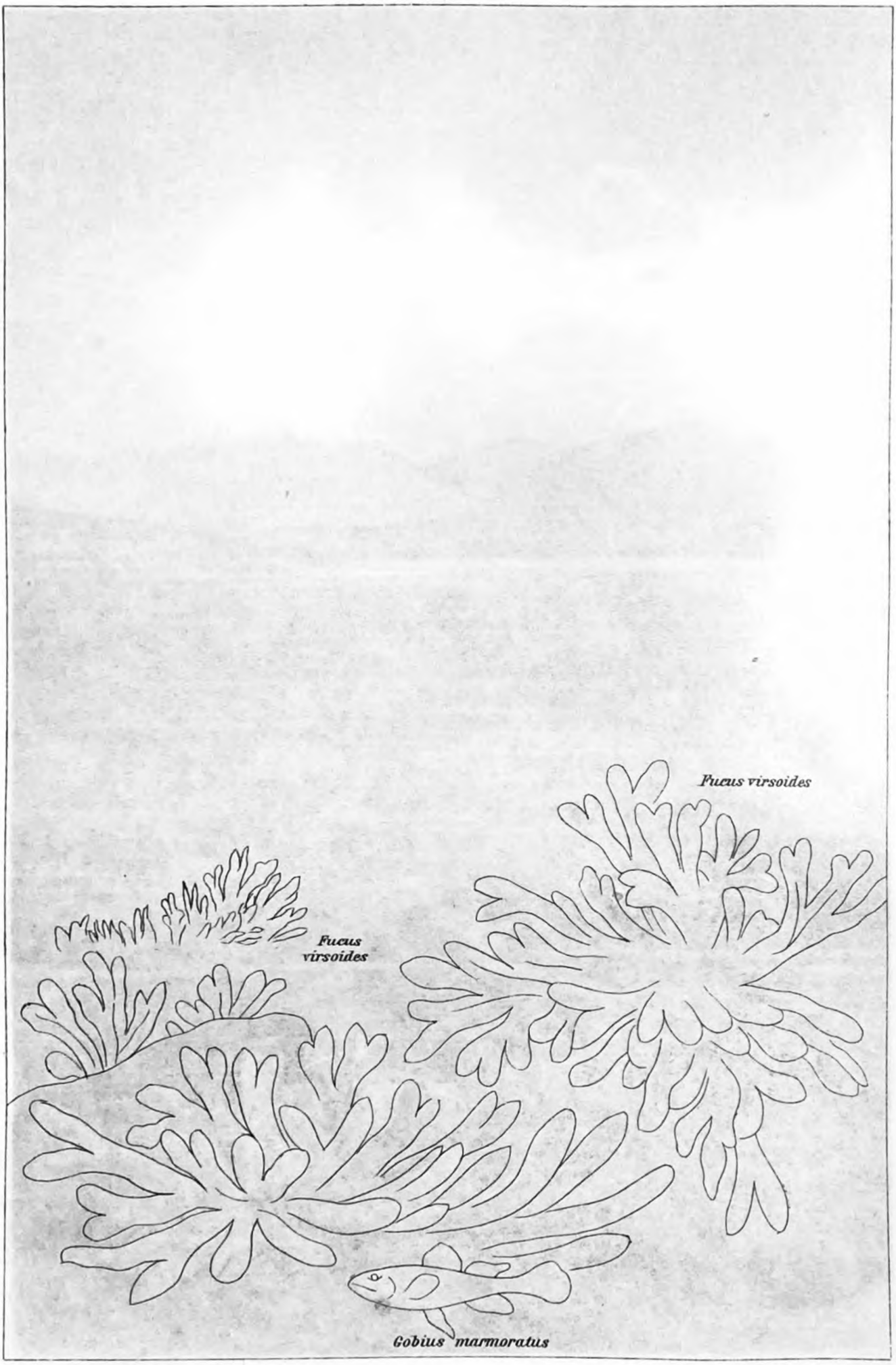


TANGE IM ADRIATISCHEN MEERE

(Nach Aquarell von Fritz von Kerner.)

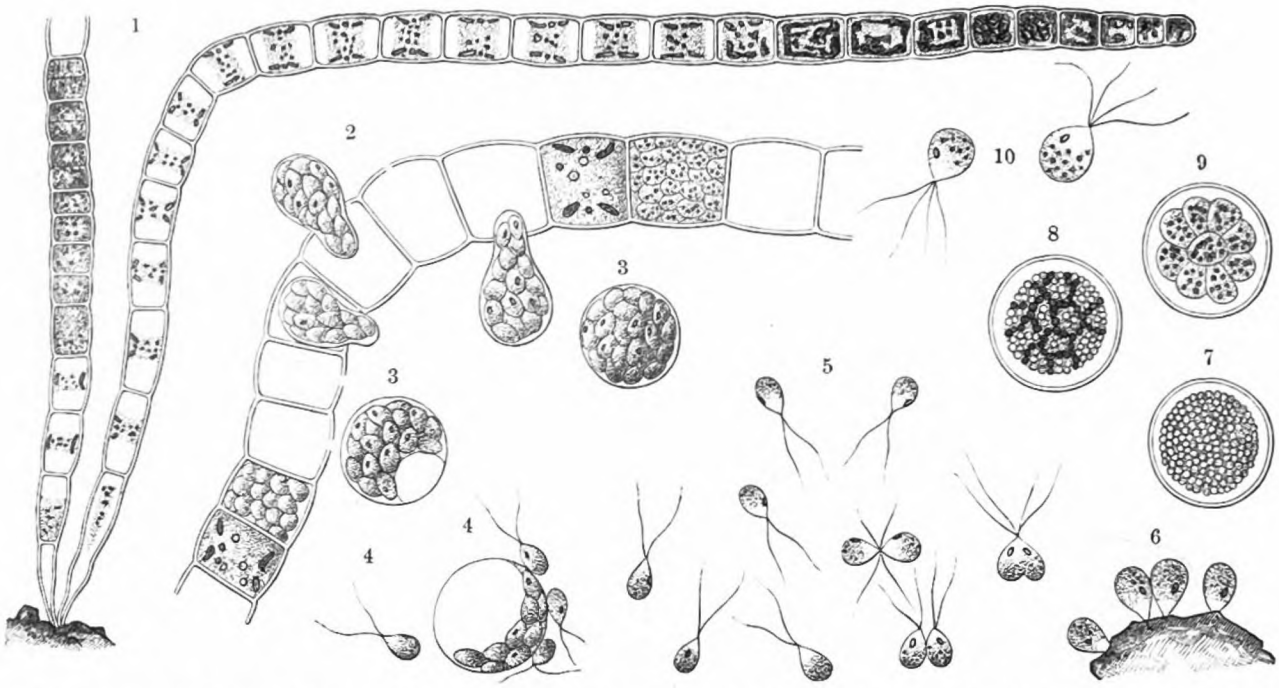
Fucus virsoides
Fucus virsoides
Cystosira barbata

[Zur Tafel: »*Tange im adriatischen Meere*«.]



welche sich an einem geeigneten Punkte festsetzen, mit Zellhaut umgeben, sich fächern und dann erst zum Ausgangspunkte einer bandförmigen Zellenreihe werden.

Die zum Behufe der Fruchtbildung sich paarenden Protoplasten sind bei Ulothrix und den verwandten andern Gattungen in Gestalt, Größe, Färbung und Bewegung nicht verschieden, und es wäre unmöglich, nach dem äußern Ansehen zu sagen, welcher derselben befruchtend wirkt, und welcher befruchtet wird. Man gebraucht darum für dieselben auch nicht die Ausdrücke Ooplast und Spermatoplast, sondern nennt sie Gameten und kann auch den ganzen geschilderten Vorgang Fruchtbildung durch Paarung der Gameten nennen. Für unsre sinnliche Wahrnehmung ist dieser Vorgang der Befruchtung ein gegenseitiges Durchdringen der beiden Protoplasmen, und es darf vorausgesetzt werden, daß gerade dadurch

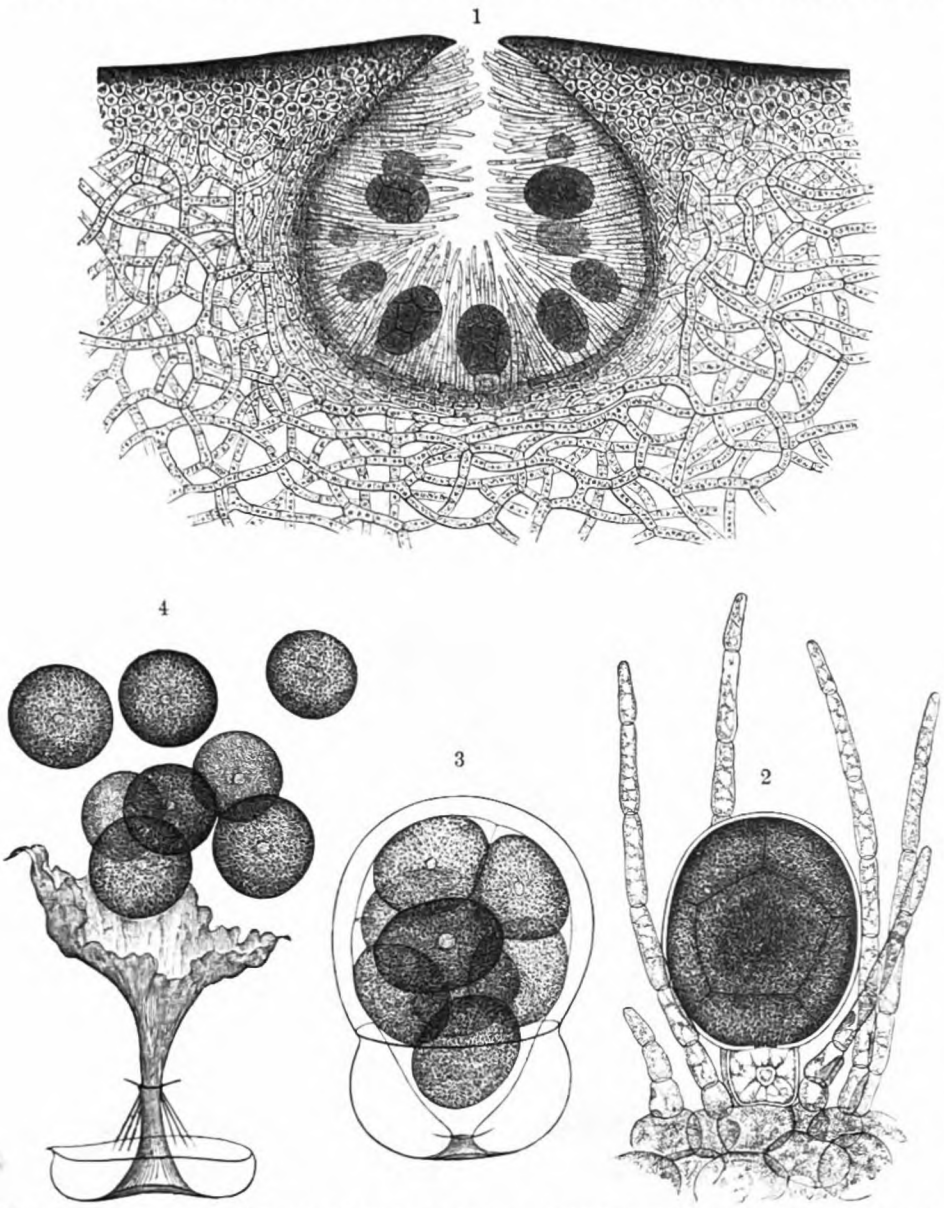


Befruchtung und Fruchtbildung eines Kraushaares: Ulothrix zonata. (Zum Teil nach Dodel-Port.) 1. Zwei Fäden aus kettenförmig verbundenen Zellen. — 2. Ausschlüpfen zusammengeballter Gameten. — 3. Ausgeschlüpfter kugeliger Ballen aus Gameten. — 4. Trennung der Gameten. — 5. Schwimmende und sich paarende Gameten. — 6. Festsitzende und durch Paarung der Gameten entstandene Früchte. — 7—9. Weitere Entwickelung der Früchte. — 10. Zwei aus der Frucht hervorgegangene Schwärmsporen. — Fig. 1: 250fach; Fig. 2—10 beiläufig 400fach vergrößert. Vgl. Text, S. 46.

eine molekulare Umlagerung veranlaßt wird, welche das Produkt der Paarung befähigt, sich selbständig weiterzuentwickeln. Diese Annahme findet insbesondere durch die Thatsache eine Stütze, daß alle von dem ausgeschlüpften Ballen abgelösten Gameten, welche nicht zur Paarung kommen, sich auch nicht weiterentwickeln, sondern im umgebenden Wasser zerfließen und zu Grunde gehen.

Die vorwaltend im Meere wachsenden Tange oder Fucaceen, von welchen der am felsigen, seichten Strande der Adria ungemein häufige Fucus virsoides auf der beigehefteten Tafel „Tange in Quarnero" nach der Natur abgebildet wurde, stimmen mit dem geschilderten Kraushaar (Ulothrix) insofern überein, als auch bei ihnen die zur Befruchtung bestimmten Protoplasten aus den betreffenden Zellkammern ausschlüpfen, und daß die Befruchtung in einer Verschmelzung freier, von der Mutterpflanze abgeschiedener Protoplasten besteht. Darin aber unterscheiden sich diese Tange sehr auffallend von dem Kraushaar und den mit diesem verwandten Pflanzenformen, daß die Protoplasten von zweierlei Gestalt sind, und daß ein ausgesprochener Gegensatz in der Form und Größe zwischen den Ooplasten und den Spermatoplasten besteht. Das Lager aller Fucus ist derb, lederig, braun gefärbt, laubartig, gabelig zerteilt oder gelappt

und enthält ſtellenweiſe luftgefüllte Auftreibungen als Schwimmblaſen eingeſchaltet. Die freien Enden der Lappen ſind punktiert, und jedem Punkte entſpricht eine Vertiefung, welche die Geſtalt einer runden Grube beſitzt (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 1). Durchſchnitte durch ſolche Aushöhlungen zeigen, daß von der Oberhaut, welche die Grube auskleidet, eine Menge gegliederter, unter dem Namen Paraphyſen bekannter Fäden entſpringen.

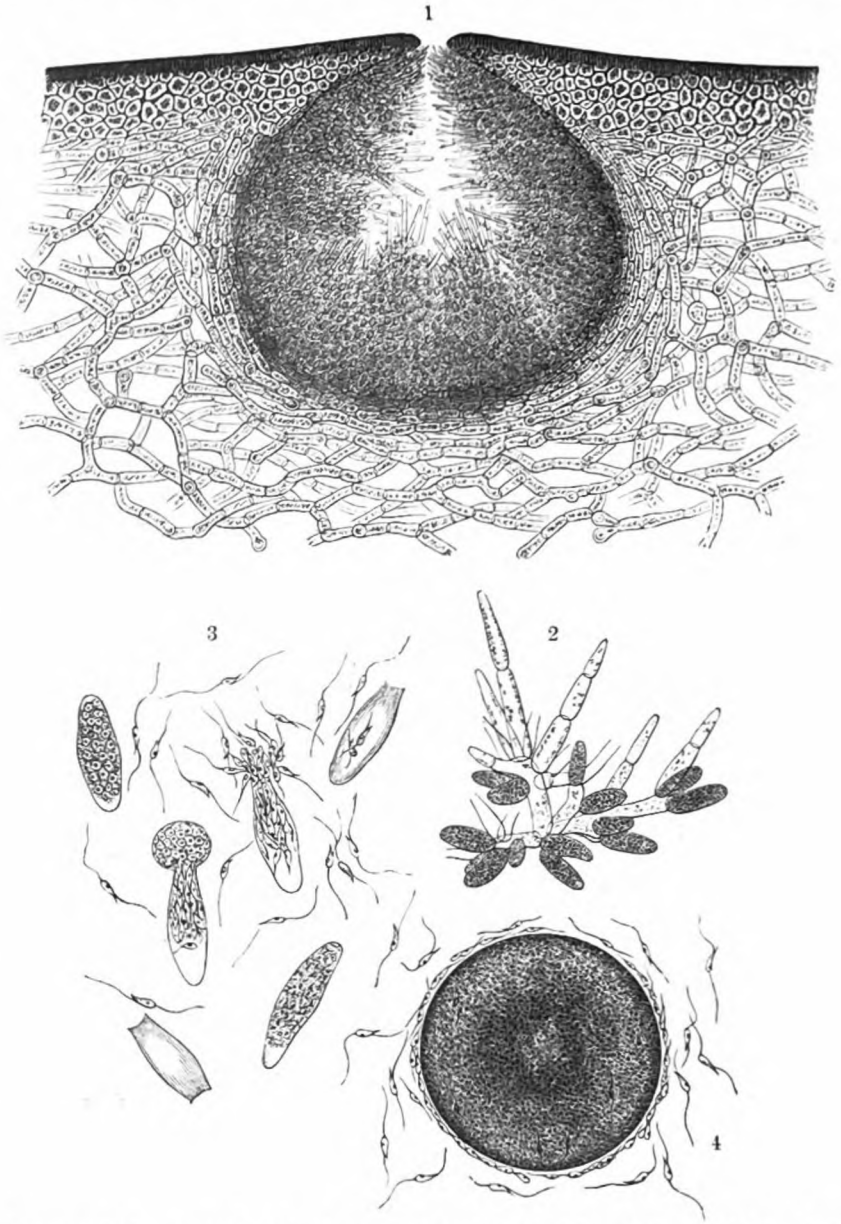


Fucus vesiculosus: 1. Längsſchnitt durch eine der grubenförmigen Aushöhlungen des Lagers. — 2. Eine von Paraphyſen umgebene Blaſe aus dem Grunde der Aushöhlung. — 3. Eine abgelöſte mit acht Ooplaſten erfüllte Blaſe, deren innere Lamelle ſich vorſtülpt. — 4. Entbindung der Ooplaſten aus der zerklüfteten Blaſe. — Fig. 1: 50fach; Fig. 2, 3, 4: 160fach vergrößert. (Nach Thuret.)

Bei dem nebenſtehend und auf S. 49 abgebildeten Fucus vesiculosus bleiben dieſe Fäden in der Aushöhlung geborgen, bei einigen andern Fucus-Arten ragen ſie aus der engen Mündung der Aushöhlung wie ein Pinſel hervor. Zwiſchen den Fäden im Grunde der Aushöhlung ſind auch noch andre Gebilde entſtanden. Einzelne den Grund der Grube auskleidende Zellen haben ſich papillenartig vorgewölbt und durch eine eingeſchaltete Querwand in zwei Zellen gefächert, von welchen die eine die Geſtalt einer Kugel, die andre die Form eines Stieles dieſer Kugel annimmt (ſ. die nebenſtehende Abbildung, Fig. 2). Das Protoplasma in dem kugelförmigen Zellenraum iſt dunkelbraun gefärbt, furcht und zerſtückelt ſich in acht Teile, welche ſich abrunden und nun die Ooplaſten darſtellen. Die dicke Wand des kugelförmigen Zellenraumes löſt ſich in zwei Schichten, von welchen die innere wie eine Blaſe die acht gerundeten Protoplasmakörper umgibt. Dieſe mit den Ooplaſten vollgepfropfte Blaſe löſt ſich nun vollſtändig los, gleitet zwiſchen den Paraphyſen empor und gelangt nun vor die Mündung der grubenförmigen Aushöhlung. Hier zerklüftet die Blaſe in zwei Lamellen, die innere ſtülpt ſich vor, zerplatzt, reißt auf, und die acht Ooplaſten werden nun frei (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 3 und 4).

Während ſich in den grubenförmigen Aushöhlungen der Lappen an dem einen Individuum des Fucus vesiculosus die Ooplaſten ausbilden, entſtehen in ähnlichen Aushöhlungen

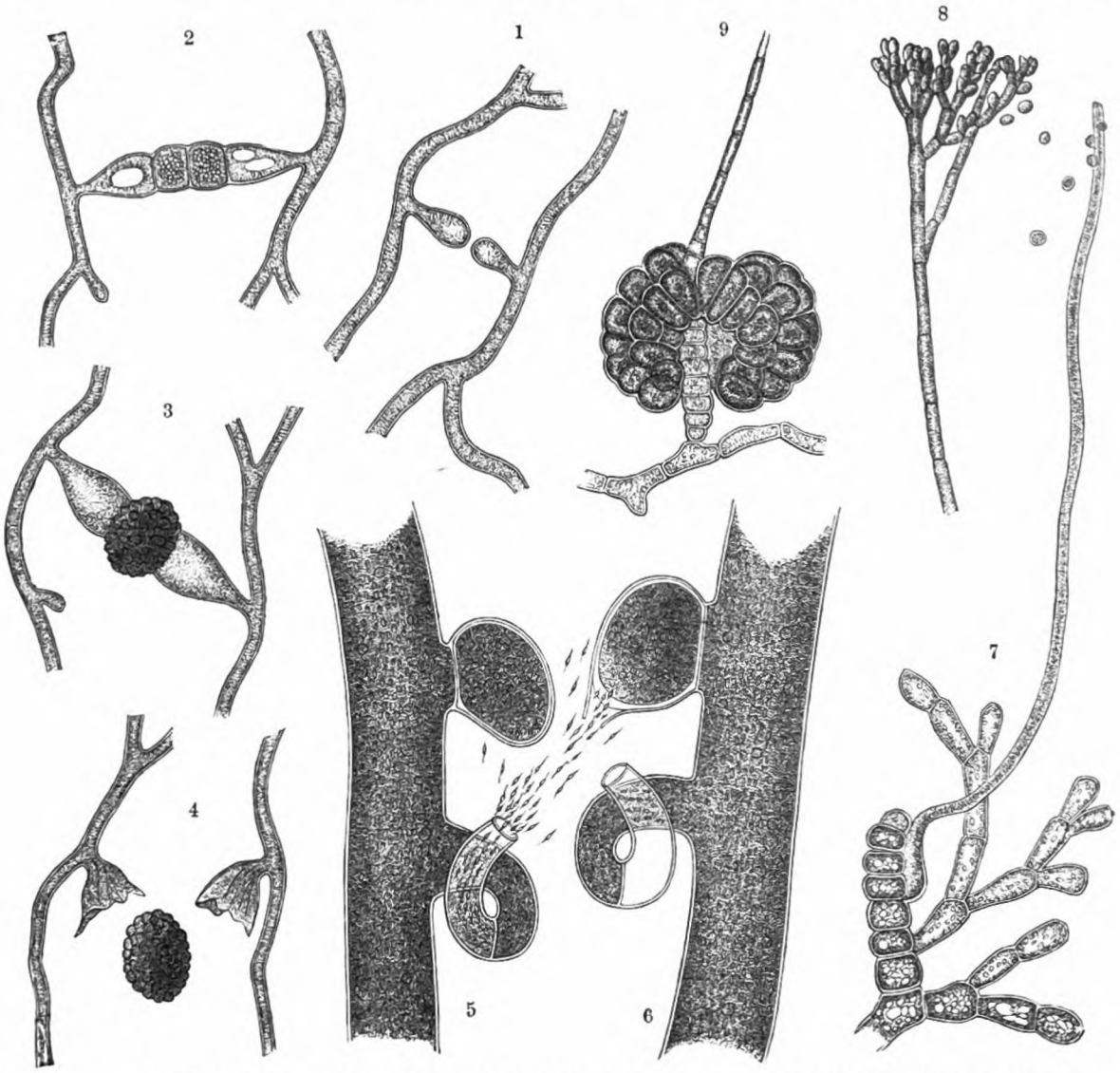
andrer Individuen (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 1) die Spermatozoiden. Die Zellen, welche die Auskleidung der Höhlung bilden, erheben ſich als Papillen, welche in die Länge wachſen, ſich fächern und zu einem veräſtelten Zellenverbande werden, wie er durch die Figur 2 der untenſtehenden Abbildung dargeſtellt iſt. Einzelne Endglieder dieſes Zellenverbandes, deren protoplasmatiſcher Inhalt ſich in zahlreiche ſehr kleine Partikelchen zerſtückelt hat, ſind dunkelbraun gefärbt. Dieſe trennen ſich ab und kommen vor die Mündung der Höhlung zu liegen, in der ſie gebildet wurden. Das geſchieht beſonders zu der Zeit, wenn die vorwaltend mit Tangen bewachſene Strandzone trocken gelegt iſt und die lappigen Fucus-Pflanzen wie braunes, abgewelktes Laub platt auf den Steinen auflagern. Kommt nun die Flut, und werden dadurch die Tange wieder unter Waſſer geſetzt, ſo platzen die mit Spermatoplasma erfüllten Zellen auf, und die winzigen Spermatozoiden, welche ſich aus dem Plasma geformt haben, ſchwärmen in das umgebende Waſſer aus. Jedes Spermatozoid hat ein ſpitzes und ein ſtumpfes Ende, zeigt überdies einen ſogenannten Augenpunkt und iſt mit zwei langen Wimpern verſehen, mit deren Hilfe es im Waſſer herumſchwimmt (ſ. die nebenſtehende Abbildung, Fig. 3). Mit Rückſicht auf ähnliche Vorgänge bei den Mooſen iſt es ſehr wahrſcheinlich, daß die vor den Mündungen der grubigen Vertiefungen liegenden, oben beſchriebenen Ooplaſten irgend welche Verbindungen, mutmaßlich organiſche Säuren, ausſcheiden, welche auf die im Waſſer ſchwärmenden Spermatozoiden eine Anziehung ausüben. Thatſache iſt, daß die kleinen Schwärmer, welche in die Nähe der kugeligen Ooplaſten kommen, ſich an dieſe anlegen und zwar in ſo großer Menge, daß die Kugel bisweilen ganz mit Spermatozoiden eingehüllt erſcheint (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 4).



Fucus vesiculosus: 1. Längsſchnitt durch eine mit Antheridien erfüllte Aushöhlung des Lagers. — 2. Dieſen Aushöhlungen entnommene Antheridien. — 3. Spermatozoiden aus den Antheridien ausſchlüpfend. — 4. Kugelförmiger Ooplaſt mit Spermatozoiden bedeckt. Fig. 1: 50fach; Fig. 2: 160fach; Fig. 3—4: 350fach vergrößert. (Nach Thuret.)

Es wurde auch beobachtet, daß die kugeligen Ooplaſten durch die ihnen anhängenden Schwärmer ins Rollen kommen und dadurch von der Stelle, wo ſie bisher gelagert hatten,

entfernt werden. Die befruchtende Wirkung, welche die anhängenden und, wie es ſcheint, mit den Ooplaſten verſchmelzenden Spermatozoiden ausüben, beſteht ohne Zweifel in molekularen Umlagerungen, und das erſte, auch äußerlich ſichtbare Ergebnis dieſer Umlagerungen iſt, daß ſich der Ooplaſt mit einer derben Zellhaut umgibt. Was nun vorliegt, iſt als Frucht zu bezeichnen und zwar als eine einzellige Frucht, welche längere Zeit unverändert in ruhen-



Befruchtung und Fruchtbildung der Mukorineen, Siphonaceen und Florideen: 1—4. Konjugation und Fruchtbildung der Sporodinia grandis. — 5—6. Vaucheria sessilis. — 7. Fruchtanlage mit Trichogyne von Dudresnaya coccinea. — 8. Antheridien mit den in Abgliederung begriffenen Spermatozoiden von derſelben Pflanze. — 9. Frucht derſelben Pflanze. — Fig. 1—4: 180fach; Fig. 5—6: 250fach; Fig. 7—8: 400fach; Fig. 9: 250fach vergrößert. (Fig. 7—9 nach Bornet.) Vgl. Text, S. 51, 55 und 57.

dem Zuſtande verharrt, endlich aber ſich regt und ſtreckt, mittels wurzelförmiger Ausſackungen an dem Boden feſt anwächſt, ſich fächert und allmählich wieder zu einer neuen Fucus-Pflanze heranwächſt.

In den bisher beſprochenen beiden Fällen werden die Ooplaſten erſt befruchtet, nachdem ſie aus einer Zelle der Mutterpflanze in das umgebende Waſſer ausgeſchlüpft ſind, und ſie entbehren zur Zeit der Befruchtung jeder beſondern Hülle. Bei den weiterhin zu beſprechenden Gewächſen ſtehen dagegen die Ooplaſten zur Zeit der Befruchtung im Verbande mit der Mutterpflanze. Die Zellhaut, welche den Verband herſtellt, iſt und bleibt zugleich eine Hülle für das zu befruchtende Protoplasma. Wenn nun aber der befruchtende Protoplaſt auf ein ſolches von Zellhaut umſchloſſenes Protoplasma ſeine Wirkung ausüben ſoll,

ſo kann das auf zweierlei Weiſe geſchehen. Entweder wird ein Stück der Hülle durchbrochen und beſeitigt und dadurch dem Spermatoplasma der Zugang zu dem Ooplasma freigemacht, oder es erfolgt die Befruchtung durch die Hülle hindurch auf diosmotiſchem Wege. Die hauptſächlich aus Zellſtoff aufgebaute Zellhaut läßt beides zu, und beides kommt auch in der That bei der Befruchtung vor.

Ein teilweiſes Auflöſen und Hinwegräumen der dem Ooplaſten zur Hülle dienenden Zellhaut und die Herſtellung einer offenen Bahn, auf welcher der Spermatoplaſt mit dem Ooplaſten ſich vereinigen kann, beobachtet man bei jenen Schimmelpilzen, welche unter dem Namen Mukorineen bekannt ſind, und ebenſo bei jenen unzähligen grünen und braunen kleinen Waſſerpflanzen, welche man mit Rückſicht auf ihre eigentümliche Befruchtung Konjugaten genannt hat. Bei ihnen geht der Verſchmelzung der zweierlei Protoplaſten ſtets eine Konjugation, eine Verbindung und Verwachſung der dieſe Protoplaſten umgebenden Hüllen, voraus, und es wird dadurch ein beſonderer Hohlraum geſchaffen, in welchem die Verſchmelzung der Protoplaſten erfolgen kann. Die Figuren 1—4 in der Abbildung auf S. 50 zeigen dieſen Befruchtungsvorgang bei der zu den Mukorineen gehörenden Sporodinia grandis in der einſichtlichſten Weiſe. Zwei mehr oder weniger parallele ſchlauchförmige Hyphen ſacken ſich aus (Fig. 1), und die gegenüberliegenden Ausſackungen rücken ſo lange gegeneinander vor, bis ſie mit ihren freien Enden in Berührung kommen und verwachſen. Iſt die Verwachſung erfolgt, ſo wird rechts und links von der Verwachſungsſtelle je eine Querwand ausgebildet, und man unterſcheidet jetzt an der mit einem Joche (ζυγόν) verglichenen Verbindung beider Hyphen ein mittleres Zellenpaar, welches von den beiden baſilären Teilen der Ausſackungen getragen wird (ſ. Abbildung, S. 50, Fig. 2). Die durch Verwachſung entſtandene Wand, welche das mittlere Zellenpaar trennt, wird nun aufgelöſt, und aus dem Zellenpaare iſt nun ein einziger Zellenraum entſtanden (Fig. 3), welcher Zygogonium genannt wird. Die beiden in dem Zellenpaare hauſenden, bisher getrennten Protoplaſten, von welchen einer der Hyphe rechts, der andre der Hyphe links, alſo zwei verſchiedene Individuen, entſtammen, verſchmelzen hierauf innerhalb des Zygogoniums, und dieſes Verſchmelzen iſt als der Akt der Befruchtung aufzufaſſen. Die Haut der mittelſtändigen Zelle, welche das verſchmolzene Protoplasma umgibt, verdickt ſich, wird bei der hier als Beiſpiel gewählten Sporodinia grandis warzig, bei dem auf S. 18, Fig. 3 abgebildeten Mucor Mucedo runzelig und rauh und bei andern Mukorineen ſogar ſtachlig und erhält auch eine auffallend dunkle Färbung. Endlich löſt ſich die mittelſtändige dunkle Zelle von den baſilären Teilen der urſprünglichen Ausſackungen, welche ſie bisher getragen haben, und iſt dadurch frei und ſelbſtändig geworden (ſ. Abbildung, S. 50, Fig. 4). Wie die Kirſche von dem Zweige des Baumes iſt ſie abgefallen, und ſo wie jene iſt ſie auch als Frucht zu bezeichnen, allerdings als Frucht, die nur aus einer einzigen Zelle beſteht. Man hat ſolche Früchte Zygoten genannt, was man durch das Wort Jochfrucht verdeutſchen kann.

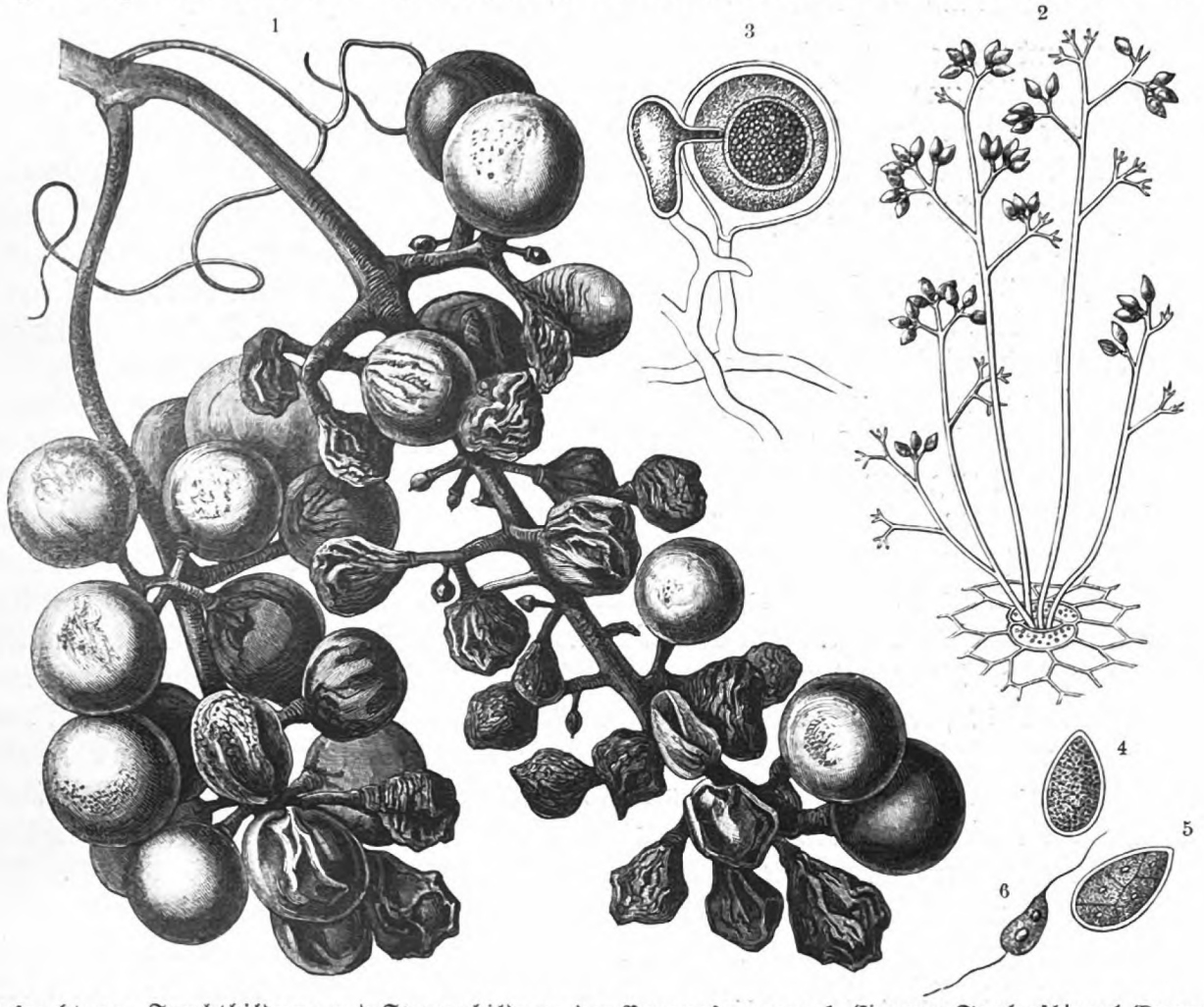
So wenig als von den im Waſſer ſich paarenden Protoplaſten des Kraushaares (Ulothrix) geſagt werden kann, der eine ſei der Ooplaſt, der andre der Spermatoplaſt, vermag man von den im Zygogonium verſchmelzenden beiden Protoplaſten der Sporodinia grandis feſtzuſtellen, welcher derſelben befruchtet wird, und welcher befruchtend wirkt. Theoretiſch iſt zwar ein Unterſchied vorauszuſetzen, und es iſt wahrſcheinlich, daß derſelbe in Eigentümlichkeiten des molekularen Aufbaues beſteht, aber ein gröberer Unterſchied in der Größe, im Umriſſe und in der Farbe oder dem Urſprunge nach iſt nicht zu erkennen.

Auch bei den Desmidiaceen, von welchen zwei Formen (Closterium und Penium) durch die Figuren i und k auf der Tafel bei S. 22 des I. Bandes dargeſtellt ſind, ebenſo bei den nach Hunderten zählenden Arten der Diatomaceen iſt ein äußerlich wahrnehmbarer Gegenſatz

der bei der Befruchtung verschmelzenden Protoplasten nicht wahrzunehmen. Nur bei den Zygnämaceen könnte, auf räumliche Verhältnisse gestützt, der eine der sich verbindenden Protoplasten als Ooplast, der andre als Spermatoplast angesehen werden. Bei diesen Pflanzen, deren Befruchtung auf der Tafel bei S. 22 des I. Bandes durch die Fig. 1 an der in Gestalt grüner, schleimig anzufühlender Fäden in Tümpeln und Teichen sehr häufig vorkommenden Spirogyra arcta dargestellt ist, entstehen aus einzelnen der reihenweise geordneten Zellen seitliche Aussackungen ähnlich wie aus den schlauchförmigen Zellen der Sporodinia grandis. Wie bei dieser kommen die Aussackungen der gegenüberliegenden Zellen in Berührung, verwachsen miteinander und stellen eine Art Joch her. Meistens entstehen von zwei nebeneinander im Wasser flottierenden Fäden aus zahlreichen gegenüberliegenden Zellen solche Jochverbindungen, welche dann an die Sprossen einer Leiter erinnern (s. Fig. 1 auf der Tafel bei S. 22 des I. Bandes). Die Wand, welche durch Verwachsung der sich berührenden Aussackungen entstanden ist, wird aufgelöst und weggeräumt und so ein die gegenüberliegenden Zellkammern der Spirogyra verbindender Kanal hergestellt. Inzwischen hat sich in jeder dieser Zellkammern das Protoplasma, welches bis dahin von einem schraubig gewundenen, bandförmigen Chlorophyllkörper erfüllt war, umgelagert; es haben sich daselbst rundliche, dunkelgrüne Ballen ausgebildet, welche miteinander verschmelzen sollen. Diese Vereinigung erfolgt nun bei Spirogyra nicht in der Mitte der jochartigen Verbindung wie bei Mucor und Sporodinia, sondern *der grün gefärbte Protoplasmaballen der einen Zelle gleitet durch den querlaufenden Kanal in die gegenüberliegende Zellkammer und verschmilzt mit dem dort ruhenden, seine Lage nicht verändernden zweiten Protoplasmaballen.* Man könnte nun immerhin den ruhenden Protoplasten als Ooplast, den zu ihm hingleitenden als Spermatoplast bezeichnen; doch muß nochmals ausdrücklich erklärt werden, daß in der Größe, Gestalt und Farbe bei Spirogyra kein Unterschied zwischen den beiden sich vereinigenden Protoplasten nachzuweisen ist. Bemerkenswert ist noch, daß der durch Verschmelzung entstandene Zygot, der nun die Gestalt eines Ellipsoids annimmt, nicht, wie man erwarten könnte, einen Rauminhalt besitzt, gleich dem Rauminhalte der beiden Körper, aus welchen er hervorgegangen, sondern daß er ein auffallend geringeres Volumen zeigt. Es ist daraus am besten zu entnehmen, daß im Momente der Vereinigung beider Protoplasten eine durchgreifende Veränderung im molekularen Aufbaue der ganzen Masse stattfindet. Das Eigentümliche bei der Befruchtung der Konjugaten, für welche hier Sporodinia grandis und Spirogyra arcta als Beispiele gewählt wurden, besteht in der Verbindung zweier getrennter Individuen durch gegeneinander wachsende, zu einem Joche sich verbindende Ausstülpungen gegenüberliegender Zellen, und das war auch der Anlaß, warum man diese Art der Befruchtung Jochbildung oder Konjugation und die betreffenden Pflanzen Konjugaten genannt hat.

Der Konjugation ähnlich, aber von ihr doch in mehreren wesentlichen Dingen abweichend ist die *Befruchtung mittels eines von dem Antheridium ausgehenden, die Wand des Oogoniums durchbohrenden Fortsatzes.* Dieselbe wurde insbesondere bei jenen verderblichen Schmarotzerpflanzen beobachtet, die man unter dem Namen *Peronosporeen* begreift, und von welchen die auf dem Weinstocke schmarotzende, in der Abbildung auf S. 53 dargestellte Peronospora viticola eine traurige Berühmtheit erlangt hat, zu welchen auch die mit der Kartoffelfäule in ursächlichem Zusammenhange stehende Peronospora infestans, der den Schotengewächsen verderbliche Cystopus candidus, die Arten der Gattung Pythium ꝛc. gehören. Aus den Sporen dieser Peronosporeen, welche das frische Laub, die grünen Sprosse oder die jungen Früchte der zu Wirten ausgewählten Blütenpflanzen befallen, entwickeln sich sofort schlauchförmige Hyphen, welche in das grüne Gewebe eindringen, die Zellwände durchlöchern, in die Räume zwischen den Zellen

hineinwachſen, ſich dort ausſacken und verzweigen, verhältnismäßig nur ſelten durch eingeſchaltete Scheidewände gefächert werden, dagegen ſehr häufig kleine Saugkolben, ſogenannte Hauſtorien, in das Innere des mit Protoplasma erfüllten Gewebes eindrängen und einſenken (ſ. die Abbildung, Band I, S. 152, Fig. 1). Dieſe das grüne Gewebe der Wirtpflanze durchwuchernden ſchlauchförmigen Hyphen ſchwellen an einem blindſackförmigen Ende kugelförmig an, und eine eingeſchobene Scheidewand bildet die Grenze zwiſchen der endſtändigen Kugel und dem ſeine cylindriſche Form beibehaltenden Teile des Schlauches. Die



Befruchtung, Fruchtbildung und Sporenbildung der Peronoſporeen: 1. Eine vom Traubenſchimmel (Peronospora viticola) befallene Traube. — 2. Sporen auf verzweigten, aus einer Spaltöffnung des Weinlaubes hervorgekommenen Trägern. — 3. Befruchtung der Peronospora viticola. — 4. Einzelne Spore. — 5. Einzelne Spore, deren Inhalt ſich in Schwärmer teilt. — 6. Einzelner Schwärmer. — Fig. 1 in natürlicher Größe; Fig. 2: 80fach; Fig. 3–5: 350fach; Fig. 6: 380fach vergrößert. (Fig. 3–6 nach De Bary.) Vgl. Text, S. 20, 52, 54 und in ſpätern Kapiteln.

kugelförmige Zelle iſt das Oogonium, und das ihren Inhalt bildende Protoplasma iſt das Ooplasma. Das letztere ſondert ſich in zwei Teile, in einen mittlern dunklern Ballen und in eine hellere durchſcheinende Hüllmaſſe. An einem zweiten, ſeltener an demſelben Schlauche entſtehen die das Spermatoplasma enthaltenden Antheridien als ſeitliche, kolbenförmige Ausſackungen, welche gegen das Oogonium hinwachſen und ſich an dasſelbe anlegen. Alsbald, nachdem die Berührung des Oogoniums und Antheridiums erfolgt iſt, treibt das letztere von der Berührungsſtelle aus einen die Wand des Oogoniums durchbohrenden kegelförmigen oder cylindriſchen hohlen Fortſatz bis zu dem dunkeln Ballen im Zentrum des Ooplasmas (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 3). Indeſſen hat ſich in dem Antheridium das Protoplasma in einen Wandbeleg und in das eigentliche Spermatoplasma geſondert, der von ihm entwickelte Fortſatz, den man Befruchtungsſchlauch genannt hat, öffnet ſich an ſeiner in das

Innere des Oogoniums eingedrungenen Spitze, das Spermatoplasma quillt durch ihn binnen 1—2 Stunden zu dem Ooplasma hinüber und verschmilzt mit demselben so vollständig, daß man eine Grenze zwischen beiden nicht mehr wahrzunehmen im stande ist. Kurze Zeit nach diesem Vorgange umgibt sich das befruchtete Ooplasma mit einer dicken Zellhaut, die aus mehreren Schichten besteht, die äußere dieser Schichten wird gewöhnlich uneben und warzig und ist bei einigen Arten förmlich mit Stacheln besetzt. Die so gebildete Frucht ist und bleibt einzellig. Sie löst sich aus dem in Zersetzung übergehenden Oogonium, trennt sich also von der Mutterpflanze und hält nun, frei geworden, eine längere Ruheperiode ein. Die aus ihr hervorwachsende neue Generation hat anfänglich die Form eines Schlauches, dieser sackt sich aus, verästelt sich und erhält unvermittelt wieder die Gestalt der Mutterpflanze, oder aber es entstehen aus dem Protoplasma des auswachsenden Schlauches, der als Embryo zu gelten hat, zunächst Schwärmer, welche sich eine Zeitlang herumtreiben, einen geeigneten Platz zur Ansiedelung aufsuchen und dort, zur Ruhe gekommen, die Ausgangspunkte für neue Individuen bilden. In welcher Weise die Peronosporeen neben den Früchten auch Sporen an bäumchenförmig verzweigten, aus den Spaltöffnungen der grünen Wirtpflanzen hervorwachsenden Hyphen ausbilden, ist durch die Figuren 2, 4, 5, 6 in der Abbildung auf S. 53 ersichtlich gemacht und wird bei späterer Gelegenheit nochmals eingehender besprochen werden.

Verschieden von dem zur Befruchtung führenden Vorgange, welcher mit der Ausbildung eines Befruchtungsschlauches, und ebenso von jenem, welcher mit einer Jochbildung beginnt, ist die Befruchtung der Siphonaceen. Sämtliche Siphonaceen leben im Wasser oder gedeihen auf feuchter, zeitweilig unter Wasser gesetzter Erde, enthalten Chlorophyll und sind weder Schmarotzer noch Verwesungspflanzen. Als Vorbild für diese vielgestaltige Gruppe von Gewächsen und zur Darstellung der hier in Betracht kommenden Vorgänge mag eine Art der Gattung Vaucheria (vgl. Band I, S. 22 und Figur a auf der Tafel bei S. 22) herausgegriffen werden. Betrachtet man einen grünen Faden der Vaucheria unter dem Mikroskop, so zeigt sich, daß derselbe aus einem einzigen Schlauche besteht, der zwar nicht gefächert, doch mannigfach ausgesackt ist. Die Aussackungen dienen verschiedenen Zwecken, jene an der Basis der Befestigung an die Unterlage, jene an dem freien Ende der Ausbildung von Schwärmsporen und die seitlich aus den Schläuchen entspringenden der Befruchtung und Fruchtbildung. Diese letztern haben zweierlei Gestalt (s. Abbildung, S. 50, Fig. 5 und 6). Die einen sind kurz und dick, eiförmig und meistenteils schief vorgezogen; die andern sind cylindrisch, dünn, gemshornartig gekrümmt, schneckenförmig gewunden und bisweilen auch in mehrere Hörnchen geteilt. Das Protoplasma in diesen Aussackungen sondert sich von dem Protoplasma des Hauptschlauches ab, und in die entstandene Trennungsfurche wird eine Scheidewand aus Zellstoff eingeschaltet. Jede dieser Aussackungen stellt nun einen Zellraum oder, wenn man will, einen Behälter dar, welcher das zur Befruchtung bestimmte Protoplasma umschließt. Die schiefeiförmigen Behälter umschließen Ooplasma und sind die Oogonien, die gewundenen cylindrischen Behälter umschließen Spermatoplasma und sind die Antheridien. Die Entwickelung vollzieht sich ziemlich rasch, sie beginnt gewöhnlich am Abend, und am darauf folgenden Morgen sind die Oogonien und Antheridien bereits vollendet. Im Laufe des Vormittags entsteht nun am Scheitel des Oogoniums eine Öffnung, während sich gleichzeitig das von demselben umschlossene Ooplasma zur Kugel ballt. Das Spermatoplasma in den Antheridien hat sich indessen in zahlreiche längliche, an jedem der beiden Pole mit einer Wimper besetzte Spermatozoiden zerstückt. Nachdem dies geschehen, platzt das freie Ende des Antheridiums, und die winzigen Spermatozoiden werden als ein Schwarm in das umgebende Wasser entlassen. Ein Teil derselben gelangt nun zu einem benachbarten Oogonium, dringt durch den geöffneten Scheitel desselben in das Innere des Behälters ein und verschmilzt dort mit dem zur grünen Kugel zusammengezogenen Ooplasma.

Dabei ist folgende Erscheinung sehr auffallend. Wenn sich, wie das gewöhnlich der Fall ist, von demselben Schlauche knapp nebeneinander Oogonien und Antheridien ausgebildet haben, so findet das Öffnen derselben nur sehr selten gleichzeitig statt, und es ist daher die Befruchtung des Ooplasten durch das Spermatoplasma der Antheridien desselben Schlauches möglichst verhindert, dagegen ist es der gewöhnliche Fall, daß das Spermatoplasma aus dem Antheridium des einen Schlauches zu den Oogonien eines andern Schlauches gelangt und auf diese Weise eine Kreuzung stattfindet (s. Abbildung, S. 50, Fig. 5 und 6).

Sobald die Befruchtung des Ooplasten stattgefunden hat, umgibt sich dieser mit einer derben Zellhaut, die grüne Farbe des Protoplasmas weicht einem schmutzigen Rot oder Braun, und man sieht nun in dem Oogonium die rotbraune einzellige kugelige Frucht eingebettet. Das Oogonium löst sich auf und zerfließt, oder es trennt sich mitsamt der umhüllten Frucht ab. In beiden Fällen entfernt sich das Produkt der Befruchtung von dem Schlauche, an dessen Seite dasselbe ausgebildet wurde, und sinkt in die Tiefe, wo eine verhältnismäßig lange, oft einen ganzen Winter dauernde Ruheperiode eingehalten wird. Wenn später die einzellige Frucht keimt, so wird die äußere Schicht der Zellhaut gesprengt, und es wächst aus dem Risse ein Schlauch hervor, welcher in seiner Gestalt demjenigen gleicht, an dem sich die Frucht ausgebildet hatte.

Bei der Befruchtung der bisher besprochenen Kryptogamen findet jedesmal eine Verschmelzung des Spermatoplasmas mit dem Ooplasma statt. Die zur Vereinigung vorbereiteten Protoplasten verlassen hierbei die Zellenräume, in welchen sie ihre Geschlechtsreife erlangt haben, oder es wird wenigstens aus einer der beiden Geschlechtszellen das Protoplasma entlassen und gelangt dann unbehindert zu dem andern ruhenden, um sich mit demselben in Substanz vereinigen zu können. Zu diesem Zwecke muß früher ein Teil der das betreffende Protoplasma einhüllenden Zellhaut weggeräumt werden; denn nur so ist es möglich, daß jene Vereinigung erfolge, welche so zutreffend Verschmelzen des Protoplasmas genannt wurde. Erfolgt die Befruchtung auf diosmotischem Wege, so ist das Hinwegräumen der Zellhauthüllen nicht notwendig; dagegen ist es in solchen Fällen eine wesentliche Bedingung für das Zustandekommen der Befruchtung, daß die Zellhäute, durch welche hindurch der Austausch von Bestandteilen des Spermatoplasmas und Ooplasmas erfolgen soll, einen für die Diosmose günstigen Bau besitze. In der einfachsten Form wurde die Befruchtung auf diosmotischem Wege an den im Volksmunde unter dem Namen Meltau bekannten Erysipheen, an den mit Aspergillus und Penicillium verwandten Schimmeln, deren Sporenbildung auf S. 22 geschildert ist, und an mehreren Scheibenpilzen, zumal dem seltsamen, mit Rücksicht auf seinen Schleuderapparat später noch ausführlicher zu behandelnden Ascobolus, beobachtet.

Der Meltau auf der Oberfläche grüner Laubblätter erscheint unter dem Mikroskop als ein Mycelium eigentümlicher Art. Die fadenförmigen, farblosen, sich vielfach kreuzenden und verstrickenden Hyphen dringen nicht in die Zwischenräume des Gewebes der Wirtpflanze ein, sondern begnügen sich, kleine Saugkolben in die oberflächlichen Zellen der Blätter und Stengel einzusenken (s. die Abbildung, Band I, S. 152, Fig. 2). Einzelne dieser Hyphenschläuche erheben sich auch von der Unterlage und gliedern perlschnurförmige Reihen von Sporen ab, andre treiben seitliche, kurze Aussackungen empor, in welchen ähnlich wie bei Vaucheria Querwände eingeschoben werden, so daß dadurch das Protoplasma in den Aussackungen von dem andern Protoplasma des Schlauches abgegrenzt erscheint. Ein Teil dieser letztern ist eiförmig oder keulenförmig, enthält das Ooplasma und ist als Oogonium anzusprechen, der andre Teil ist cylindrisch, bisweilen hakenförmig gekrümmt, umschließt das Spermatoplasma und bildet das Antheridium. Bei einigen Arten krümmt sich das obere etwas kolbenförmig aufgetriebene Ende der mit Spermatoplasma erfüllten Aussackung, beziehentlich das Antheridium, über den Scheitel des Oogoniums und legt sich diesem dicht

an, ohne aber einen besondern Befruchtungsschlauch in das Innere des Oogoniums zu treiben, bei andern Meltaupilzen dagegen erscheinen beide Zellen, das Oogonium sowohl als das Antheridium, schraubig umeinander gedreht und zugleich dicht aneinander gepreßt. Zweifellos geht nun ein Teil des Spermatoplasmas auf diosmotischem Wege durch die Zellhäute hindurch zu dem Ooplasma über und veranlaßt in diesem eine Veränderung des innern Baues, welche als die Befruchtung zu gelten hat. Das Ooplasma ist dadurch zum Embryo geworden. Die den Embryo umschließende Zelle löst sich weder auf, noch trennt sie sich von dem Hyphenfaden, aus welchem sie hervorgegangen ist, sondern fächert und gliedert sich in eine obere größere und eine untere sehr kurze, stielförmige Zelle, und unterhalb des Stieles entstehen aus dem betreffenden Hyphenfaden neue schlauchförmige Aussackungen, welche sich fächern und endlich eine große vielzellige Hülle um den Embryo bilden.

Die nun fertige Frucht bleibt mit der Hyphe, an welcher sie entstanden ist, in Verbindung, und man sieht sie als winziges Kügelchen derselben aufsitzen. Wenn sich an dem Hyphengespinst sehr viele Früchte gleichzeitig entwickelt haben, wie das namentlich an der auf den Blättern des Hopfens schmarotzenden Sphaerotheca Castagnei der Fall ist, so erscheint der graue über das Laub ausgebreitete Meltau mit Fruchtkügelchen wie besäet. Aus dem Embryo geht nun eine neue Generation hervor. Bei den Arten der Gattung Podosphaera wächst er innerhalb der zelligen Fruchthülle, welche soeben beschrieben wurde, zu einem einzigen Schlauche (Ascus) aus; das Protoplasma in demselben zerstückt sich und gestaltet sich zu echten Sporen, welche den Schlauch verlassen und durch Luftströmungen verbreitet werden, bei Erysiphe dagegen fächert sich der Embryo, gestaltet sich zu einer einfachen oder zu einer verzweigten Zellenreihe, und erst aus diesen Zellen gehen aufrechte, lange, keulenförmige Schläuche hervor, deren Protoplasma sich nach erfolgter Zerstückelung in eine Gruppe von Sporen umwandelt.

Mit der hier geschilderten Befruchtung und Fruchtbildung der Meltaue (Erysipheen) stimmt auch jene des Pinselschimmels (Penicillium) und überhaupt aller jener Schimmelformen, welche unter dem Namen Aspergilleen begriffen werden, überein. Auch hier legen sich die das Ooplasma und Spermatoplasma enthaltenden Enden schlauchförmiger Hyphen dicht aneinander; dabei sind sie entweder schraubig gedreht und umeinander gewunden, oder es ist das eine als Antheridium zu deutende Ende hakenförmig gebogen und umklammert das andre, wie es die Figur 6 in der Abbildung auf S. 18 darstellt. Die Befruchtung erfolgt auf diosmotischem Wege. Der Embryo, welcher aus dem schraubig gedrehten Oogonium hervorgeht, erscheint gefächert, ist mehrzellig, entwickelt kolbenförmige oder verkehrt-eiförmige Schläuche, deren Protoplasma sich zerstückelt und zu rundlichen oder ellipsoidischen Ballen formt (s. Abbildung, S. 18, Fig. 7). Dieses Gebilde wird umwallt von einem vielzelligen, lückenlosen Gewebe, welches dadurch entsteht, daß von den Zellen an der Basis Hyphen ausgehen, welche rasch emporwachsen, sich verzweigen, verschränken, vielfach fächern und so zu einer vielzelligen, kugeligen Hülle des Embryos werden. Die so gebildete Frucht hat bei dem Pinselschimmel die Größe von ungefähr einem halben Millimeter.

Die Floridеen, von welchen im I. Bande auf der Tafel bei S. 547 eine farbenprächtige Gruppe abgebildet erscheint, befruchten sich gleichfalls auf diosmotischem Wege. Der Hergang ist aber dabei ein wesentlich andrer als bei den Meltauen und den unter dem Namen Aspergilleen zusammengefaßten Schimmelbildungen. Es haben auch die zum Zwecke der Befruchtung ausgebildeten Organe bei den Floridеen eine ganz andre Gestalt. Was an ihnen am meisten auffällt, ist die sogenannte Trichogyne, eine lange, fadenförmige Zelle, welche sich weit über die Fruchtanlage erhebt. Nach diesem Gebilde soll auch die eigentümliche Befruchtung der Floridеen Befruchtung mittels Trichogyne genannt werden. Bei

einigen Florideen läuft die Zelle, welche das Ooplasma enthält, direkt in die Trichogyne aus, bei andern dagegen ist die das Ooplasma enthaltende Fruchtanlage gefächert, d. h. sie besteht aus einer Reihe breiter Zellen, die zusammengenommen einen kurzen Ast des gabelförmig verzweigten Lagers bilden, und dieser Zellenreihe ist seitlich jene in einen langen, dünnen, fadenförmigen Schlauch ausgezogene Zelle angeschmiegt, welche den Namen Trichogyne führt (s. Abbildung, S. 50, Fig. 7). Während auf dem einen Individuum derartige Fruchtanlagen entstehen, bilden sich auf einem zweiten die Antheridien aus. Weit seltener kommt es vor, daß ein und dasselbe Individuum Fruchtanlagen und Antheridien nebeneinander ausbildet, und an den wenigen Arten, welche diese Vereinigung zeigen, ist durch eine verzögerte Entwickelung bald der Fruchtanlage, bald der Antheridien eine Selbstbefruchtung so gut wie unmöglich gemacht. Mag das eine oder andre der Fall sein, immer erscheint das Antheridium als ein beschränktes Stück des Lagers, von welchem sich einzelne runde, mit Spermatoplasma erfüllte Zellen abtrennen. Die Fig. 8 in der Abbildung auf S. 50 stellt das Antheridium von Dudresnaya coccinea dar. Ein schlankerer Ast des Lagers endigt mit gabelig gruppierten Zellen, und die äußersten dieser Zellen, welche sich abrunden und ablösen, enthalten das Spermatoplasma und werden als Spermatozoiden angesprochen. Dieselben haben im Gegensatze zu den Spermatozoiden der Vaucheria und jenen der später zu besprechenden Armleuchtergewächse, Moose und Farne keine Wimpern, bewegen sich auch nicht aus eigner Kraft in dem umgebenden Wasser, sondern werden durch die Strömungen, welche an den Standorten der Florideen zu keiner Zeit gänzlich fehlen, in die Umgebung geführt. Durch diese Strömungen im Meerwasser gelangen sie auch zu einer der Trichogynen, welche sich über den Fruchtanlagen erheben, und bleiben an derselben hängen, wie es Fig. 7 in der Abbildung auf S. 50 zur Anschauung bringt. Inwieweit bei dieser Verbindung auch anziehende, von dem Ooplasma ausgehende Kräfte ins Spiel kommen, mag dahingestellt bleiben. Es wäre nicht unmöglich, daß Stoffe, welche von dem Ooplasma in das umgebende Wasser ausgeschieden werden, hierbei eine Rolle spielen. Näheres ist darüber nichts bekannt, nur so viel ist ersichtlich, daß sich die Spermatozoiden weit häufiger an die Trichogynen als an andre benachbarte, in dem gleichen Wasser flottierende Gegenstände anlegen. Aus den kleinen, der Trichogyne anhaftenden runden Zellen geht nun ein Teil des Protoplasmas auf diosmotischem Wege zu dem Protoplasma, welches die hohle Trichogyne erfüllt, über. Die dadurch bewirkte Veränderung des letztern pflanzt sich fort auf das Protoplasma, welches die bauchige Erweiterung an der Basis der Trichogyne erfüllt, und in vielen Fällen noch darüber hinaus auf dasjenige, welches sich in den angrenzenden Zellen befindet. Obschon dieses Fortschreiten der Veränderung im molekularen Baue des Protoplasmas nicht direkt beobachtet werden kann, so ist dasselbe doch aus verschiedenen Gründen vorauszusetzen, und es ist gestattet, sich vorzustellen, daß die in das Ooplasma aufgenommenen Bestandteile des Spermatoplasmas in ähnlicher Weise wirksam sind wie die Enzyme, welche selbst durch Zellwände hindurch auf das Protoplasma der Umgebung erschütternd einwirken und dort Umlagerungen der Moleküle veranlassen (s. Bd. I, S. 433). Daß die durch das Protoplasma an einer beschränkten Stelle der Fruchtanlage veranlaßte Veränderung von Zelle zu Zelle so lange fortschreiten kann, als ein für diese Veränderung überhaupt empfängliches Protoplasma vorhanden ist, geht unter anderm auch daraus hervor, daß nicht die Trichogyne selbst, sondern die bauchige Erweiterung an der Basis derselben und die Zellen, welche an diese Erweiterung angrenzen, eine weitere Entwickelung erfahren. Sie sind es, welche an Umfang zunehmen, während die Trichogyne schrumpft und abstirbt. Die Zellen, welche das durch Vermittelung der Trichogyne befruchtete Protoplasma enthalten, haben nach meiner Ansicht als Frucht zu gelten. Was aus ihnen weiterhin hervorgeht, ist nicht mehr die Frucht, sondern eine neue Generation. Wie in so vielen

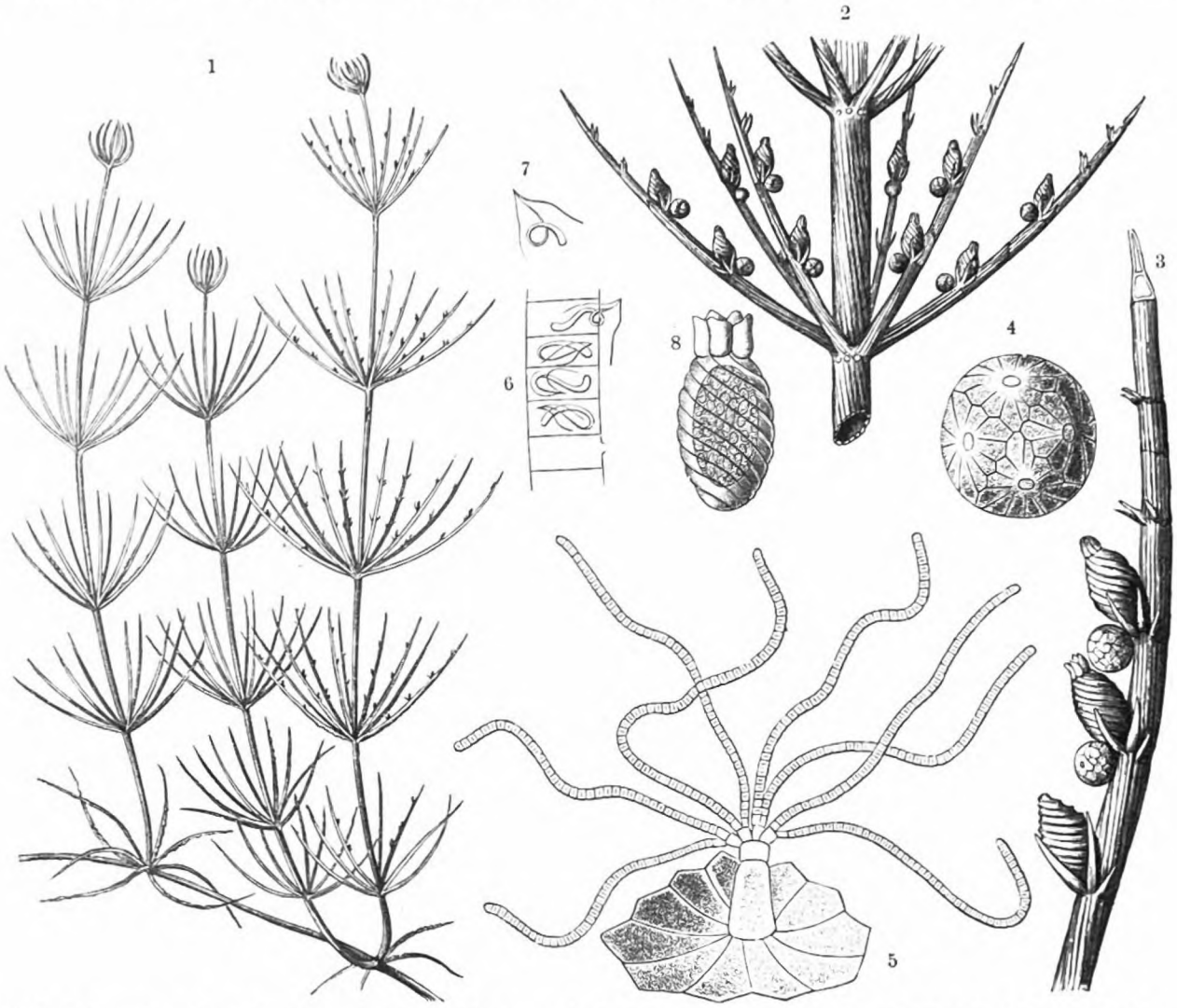
andern Fällen bleibt dieſe neue Generation bei den Florideen in Verbindung mit dem mütterlichen Boden, weicht aber in ihrer Geſtalt von der Generation, an der ſie entſtanden iſt, ſehr auffallend ab. Da von derſelben ſchon auf S. 22 die Rede war, ſo ſei hier nur in Kürze erwähnt, daß die Zellen der Frucht nach einer längern oder kürzern Ruheperiode auszuſprießen beginnen und ein Haufwerk von Sporen abgliedern, daß überdies bei den meiſten Florideen aus den Zellen an der Baſis der Frucht Zellenreihen emporwachſen, welche eine kapſelartige Hülle um die jungen Sporen bilden.

Die noch weiterhin zu beſprechenden Kryptogamen, nämlich die Armleuchtergewächſe, die Mooſe und Gefäßkryptogamen, weichen von den bisher geſchilderten dadurch ab, daß bei ihnen das Oogonium ſchon vor der Befruchtung von einer beſondern Hülle umwallt wird, wodurch der Zugang für das Spermatoplasma in eigentümlicher Weiſe modifiziert erſcheint. Dieſe Hülle, für welche die Bezeichnung Amphigonium gebraucht werden ſoll, iſt der Hauptſache nach bei allen Pflanzen, denen ſie zukommt, ähnlich gebaut; in betreff des Eindringens der Spermatozoiden in das Amphigonium und des Verhaltens der aus der Fruchtanlage hervorgehenden Frucht beſtehen aber bei den genannten Pflanzengruppen ſehr weit gehende Verſchiedenheiten. Dieſen bis in die letzten Winkelzüge nachzugehen, iſt in dem engen Rahmen dieſes Buches nicht möglich, und ich muß mich beſcheiden, im nachfolgenden nur die auffallendſten Erſcheinungen in gedrängteſter Kürze überſichtlich zu beſchreiben.

Was zunächſt die Armleuchtergewächſe (Characeen) betrifft, ſo hat die Fruchtanlage derſelben eine ellipſoidiſche Geſtalt und wird von einem ſehr kurzen, einzelligen Stiele getragen. Dieſem Stiele ſitzt die ſogenannte Knotenzelle auf, eine kurze ſcheibenförmige Zelle, welche das Piedeſtal für das große ellipſoidiſche Oogonium bildet, und die auch zugleich den Ausgangspunkt für fünf wirtelig geſtellte ſchlauchförmige Zellen bildet, die ſich erheben, ſchraubenförmig um das Oogonium winden und eine zierliche Umhüllung desſelben bilden (ſ. Abbildung, S. 59, Fig. 8). Von den über dem Oogonium zuſammenſtoßenden Enden dieſer Hüllſchläuche gliedern ſich kleine Zellen ab, welche zuſammen ein Deckelchen oder Krönchen der als Amphigonium anzuſprechenden Hülle darſtellen. Unterhalb dieſes Krönchens bilden die halsförmig zuſammengezogenen Hüllſchläuche einen kleinen Hohlraum, und das iſt die Stelle, wo ſich zur Zeit der Befruchtung zwiſchen den im übrigen miteinander verwachſenen Hüllſchläuchen Spalten bilden, durch welche die Spermatozoiden in das Innere des Amphigoniums und zu dem dort ausgebildeten ellipſoidiſchen Oogonium gelangen können.

Wie dieſe Spermatozoiden entſtehen, iſt überaus merkwürdig. Als ihre Bildungsſtätte erſcheinen rote kugelige Gebilde, welche wenig kleiner ſind als die Fruchtanlagen und mit dieſen gleichen Urſprung haben. Sie entſpringen nämlich an den wirteligen Veräſtelungen und zwar bei einigen Arten zuſammen mit den Fruchtanlagen an demſelben Individuum (ſ. Abbildung, S. 59, Fig. 2 und 3), bei andern Arten an verſchiedenen Individuen, alſo getrennt von den Fruchtanlagen, wonach man auch einhäuſige und zweihäuſige Armleuchtergewächſe unterſcheidet. Jede rote Kugel wird aus acht nach außen zu ſchwach gewölbten Platten zuſammengeſetzt, deren jede die Geſtalt eines ſphäriſchen Dreieckes beſitzt, ſtrahlenförmig gefaltet und an den Rändern gekerbt iſt (ſ. Abbildung, S. 59, Fig. 4). Die Kerbzähne der zur Kugel verbundenen Platten greifen ineinander, und es wird dadurch eine förmliche Verzahnung hergeſtellt. Von den Mittelpunkten der ſchwach konkaven Innenſeite erhebt ſich an jeder Platte eine cylindriſche oder kegelförmige Zelle, auf deren Scheitel wieder eine andre köpfchenförmige Zelle aufſitzt. Von dieſer letztern gehen lange Zellenreihen aus, deren unterſte Glieder eine kugelförmige oder cylindriſche Geſtalt beſitzen, während die weiter folgenden die Form einer kurzen Scheibe zeigen (ſ. Abbildung, S. 59, Fig. 5). Das ganze Gebilde ließe ſich mit einer Geißel oder Knute vergleichen, und man hat auch die der

Platte aufsitzende Stielzelle Handhabe (Manubrium) genannt. Solange die acht Platten der Kugel zusammenschließen, ragen diese Manubrien gegen den Mittelpunkt der hohlen Kugel vor, und die von dem Manubrium ausgehenden Zellenreihen sind zu einem Knäuel zusammengedreht. Sobald aber die Platten sich trennen und die Kugel zerfällt, löst sich der Knäuel auf, und dann erhalten die Teile jenes Aussehen, wie es durch die Fig. 5 der untenstehenden Abbildung dargestellt ist. Zu dieser Zeit hat sich in jedem scheibenförmigen Gliede



Befruchtung der Armleuchtergewächse (Characeen): 1. Chara fragilis. — 2. Ein Stück dieser Pflanze mit Amphigonien und Antheridien an den Zweigen. — 3. Ein einzelner Zweig mit Amphigonien und Antheridien. — 4. Ein Antheridium. — 5. Ein Teilstück des Antheridiums mit dem Manubrium und den geißelförmig gruppierten Zellen, welche die Spermatozoiden enthalten. — 6. Mehrere Zellen aus einer der geißelförmigen Zellenreihen; die mittlern Zellen enthalten jede ein Spermatozoid, aus der obersten Zelle schlüpft das Spermatozoid aus, die unterste Zelle ist entleert. — 7. Ein einzelnes Spermatozoid. — 8. Amphigonium, welches das Oogonium umschließt. — Fig. 1 in natürlicher Größe; Fig. 2: 10fach; Fig. 3: 15fach; Fig. 4: 35fach; Fig. 5: 100fach; Fig. 6: 300fach; Fig. 7: 500fach; Fig. 8: 50fach vergrößert. Vgl. Text, S. 58—60.

der Zellenreihen das Protoplasma in ein spiralig zusammengedrehtes Spermatozoid ausgestaltet, und man sieht nun auf kurze Zeit in jeder Zelle je ein Spermatozoid eingebettet (s. obenstehende Abbildung, Fig. 6). Alsbald aber öffnen sich diese Zellen, die an dem einen Ende mit zwei langen Wimpern besetzten Spermatozoiden schlüpfen aus und schwimmen in dem umgebenden Wasser wirbelnd herum (s. obenstehende Abbildung, Fig. 7). Die Spermatozoiden gelangen nun durch die früher beschriebenen Spalten unter dem Krönchen in das Innere des Amphigoniums. Hier befindet sich im Mittelraume das Oogonium, d. h. jene große Zelle, welche das Ooplasma enthält, und über ihr noch eine schleimige, gallertartige Masse, welche insbesondere den Hals des Amphigoniums erfüllt. Die Zellhaut des

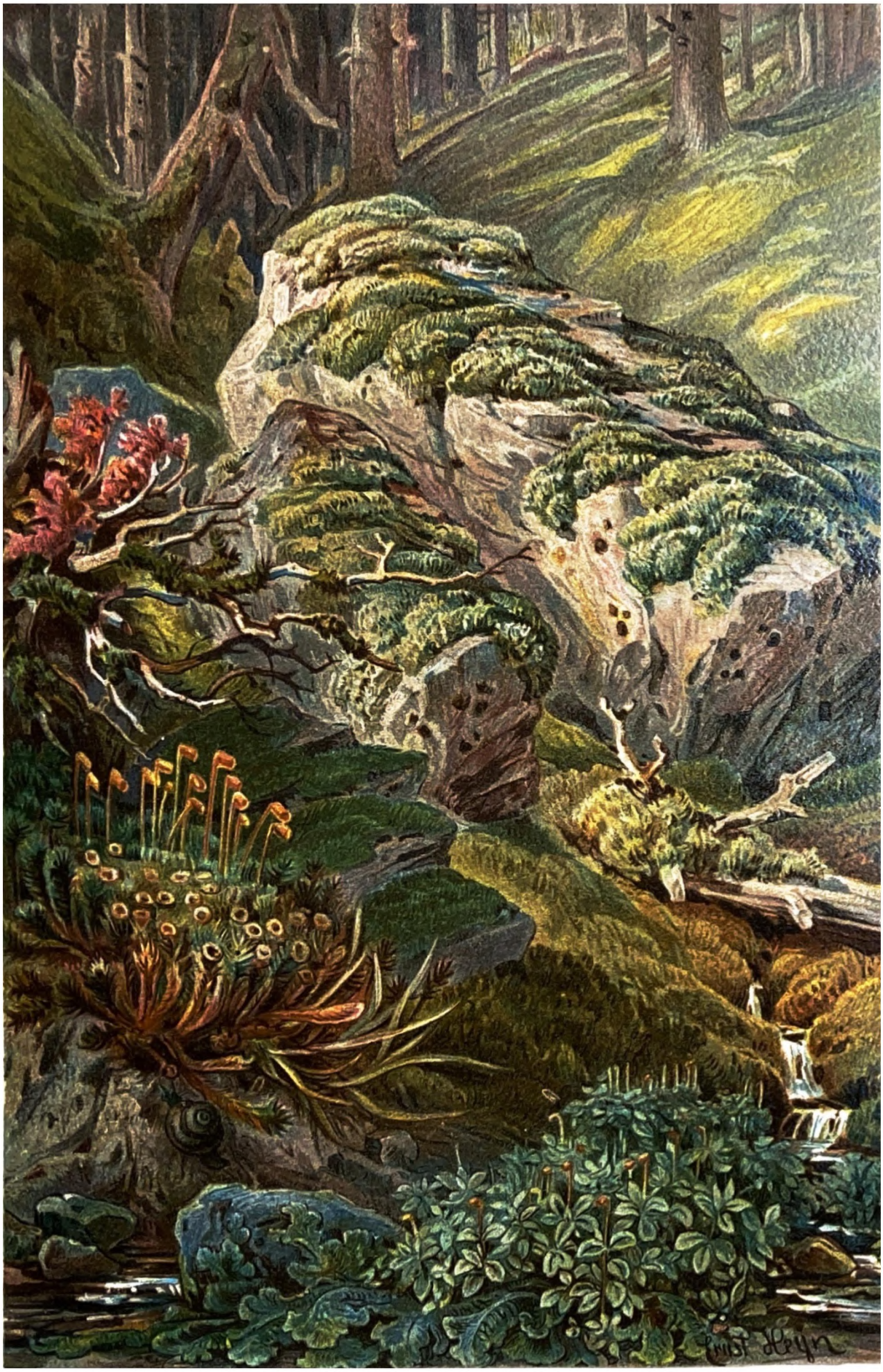
Oogoniums ist am Scheitel gleichfalls erweicht und wie zerflossen, und diese weichen, gequollenen Schleimmassen bilden für die eingedrungenen Spermatozoiden kein Hindernis der Fortbewegung. Die Spermatozoiden gelangen bis zu dem Ooplasma, und allem Anscheine nach findet nun ein Verschmelzen der zweierlei Protoplasmen statt.

Die infolge der Befruchtung eintretenden Veränderungen der Fruchtanlage geben sich äußerlich zunächst als eine Verfärbung zu erkennen. Die bisher grünen Chlorophyllkörper nehmen ein rötlichgelbes Kolorit an, die schraubig gewundenen Zellen des Amphigoniums werden verdickt und fast schwarz, und das Amphigonium stellt nun eine harte Schale dar, welche als eine äußere Hülle die innere Hülle des zum Embryo gewordenen befruchteten Ooplasmas umgibt. Das ganze Gebilde löst sich hierauf von der Stielzelle ab, sinkt im Wasser unter und bleibt auf dem Grunde des Tümpels oder Teiches längere Zeit, gewöhnlich den ganzen Winter hindurch, unverändert liegen. Erst im darauf folgenden Frühlinge kommt der Embryo zum Keimen, entwickelt zunächst eine Zellenreihe, den sogenannten Vorkeim, und aus einer der Zellen dieses Vorkeimes sproßt dann wieder eine wirtelig verzweigte Armleuchterpflanze hervor (s. Abbildung, S. 59, Fig. 1).

Die Fruchtanlage der Moose zeigt in mehrfacher Hinsicht eine auffallende Ähnlichkeit mit jener der Armleuchtergewächse, wenn sie auch dem Ursprunge nach eine ganz andre ist. Sie nimmt von einer oberflächlichen Zelle der Moospflanze ihren Ausgang und zwar je nach den Arten bald von dem laubförmigen, bald von dem stengelähnlichen Teile des Lagers. Diese Zelle erhebt sich als eine Papille über die Nachbarzellen und fächert sich durch eine Querwand in eine untere Zelle, welche zu einem Piedestal für den aus der obern Zelle hervorgehenden Gewebekörper wird. Dieser letztere erscheint nach wiederholter Einschaltung von Längs- und Querwänden in eine mittlere Zellenreihe und in eine Hülle gegliedert. Unter den mittelständigen Zellen fällt eine der untern in der aufrechten Reihe durch ihre Größe besonders auf; sie enthält das Ooplasma und ist als Oogonium aufzufassen. Die über ihr folgenden mittelständigen Zellen werden Halszellen genannt. Es rührt diese Benennung daher, daß sie die halsförmige Verengerung der Hülle ausfüllen. Die zellige Hülle, welche die mittelständige Zellenreihe umfaßt und das Amphigonium darstellt, hat nämlich eine flaschenförmige Gestalt (s. Abbildung, S. 16, Fig. 10); die untere bauchig erweiterte Hälfte birgt das Oogonium, die obere halsförmige verengerte Hälfte enthält als Ausfüllung die Halszellen, und das ganze Gebilde, welches von den ältern Botanikern Archegonium genannt wurde, ist oben durch einen mehrzelligen Deckel abgeschlossen. Wenn die Zeit der Befruchtung gekommen ist, quellen die Halszellen zu Schleim auf, dieser Schleim wird nach erfolgter Öffnung der Deckelzellen oben teilweise hinausgedrängt, und was davon zurückbleibt, verhindert nicht mehr den Zutritt der Spermatozoiden zu dem Ooplasma im Zentrum der Fruchtanlage.

Die Antheridien entspringen in derselben Weise wie die Fruchtanlage. Eine oberflächliche Zelle des Lagers erhebt sich als Papille, und indem sich ihre ersten Segmente wiederholt kreuz und quer fächern, geht aus ihr ein Gewebekörper hervor, an dem sich ein zarter Stiel und ein verdickter oberer, keulenförmiger oder kugeliger Teil unterscheiden lassen. Der letztere besteht aus einer vielzelligen sackartigen Hülle und einem von dieser Hülle umschlossenen parenchymatischen Füllgewebe. In jeder Zelle dieses Füllgewebes formt sich das Protoplasma zu einem schraubig zusammengedrehten Spermatozoid, und kurz darauf zerfällt das ganze Füllgewebe in die einzelnen Zellen. Nun öffnet sich das Antheridium an seinem Scheitel, und die losen, in einer schleimigen Masse eingebetteten Zellen werden in das umgebende Regen- oder Tauwasser ruckweise ausgestoßen. Hier schlüpfen die Spermatozoiden aus den sie umhüllenden zarten Zellhäuten aus und schwimmen mit Hilfe langer Wimpern, deren jedes zwei besitzt, im Wasser herum (s. die Abbildung, Band I, S. 28,

WYŻSZA SZKOŁA EKONOMICZNA
BIBLIOTEKA GŁÓWNA
W SZCZECINIE



LAUB- UND LEBERMOOSE

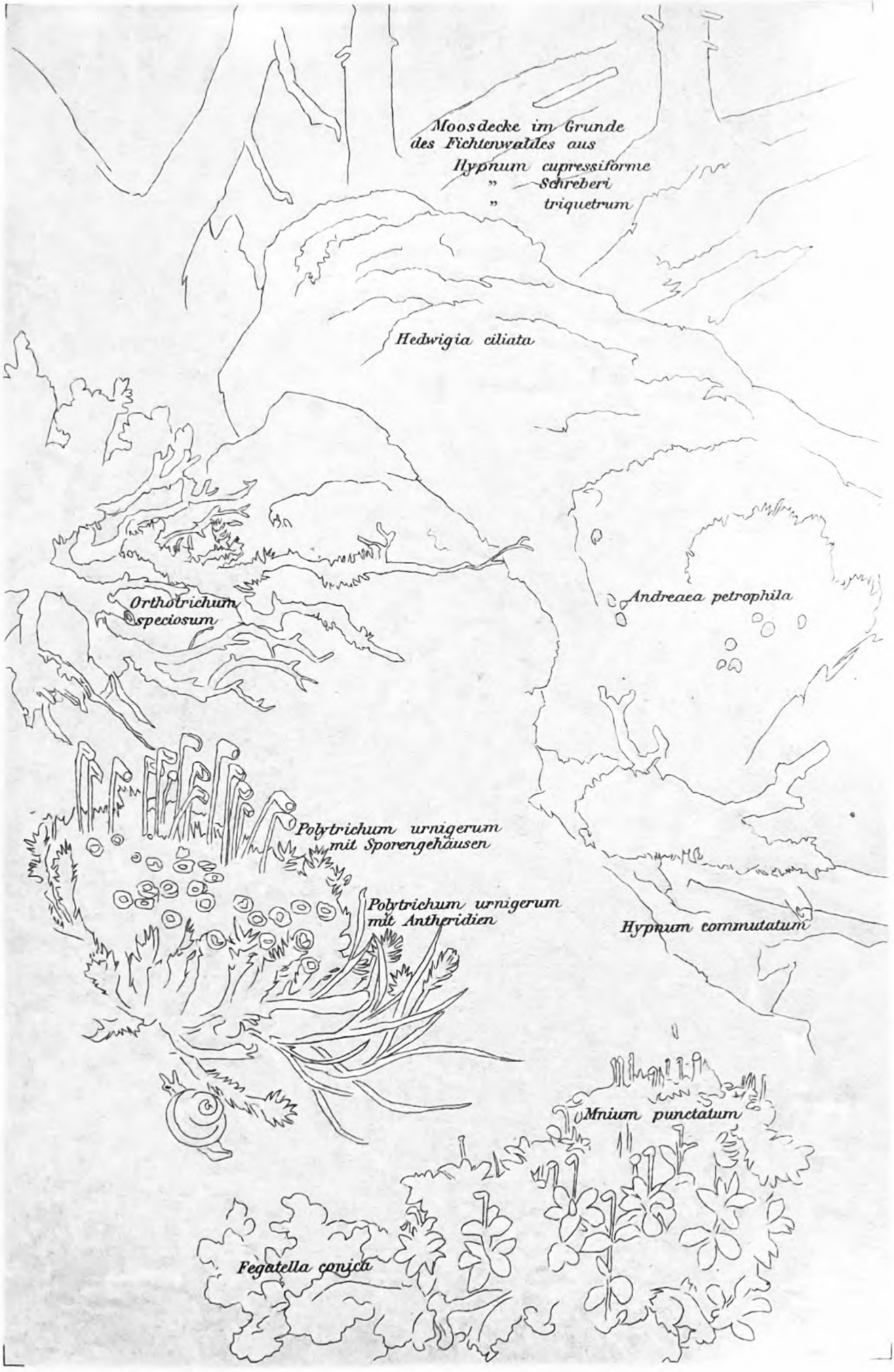

Moosdecke im Grunde
des Fichtenwaldes aus
Hypnum cupressiforme
" Schreberi
" triquetrum
Hedwigia ciliata
Orthotrichum
speciosum
Andreaea petrophila
Polytrichum urnigerum
mit Sporengehäusen
Polytrichum urnigerum
mit Antheridien
Hypnum commutatum
Mnium punctatum
Fegatella conica

Fig. i, k). Sie gelangen durch den geöffneten, nur mit Schleim ausgefüllten Hals in die erweiterte Baſis der Fruchtanlage zu dem Oogonium, legen ſich dieſem an, und es erfolgt nun durch Aufnahme von Beſtandteilen des Spermatoplasmas in das Ooplasma die Befruchtung.

Gewöhnlich ſtehen mehrere Antheridien dicht beiſammen. Jenen der Laubmooſe ſind ſogenannte Paraphyſen untermengt, Gebilde, welche an Haare erinnern, deren Bedeutung aber bisher noch nicht klargeſtellt iſt. Bei vielen Arten entwickelt das eine Individuum nur Antheridien, das andre nur Amphigonien, bei andern dagegen ſind Antheridien und Amphigonien nebeneinander an derſelben Moospflanze ausgebildet. Iſt das letztere der Fall, ſo zeigt entweder die Entwickelung des Oogoniums einen Vorſprung vor jener des Antheridiums oder umgekehrt. Entweder iſt der Weg zu dem Oogonium durch den Hals des Amphigoniums bereits frei, wenn die nebenſtehenden Antheridien noch geſchloſſen ſind, oder es werden die Spermatozoiden aus den Antheridien ſchon zu einer Zeit entlaſſen, wenn der Zugang zu dem Oogonium durch die Deckelzellen des Amphigoniums noch abgeſperrt iſt, eine Einrichtung, durch welche wie in ſo vielen ähnlichen Fällen die Vereinigung des von demſelben Individuum ausgebildeten Ooplasmas und Spermatoplasmas verhindert und eine Kreuzung verſchiedener Individuen angeſtrebt wird.

Bei einigen Lebermooſen erheben ſich um die Antheridien und auch um die Amphigonien Ringwälle, und man ſieht dann die genannten Gebilde in grubigen Vertiefungen des Lagers eingeſenkt, bei andern Lebermooſen werden einzelne Lappen oder Äſtchen des Lagers in geſtielte Schilder und Scheiben umgewandelt, und an dieſen bilden ſich in beſondern Niſchen und Fächern der untern Seite die Antheridien und Amphigonien aus. An jenen Mooſen, deren Lager in eine ſtammähnliche Achſe und in blättchenförmige Zellplatten gegliedert iſt, entſpringen die Antheridien in den Achſeln der Blättchen oder am Scheitel der Stämmchen in krugförmigen Aushöhlungen. Bei den Laubmooſen ſchließen die Hauptachſen oder Nebenachſen mit Gruppen von Antheridien oder Amphigonien ab, und es ſind beſondere Blättchen als ſchützende Hüllen und Decken ausgebildet, die man Perichätium genannt hat. Bisweilen machen dieſe Blättchen den Eindruck von Blumenblättern, wie z. B. bei den Widerthonen (Polytrichum), von welchen eine Art auf der beigehefteten Tafel „Laub- und Lebermooſe“ im Vordergrunde links abgebildet iſt. Bei dieſen ſind die Antheridien und Amphigonien auf verſchiedene Individuen verteilt, die Hüllblättchen am Scheitel jener Stämmchen, welche mit Antheridien abſchließen, ſind dicht zuſammengedrängt, kurz und breit, braunrot gefärbt und ahmen kleine Blumenblätter nach, welche einem ſcheibenförmigen Blütenboden aufſitzen. Dieſe Widerthone ſind auch das Vorbild für jene Mooſe, an welchen ein recht auffallender Gegenſatz zwiſchen den die Antheridien und den die Amphigonien ſtützenden Hüllſchuppen beobachtet wird. Die Individuen, an welchen nur Amphigonien entſtehen, zeigen nämlich eine ganz andre Geſtalt und Gruppierung des Perichätiums als jene, welche nur Antheridien tragen. Es iſt das auch an der Abbildung erſichtlich gemacht. Jenen Stämmchen des Widerthons (Polytrichum), welche im Bilde hinter den von blütenförmigen Scheiben abgeſchloſſenen zu ſtehen kommen, fehlen die Antheridien, dagegen erheben ſich von ihnen ſchlanke Borſten, welche die büchſenförmigen Sporengehäuſe tragen. Dieſe aber ſind aus Amphigonien hervorgegangen, welche zwiſchen den grünen langen Blättchen am Gipfel der Stämmchen verborgen waren und dort befruchtet wurden.

Wie bereits erwähnt, beſteht hinſichtlich der Lage des zu befruchtenden Ooplasmas inmitten des Amphigoniums, ebenſo in betreff des Entſtehens und der Geſtalt der Spermatozoiden, endlich auch in anbetracht des Befruchtungsvorganges zwiſchen Mooſen und Armleuchtergewächſen eine große Übereinſtimmung. Von dem Augenblicke der Befruchtung angefangen, iſt aber der weitere Entwickelungsgang hier und dort ganz verſchieden. Die Früchte der Armleuchtergewächſe löſen ſich von der mütterlichen Pflanze ab, jene der Mooſe

bleiben mit ihr in Verbindung, und zwar ist diese Verbindung nicht nur eine mechanische, sondern eine organische. Die aus der Moosfrucht hervorwachsende Generation bezieht die Nahrung, deren sie bedarf, die Stoffe, welche zu ihrem Wachstume und Ausbaue notwendig sind, fort und fort noch von der Mutterpflanze, und sie würde ohne deren Unterstützung zu Grunde gehen müssen. Man kann hier das Wort Unterstützung auch in räumlicher Hinsicht in Anwendung bringen; denn die Mutterpflanze ist thatsächlich auch die Trägerin, sie ist die Stütze der neuen Generation, welche aus dem zum Embryo gewordenen befruchteten Ooplasma hervorgeht, und sie ließe sich mit einem Baume vergleichen, auf dessen Ästen Misteln emporwachsen. Bei den Armleuchtergewächsen sind die einzelnen Stufen der Entwickelung immer scharf geschieden. Insbesondere ist auch durch das Abfallen der Frucht von der Mutterpflanze das Stadium der Reife gekennzeichnet. Nicht so bei den Moosen. Da hier eine räumliche Trennung nicht stattfindet, ist es auch schwierig, eine zeitliche Grenze festzustellen und zu sagen, wann die Reife der Frucht eingetreten ist, um so schwieriger, als auch durch Veränderungen der Gestalt und Farbe keine genügenden Anhaltspunkte gegeben werden. Am richtigsten ist es wohl, die Fruchtbildung als vollzogen anzusehen, sobald die Befruchtung stattgefunden hat; das Ooplasma ist von diesem Zeitpunkte an als Embryo und seine Hüllen sind als Fruchthüllen aufzufassen. Es spricht für diese Auffassung auch der Umstand, daß nach der Vereinigung des Ooplasmas mit dem Spermatoplasma eine Zeit der Ruhe, eine Pause in der Entwickelung eintritt, während vor- und nachher die äußerlich wahrnehmbaren Veränderungen in rascher Aufeinanderfolge sich vollziehen. Welches die nachträglichen Veränderungen sind, wurde schon bei früherer Gelegenheit geschildert (s. S. 15), und es mag hier nur noch kurz wiederholt werden, daß die aus der Moosfrucht hervorwachsende Generation Sporen entwickelt und abstirbt, nachdem die Sporen ausgestreut wurden.

Die Farne, Schachtelhalme, Wasserfarne und Bärlappe, welche im Hinblicke auf die in ihren Stammbildungen und Phyllokladien auftretenden Gefäßbündel unter dem Namen *Gefäßkryptogamen* zusammengefaßt werden, zeigen Fruchtanlagen und Antheridien, welche mit jenen der Moose die größte Ähnlichkeit haben. Auch die erste Generation dieser Gefäßkryptogamen, an welcher sich die Antheridien und die Fruchtanlagen ausbilden, stimmt in nicht zu verkennender Weise mit der ersten Generation gewisser Lebermoose überein.

Bei den *Farnen*, welche die umfangreichste Abteilung der Gefäßkryptogamen bilden und auch als deren Vorbild hingestellt werden können, erscheint die erste Generation als ein grünes, flächenförmig ausgebreitetes blattartiges Gebilde, das dem Nährboden dicht aufgelagert ist und meistenteils eine nierenförmige oder herzförmige Gestalt besitzt (s. Abbildung, S. 12, Fig. 16). Da das Gewebe dieser ersten Generation nirgends Gefäßbündel enthält, so ist dasselbe als Lager oder Thallus anzusprechen, und es wurde diese erste Generation seiner Zeit Prothallium genannt. Die Fruchtanlagen sowohl als auch die Antheridien trägt das Farnprothallium an seiner untern, dem Nährboden zusehenden und an diesem mit vielen zarten haarförmigen Saugzellen angewachsenen Seite. Bei einem Teile der Farne sind sie getrennt, so zwar, daß das eine Prothallium nur Fruchtanlagen, das andre nur Antheridien ausbildet, bei einem zweiten Teile dagegen findet man sie gemeinsam an einem und demselben Prothallium. Ist das letztere der Fall, so stehen die Fruchtanlagen in der Nähe des Ausschnittes und die Antheridien nahe jener Stelle des Prothalliums, welche dem Ausschnitte gegenüberliegt. Jede Fruchtanlage läßt sich in ihrer Gestalt mit einer Flasche vergleichen und geht aus einer oberflächlich gelegenen, sich nur wenig vorwölbenden Zelle des Prothalliums hervor. Diese fächert sich durch Einschiebung von zwei Scheidewänden zunächst in drei Zellen, deren jede neuerdings nach bestimmten Richtungen gefächert wird. Aus der obern Zelle geht ein Gewebe hervor, welches den Hals der flaschenförmigen Fruchtanlage bildet; aus der mittlern Zelle entstehen drei Zellen, von welchen die beiden

obern den Halskanal ausfüllen, während die untere zu dem verhältnismäßig großen, sich später abrundenden Oogonium wird. Die aus der untern Zelle hervorgegangenen Tochterzellen stellen eine Umwallung des Oogoniums dar und bilden, wenn an dem Vergleiche mit einer Flasche festgehalten wird, die Wand des bauchig erweiterten Flaschenteiles. Das Oogonium, dessen Protoplasma zum Ooplasma geworden ist, erscheint nun von einem mehrzelligen Gewebe umgeben, welches, wie bei den Armleuchtergewächsen und Moosen, Amphigonium genannt werden kann. Dasselbe ragt nur mit seinem halsförmigen Teile über das angrenzende andre Gewebe des Prothalliums hervor, der bauchig erweiterte Teil ist gleichsam im Prothallium eingesenkt.

Auch die Antheridien entwickeln sich aus Zellen an der Oberfläche des Prothalliums. Zunächst erheben sich diese Zellen als Papillen über die Umgebung, und nachdem durch Einschaltung von Scheidewänden eine Fächerung stattgefunden hat, erweitert und vergrößert sich das äußerste Fach, nimmt die Gestalt einer Kugel an, und es formen sich aus dem Protoplasma in demselben die schraubig gewundenen Spermatozoiden. Oder es entsteht ein warzenförmig oder halbkugelig vorspringender Gewebekörper, an welchem man einen Gegensatz zwischen zentralen, chlorophyllosen und umhüllenden, chlorophyllführenden Zellen nicht verkennen kann. In einer der geräumigen zentralen Zellen bildet sich ein Füllgewebe aus, dessen kleine Zellen Spermatoplasma enthalten. Nachdem in jeder dieser kleinen Zellen ein Spermatozoid entstanden ist, zerfällt das ganze Füllgewebe, d. h. es sondern sich die einzelnen Zellen desselben und liegen kurze Zeit hindurch lose nebeneinander. Endlich öffnet sich das Antheridium an seinem Scheitel, die losen Zellen werden in das umgebende Regen- oder Tauwasser entleert, und aus jeder derselben schlüpft ein schraubig gedrehtes, an seiner vordern Hälfte mit struppig abstehenden Wimpern besetztes Spermatozoid heraus (s. die Abbildung, Band I, S. 28, Fig. 1). Die im Wasser wirbelnden Spermatozoiden steuern augenscheinlich auf ein Amphigonium zu. In diesen sind inzwischen die Halszellen teilweise verschleimt; etwas Schleim wurde in das umgebende Wasser ausgestoßen, und bei dieser Gelegenheit scheinen sich organische Säuren in der Sphäre des Amphigoniums gebildet zu haben, welche auf die Spermatozoiden anziehend wirken. Thatsache ist, daß sich die Spermatozoiden in dieser schleimigen Masse anhäufen und auch noch durch den in dem Kanale des Amphigoniumhalses zurückgebliebenen Schleim eindringen. Sie gelangen so bis zu dem in der Tiefe der Fruchtanlage im Oogonium geborgenen Ooplasma. Da man wiederholt gesehen hat, daß Spermatozoiden in das Ooplasma eindringen und dort verschwinden, so ist anzunehmen, daß die zarte Hülle des Oogoniums von dem Spermatozoid durchdrungen wird, und daß hierauf eine Verschmelzung der zweierlei Protoplasmen stattfindet.

Das befruchtete Ooplasma sondert sich nun in mehrere Ballen, zwischen welche Scheidewände eingeschoben werden, und es entsteht so ein mehrzelliger Embryo, welcher im unveränderten Amphigonium eingebettet bleibt. Dieses Gebilde, obschon von der Fruchtanlage wenig abweichend, ist als Frucht zu bezeichnen. Nach einer kurzen Ruheperiode keimt der Embryo, und die neue Generation, welche jetzt in Erscheinung tritt, indem aus den Zellen des Embryos Stamm, Wurzel und Wedel hervorgehen, erhält noch kurze Zeit hindurch ihre Nährstoffe durch Vermittelung des mütterlichen Prothalliums. Wenn endlich die neue Generation hinlänglich erstarkt ist, wenn sie die Nährstoffe aus der umgebenden Luft und dem umgebenden Boden unmittelbar aufzunehmen und dieselben in Baustoffe umzuwandeln vermag, ist die Mithilfe des Prothalliums überflüssig geworden; dasselbe welkt und ist zur Zeit, wenn einmal die sporenbildenden Wedel zur Entwickelung kommen, spurlos verschwunden.

Die Schachtelhalme (Equisetaceen) stimmen, was die Gestalt des Prothalliums, der Antheridien und der Fruchtanlagen betrifft, mit den als Vorbild für die Gefäßkryptogamen soeben geschilderten Farnen im großen und ganzen überein. Das aus der Spore

hervorgegangene Prothallium ist anfänglich dünn und bandartig, wird später vielfach gelappt und erinnert in seiner Gestalt an das Lager gewisser Lebermoose, manchmal auch an ein kleines krauses Laubblatt. Bei den meisten Arten entwickeln sich Antheridien und Fruchtanlagen auf verschiedenen Prothallien. Wo das nicht der Fall ist, wird die Befruchtung des Ooplasmas durch das von demselben Individuum stammende Spermatoplasma durch ungleichzeitige Entwickelung der betreffenden Organe unmöglich gemacht. Die Prothallien, an welchen Antheridien entstehen, sind immer viel kleiner als jene, an welchen sich Fruchtanlagen ausbilden. Die Antheridien entstehen aus Oberflächenzellen am Ende oder am Rande des lappigen Prothalliums, die Fruchtanlagen dagegen aus Oberflächenzellen in den Ausbuchtungen der Lappen (s. Abbildung, S. 15, Fig. 8). Die Spermatozoiden sind an dem einen Ende spatelförmig verbreitert und tragen am andern verschmälerten Ende eine förmliche Mähne aus ungemein feinen Wimpern.

Erheblicher sind die Merkmale, durch welche sich von den Farnen die sogenannten Wasserfarne und Bärlappe, zumal die in ihrer Entwickelung sehr sorgfältig studierten Gattungen Salvinia, Marsilia und Selaginella, unterscheiden. Jene Prothallien, an welchen die Antheridien, und jene, an welchen die Fruchtanlagen entstehen, sind bei den zuletzt genannten Gattungen schon in der Größe auffallend verschieden. Für beide sind zwar Sporen die Ausgangspunkte, aber auch diese weichen bereits in den Abmessungen ab und werden als Kleinsporen (Mikrosporen) und Großsporen (Makrosporen) unterschieden. Die Kleinsporen sind die Bildungsstätten für die Antheridien, die Großsporen für die Fruchtanlagen. Das Protoplasma in den erstern sondert sich in einige Ballen, es schieben sich Scheidewände ein, und so entsteht ein armzelliger Gewebekörper, welcher zum größten Teile im Innenraume der betreffenden Spore verborgen bleibt. Nur einzelne oberflächliche Zellen dieses Gewebekörpers drängen aus den Rissen der stellenweise geborstenen Sporenhaut hervor, und diese sind es, welche als Antheridien zu gelten haben. In der Scheitelzelle des Antheridiums entsteht ein Füllgewebe und in jeder Zelle des Füllgewebes ein schraubig gedrehtes Spermatozoid. Das Öffnen des Antheridiums und das Ausschlüpfen der Spermatozoiden erfolgt dann in derselben Weise wie bei den Farnen. Das Prothallium, welches in den Großsporen entsteht und zur Bildungsstätte der Fruchtanlagen wird, ist zwar reichzelliger und umfangreicher als das eben geschilderte, verläßt aber ebensowenig wie dieses den Innenraum der Großspore, sondern drängt sich nur an einer Stelle, wo die äußere derbe Haut der Großspore aufgerissen ist, ein wenig hervor. Es hat sich eigentlich hier ein zweifaches Gewebe im Bereiche einer jeden Großspore herausgebildet, nämlich das eben erwähnte zwischen den aufgerissenen Lappen der äußern Sporenhaut und ein im Grunde der Großspore gelagertes Reservestoffgewebe, das sehr reich ist an Stärke und Fett, und welches als Nahrungsspeicher für das Prothallium dient, wenigstens auf so lange, als dieses die Nahrung aus der Umgebung sich nicht selbst zu verschaffen im stande ist. Die Fruchtanlagen erscheinen an dem hervorgedrängten Teile des Prothalliums und sind ganz in dessen Gewebe eingesenkt. Die Entwickelung der Fruchtanlage, die Bildung der später verschleimenden Halszellen, das Eindringen der Spermatozoiden und der Akt der Befruchtung ist im wesentlichen nicht anders als bei den Farnen, und es kann daher auf eine ausführliche Schilderung dieser Vorgänge hier verzichtet werden.

Das bei den Wasserfarnen und Selaginellen aus einer Großspore hervorgehende Gewebe hat man mit der Samenanlage, wie sie bei den im nächsten Kapitel zu besprechenden Phanerogamen vorkommt, verglichen, und man hat gewisse thatsächlich vorhandene Analogien, welche hier und dort das zum Embryo gewordene Ooplasma, die Vorratskammer an Nahrungsstoffen und die schützende Hülle zeigen, hervorgehoben. Mit Rücksicht auf das gleiche Ziel, welches durch diese Gebilde in den verschiedensten Abteilungen des Pflanzenreiches

angeſtrebt iſt, ſind ſolche Analogien eigentlich ſelbſtverſtändlich, und wenn von den Naturforſchern nichts weiter beabſichtigt wird als der Nachweis, daß Organe, welchen dieſelben Funktionen zukommen, trotz der größten Mannigfaltigkeit in der Geſtalt doch immer wieder eine gewiſſe Ähnlichkeit durchblicken laſſen, und daß dieſe Ähnlichkeit unter gleichen äußern Lebensbedingungen in auffallender Weiſe zunimmt, ſo iſt dagegen nichts einzuwenden. Wenn ſich aber an die größere oder geringere Ähnlichkeit weitgehende Spekulationen knüpfen, wenn auf dieſelbe Hypotheſen über das Hervorgehen einer Pflanzengruppe aus der andern, insbeſondere Hypotheſen über die Abſtammung der Phanerogamen von den Kryptogamen und dergleichen mehr, begründet werden ſollen, ſo muß dem von ſeiten der Naturforſchung mit allem Nachdrucke entgegengetreten werden.

Die Fruchtanlage der Phanerogamen.

Vielfältige Erfahrung hat gelehrt, daß die Fortpflanzung der Gewächſe durch die Bildung von Ablegern weit mehr geſichert iſt als durch die Befruchtung und Fruchtbildung. Wie das kommt, dürfte auf folgende Weiſe zu erklären ſein. Soll eine Frucht entſtehen, ſo müſſen zwei an verſchiedenen Punkten entſtandene Protoplaſten ſich vereinigen. Eine ſolche Vereinigung ſetzt aber voraus, daß wenigſtens einer der beiden Protoplaſten eine Ortsveränderung vollführt, ſie ſetzt auch voraus, daß dem Spermatoplasma der Weg zu der Fruchtanlage nicht verſperrt iſt, ja daß Einrichtungen getroffen ſeien, welche das Zuſtandekommen der Verbindung erleichtern, fördern und herbeiführen. Dieſe Bedingungen und Vorausſetzungen ſind aber nicht immer leicht zu erfüllen. Was kann da nicht alles hemmend in die Quere kommen! Widrige Winde, abweichende Waſſerſtrömungen, langdauernde Dürre, anhaltender Regen, hoher Waſſerſtand und noch ſo manche andre unberechenbare Zwiſchenfälle können das Zuſammentreffen der zweierlei zur Befruchtung vorbereiteten Protoplaſten vereiteln. Thatſächlich bleibt auch infolge ſolcher Hemmniſſe die Befruchtung nicht ſelten aus, und die Folge iſt, daß die Fruchtanlage verkümmert, daß die Bildung des Embryos unterbleibt, und daß die betreffende Pflanze, wenn ſie ſich noch erhalten und verjüngen will, ſchleunigſt zur Ablegerbildung ſchreiten muß.

Daß das Fehlſchlagen der Früchte nicht noch viel öfter ſtattfindet, hat ſeinen Grund darin, daß den unvermeidlichen, durch den Standort gegebenen Schwierigkeiten und den möglicherweiſe eintretenden ſtörenden äußern Einflüſſen durch die Lage des Ooplasmas und die Geſtalt der ganzen Fruchtanlage in wunderbarer Weiſe Rechnung getragen iſt, oder, mit andern Worten, daß die Form der zur Fruchterzeugung dienenden Organe dem Standorte der betreffenden Pflanzen beſtens angepaßt erſcheint.

Verhältnismäßig am geringſten ſind natürlich die Schwierigkeiten, welche ſich der Vereinigung der beiden zur Befruchtung beſtimmten Protoplaſten unter Waſſer entgegenſtellen. Die in Frage kommenden Zellen bedürfen daſelbſt keines beſondern Schutzes; die Flüſſigkeit, welche die Pflanzen umgibt, ſie in der paſſendſten Lage erhält, die Nährſtoffe liefert und die Zellen gegen Austrocknung ſchützt, iſt zugleich Bahn und Verkehrsmittel für die ſich verbindenden Protoplaſten. Das erklärt auch am beſten, warum die Pflanzen, welche ſich unter Waſſer oder in einem das Waſſer vertretenden Medium befruchten, der beſondern Hüllen des Spermato- und Ooplasmas entweder ganz entbehren, oder ſich doch auf eine ſehr einfache Hülle beſchränken. Mehrfache Hüllen wären hier wertlos, vielleicht ſogar nachteilig, jedenfalls überflüſſig. Es liegt aber nicht in der Ökonomie der Pflanze, etwas Überflüſſiges auszubilden. Die Waſſerpflanzen haben ja auch keine holzigen Stämme und Zweige. Warum? Weil ſie dieſer Gewebe nicht bedürfen, weil das umgebende Waſſer ſie in der

wünschenswerten und vorteilhaften aufrechten Lage erhält und dadurch Holz und Baſt überflüſſig werden. Ähnlich aber verhält es ſich mit dem Ooplasma und Spermatoplasma. Die unter Waſſer ſich befruchtenden Kryptogamen haben keine mehrſchichtigen Fruchtknotengehäuſe, keine aus Stamm und Blättern aufgebauten Fruchtanlagen wie die Phanerogamen, weil dieſe überflüſſig ſind. Auch das Spermatoplasma entbehrt zur Zeit der Befruchtung der Hülle, es wird kurz vorher in kleine Partikel geteilt, welche aus dem Antheridium ausſchlüpfen und dann ſchwimmend die einfache Fruchtanlage erreichen. Da die Spermatozoiden durch die in das umgebende Waſſer von der Fruchtanlage ausgeſchiedenen Stoffe angezogen werden, ſo ſind hier auch die mannigfachen Vorrichtungen, welche bei den in der Luft ſich befruchtenden Pflanzen vorhanden ſein müſſen, überflüſſig. Gebilde, welche ſich als ſchützender Mantel über die Befruchtungsorgane breiten, Hüllen, welche die zu weit gehende Verdunſtung beſchränken, lebhaft gefärbte oder duftende Blumenblätter, welche Inſekten anlocken, damit ſie die mit Spermatoplasma erfüllten Pollenzellen ihrem Ziele näher bringen, Vorrichtungen, welche eine Übertragung des ſtäubenden Pollens durch den Wind ermöglichen — das alles iſt bei den ſich unter Waſſer befruchtenden Pflanzen völlig überflüſſig. Da nun aber gerade dieſe Hilfs- und Schutzmittel das ausmachen, was der gemeine Sprachgebrauch Blume nennt, ſo könnte man ſagen, daß die ſich unter Waſſer befruchtenden Pflanzen keine Blumen haben. Zur Vermeidung von Mißverſtändniſſen muß nun freilich ſogleich beigeſetzt werden, keine Blumen, aber doch Blüten! Für gewöhnlich werden Blumen und Blüten nicht ſcharf unterſchieden, die Botaniker aber verſtehen unter Blüten die zur Befruchtung dienenden Organe, unter Blumen dagegen nur die Blätter, welche die weſentlichen Befruchtungsorgane umgeben, ohne ſelbſt Geſchlechtszellen zu erzeugen, welche zu Schutz und Schirm der Fruchtanlagen und Pollenblätter dienen, welche das Zuſammentreffen der zweierlei Protoplaſten bei der Befruchtung vermitteln, hier dem Winde eine für die Fortbewegung geeignete Angriffsfläche bieten, dort zum Auffangen der durch Luftſtrömungen fortgeführten Zellen dienen, an der einen Stelle durch aromatiſche Stoffe und ſüßen Zucker die Inſekten herbeilocken, damit dieſe honigſaugend den Pollen abſtreifen, während an andern Stellen vorſpringende Kanten und Leiſten gebildet ſind, an welchen der Pollen von den Inſekten wieder abgelagert wird, mit einem Worte Schutz- und Hilfsmittel der in der Luft ſo ſchwierig auszuführenden Befruchtung.

Abſichtlich wurde in den vorſtehenden Zeilen nicht von Waſſerpflanzen, ſondern nur von unter Waſſer ſich befruchtenden Pflanzen geſprochen. Das iſt nämlich zweierlei und ſorgſam auseinander zu halten. Viele Waſſerpflanzen, deren Stengel und Blätter zeitlebens unter Waſſer bleiben, ſchieben doch ihre Blüten über den Waſſerſpiegel empor, und ihre Befruchtung erfolgt thatſächlich an der Luft. Anderſeits findet, ſo ſeltſam es klingen mag, die Befruchtung der auf dem Sande der öden Heide, an den ſonnigen Felſen der Gebirge und auf der trocknen Borke alter Baumſtämme an der Luft wachſenden Flechten, Mooſe und Farne unter Waſſer ſtatt. Dieſe Pflanzenformen können nämlich monatelang der Dürre ausgeſetzt ſein, und es kann in dieſen langen Zeiträumen ein vollſtändiger Stillſtand der Säftebewegung in ihren ausgetrockneten Geweben eintreten, ſobald ſie aber von Regen und Tau benetzt werden, leben ſie wieder auf, ſproſſen und wachſen, bilden Fruchtanlagen und Antheridien, und alles iſt ſo eingerichtet, daß das Ausſchlüpfen der Spermatozoiden aus den Antheridien gerade in jenen Zeiträumen erfolgt, in welchen die Flechtenſchorfe durchfeuchtet ſind, die Mooſraſen wie Badeſchwämme von Waſſer triefen und die Prothallien der Farne einem Erdreiche auflagern, welches mit Waſſer vollgeſaugt iſt. Durch dieſes Waſſer gelangen die Spermatozoiden zu den Fruchtanlagen, und es iſt daher buchſtäblich zu nehmen, daß ſelbſt bei den auf windgepeitſchten Kämmen der Hochgebirge haftenden Flechten und Mooſen und den auf Erde in den Ritzen felſiger Steilgehänge wachſenden Farnen die Befruchtung immer unter Waſſer ſtattfindet!

Der einzige in dieſer Hinſicht bemerkenswerte Unterſchied zwiſchen den nur zeitweiſe und den dauernd unter Waſſer geſetzten Pflanzen beſteht darin, daß die erſtern für die Zeit des Austrocknens die ſchon in der Entwickelung begriffenen Antheridien und Fruchtanlagen mittels ſackförmiger Hüllen oder blattähnlicher Schuppen gegen die Gefahr einer zu weit gehenden Austrocknung ſichern und ſchützen, was insbeſondere bei den Mooſen recht auffallend hervortritt (ſ. S. 61). Aber Blumen im gewöhnlichen Sinne haben auch die Mooſe und Farne nicht, und wir können daher dreiſt behaupten, daß ſich die Kryptogamen unter Waſſer, die meiſten Phanerogamen an der Luft befruchten, daß die Kryptogamen der Blumen entbehren, weil ſie deren zur Befruchtung unter Waſſer nicht bedürfen, daß dagegen faſt alle Phanerogamen Blumen beſitzen, weil ſie dieſelben bei der Befruchtung an der Luft als Schutz- und Hilfsmittel notwendig haben.

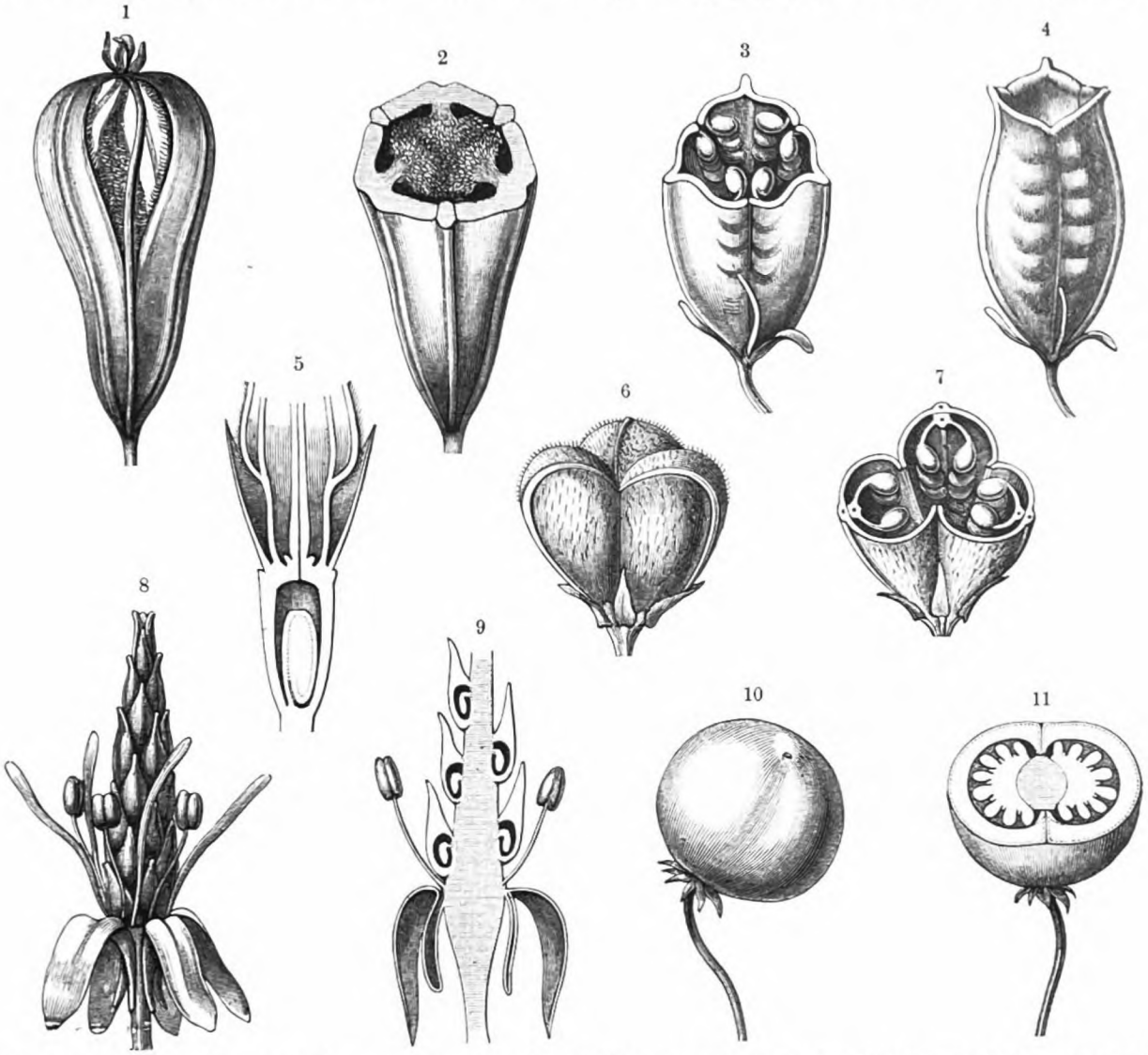
Auch der komplizierte Aufbau, welchen bei den Phanerogamen die unmittelbare Umgebung der zur Befruchtung vorbereiteten Protoplaſten zeigt, hängt davon ab, daß die Befruchtung bei ihnen in der Luft erfolgt. Das befruchtende und das zu befruchtende Protoplasma können begreiflicherweiſe nur dann erfolgreich in Wechſelwirkung treten, wenn die ſie umgebenden Zellhäute dünn und zart und für diosmotiſche Vorgänge geeignet ſind. Eine ſolche Zellhaut vermöchte aber das von ihr umſchloſſene Protoplasma in trockner Luft vor dem Verderben nicht zu ſchützen, und es iſt unbedingt notwendig, daß in der kritiſchen Zeit ſowohl das Spermatoplasma als das Ooplasma entſprechend verwahrt und eingehüllt ſeien. An allen Phanerogamen erſcheint daher, ganz abgeſehen von der Blumenhülle, ſchon die unmittelbare Umgebung der Geſchlechtszellen als ein ſchützender Mantel ausgebildet; die Zellſchichten dieſes Mantels ſind verdoppelt und verdreifacht, die Zellwände entſprechend verdickt, und immer iſt vorgeſorgt, daß den äußern Zellſchichten gegen vollſtändige oder auch nur zeitweilige Austrocknung der nötige Schutz geboten werde, daß dagegen den innern für die Zeit der Befruchtung das nötige Waſſer nicht fehle, und daß ihnen der nötige Turgor gewahrt bleibe.

Am auffallendſten tritt das an jenen Teilen der Fruchtanlage hervor, aus welchen ſpäter die Samen werden, und welche Samenanlagen genannt werden[1]. Jede Samenanlage beſteht nämlich aus den das Ooplasma, beziehentlich das Oogonium bergenden Geweben des Kernes (nucleus) und einer ihn umwallenden einfachen oder doppelten Hülle (integumentum). Dieſes Gebilde iſt an der Fruchtanlage der Gattung Cycas dem Blicke des Beobachters frei ausgeſetzt, aber durch dichten Haarfilz gegen das zu weit gehende Austrocknen geſchützt (ſ. Abbildung, S. 70, Fig. 7 und 8). Bei andern Cycadeen ſowie überhaupt bei den meiſten nacktſamigen Pflanzen, alſo beiſpielsweiſe bei dem Wacholder und der Cypreſſe, der Kiefer und Fichte, ſind die blattartigen Schuppen der Fruchtanlage ſo gereiht und gruppiert, daß die von ihrer Fläche entſpringenden Samenanlagen in tiefen Verſtecken geborgen, dadurch gegen alle möglichen drohenden Gefahren geſichert und oberflächlich gar nicht ſichtbar ſind. Bei den übrigen Phanerogamen endlich erſcheint ein die Samen rings umſchließendes Gehäuſe, der ſogenannte Stempel (pistillum), ausgebildet, deſſen unterer erweiterter Teil Fruchtknoten (germen) geheißen wird.

An dem Aufbaue dieſes Gehäuſes nehmen der Hochblattſtamm und jene Hochblätter,

[1] Man hat dieſe Gebilde mit Rückſicht auf die Ähnlichkeit mit Eiern gewiſſer Tiere auch Eichen (ovula) genannt. Auch der Name Samenknoſpe und Keimknoſpe war ehemals üblich (ſ. Band I, S. 602). Gegen dieſe Bezeichnungen wurden verſchiedene Einwände gemacht und insbeſondere der Name Samenknoſpe vom Standpunkte der ſpekulativen Morphologie angefochten und verfemt, worauf gelegentlich noch die Rede kommen ſoll. Da dieſem Buche das Eingehen auf naturphiloſophiſche Spekulationen ſowie jedwede Polemik fern liegt, ſo möge der ganz unverfängliche Name „Samenanlage" gewählt ſein.

welche den Namen Fruchtblätter führen, den wesentlichsten Anteil. Die Beteiligung ist aber eine so ungleichmäßige, daß man sagen kann, an der einen Pflanze werde fast das ganze Gehäuse nur aus dem Stamme, an der andern fast nur aus den Fruchtblättern gebildet. Es rührt das davon her, daß der Stammscheitel, von welchem die Blütenblätter ausladen, und der darum auch der Blütenboden heißt, eine so außerordentliche Vielgestaltigkeit zeigt. In einer Reihe von Fällen ist der Blütenboden nicht ausgehöhlt, sondern solid und stellt sich



Anlagen und Baupläne der Phanerogamenfrüchte: 1. Aufgesprungene Frucht der Miltonia stellata. — 2. Fruchtanlage der Miltonia stellata, quer durchschnitten. — 3. Fruchtanlage einer Reseda (Reseda), quer durchschnitten. — 4. Dieselbe Fruchtanlage, nicht durchschnitten. — 5. Längsschnitt durch die Fruchtanlage von Helianthus tuberosus. — 6. Fruchtanlage des Veilchens (Viola odorata). — 7. Dieselbe, quer durchschnitten. — 8. Fruchtanlage in der Blüte des Myosurus minimus. — 9. Dieselbe, im Längsschnitte. — 10. Fruchtanlage der Kartoffelpflanze (Solanum tuberosum). — 11. Dieselbe, quer durchschnitten. — Sämtliche Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 69, 71, 72, 73 und 74.

als knopf-, kolben- oder kegelförmiges Ende des Blütenstieles dar (s. obenstehende Abbildung, Fig. 8, 9, und S. 74, Fig. 3), während er in einer andern Reihe von Fällen so aussieht, als hätte man ihn am Scheitel eingedrückt und grubenförmig vertieft (s. Abbildung S. 70, Fig. 1 und 2). Würde man aus einer plastischen Masse, etwa aus weichem Wachse einen Kegel formen und diesen Kegel zunächst durch schwachen Druck auf der Spitze abplatten dann allmählich durch stärkern Druck grubig vertiefen und endlich becherförmig aushöhlen, so erhielte man Gestalten, welche in der Natur thatsächlich realisiert sind, und deren eines Extrem ein spitzer solider Kegel ist, während das andre Extrem einen tief ausgehöhlten Becher darstellt. Zwischen diesen beiden Endgliedern der Formenreihe des Blütenbodens,

welche als Kegelboden und Becherboden bezeichnet werden, schaltet sich der Scheibenboden ein, welcher, wie sein Name besagt, die Gestalt einer Scheibe besitzt.

Es braucht wohl kaum hervorgehoben zu werden, daß bei dem Wachstume und Aufbaue der lebenden Pflanze der Becherboden nicht durch Eindrücken und Aushöhlen entsteht. In Wirklichkeit bildet sich der Becherboden dadurch aus, daß das Wachstum im Zentrum des als Cylinder zu denkenden Stammes ein andres ist als an der Peripherie; das Gewebe rings um das Zentrum erhebt sich als Wall, der immer höher und höher wird und schließlich als Wandung eines Napfes oder selbst eines tiefen Bechers erscheint. Wenn wir daher von Aushöhlung eines Blütenbodens sprechen, so ist das nur bildlich zu nehmen; in der That entsteht die grubige Vertiefung oder Höhlung nicht durch Wegnehmen von Substanz, ebensowenig durch Schwinden des Gewebes, sondern durch Erhebung eines Ringwalles um das Zentrum des Blütenbodens.

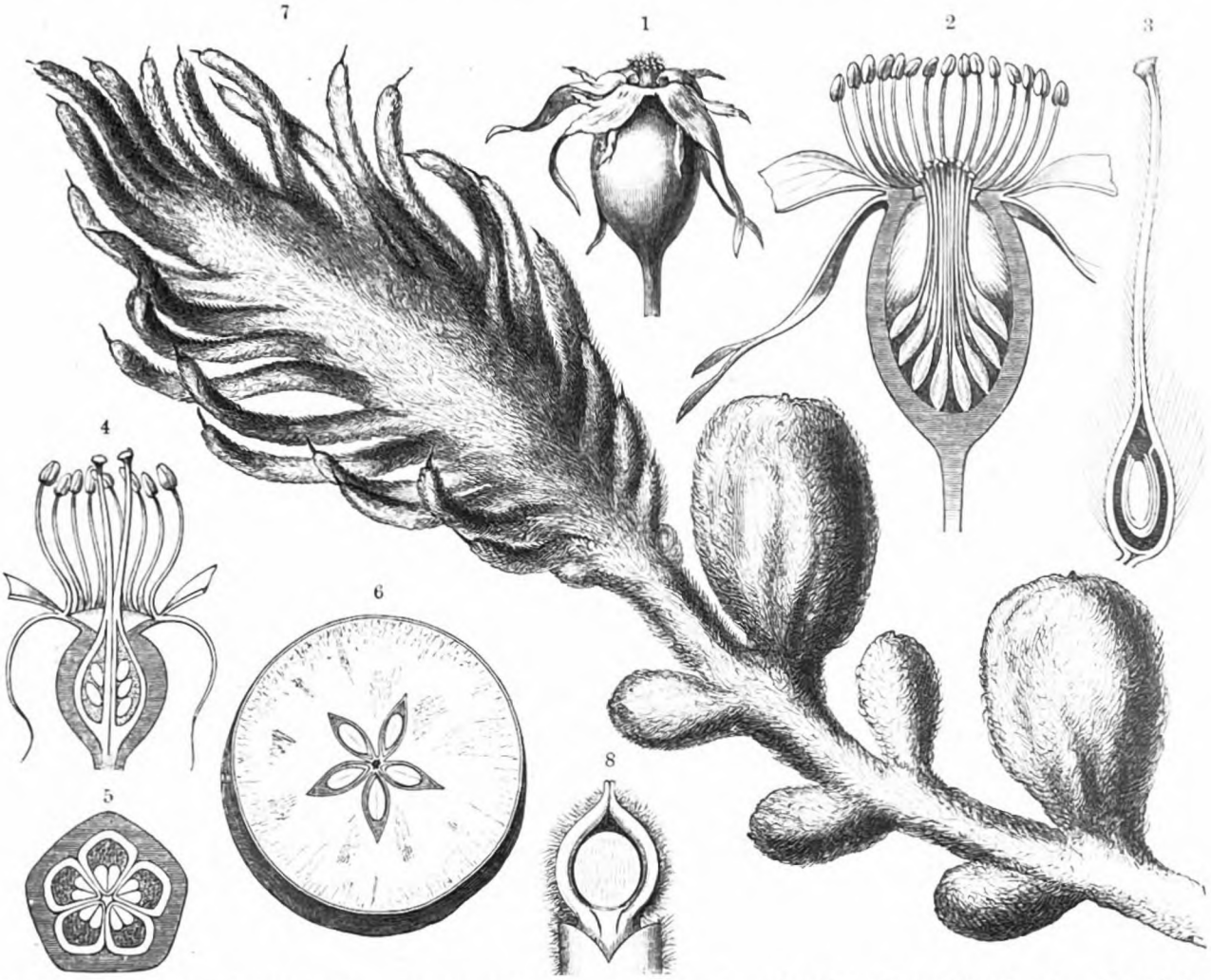
Die Gestaltung des Blütenbodens wird noch dadurch kompliziert, daß das Zentrum desselben, um welches sich ein Ringwall ausbildet, nicht immer zu wachsen aufhört, sondern sich mitunter als ein Wulst oder Zapfen erhebt, so daß man dann eine Mittelsäule wahrnimmt, die ganz das Ansehen eines Kegelbodens hat, aber von einem napfförmigen oder becherförmigen Ringwalle umgeben ist.

Um die Beziehungen der Blütenblätter zum Blütenboden darzustellen, empfiehlt es sich, zuerst den Kegelboden vorzunehmen, an welchem die Gruppierung am leichtesten zu übersehen ist. Man findet an demselben die Blütenblätter in mehreren übereinander folgenden Quirlen oder Scheinquirlen oder auch entlang einer gleichmäßigen Schraubenlinie dem Alter nach geordnet. Zu oberst die Fruchtblätter, unter ihnen die Pollenblätter und noch tiefer die Blumenblätter. Entweder ist von den Fruchtblättern, Pollenblättern und Blumenblättern nur je ein Wirtel entwickelt, oder es sind deren je zwei, drei und selbst noch mehr ausgebildet. Wenn mehrere wirtelig gestellte Fruchtblätter miteinander zu einem einzigen Gehäuse verwachsen sind, so kann der Kegelboden schon dicht oberhalb des Ansatzes der Fruchtblätter endigen, er kann aber auch als Zapfen in das aus den Fruchtblättern gebildete Gehäuse hineinragen oder als eine Mittelsäule den ganzen Fruchtknoten durchsetzen. Nicht immer bilden aber die Fruchtblätter des Kegelbodens nur ein einziges Gehäuse; es kommt auch vor, daß jedes Fruchtblatt für sich ein besonderes Gehäuse erzeugt, und dann sieht man an der Spitze des Kegelbodens einen Quirl aus getrennten Fruchtknoten (s. Abbildung, S. 74, Fig. 7), oder aber es ordnen sich an dem kegelförmigen Blütenboden zahlreiche kleine Fruchtknoten entlang einer Schraubenlinie (s. Abbildung, S. 68, Fig. 8 und 9).

Um die Lage und das Stellungsverhältnis der Blütenblätter, insbesondere der Fruchtblätter, am Scheibenboden und Becherboden anschaulich zu machen, ist es zweckmäßig, zu dem schon früher gewählten Bilde einer plastischen Masse zurückzukehren und sich vorzustellen, daß ein kegelförmiger Blütenboden durch einen von obenher auf sein Zentrum ausgeübten Druck die Gestalt einer Scheibe oder eines Bechers erhalten könnte. Angenommen, die eingedrückte Masse sei früher, als sie noch die Kegelform besaß, an ihrer ganzen Oberfläche von der Basis bis hinauf zur Spitze mit Blättern besetzt gewesen, so werden nun nach der Umformung des Kegels in eine Scheibe jene Blätter, welche früher von der Spitze ausgingen, in das Zentrum, jene, welche früher an der Basis des Kegels standen, an die Peripherie der Scheibe zu stehen kommen. Wurde aber der Kegel in einen Becher umgemodelt, so werden jene Blätter, welche sich vor dem Eindrücken in der Nähe der Kegelspitze erhoben hatten, in der Weise verschoben, daß sie in das Innere des Bechers gelangen und nun von der Innenseite der Becherwand in die Aushöhlung hineinragen. Jene, welche knapp neben der Kegelspitze entsprangen, erscheinen sogar in den Grund des Bechers hinabgerückt, und sollte sich aus dem Mittelgrunde des Bechers jenes Stück des Blütenbodens, welches der Kegelspitze

entſpricht, nochmals als Zapfen erheben, ſo könnten auch an dieſem noch Blätter entſpringen. Es iſt alſo der Fall denkbar, daß von der Außenſeite der Becherwand, von der Innenſeite der Becherwand und von dem Zapfen, der ſich vom Grunde des Bechers als eigentliches Ende der Achſe erhebt, Blätter ausgehen.

Je nachdem die vom Blütenboden entſpringenden Blätter ſchraubig oder wirtelig geſtellt ſind, einfache oder doppelte Umgänge oder Cyklen bilden und unter ſich oder mit



Anlagen und Baupläne der Phanerogamenfrüchte: 1. Fruchtanlage einer Roſe (Rosa Schottiana). — 2. Dieſelbe, etwas vergrößert, im Längsſchnitte. — 3. Ein dieſer Fruchtanlage entnommener Stempel im Längsſchnitte. — 4. Fruchtanlage des Apfels (Pirus Malus), im Längsſchnitte. — 5. Dieſelbe, im Querſchnitte. — 6. Querſchnitt durch einen Apfel. — 7. Fruchtblatt von Cycas revoluta mit Samenanlagen. — 8. Längsſchnitt durch eine Samenanlage von Cycas revoluta. — Fig. 1, 6, 7, 8 in natürlicher Größe; Fig. 2, 4, 5: 3fach; Fig. 3: 8fach vergrößert. Vgl. Text, S. 67, 73, 77, 78 und 79.

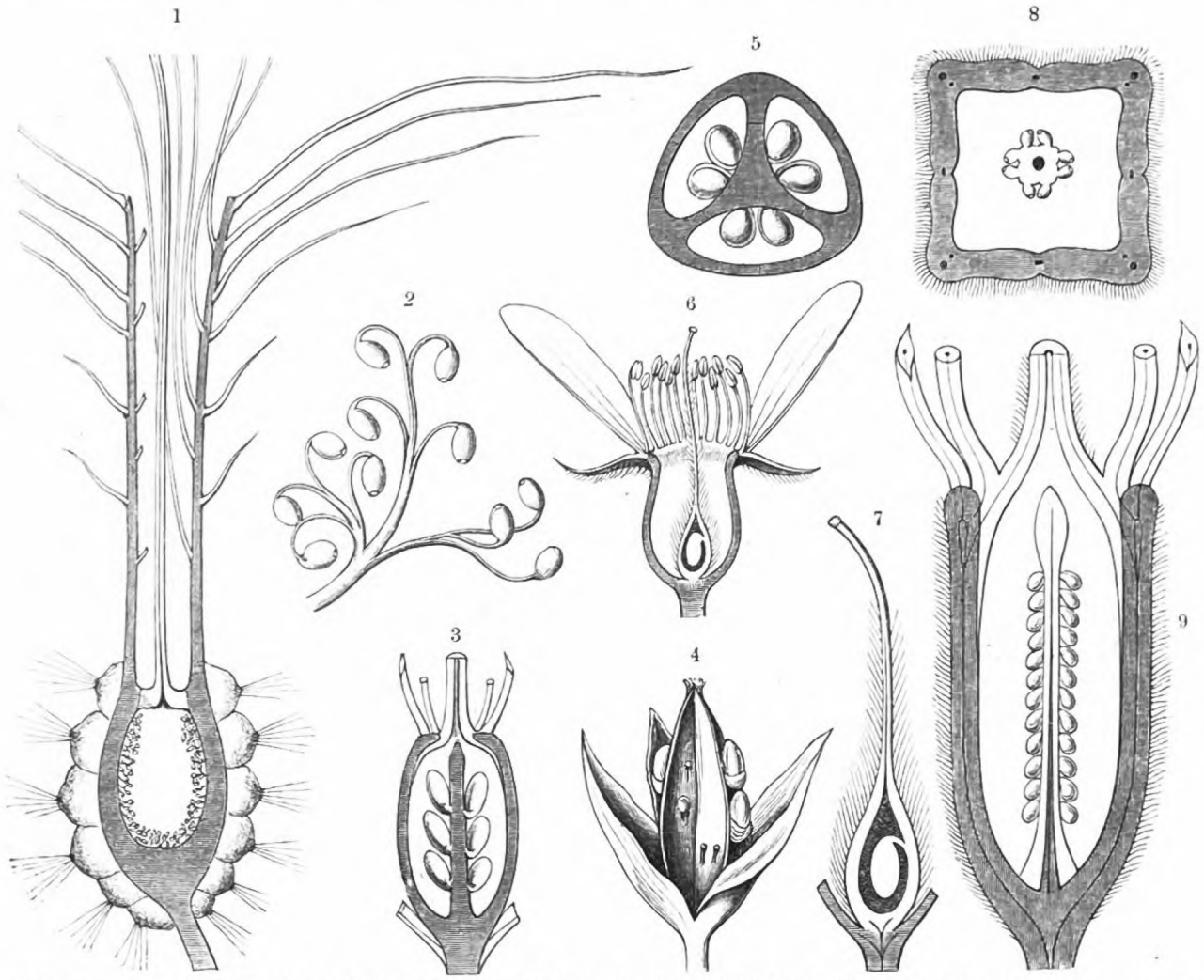
dem Blütenboden verwachſen erſcheinen, ergibt ſich eine ungemein große Mannigfaltigkeit von Formen, und es iſt unmöglich, eine allumfaſſende Überſicht derſelben im engen Rahmen dieſes Buches zu bringen. Ich beſchränke mich daher auf die Darſtellung einer Reihe von Fällen, welche gewiſſermaßen als Markſteine in dem bunten Gewirre angeſehen werden können, und wähle als Beiſpiele die Blüten weitverbreiteter und allgemein bekannter Pflanzen, in deren Bau jedermann leicht Einſicht zu nehmen in der Lage iſt.

Um Wiederholungen zu vermeiden, ſollen die zu beſchreibenden 18 Fälle in zwei Gruppen gebracht werden, von welchen die eine jene Fruchtanlagen begreift, deren Grundfeſte ein Kegelboden bildet, während die zweite jene Formen zuſammenfaßt, in welchen ein Scheibenboden oder Becherboden ausgebildet iſt. Ebenſo ſoll aus demſelben Grunde eine weitere Gruppierung danach vorgenommen werden, ob ſämtliche Fruchtblätter von einerlei oder zweierlei Art ſind.

Fruchtanlagen auf einem Kegelboden.

Sämtliche Fruchtblätter von einerlei Art.

1) Die Fruchtblätter entſpringen in ſchraubiger Anordnung von dem Kegelboden. Jedes Fruchtblatt trägt mehrere oder auch nur eine Samenanlage und bildet für ſich ein beſonderes Gehäuſe. Der mit dieſen Gehäuſen beſetzte Kegelboden iſt entweder ſehr ver-



Anlagen und Baupläne der Phanerogamenfrüchte: 1. Längsſchnitt durch die Fruchtanlage des Cereus grandiflorus. — 2. Samenanlagen auf verzweigtem Träger aus dem Grunde der Fruchtanlage des Cereus grandiflorus. — 3. Längsſchnitt durch die Fruchtanlage des Hedychium angustifolium. — 4. Aufgeſprungene Frucht derſelben Pflanze. — 5. Querſchnitt durch die Fruchtanlage derſelben Pflanze. — 6. Längsſchnitt durch die Blüte des Mandelbaumes (Amygdalus communis). — 7. Längsſchnitt durch die Fruchtanlage derſelben Pflanze. — 8. Querſchnitt, 9. Längsſchnitt durch die Fruchtanlage des Weidenröschens (Epilobium angustifolium). — Fig. 1 in natürlicher Größe; Fig. 3, 4, 5, 6 ſchwach vergrößert; Fig. 2, 7, 8, 9 beiläufig 10fach vergrößert. Vgl. Text, S. 73 und 74.

längert, wie bei dem Mäuſeſchwanz (Myosurus; ſ. Abbildung, S. 68, Fig. 8, 9), oder zapfenförmig, wie beim Tulpenbaum (Liriodendron), oder knopfförmig, wie bei dem Hahnenfuß (Ranunculus).

2) Die Fruchtblätter entſpringen in wirteliger Anordnung von dem Kegelboden, ſind eingerollt und mittels der eingerollten Ränder unten an den zapfenförmig verlängerten Kegelboden angewachſen. Da ſie auch unter ſich im unteren Teile ſeitlich verwachſen ſind, bilden ſie zuſammen ein vielfächeriges Gehäuſe. Jedes Fruchtblatt trägt Samenanlagen an ſeiner innern Fläche. Als Beiſpiele gelten die gelbe Seeroſe oder Nixblume (Nuphar) und die Waſſerviole (Butomus; ſ. Abbildung, S. 74, Fig. 7, 8).

3) Die Fruchtblätter entſpringen dicht unter dem Ende des Kegelbodens, bilden einen Wirtel und ſind miteinander zu einem einzigen Gehäuſe verwachſen. Der Kegelboden ragt

in das Gehäuse nicht hinein. Jedes Fruchtblatt trägt Samenanlagen und zwar entweder an den Rändern, wie bei der Reseda (Reseda; s. Abbildung, S. 68, Fig. 3, 4), oder an der Innenfläche, wie bei dem Sonnentau (Drosera), oder aber an der Basis, wie bei Dionaea, Drosophyllum und der zu den Resedaceen gehörigen Caylusea. In letzterm Falle sieht man die Samenanlagen gehäuft im Grunde des Gehäuses, und man könnte sie im ersten Anblicke für obere Fruchtblätter halten, ähnlich jenen, wie sie bei den Primulaceen vorkommen. Bei der Reseda ist das aus den Fruchtblättern gebildete Gehäuse oben offen.

Die Fruchtblätter von zweierlei Art.

4) Die Fruchtblätter entspringen dicht unter dem Ende des Kegelbodens und erscheinen als zweigliederige Wirtel oder, mit andern Worten, als zwei kreuzweise gestellte Paare. Die beiden gegenüberstehenden obern Fruchtblätter sind in Rippen metamorphosiert, welche die Samenanlagen in zweizeiliger Anordnung tragen. Zwischen diesen beiden rippenförmigen Fruchtblättern ist eine dünne Membran ausgespannt, was zur Folge hat, daß sie zusammen den Eindruck eines Fensterrahmens machen. Die untern Fruchtblätter tragen keine Samenanlagen und bilden Klappen, welche sich an den aus den obern Fruchtblättern gebildeten Rahmen anlegen. Diese Form kommt mit zahlreichen Modifikationen bei den Schotengewächsen (Cruciferen) vor.

5) Die Fruchtblätter entspringen dicht unter dem Ende des Kegelbodens und bilden zwei Wirtel. Jene des untern Wirtels tragen keine Samenanlagen und sind zu einem Gehäuse verwachsen, jene des obern Wirtels tragen Samenanlagen und sind in Wülste, Stränge oder Leisten metamorphosiert, welche der Innenseite des von dem untern Wirtel gebildeten Gehäuses angewachsen erscheinen. Hierher gehören das Veilchen (Viola; s. Abbildung, S. 68, Fig. 6, 7), das Schöllkraut (Chelidonium) und der Mohn (Papaver).

6) Die untern Fruchtblätter tragen keine Samenanlagen, bilden einen Wirtel, sind an den seitlichen, nicht eingerollten Rändern miteinander verwachsen und bilden ein Gehäuse. Dicht unter dem Ende des in das Gehäuse nur wenig hineinragenden Kegelbodens entspringt ein einziges, eine Samenanlage tragendes Fruchtblatt, welches scheinbar endständig ist. Als Beispiele können gelten die Fruchtanlagen der Rhabarberpflanze (Rheum) und des Ampfers (Rumex; s. Abbildung, S. 78, Fig. 23).

7) Die untern Fruchtblätter tragen keine Samenanlagen, bilden einen Wirtel, sind an den seitlichen, nicht eingerollten Rändern miteinander verwachsen, haben also die Gestalt von Faßdauben und bilden ein Gehäuse, in welches der kegelförmige Blütenboden als Zapfen oder Mittelsäule hineinragt. Die obern Fruchtblätter sind in Polster metamorphosiert, tragen Samenanlagen und entspringen von dem in das Gehäuse hineinragenden Teile des Kegelbodens. Dieselben zeigen entweder eine schraubige Anordnung, wie bei dem Milchkraute (Glaux; s. Abbildung, S. 75, Fig. 8, 9), oder sie bilden Wirtel, wie bei der japanischen Primel (Primula Japonica).

8) Die untern Fruchtblätter tragen keine Samenanlagen, bilden einen Wirtel, sind eingerollt und so miteinander verwachsen, daß ein mehrfächeriges Gehäuse entsteht. Die obern Fruchtblätter tragen Samenanlagen, entspringen von dem als Mittelsäule das Gehäuse durchsetzenden Ende des Kegelbodens und sind in die Fächer des Gehäuses eingeschoben. Beispiele hierfür sind die Wolfsmilch (Euphorbia), die Azalea (Azalea), der Fingerhut (Digitalis), die Kartoffel (Solanum tuberosum; s. Abbildung, S. 68, Fig. 10, 11).

Fruchtanlagen auf einem Scheiben- oder Becherboden.

Fruchtblätter von einerlei Art.

9) Der Blütenboden scheiben- oder napfförmig mit einem aus der Mitte sich erhebenden Wulste oder Zapfen. Die Fruchtblätter von einerlei Art sind an dem Zapfen entlang

einer Schraubenlinie geordnet. Jedes Fruchtblatt trägt eine oder mehrere Samenanlagen und bildet für sich ein Gehäuse. Hierher gehört die Silberwurz (Dryas), das Fingerkraut (Potentilla), die Himbeere (Rubus Idaeus; s. Abbildung, S. 74, Fig. 11, 12).

10) Blütenboden becherförmig ohne mittelständigen Zapfen. Die Fruchtblätter entlang einer Schraubenlinie von der Innenseite des Bechers entspringend. Jedes Fruchtblatt trägt eine oder mehrere Samenanlagen und bildet für sich ein Gehäuse. Als Beispiel ist anzuführen die Rose (Rosa; s. Abbildung, S. 70, Fig. 1—3).

11) Nur ein Fruchtblatt im Mittelgrunde des becherförmigen Blütenbodens aus dem Ende der Achse entspringend und scheinbar endständig. Dieses Fruchtblatt trägt Samenanlagen und bildet für sich ein Gehäuse, ist aber mit der innern Wand des Bechers nicht verwachsen. Diese Gestalt der Fruchtanlage zeigen die Kirschen, Pflaumen und Aprikosen und auch die Mandeln (Amygdalus; s. Abbildung, S. 71, Fig. 6, 7).

12) Die Fruchtblätter entspringen an dem eigentlichen Ende der Achse im Mittelgrunde des becherförmigen Blütenbodens, bilden einen Wirtel, sind eingerollt und miteinander zu einem Gehäuse verwachsen. Das Gehäuse füllt den ganzen Hohlraum des ringsum geschlossenen Bechers wie ein Einsatz aus und ist der Innenseite des Bechers angewachsen. Jedes Fruchtblatt trägt an den eingeschlagenen Rändern Samenanlagen. Hierher gehören die Fruchtanlagen der Mispeln (Mespilus), Birnen und Äpfel (Pirus; s. Abbildung, S. 70, Fig. 4—6).

13) Die Fruchtblätter entspringen an dem eigentlichen Ende der Achse im Mittelgrunde des Blütenbodens. Dieser Blütenboden ist aber ganz eigentümlich gestaltet; er bildet nämlich einen an den Seitenwänden durchbrochenen Becher. Es sieht so aus, als hätte man am Umfange des Bechers drei große Ausschnitte gemacht, so daß nur drei dicke Säulen, Spangen oder Rippen übrigbleiben. Diese drei Rippen vereinigen sich oben wieder miteinander und bilden den Becherrand, von welchem die Blumenblätter und Pollenblätter ausgehen. Die drei Ausschnitte an der Seitenwand des Bechers werden aber von den drei im Grunde des Blütenbodens entspringenden Fruchtblättern verschlossen, so daß also das Fruchtknotengehäuse aus drei Rippen des becherförmigen Blütenbodens und drei Fruchtblättern aufgebaut ist. Die Samenanlagen gehen von Leisten der Fruchtblätter aus, die in das Innere des Gehäuses vorspringen. Diese merkwürdige Fruchtanlage findet sich in mannigfaltigen Modifikationen bei den Orchideen (s. Abbildungen, S 68, Fig. 1, 2, und S. 78, Fig. 1—4).

Fruchtblätter von zweierlei Art.

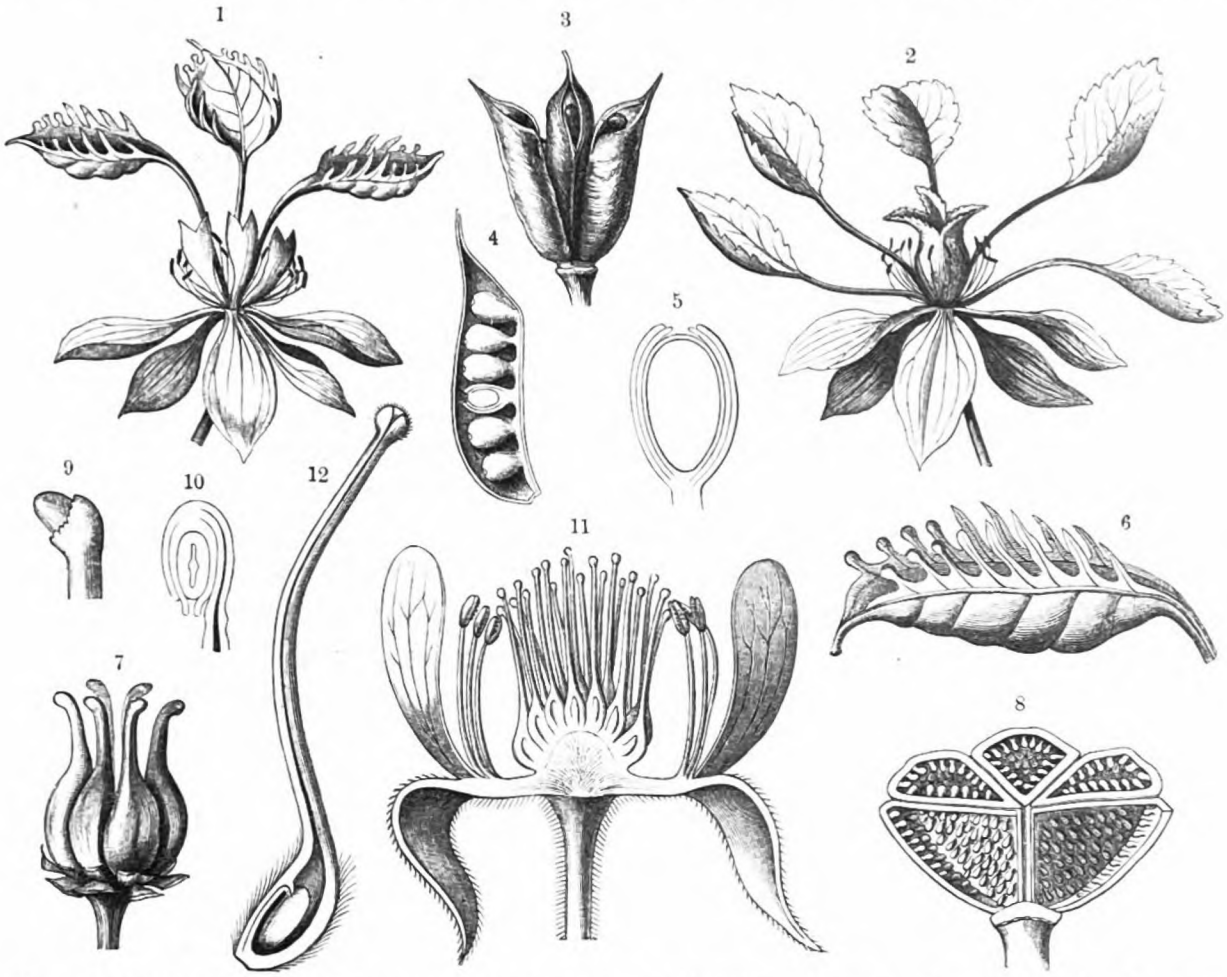
14) Die Fruchtblätter von zweierlei Art, die einen tragen keine Samenanlagen, entspringen oberhalb der Basis von der Innenwand des Bechers und verschließen dessen Mündung, wodurch eine Fruchtknotenhöhle gebildet wird; die andern tragen Samenanlagen und sind in verzweigte Stränge metamorphosiert, welche entlang einer Schraubenlinie im untern, bauchig erweiterten Teile des Bechers entspringen und in die Fruchtknotenhöhle hineinragen. Eine vom Grunde des Bechers sich erhebende Mittelsäule fehlt. Hierher gehören die Nopalgewächse, namentlich Opuntia und Cereus (s. Abbildung, S. 71, Fig. 1, 2).

15) Die Fruchtblätter von zweierlei Art. Die einen tragen keine Samenanlagen, erheben sich von der Innenwand des Bechers und verschließen dessen Mündung, wodurch eine Fruchtknotenhöhle gebildet wird; die andern tragen Samenanlagen, sind in Stränge metamorphosiert, entspringen wirtelförmig angeordnet im Grunde des Bechers und sind einer aus dem Zentrum der Achse sich erhebenden und die Fruchtknotenhöhle durchsetzenden, oft nur fadenförmigen Mittelsäule angewachsen. Als Beispiel ist zu nennen das Weidenröschen (Epilobium; s. Abbildung, S. 71, Fig. 8, 9).

16) Die Fruchtblätter von zweierlei Art. Die einen tragen keine Samenanlagen und verschließen nach oben den Becher, wodurch eine Fruchtknotenhöhle gebildet wird; die andern

tragen Samenanlagen, ſind in Polſter metamorphoſiert und entſpringen entlang einer Schraubenlinie von einer Mittelſäule, die ſich vom Grunde des Bechers erhebt und die Fruchtknotenhöhle durchſetzt. Hierher gehört Hedychium (ſ. Abbildung, S. 71, Fig. 3, 4, 5).

17) Die Fruchtblätter, welche der Samenanlagen entbehren, verſchließen nach oben den becherförmigen Blütenboden. Im Grunde des Bechers, dicht unter dem wahren Scheitel der Achſe, entſpringt nur ein einziges die Samenanlage tragendes Fruchtblatt, welches ſchein-

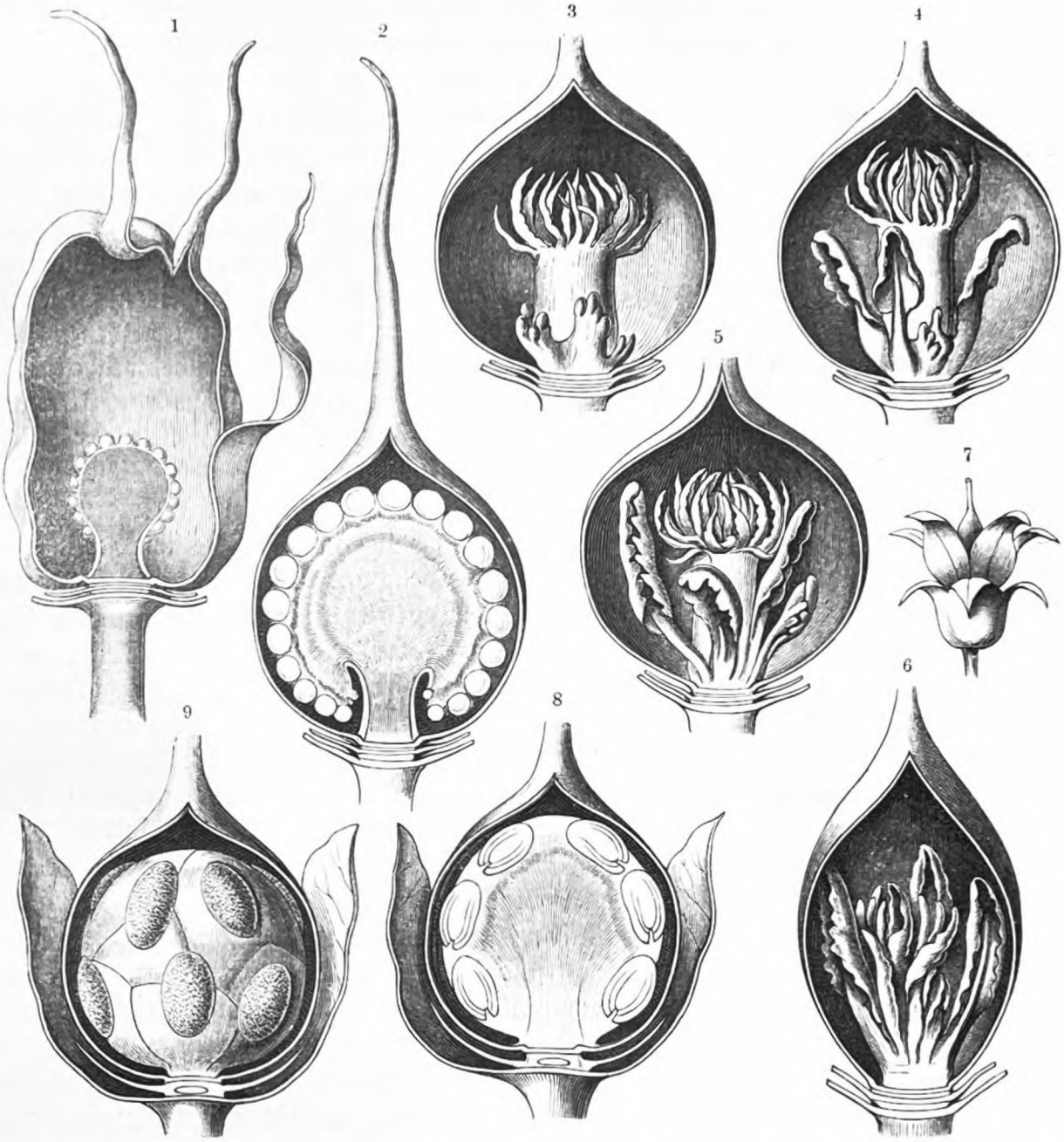


Anlagen und Baupläne der Phanerogamenfrüchte: 1, 2. Antholyſen eines Ritterſporns (Delphinium Caschmirianum). — 3. Reife aufgeſprungene Frucht derſelben Pflanze. — 4. Längsſchnitt durch ein einzelnes Fruchtfach derſelben Pflanze. — 5. Längsſchnitt durch eine Samenanlage derſelben Pflanze. — 6. Ein einzelnes vergrüntes Fruchtblatt derſelben Pflanze. — 7. Fruchtanlage des Butomus umbellatus. — 8. Dieſelbe Fruchtanlage der Länge und Quere nach durchſchnitten. — 9. Eine Samenanlage derſelben Pflanze. — 10. Längsſchnitt durch eine ausgewachſene Samenanlage derſelben Pflanze. — 11. Längsſchnitt durch die Blüte der Himbeere (Rubus Idaeus). — 12. Längsſchnitt durch einen einzelnen Stempel aus der Fruchtanlage derſelben Pflanze. — Fig. 1, 2, 3 in natürlicher Größe; Fig. 4, 6, 7, 11: 2—5fach; Fig. 5, 8, 9, 10, 12: 6—8fach vergrößert. Vgl. Text, S. 68, 69, 71, 73, 76, 77 und 79.

bar endſtändig iſt. In zahlreichen Modifikationen an den Korbblütlern ausgebildet, ſo z. B. an der Sonnenblume (Helianthus; ſ. Abbildung, S. 68, Fig. 5).

Der hier gegebenen Darſtellung iſt noch die Bemerkung beizufügen, daß ſie von jener, welche in der letzten Zeit durch mehrere ausgezeichnete Morphologen von dem Aufbaue des Fruchtgehäuſes gegeben wurde, in zwei Punkten erheblich abweicht. Erſtens darin, daß nach meinen Unterſuchungen die Wand der ſogenannten unterſtändigen Fruchtknoten zumeiſt aus einem becherförmigen Blütenboden und nicht aus Fruchtblättern, die von der Röhre des Perigons oder Kelches überzogen ſind, gebildet wird. Daß auch das letztere vorkommt (z. B. bei manchen Steinbrechen), ſoll nicht in Abrede geſtellt werden, aber weit häufiger ſind doch jene Fälle, wo ſich der Blütenboden als Ringwall erhebt und zu einem becherförmigen Gehäuſe wird. Zur Zeit der Fruchtreife ſpringt dieſes Gehäuſe oftmals auf, und

es bilden ſich Klappen, welche große Ähnlichkeit mit den aus Fruchtblättern hervorgegangenen Klappen haben; aber es iſt denn doch nichts weiter als eine Ähnlichkeit, vergleichbar derjenigen, welche zwiſchen den laubartigen Blattäſten des Mäuſedorns und den wirklichen



Antholyſen und Fruchtanlagen: 1–6. Längsſchnitte durch die Fruchtknoten vergrünter Blüten der Primula Japonica; die untern Fruchtblätter bilden das Gehäuſe des Fruchtknotens und entbehren der Samenanlagen; die obern Fruchtblätter zeigen alle Übergange von Gewebepolſtern, welche mit dem Ende der Achſe verwachſen und mit Samenanlagen beſetzt ſind, zu vergrünten und gelöſten Blattgebilden, deren randſtändige Kerbzähne den Samenanlagen gleichwertig ſind. — 7. Eine einzelne vergrünte Blüte der Primula Japonica. — 8. Längsſchnitt durch die Frucht- und Samenanlage von Glaux maritima. — 9. Fruchtanlage von Glaux maritima; die vordere Wand des Fruchtknotens entfernt. — Fig. 7 in natürlicher Größe; alle andern Figuren 6—8fach vergrößert. Vgl. Text, S. 72 und 76.

Laubblättern beſteht (ſ. Band I, S. 307). Abweichend von der Erklärung, die in den meiſten botaniſchen Werken gegeben wird, iſt in der obigen Darſtellung auch die Angabe, daß am Aufbaue vieler Fruchtanlagen zweierlei Fruchtblätter beteiligt ſind, nämlich untere ohne Samenanlagen, welche das Gehäuſe bilden, und obere mit Samenanlagen, welche in der mannigfaltigſten Weiſe in Wülſte, Polſter, Stränge und Leiſten metamorphoſiert ſind. Zu dieſer Auffaſſung führten nicht nur umfangreiche entwickelungsgeſchichtliche Unterſuchungen,

ſondern auch die Beobachtung einer großen Menge ſogenannter Antholyſen, welche in neuerer Zeit mit ſo großem Erfolge als wichtiger Behelf zur Klärung der ſo ſchwierigen Fragen über den Bauplan der Fruchtanlage herangezogen wurden.

Da auf dieſe Antholyſen noch wiederholt die Rede kommen wird, ſo iſt es am Platze, hier in aller Kürze zu ſagen, was ſie ſind, und was man unter dem Ausdrucke Antholyſe, welcher, wörtlich überſetzt, Blütenlöſung bedeutet, zu verſtehen hat. Jedermann kennt die gefüllten Blüten der Roſen, Levkojen, Nelken, Primeln, Tulpen und andrer Gartenpflanzen, die von den Ziergärtnern mit Vorliebe kultiviert und vermehrt werden. Die Urſache ihres Entſtehens wird in einem ſpätern Abſchnitte zu erörtern ſein, hier iſt nur zu konſtatieren, daß in den gefüllten Blüten die Pollenblätter ganz oder teilweiſe in Blumenblätter, bisweilen auch in Fruchtblätter umgewandelt ſind, daß ſich gewöhnlich eine Vervielfältigung der Blumenblätter, Pollenblätter und Fruchtblätter einſtellt, und daß mit dieſer Veränderung ſehr oft auch eine Vergrünung von Gebilden, welche ſonſt nicht grün erſcheinen, ſowie eine Löſung und Iſolierung der in den nicht gefüllten Blüten miteinander verwachſenen Teile Hand in Hand geht. Insbeſondere löſen und vermehren ſich die Blattgebilde, welche im Bereiche des normalen Fruchtknotens verwachſen erſcheinen, ſie verflachen ſich und erhalten ganz oder teilweiſe das Anſehen von grünen Laubblättern. Gewöhnlich ſieht man alle möglichen Übergangsformen und Zwiſchenſtufen nebeneinander in einer und derſelben Blüte, und es läßt ſich dann die allmähliche Umwandlung in Laubblätter ſtufenweiſe verfolgen.

Wo nun eine ſolche Antholyſe ſtattfand, und wo ſich insbeſondere im Bereiche des Fruchtknotengehäuſes Verwandlungen in Laubblätter vollzogen haben, hält man ſich berechtigt, die betreffenden Teile für Blattgebilde zu erklären, zumal dann, wenn auch die Entwickelungsgeſchichte nicht gegen dieſe Annahme ſpricht. Anderſeits wird man Teile, welche auch in gelöſten Blüten niemals Blattformen annehmen, ſondern ſelbſt als Ausgangspunkt von Blättern erſcheinen, für Stammgebilde hinnehmen, natürlich wieder nur unter der Vorausſetzung, daß die Entwickelungsgeſchichte mit dieſer Annahme im Einklange ſteht.

Indem nun die Antholyſen von dieſem Geſichtspunkte aus betrachtet wurden, ergab ſich das in der obigen überſichtlichen Einteilung zum Ausdrucke gebrachte Reſultat, daß in vielen Fällen nur Fruchtblätter von einerlei Art, in vielen andern Fällen aber Fruchtblätter von zweierlei Art an dem Aufbaue der Fruchtanlage beteiligt ſind. Die Antholyſen und Vergrünungen des Ritterſporns (Delphinium Caschmirianum), welche durch die Figuren 1, 2, 6 auf S. 74 zur Anſchauung gebracht ſind, zeigen in der einſichtlichſten Weiſe, daß da nur ein Wirtel von Fruchtblättern ausgebildet iſt, und daß ſämtliche Fruchtblätter an ihren Rändern Samenanlagen tragen, während die Antholyſen und Vergrünungen der japaniſchen Primel (Primula Japonica), welche durch die Figuren 1—7 auf S. 75 dargeſtellt ſind, in überzeugender Weiſe klarſtellen, daß hier zweierlei Fruchtblätter beteiligt ſind, nämlich untere, beziehentlich äußere blattartige, welche keine Samenanlagen tragen, und obere, beziehentlich innere, welche in Polſter metamorphoſiert ſind und Samenanlagen tragen.

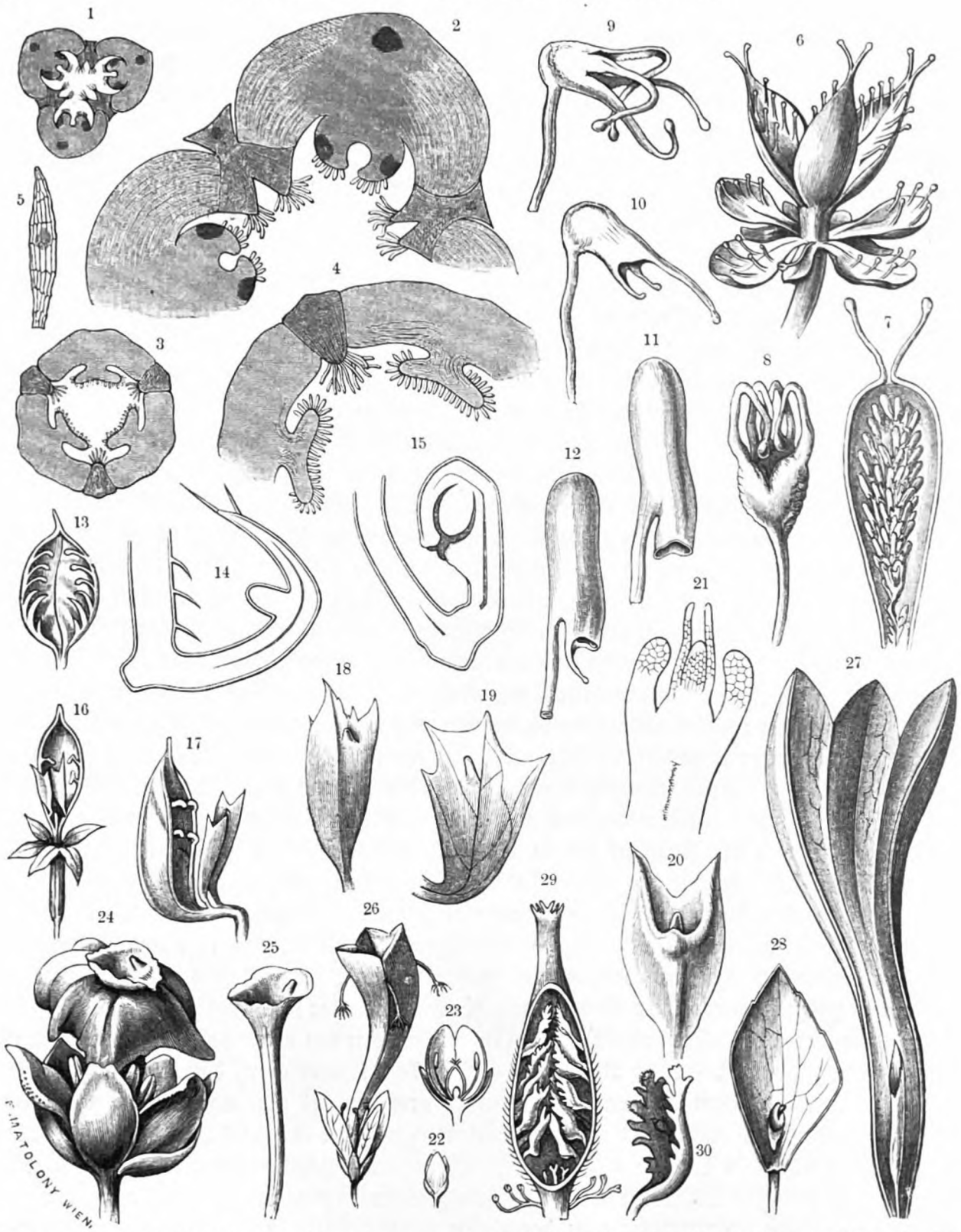
Erſt jetzt, nachdem die Fruchtknotengehäuſe in ihren abweichenden Formen geſchildert wurden, kann auch auf die wichtigen Einſchlüſſe derſelben, auf die Samenanlagen, näher eingegangen werden. In dem einen ſtimmen alle Samenanlagen miteinander überein, daß ſie zur Zeit der Befruchtung einen mehrzelligen Gewebekörper darſtellen, an welchem mittelſtändige und periphere Zellen unterſchieden werden können, ebenſo auch darin, daß wenigſtens eine der mittelſtändigen Zellen beſtimmt iſt, den Ausgangspunkt für den Keimling zu bilden. In vielen Pflanzen ſind die mittelſtändigen Zellen von jenen des Umfangs deutlich geſchieden, ſo zwar, daß ein Kern (nucleus) und eine Hülle (integumentum) wahrgenommen werden kann. Mitunter iſt die Hülle eine doppelte, wie z. B. an Delphinium und Butomus (ſ. Abbildungen, S. 74, Fig. 5, 9, 10), während ſie in andern Fällen, wie

beispielsweise an Cycas revoluta (s. Abbildung, S. 70, Fig. 8), einfach bleibt. An den meisten Orchideen erscheint der Kern von einer großzelligen, sackartigen Hülle umschlossen, und man sieht ihn durch diese Hülle als rundlichen Ballen durchschimmern (s. Abbildung, S. 78, Fig. 5), aber an manchen als Überpflanzen der auf der Borke alter Bäume wachsenden Orchideen ist diese Grenze nur undeutlich zu sehen, und an den Balanophoreen und verschiedenen andern Schmarotzern ist keine Spur eines Gegensatzes von Kern und Hülle an den Samenanlagen zu erkennen.

Wo eine deutliche Hülle ausgebildet ist, bleibt doch immer eine kleine Stelle des Kernes von ihr unbedeckt, und diese Stelle wird Keimmund oder Mikropyle genannt. In den meisten Fällen liegt die Mikropyle der Basis der Samenanlage gegenüber, bisweilen aber ist die ganze Samenanlage bogenförmig gekrümmt, und es erscheint dann die Mikropyle dem Grunde der Samenanlage mehr oder weniger genähert. Häufig stehen die Samenanlagen mit ihren Trägern durch eine Art Stiel oder durch einen förmlichen Faden in Verbindung, aber es kommt auch vor, daß sie ohne Stiel mit breiter Basis ihrem Träger aufsitzen. Die Figur 3 der Abbildung auf S. 70 und die Figur 10 der Abbildung auf S. 74 zeigen den ziemlich häufigen Fall, wo die von einem fadenförmigen Stiele getragene Samenanlage gleichsam umgestürzt und an der einen Seite mit dem Stiele verwachsen ist. In der botanischen Kunstsprache wird der fadenförmige Stiel Funiculus und die Leiste, welche durch Verwachsung desselben mit der umgestürzten Samenanlage entsteht, Raphe genannt (s. Band I, S. 603).

Die Zellen, aus denen sich der Kern der Samenanlage aufbaut, zeigen ein sehr ungleichmäßiges Wachstum. Eine der Zellen entwickelt sich in besonders auffallender Weise und wird als Keimsack oder Embryosack angesprochen. Sie ist bei den Nadelhölzern im Vergleiche zu den andern Zellen des Kerngewebes von mäßigem Umfange, bei den meisten andern Samenpflanzen aber erweitert sie sich, verdrängt mehr oder weniger die übrigen Zellen des Kernes und ist dann nur von einer einfachen Zellschicht umgeben. Mitunter wird selbst diese Schicht verdrängt oder wenigstens nach einer Richtung hin durchbrochen, und es kommt dann vor, daß sich der Keimsack bis in die Mikropyle eindrängt. Der protoplasmatische Zellenleib des Embryosackes ist von Vakuolen reichlich durchsetzt; in der Gegend der Mikropyle, wo Vakuolen fehlen, zerfällt er in mehrere gesonderte Protoplasten, welche die Gestalt kugeliger Ballen haben, von welchen jeder einen großen Zellkern enthält, aber anfänglich der Zellhaut entbehrt. Meistens werden drei solcher kugeliger Protoplasten gebildet, aber nur aus einem pflegt nach erfolgter Befruchtung der Embryo oder Keimling hervorzugehen. Nur dieser heißt Keimbläschen oder Keimzelle, die andern hat man Gehilfinnen genannt.

An den Figuren 1—4 der Abbildung auf S. 78 ist zu ersehen, daß in dem Fruchtknotengehäuse der Orchideen die Samenanlagen in großer Zahl von eigentümlichen, in zwei Rippen geteilten Leisten der Fruchtblätter entspringen. Sie entwickeln sich dort aus Zellen, welche die Leisten als Oberhaut bekleiden, stehen mit Gefäßbündeln in keinerlei direkter Verbindung und sind daher mit jenen Oberhautgebilden in eine Linie zu stellen, welche man als Pflanzenhaare oder Trichome zu bezeichnen pflegt. Diese Analogie tritt insbesondere bei jenen Orchideen hervor, bei welchen im Innern des Fruchtknotengehäuses auch wirkliche Pflanzenhaare ausgebildet werden, also namentlich an Laelia Perrinii und Coelogyne plantaginea, von welchen Querschnitte in der Abbildung auf S. 78 (Fig. 1, 2, 3 und 4) eingeschaltet sind. Bei diesen merkwürdigen Arten springen nämlich von der Wand des Fruchtknotengehäuses sechs Leisten in die Höhlung vor, und an allen wachsen die Oberhautzellen zu haarförmigen Gebilden aus. Aber nur die Oberhautzellen von jenen drei Leisten, welche dem becherförmigen Blütenboden angehören, nehmen die gewöhnliche Gestalt einzelliger Haare an, jene an den andern Leisten gestalten sich zu Samenanlagen, von denen eine einzelne in der Figur 5 dargestellt ist.



Samenanlagen, Antholyſen und Vergrünungen: 1. Querſchnitt durch das Fruchtknotengehäuſe der Laelia Perrinii, in natürlicher Größe. — 2. Ein Teil dieſes Querſchnittes, 6fach vergrößert. — 3. Querſchnitt durch das Fruchtknotengehäuſe der Coelogyne plantaginea. — 4. Ein Teil dieſes Durchſchnittes 6fach vergrößert. — 5. Ein Same der Coelogyne plantaginea. — 6. Antholyſe eines Sonnenthaues (Drosera intermedia). (Nach Planchon.) — 7—12. Einzelne Teile aus den Antholyſen der Drosera intermedia. — 13—15. Einzelne Teile aus Antholyſen des Delphinium elatum. (Nach Cramer.) — 16. Antholyſe eines Klees (Trifolium repens). — 17—21. Einzelne Teile aus Antholyſen des Trifolium repens. (Nach Caspary.) — 22. Blüte eines Ampfers (Rumex scutatus). — 23. Dieſelbe Blüte, vergrößert, im Längsſchnitte. — 24—28. Einzelne Teile aus Antholyſen des Rumex scutatus. (Teilweiſe nach Peyritſch.) — 29. Längsſchnitt durch den Stempel einer vergrünten Blüte der Sahlweide (Salix Caprea). — 30. Eine vergrünte Samenanlage aus dieſem Stempel. — Die Figuren 6—30 etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 72, 73, 77, 79, 80 und 81.

Wie ganz anders entwickeln ſich dagegen die Samenanlagen an den Cycadeen, von welchen ein Fruchtblatt durch Figur 7 in der Abbildung auf S. 70 dargeſtellt iſt. Hier

kommt es gar nicht zur Ausbildung eines Fruchtknotengehäuses, die Fruchtblätter entſpringen getrennt und einzeln in ſchraubenförmiger Anordnung am Ende des ſtrunkförmigen Stammes, ſind fiederförmig zerſchnitten, und einige Blattabſchnitte haben ſich in große Samenanlagen umgewandelt.

Während demnach die Samenanlagen der Orchideen Haarbildungen gleichwertig ſind, haben ſie bei den Cycadeen als Äquivalente von Blattabſchnitten zu gelten. In beiden Fällen liegen die Verhältniſſe ſo einfach, klar und erſichtlich vor Augen, daß ihre Erklärung keinerlei Schwierigkeiten macht. Es gibt aber viele andre Fälle, wo die Deutung der Samenanlagen nichts weniger als leicht iſt, und wo ſelbſt die entwickelungsgeſchichtlichen Unterſuchungen mitunter im Stiche laſſen, oder beſſer geſagt, wo die aus der Entwickelungsgeſchichte ermittelten Thatſachen eine verſchiedene Erklärung zulaſſen. In ſolchen zweifelhaften Fällen ſind nun wieder die ſchon früher erwähnten Antholyſen ein willkommener Behelf, ſelbſtverſtändlich unter der Vorausſetzung, daß die Löſung und Vergrünung nicht nur das Fruchtknotengehäuſe, ſondern auch die in ihm geborgenen Samenanlagen betrifft.

Von ſolchen Antholyſen verdient zunächſt jene hervorgehoben zu werden, welche in den Blüten des Sonnentaues (Drosera) beobachtet wurde. An den ungelöſten Blüten dieſer Pflanze entſpringen die Samenanlagen an der Innenfläche der zu einem Gehäuſe zuſammenſchließenden Fruchtblätter, dagegen zeigen die getrennten Fruchtblätter gelöſter Blüten an der Innenfläche drüſentragende Borſten von demſelben Baue, wie ſie bei dem Sonnentau an den Laubblättern vorkommen (ſ. Abbildung, S. 78, Fig. 6). An manchen Fruchtblättern ſind dieſe drüſentragenden Borſten gruppenweiſe miteinander verwachſen (Fig. 7); die durch Verwachſung entſtandenen Gebilde ſind mehr oder weniger gekrümmt und nehmen in allmählichen Übergängen, welche durch die Figuren 8—12 (S. 78) dargeſtellt ſind, die Form umgeſtürzter Samenanlagen an. Ihrem Urſprunge nach iſt demnach bei dem Sonnentau die Hülle des Kernes der Samenanlage nichts andres als eine Gruppe von Blattborſten.

Ganz anders verhält es ſich bei dem Ritterſporn (Delphinium). Die Figur 4 der Abbildung auf S. 74 zeigt, daß hier die Samenanlagen an den Rändern der Fruchtblätter, welche in der ungelöſten Blüte eingerollt und zu einem Gehäuſe verwachſen ſind, entſpringen. An der gelöſten Blüte ſind die Fruchtblätter offen und an den Rändern zerſchnitten (ſ. Abbildungen, S. 74, Fig. 6, und S. 78, Fig. 13). Sie erinnern lebhaft an jene von Cycas (ſ. Abbildung, S. 70, Fig. 7) und ſtimmen mit dieſen auch darin überein, daß die fiederförmigen Abſchnitte teilweiſe in Samenanlagen umgewandelt ſind. Nur iſt hier der merkwürdige Fall zu verzeichnen, daß ſich die Spitze der Blattabſchnitte in der durch die Figuren 14 und 15 (S. 78) dargeſtellten Weiſe einrollt, ſo daß dadurch eine grubenförmige Aushöhlung entſteht. Es wird demnach bei dem Ritterſporn die Hülle des Kernes der Samenanlagen durch die eingerollten fiederförmigen Abſchnitte des Fruchtblattes gebildet. Wieder anders ſtellt ſich die Sache bei dem Klee (Trifolium), von welchem eine Antholyſe durch die Figur 16 in der Abbildung auf S. 78 dargeſtellt iſt. Die kugeligen oder ellipſoidiſchen Samenanlagen, welche in dem geſchloſſenen Fruchtknoten den Rändern des eingerollten Fruchtblattes aufſitzen, ſind hier an dem offenen Fruchtblatte durch flache, blattartige grüne Gebilde vertreten und präſentieren ſich als kleine Fiederblättchen (ſ. Abbildung, S. 78, Fig. 16, 17). Dieſe Blättchen ſind aber weder eingerollt noch zuſammengefaltet, ſondern es erhebt ſich von der Fläche derſelben der Kern der Samenanlage oder, beſſer geſagt, ein Gewebekörper, welcher dem Kerne entſpricht, und überdies ein denſelben umgebender Wall (ſ. Abbildung, S. 78, Fig. 18—21). Der Ringwall iſt hier als innere Kernhülle aufzufaſſen, während die äußere Kernhülle durch ein Fiederblättchen vertreten iſt. Die Vergrünung der Samenanlagen in dem Fruchtknotengehäuſe der Salweide (Salix Caprea; S. 78, Fig. 29) zeigt ähnliche Verhältniſſe, nur iſt hier das grüne Blättchen, von deſſen Fläche der Kern der Samenanlage

entſpringt, längs der Mittelrippe zuſammengefaltet und am Rande gelappt und zerſchlitzt (ſ. Abbildung, S. 78, Fig. 30). Von beſonderm Intereſſe iſt auch die durch die Figuren 24—28 in der Abbildung auf S. 78 dargeſtellte Antholyſe und Vergrünung der auf den Schutthalden der Kalkalpen ungemein häufigen Ampferart **Rumex scutatus**. Das eiförmige Fruchtknotengehäuſe, welches in der unveränderten Blüte (ſ. Fig. 22 und 23, S. 78) aus drei an den Rändern verwachſenen Fruchtblättern gebildet iſt, hat ſich in der Antholyſe 6—10fach vergrößert und zu einer nach oben erweiterten Röhre oder einem förmlichen Trichter umgeſtaltet (ſ. Fig. 24—27, S. 78); die Samenanlage im Grunde dieſes Gehäuſes iſt dagegen in eine Tüte umgewandelt, welche in manchen Fällen über das trichterförmige Fruchtknotengehäuſe hinausragt, wie z. B. in der Figur 24, in andern Fällen dagegen im Grunde des Fruchtknotengehäuſes geborgen bleibt, wie in Fig. 27. Von der Innenfläche dieſer Tüte erhebt ſich eine Warze, welche als Äquivalent des Kernes der Samenanlage zu gelten hat. Bisweilen entſpringt dieſe Warze in dem erweiterten Teile der Tüte (Fig. 25), noch häufiger aber kommt es vor, daß ſie im verengerten Grunde der Tüte von der Innenwand ſich als zapfenförmiger Gewebekörper erhebt und mit einem Ringwalle umgibt (Fig. 28). Dieſer Ringwall entſpricht dann der innern, das tütenförmige Blatt aber der äußern Decke des Kernes der Samenanlage.

Aus dieſen Antholyſen ergibt ſich, daß dort, wo der Kern der Samenanlage zwei Hüllen beſitzt, die untere, beziehentlich äußere Hülle bald nur dem Abſchnitte, bald wieder dem ganzen Spreitenteile eines Fruchtblattes entſpricht, letzteres natürlich nur dann, wenn Fruchtblätter von zweierlei Art vorhanden ſind, und wenn über den untern, der Samenanlagen entbehrenden Fruchtblättern nur ein einziges oberes Fruchtblatt vom Scheitel des Blütenbodens entſpringt. Die obere, beziehentlich innere Hülle des Kernes der Samenanlage erhebt ſich als Ringwall ähnlich wie eine Nebenkrone von der Fläche der blattartigen äußern Hülle. Wo nur eine einfache Hülle des Kernes an der Samenanlage ausgebildet iſt, erſcheint dieſe entweder durch Verwachſung von Blattborſten entſtanden, oder ſie geht gleich dem umhüllten Kerne ſelbſt aus einer ſich mannigfach fächernden Oberhautzelle hervor.

Der Kern der Samenanlage entſteht in manchen Fällen, wie z. B. bei den Orchideen, inmitten des aus einer Oberhautzelle durch Fächerung entſtandenen Gewebekörpers, in den meiſten andern Fällen aber am Rande oder auf der Fläche eines Blattes oder Blattabſchnittes und macht anfänglich ganz und gar den Eindruck einer blattſtändigen Knoſpe.

Ob ſich derſelbe auch unmittelbar an dem Blütenboden entwickeln kann, iſt zwar mit Sicherheit nicht nachgewieſen, aber für mehrere Pflanzengruppen, ſo namentlich für die Pfefferarten, nicht unwahrſcheinlich. Es iſt kein Grund einzuſehen, warum es ſich mit den Samenanlagen anders verhalten ſollte als mit den knoſpenartigen Ablegern, welche ja auch bald blattſtändig, bald ſtammſtändig angetroffen werden. Die große Analogie der zu Samen werdenden Samenanlagen mit den zu Ablegern werdenden Knoſpen tritt allerwärts hervor, vielfach findet ſogar eine direkte Stellvertretung ſtatt, und in früherer Zeit wurden auch die Samenanlagen von den Botanikern geradezu Samenknoſpen genannt. Später hat man, wie ſchon auf S. 67 erwähnt wurde, den Namen Samenknoſpen ausgemerzt und behauptet, die Samenanlagen ſeien keine Knoſpen. Es war das eine jener unglückſeligen gelehrten Streitfragen, bei denen es ſich eigentlich mehr um die Bedeutung des Wortes als um die Sache ſelbſt handelte, und bei deren Löſung die Schriftgelehrten nicht aus den ermittelten Thatſachen die „Geſetze“ ableiteten, ſondern umgekehrt ein auf naturphiloſophiſche Spekulationen gegründetes Geſetz im voraus feſtſtellten, die ermittelten Thatſachen dieſen Spekulationen anzupaſſen ſuchten und, wenn das unmöglich war, die nicht paſſenden

Thatsachen als Ausnahmen von der Regel erklärten, als ob es in der Natur Ausnahmen wie bei menschlichen Satzungen geben würde. Man muß sich bei Erörterung der hier berührten Frage immer und immer wieder gegenwärtig halten, daß die ersten Ausgangspunkte für die Ableger und für die Früchte, beziehentlich Samen nicht wesentlich verschieden sind. Gleichwie die Anlage einer wurzelständigen, stammständigen oder blattständigen, zum Ableger werdenden Knospe nimmt auch die dem Kerne der Samenanlage entsprechende Zellengruppe ihren Ursprung aus einer Zelle, gleich der Anlage eines knospenförmigen Ablegers ist diese Zellengruppe anfänglich nicht gegliedert und hat zunächst das Ansehen einer Warze oder eines Knöllchens, erst später formt und gestaltet sie sich, und aus einer ihrer Zellen, nämlich aus der Keimzelle, entwickelt sich der Keimling mit Stamm und Blättern.

Sehr lehrreich ist in dieser Beziehung der Vergleich der Samenanlagen im Fruchtknoten mit den blattständigen Knospen auf dem Laube einiger Orchideen. An der auf S. 39, Fig. 5 abgebildeten Malaxis sind die blattständigen Knospen zum Teile an der obern Blattfläche, zum Teile an den Rändern ausgebildet und machen in letzterm Falle den Eindruck kurzer Wimperhaare. Sie bestehen aus einem zentralen Kerne und einem umhüllenden großzelligen Sacke, welch letzterer am Scheitel der Knospe eingedrückt und fast wie eine Mikropyle gestaltet ist, so daß der ganze Gewebekörper lebhaft an eine Samenanlage erinnert (vgl. Fig. 6, S. 39 mit Fig. 2, S. 78). Insbesondere ist die Ähnlichkeit dieser blattständigen Knospenanlagen mit den Samenanlagen im Fruchtknoten von Malaxis sehr auffallend, und wer nicht wüßte, daß diese Gebilde von einem grünen Laubblatte entsprungen sind, würde sie unbedingt für Samenanlagen halten müssen. Erst später stellt sich ein Unterschied zwischen beiden insofern heraus, daß der aus dem Keimbläschen im obern Teile des Keimsackes entstandene Keimling eine neue selbständige Achse erhält, während der Sproß, welcher aus der Knospe emporwächst, nur als Abzweigung von der Mutterpflanze aufgefaßt werden kann. Das ist gewiß sehr merkwürdig und schon darum wichtig, weil es für die große Mehrzahl der Fälle Gültigkeit hat; aber durchgreifend ist auch dieser Unterschied nicht. Die durch Parthenogenesis entstandenen Ableger, auf welche später noch ausführlicher die Rede kommen wird, haben nicht nur die Gestalt des Keimlings, sondern auch die Lage desselben gegen die Mikropyle, und wäre es nicht bekannt, daß das Achenium des Gnaphalium alpinum mit der in seinem Innern geborgenen Anlage eines neuen Pflanzenstockes ohne Einflußnahme des Pollens, also ohne Befruchtung, sich gebildet hat, aus dem fertigen Zustande würde es nicht zu erkennen sein!

Aus dem allen geht aber hervor, daß die Grenzen zwischen Knospe und Samenanlage, Ableger und Frucht nicht auf die Verhältnisse der Gestalt begründet werden können, und daß bisweilen Ableger und Früchte denselben Ausgangspunkt haben, — Thatsachen, welche von großer Wichtigkeit sind, wenn die Frage nach der Bedeutung der Befruchtung für das Entstehen neuer Arten gelöst werden soll.

Die Pollenblätter.

Auf den kürzlich vom Schnee befreiten Gefilden erheben die Schneeglöckchen ihre weißen Blumen, die Blütenkätzchen der Weiden haben die Knospenhülle gesprengt, und am Waldrande, wo die Märzensonne ihre wärmenden Strahlen hinsendet, hat der Haselstrauch zu blühen begonnen. „Die Hasel stäubt.“ Wer hörte sie nicht gern, die frohe Botschaft, und wer freute sich nicht des ersten Zeichens, daß der lange Winter endlich dem Frühlinge das Feld geräumt! Sowohl die Blüten der Schneeglöckchen als jene der Hasel waren schon geraume Zeit vorbereitet; erstere unter der Erde verborgen und in Blattscheiden eingehüllt, letztere an den sparrigen Zweigen des Strauches in Gestalt von kurzen, cylindrischen

gelblichgrauen Kätzchen. Nun der Frühling gekommen, strecken sich die Kätzchen in die Länge, die kleinen, bisher dicht zusammengedrängten Blüten rücken auseinander, die sie tragende starre Spindel wird weich und biegsam, die Kätzchen hängen als lange gelbe Troddeln von den Zweigen herab, schwanken und pendeln im Winde, und nun sieht man auch die Staubwölkchen emporwirbeln, welche zu dem erlösenden Frühlingsrufe „die Hasel stäubt" Veranlassung gegeben haben.

In zutreffender Weise hat der Volksmund diesen aus den Blüten ausfallenden Staub, von dem längst bekannt ist, daß er mit der Befruchtung der Pflanzen im Zusammenhange steht, Blütenstaub genannt. Leider wurde diese für gewisse Fälle so zutreffende Bezeichnung von seiten der Botaniker auch für Gebilde in Anwendung gebracht, welche zwar in betreff der Funktion mit dem Blütenstaube der Hasel übereinkommen, in ihrem äußern Ansehen aber von diesem sehr verschieden sind. Dieselben Zellen, welche aus der Haselblüte in Form von Staub zum Vorscheine kommen, erscheinen nämlich bei andern Pflanzen als schmierige, klebrige Klümpchen, als keulenförmige Körper oder als krümelige Massen, und auf diese will nun der Name Staub ganz und gar nicht mehr passen. Wären es nur einige wenige Arten, deren Blüten nicht stäuben, so könnte man sich ohne weitere Bemerkung darüber hinaussetzen, aber thatsächlich gehören hierher die umfangreichsten aller Pflanzenfamilien, nicht weniger als 10,000 Korbblütler, 8000 Orchideen, 5000 Labiatifloren, 4000 Rubiaceen, 3000 Schmetterlingsblütler, Tausende von Doldenpflanzen, Steinbrechen, Rosaceen, Schotengewächsen u. s. f., und auf Grund einer übersichtlichen Schätzung ergibt sich, daß die Blüten von weit mehr als zwei Dritteilen der Phanerogamen nicht stäuben, und daß höchstens der achte Teil einen Blütenstaub entwickelt, welcher auf diesen Namen wirklich Anspruch machen könnte. Es wurde aus diesem Grunde von den Botanikern statt Blütenstaub die Bezeichnung Pollen eingeführt. Freilich bedeutet das lateinische pollen auch nichts andres als feines Mehl und Mehlstaub, aber in die botanische Kunstsprache einmal aufgenommen und auf alle in den Blüten der Phanerogamen entwickelten Zellen, welche Spermatoplasma enthalten, bezogen, kann dieser Ausdruck nicht mehr umgangen werden und soll auch im folgenden in dem angedeuteten Sinne in Anwendung gebracht werden.

Der Pollen besteht also aus Zellen, welche Spermatoplasma enthalten, und ist insofern den Antheridien der Kryptogamen an die Seite zu stellen. Zur Erzeugung des Pollens sind scharf abgegrenzte Teile in dem Gewebe besonderer, von dem Hochblattstamme ausladender Blätter bestimmt. Diese Blätter, welche Pollenblätter (stamina) genannt werden, sind ähnlich den andern vom Hochblattstamme ausgehenden Blattgebilden entweder paarweise gegenübergestellt oder zu mehreren in Form eines Wirtels gruppiert oder endlich in sehr genäherten Schraubenumgängen aneinander gereiht. Sehr wenige Pflanzenarten zeigen nur ein einziges Pollenblatt in jeder Blüte. Die Mehrzahl der Pollenblätter ordnet sich nur in einen einzigen Wirtel oder einen einzigen Schraubenumgang; es kommt aber auch vor, daß die Pollenblätter dekussiert gestellt sind, oder daß zwei oder mehrere Cyklen übereinander folgen. Gewöhnlich trifft man die Pollenblätter in der Eindrittel- oder Zweifünftelstellung (s. Band I, S. 370, 371). In manchen Fällen stimmt ihre Zahl und Stellung mit jener der Fruchtblätter und Blumenblätter in derselben Blüte überein, aber noch häufiger wird ein Umspringen beobachtet. So z. B. zeigen die Blumenblätter in den Blüten des Tulpenbaumes (Liriodendron) die Eindrittelstellung, während die Pollenblätter nach der Formel $^{13}/_{34}$ angeordnet sind. An der Blüte des Hahnenfußes (Ranunculus) sind die Blumenblätter nach $^{2}/_{5}$, die Pollenblätter nach $^{8}/_{21}$, bei dem Knöterich die Blumenblätter nach $^{2}/_{5}$, die Pollenblätter nach $^{3}/_{8}$ angeordnet.

Da in den Blüten jeder Art die Zahl der Pollenblätter gleichbleibt, so zwar, daß z. B. in den Blüten des Tannenwedels nur 1, in jenen des Flieders immer 2, in jenen der

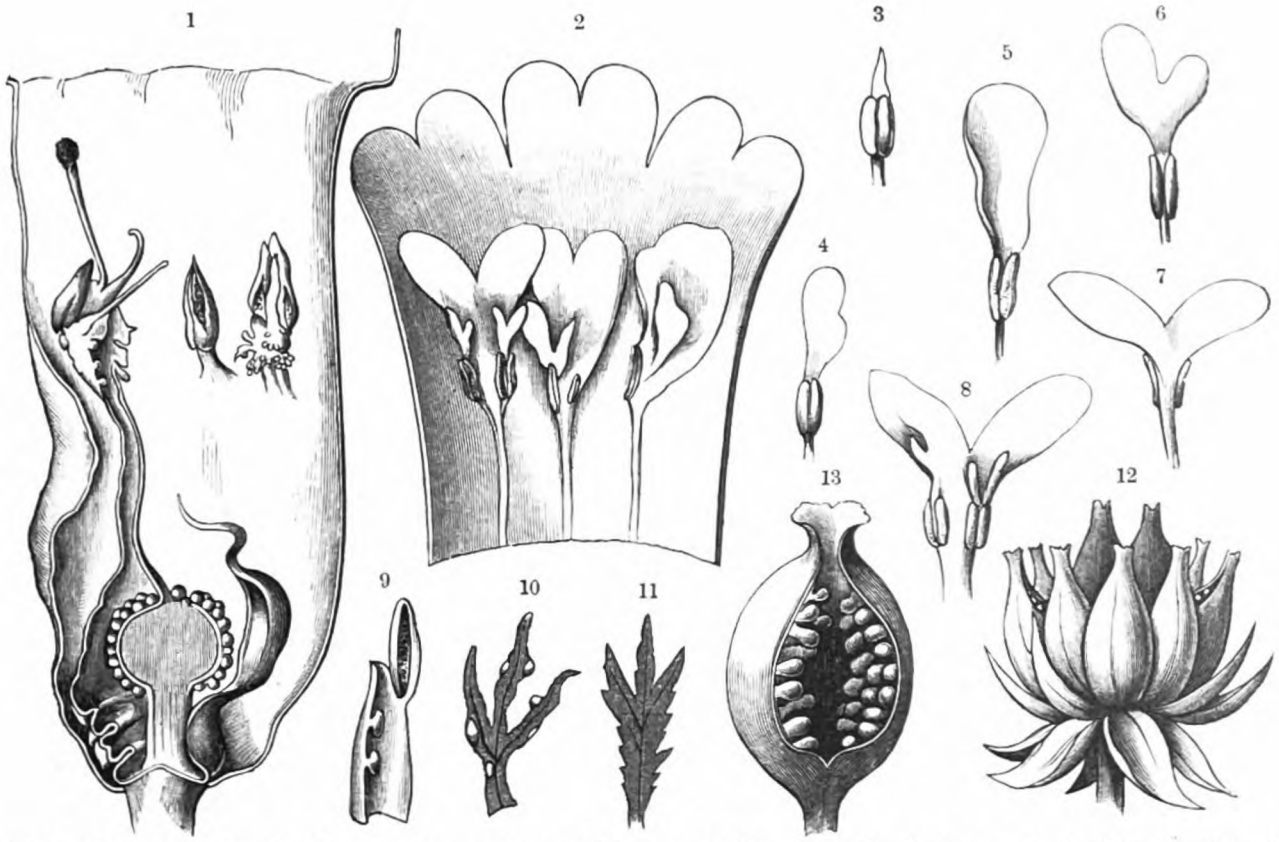
Schwertlilie 3, in jenen des Waldmeisters 4, in jenen des Veilchens 5 und in jenen der Tulpe 6 Pollenblätter sich entwickeln, so wurden diese Zahlenverhältnisse als Grundlage einer wenn auch nicht gerade natürlichen, aber doch äußerst bequemen und daher sehr populär gewordenen Einteilung des Pflanzenreichs benutzt. Insbesondere in dem von Linné erdachten System finden sich die Pflanzen in Gruppen zusammengestellt, welche Klassen genannt wurden, und von welchen die erste alle jene Pflanzen begreift, die in jeder Blüte nur ein einziges Pollenblatt zeigen, während die zweite Gruppe die Gewächse umfaßt, deren Blüten mit 2, die dritte, deren Blüten mit 3 u. s. f. Pollenblättern ausgestattet sind.

Der Inbegriff sämtlicher einer Blüte angehörender Pollenblätter wird Andröceum genannt. In den meisten Fällen schiebt sich das Andröceum zwischen die Blumenblätter und die Fruchtanlage ein, so zwar, daß in der Reihenfolge von unten nach oben zuerst die Blumenblätter, dann die Pollenblätter und schließlich die Fruchtblätter vom Hochblattstamme ausladen. Bisweilen fehlt in einer Blüte die Fruchtanlage ganz, und es erscheinen dann die Pollenblätter als die obersten und letzten Blätter am Scheitel des blütentragenden Stammes, so wie es anderseits auch Blüten gibt, in welchen die Pollenblätter fehlen, und wo nur Fruchtanlagen zur Ausbildung gekommen sind.

An jedem Pollenblatte unterscheidet man die Anthere (anthera) als eigentliche Bildungsstätte des Pollens und den Träger oder Stiel dieser Anthere, welcher Staubfaden (filamentum) genannt wird. In manchen Blüten sind die Pollenblätter teilweise in Blumenblätter metamorphosiert, und es sprechen manche Gründe dafür, daß überhaupt alle Blumenblätter als umgewandelte Pollenblätter gedeutet werden sollten. Die sogenannten gefüllten Blüten sind eigentlich nichts andres als Blüten, in welchen Pollenblätter in Blumenblätter umgewandelt wurden. An den gefüllten Rosen, Nelken und Primeln kann man alle Übergangsstufen und Mittelformen von Pollenblättern zu Blumenblättern sehen (s. Abbildung, S. 84, Fig. 3, 4, 5, 6, 7). Häufig bemerkt man an der Stelle, wo das Blumenblatt in den sogenannten Nagel zusammengezogen ist, eine Schwiele von gelblicher Farbe, welche als verkümmerte Anthere zu gelten hat, nicht selten ist dort auch eine deutliche Anthere zu sehen, welche ausgebildeten Pollen enthält. Eine bei diesen gefüllten Blüten oftmals beobachtete Erscheinung ist auch, daß mit der Umwandlung der Pollenblätter in Blumenblätter eine Vervielfältigung der Blattgebilde Hand in Hand geht. An Stelle eines Pollenblattes treten zwei nebeneinander stehende, halb in Blumenblätter umgewandelte Pollenblätter auf, oder es findet eine Vervielfältigung in der Weise statt, daß überzählige hintereinander stehende Blätter entstehen, oder endlich es kommen beide Erscheinungen zugleich vor, wie an den Abbildungen einer gefüllten Primel in Fig. 2 und 8 auf S. 84 zu sehen ist.

Durch den Einfluß schmarotzender Milben und Insekten erhalten die Pollenblätter häufig auch ein laubartiges Ansehen, sie „vergrünen", ähnlich wie die Fruchtblätter, von welchen auf S. 76 die Rede war. Solche Vergrünungen sind mit Erfolg ausgenutzt worden, wenn es sich darum handelte, die einzelnen Teile eines Pollenblattes mit den einzelnen Teilen eines als Grundform aller Blattbildungen angenommenen Laubblattes zu vergleichen. Beim ersten Anblicke möchte man glauben, daß der Staubfaden als metamorphosierter Blattstiel und die Anthere als metamorphosierte Blattspreite aufzufassen seien. Die erwähnten Vergrünungen haben aber gezeigt, daß eine solche Annahme nur für verhältnismäßig wenige Fälle zutrifft. An den vergrünten Pollenblättern einer Glockenblume (Campanula Trachelium), welche in Fig. 10 und 11 auf S. 84 abgebildet sind, waren allerdings in das grüne Gewebe der Blattspreite allenthalben gelbe Buckel und Warzen eingeschaltet, welche verkümmerte Pollenzellen enthielten, und bisweilen flossen diese Wulstungen auch zu einer förmlichen Antherenhälfte zusammen, so daß darüber kein Zweifel bestehen konnte, die Anthere sei in diesem Falle als Äquivalent einer grünen

Laubblattſpreite aufzufaſſen. Aber weit öfter kommt es vor, daß an den vergrünten Pollenblättern das pollenerzeugende Gewebe nur an der Baſis der Blattſpreite angedeutet iſt, und am häufigſten findet ſich dasſelbe am obern Ende des Blattſtieles, dicht unterhalb der Blattſpreite entwickelt. Aus dieſen thatſächlich beobachteten Vergrünungen mag man den Schluß ziehen, daß in der weitaus größten Mehrzahl der Fälle die Antheren nicht der ganzen Blattſpreite, ſondern nur der Baſis derſelben oder dem oberſten Teile des Blattſtieles, alſo dem Grenzgebiete von Stiel und Spreite, entſprechen, daß ſich dort rechts und links von jenem Stranggebilde, das die Grundlage des ganzen Pollenblattes darſtellt, jene Gewebe entwickeln, in welchen der Pollen erzeugt wird. Die



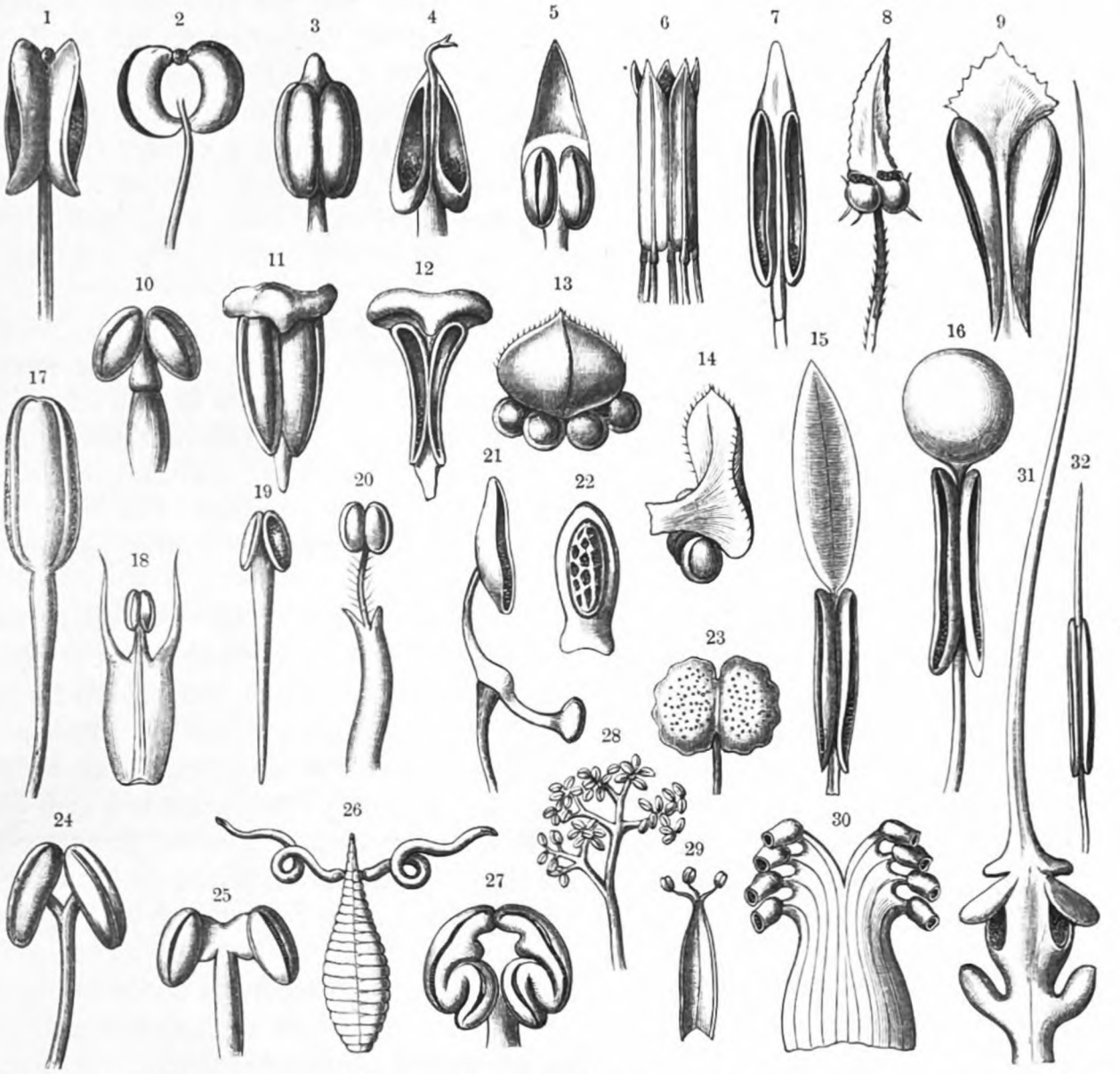
Pollenblätter aus gefüllten und vergrünten Blüten: 1. Längsſchnitt durch eine vergrünte Blüte der Primula Japonica. — 2. Längsſchnitt durch eine gefüllte Blüte der Primula spectabilis. — 3—8. Einzelne Pollenblätter aus derſelben Blüte. — 9. Pollenblatt aus einer vergrünten Blüte der Tigerlilie (Lilium tigrinum). — 10. 11. Vergrünte Pollenblätter aus den Blüten einer Glockenblume (Campanula Trachelium). — 12. Vergrünte Blüte eines Steinbrechs (Saxifraga stellaris). — 13. Ein einzelnes Pollenblatt aus dieſer vergrünten Blüte. — Sämtliche Figuren 3—10fach vergrößert. Vgl. Text, S. 83 und 86

Blattſpreite iſt an ſolchen Pollenblättern entweder ganz verkümmert, oder ſie erſcheint in einen über das pollenbildende Gewebe hinausragenden Fortſatz metamorphoſiert.

Aus der unabſehbaren Reihe von Formen dieſes Fortſatzes ſollen hier nur einige wenige hervorgehoben und durch die Abbildung auf S. 85 erläutert werden. Die Figuren 1 und 2 zeigen die Blattſpreite in ein Knöpfchen, die Figur 3 in einen kurzen Zapfen, Fig. 4 in eine zweizinkige Gabel, Fig. 5, 6 und 7 in ein gerades, dreieckiges, ganzrandiges Schüppchen, Fig. 8 in einen gezahnten ſchwertförmigen Fortſatz, Fig. 9, 11, 12, 13, 14 in eine aufgebogene trockenhäutige Schuppe, Fig. 15 und 16 in eine buntgefärbte, die Inſekten anlockende Blaſe und Fig. 31 und 32 in eine lange, pfriemenförmige Granne umgewandelt.

Daß der Träger der Anthere oder doch der untere Teil derſelben als Stiel des Pollenblattes zu deuten ſei, iſt ſo ſelbſtverſtändlich, daß es überflüſſig wäre, eine Beſtätigung und Bekräftigung dieſer Deutung aus Vergrünungen herbeizuholen. Der für

den Antherenträger gewählte alte Name Staubfaden erklärt ſich daraus, daß wirklich in vielen Fällen, namentlich bei den von jeher mit beſonderer Sorgfalt ſtudierten Kulturpflanzen, bei dem Hanf und Hopfen, Roggen und Weizen, Reis und Mais, Mohn und Lein, der Antherenträger eine fadenförmige Geſtalt beſitzt. Auf viele andre Fälle paßt der Name



Pollenblätter: 1. Empleurum serrulatum. — 2. Hypericum Olympicum. — 3. Juglans regia. — 4. Soldanella alpina. — 5. Viola odorata. — 6, 7. Artemisia Absynthium. — 8. Haminia (nach Baillon). — 9. Abies excelsa. — 10. Euphorbia Canariensis. — 11, 12. Platanus orientalis. — 13, 14. Juniperus Sabina. — 15. Halimocnemis gibbosa. — 16. Halantium Kulpianum. — 17. Sanguinaria Canadensis. — 18. Allium sphaerocephalum. — 19. Actaea spicata. — 20. Aconitum Napellus. — 21. Salvia officinalis. — 22. Viscum album. — 23. Mirabilis Jalappa. — 24. Tilia ulmifolia. — 25. Thymus Serpyllum. — 26. Acalypha (nach Baillon). — 27. Bryonia dioica. — 28. Ricinus communis. — 29. Corydalis capnoides. — 30. Polygala amara. — 31. Doryphora (nach Baillon). — 32. Paris quadrifolia. — Sämtliche Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 84, 86, 87 und 88.

Faden freilich nicht, und es hört ſich ſeltſam an, wenn der kurze, dicke Unterſatz der Antheren in den Blüten des Veilchens und der Zaunrübe (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 5 und 27) Faden genannt wird. Mitunter haben die Träger der Antheren auch die Geſtalt von Bändern, oder ſie ſind ſpindelförmig und keulenförmig, welch letztere Form insbeſondere dort beobachtet wird, wo die Pollenblätter zur Zeit der Ausſtreuung des Pollens durch die leiſeſte Luftſtrömung in ſchwingende oder zitternde Bewegung verſetzt werden ſollen, wie z. B. bei Thalictrum aquilegifolium, Bocconia, Sanguinaria und Actaea spicata (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 17 und 19). Ähnlich den Laubblättern des Zitronenbaumes, deren Stiele

eigentümliche Gelenke aufweisen, sind auch die Antherenträger vieler Wolfsmilcharten und Lippenblütler mit Gelenken versehen (s. Fig. 10 und 21, S. 85). An mehreren Salbeiarten zeigen diese Gelenke eine wunderbare Vollkommenheit, erinnern lebhaft an die Gelenke der Füße und Fühler von Insekten und werden in ihrer Bedeutung für die Befruchtung später noch ausführlicher zu besprechen sein. An den Linden sieht man die fadenförmigen Träger dicht unter der Anthere gegabelt (s. Fig. 24, S. 85), bei den Lerchenspornen sind die Antherenträger bandartig und vorn in drei kurze Spitzen geteilt (s. Fig. 29, S. 85), und bei dem Rizinus und mehreren andern Wolfsmilchgewächsen erscheinen sie vielfach gespalten und verästelt (s. Fig. 28, S. 85). Diese geteilten dürfen übrigens nicht mit den zusammengewachsenen verwechselt werden; denn auch das kommt vor, daß die Antherenträger benachbarter Pollenblätter sich zu einem Bande, einer Röhre oder einer Rinne miteinander verbinden, wie beispielsweise bei den Malven, den Schmetterlingsblütlern und den Polygaleen (s. Fig. 30, S. 85).

Bei den Laubblättern findet man am Scheidenteile des Stieles sehr oft eigentümliche Gebilde, die sogenannten Nebenblättchen (stipulae; s. Band I, S. 556). Diese werden an den Pollenblättern nur selten angetroffen. Am auffallendsten treten sie noch bei einigen Arten der Gattung Milchstern (z. B. Ornithogalum nutans und chloranthum), Lauch (z. B. Allium rotundum und sphaerocephalum) und Eisenhut (Aconitum) in Erscheinung (s. Fig. 18 und 20, S. 85). Manchmal, wie z. B. bei Doryphora, sind die Nebenblättchen an der Basis der Staubfäden auch als honigabsondernde Drüsen ausgebildet (s. Fig. 31, S. 85).

In den schon früher erwähnten Vergrünungen der Blüten kommt es mitunter vor, daß die Pollenblätter in Fruchtblätter umgewandelt erscheinen, oder daß sich in denselben einzelne Blätter finden, welche halb Pollenblatt, halb Fruchtblatt sind. An solchen Mißbildungen ist bemerkenswert, daß die Anthere oder doch jene Schwiele, welche als verkümmerte Anthere gedeutet werden muß, gewöhnlich höher steht als der Teil des Fruchtblattes, welcher die Samenanlagen trägt (s. Abbildung, S. 84, Fig. 1 und 9). Es stimmt das auch ganz gut mit zahlreichen andern Erscheinungen überein, aus welchen man zu der Annahme berechtigt ist, daß das Gehäuse des Fruchtknotens eigentlich aus dem Scheidenteile der obersten Blütenblätter hervorgeht, daß der Griffel dem Blattstiele entspricht, und daß die Narbe als umgewandelte Spreite dieser obersten Blütenblätter, beziehentlich Fruchtblätter zu deuten sei. Übrigens zeigte die Vergrünung der Blüte eines Steinbrechs (Saxifraga stellaris), welche in der Abbildung auf S. 84 durch die Figuren 12 und 13 dargestellt ist, daß Antheren und Samenanlagen auch aus demselben Teile des Blattstieles hervorgehen können. Es waren an dieser Blüte (Fig. 12) 10 Blumenblätter (5 herabgeschlagene Kelchblätter und 5 schmale, aufrechte vergrünte Kronenblätter) entwickelt; den Abschluß der Blüte bildete eine Fruchtanlage aus 2 Fruchtblättern (in der Fig. 12 dunkel schraffiert), wie sie in den Steinbrechblüten gewöhnlich vorkommt. Zwischen den Blumenblättern und der Fruchtanlage waren an jener Stelle, wo sonst zehn Pollenblätter einen Wirtel bilden, zehn Gebilde zu sehen, welche in gewisser Beziehung an Pollenblätter, in andrer Beziehung wieder an Fruchtblätter mahnten, auch lebhaft an die durch ihre ausgehöhlten Stiele berühmten Blätter der tierfangenden Cephalotus, Sarracenia und Nepenthes (s. Band I, S. 116—124) erinnerten. Ein einzelnes derselben ist durch die Figur 13 abgebildet. Das freie Ende wurde durch eine unregelmäßig gekerbte Schuppe gebildet, welche mit der Narbe eines Stempels oder ebensogut mit dem über die Anthere sich erhebenden Fortsatze verglichen werden kann und als metamorphosierte Blattspreite zu nehmen ist. Was darunter folgt, kann wohl nur als Blattstiel aufgefaßt werden; derselbe war tief ausgehöhlt, und in der Höhlung waren rechts und links in je vier Reihen gelbe warzenförmige Körper zu sehen, welche man beim ersten

Anblicke für Samenanlagen hätte halten mögen, die ſich aber bei näherer Unterſuchung als ſogenannte Urmutterzellen des Pollens herausſtellten, indem jede derſelben aus einer großen Zelle beſtand, welche vier Mutterzellen des Pollens einſchloß. Der Blattſtiel war alſo hier in einen Mittelſchlag aus Fruchtknoten und Anthere metamorphoſiert, und man kann daraus den Schluß ziehen, daß in manchen Fällen der mit Samenanlagen beſetzte Teil des Fruchtblattes dem pollenbildenden Gewebe in betreff der Stellung und Lage in dem Gebäude der Blüte vollſtändig entſpricht.

Die Teile der Anthere, welche in beſondern Hohlräumen den Pollen bergen, werden Pollenbehälter, das Gewebe, welches die Pollenbehälter verbindet, wird Konnektiv genannt. Das Konnektiv iſt ſelbſtverſtändlich die unmittelbare Fortſetzung des Antherenträgers oder Staubfadens und wie dieſer von einem Gefäßbündel durchzogen. Die Pollenbehälter ſind entweder wirtelförmig um das Konnektiv gruppiert, wie bei der Eibe, und bilden dann gewiſſermaßen Niſchen rings um das ſäulenförmige, am freien Ende in eine Art Schildchen übergehende Konnektiv, oder ſie erſcheinen ſymmetriſch rechts und links dem Konnektiv angelagert. In letzterm Falle liegen die Pollenbehälter am Saume des Konnektivs in einer Ebene nebeneinander, wie z. B. bei dem Wacholder (ſ. Abbildung, S. 85, Fig. 13 und 14), oder ſie erſcheinen paarweiſe hintereinander, d. h. es ſind zwei Pollenbehälter, von welchen der eine der obern, der andre der untern Seite des Pollenblattes zuſieht, rechts und zwei ebenſolche links am Konnektiv entwickelt (ſ. Abbildung, S. 85, Fig. 3). Die letztere Form iſt die häufigſte von allen und kommt gewiß an 90 Prozent aller Phanerogamen vor. Hierzu muß noch bemerkt werden, daß die beiden Pollenbehälter rechts ſowie jene links nur an der jugendlichen Anthere durch eine Scheidewand getrennt ſind; ſpäter ſchwindet die Scheidewand, und an der ausgewachſenen Anthere ſieht man dann ſtatt vier nur noch zwei durch das Konnektiv zuſammengehaltene, mit Pollen erfüllte Säcke. Mitunter ſtoßen vier Pollenbehälter oberhalb des Konnektivs zuſammen, es ſchwinden dort die trennenden Scheidewände, und die vier Pollenbehälter ſind zu einem einzigen zuſammengefloſſen, wie das bei dem Sonnentau (Drosera), dem Biſamkraute (Adoxa), dem Fichtenſpargel (Monotropa) und beſonders augenfällig bei der Kugelblume (Globularia) zu ſehen iſt (ſ. Abbildung, S. 89, Fig. 27 und 28). Bei den Orchideen dagegen iſt die Zahl der Pollenbehälter in jeder Anthere von Anfang an auf zwei reduziert und bleibt auch ſpäter auf dieſe Zahl beſchränkt.

Sehr eigentümlich geſtalten ſich die Pollenbehälter in den Antheren der Mimoſeen. Bei Acacia, Albizzia, Calliandra und Inga findet man in jeder Anthere acht rundliche Fächer, in welchen der Pollen ausgebildet wird, und in den Antheren der Gattung Parkia ſind Längsreihen linſenförmiger Hohlräume ausgebildet, in welchen Ballen aus Pollenzellen eingebettet liegen. Auch die Antheren der Rhizophoren zeigen in Längsreihen geordnete, mit Pollen erfüllte Kammern, und zwar ſind hier mehrere, jedenfalls mehr als vier Längsreihen und alles zuſammengenommen bisweilen über 30 Kammern zu ſehen. Die mit den Blumenblättern verſchmolzenen Antheren der Miſtel (Viscum, Fig. 22, S. 85) enthalten ſogar je 40—50 Pollenkammern. Bei den meiſten lorbeerartigen Gewächſen (Lauraceen) kommt es vor, daß jede Anthere in vier Fächer geteilt iſt, und daß dieſe paarweiſe übereinander ſtehen. Gewöhnlich öffnen ſich alle vier Fächer gegen jene Seite zu, wo die Inſekten in den Blütengrund einfahren, wenn ſie dort Honig gewinnen wollen. Man hat dieſe Anordnung der Fächer auf Verſchiebung zurückzuführen geſucht und angenommen, daß hier die ſonſt gegen den Mittelpunkt der Blüte ſehenden zwei Antherenfächer nach oben und außen gedrängt wurden, ſo daß ſie über die beiden gegen die Peripherie der Blüte ſehenden Fächer zu ſtehen kommen und ſich gleich dieſen nach außen öffnen, eine Annahme, welche aber entwickelungsgeſchichtlich nicht begründet iſt, da die beſagte Anordnung ſchon in den frühſten Jugendzuſtänden der betreffenden Antheren beobachtet wird.

Eine große Abwechſelung in der Geſtalt der Anthere wird durch das verſchiedene Größenverhältnis des Konnektivs und der von dem Konnektiv getragenen Pollenbehälter bedingt. An den meiſten Ranunkulaceen, Magnoliaceen, Seeroſen und mohnartigen Gewächſen iſt das Konnektiv ſehr breit, und die Pollenbehälter bilden nur einen ſchmalen Saum oder Rahmen desſelben (ſ. Fig. 17, S. 85). An dem Schildkraute (Scutellaria), dem Bergthymian (Calamintha), dem Thymian (Thymus; ſ. Fig. 25, S. 85) und zahlreichen andern Lippenblütlern, ebenſo an vielen Roſaceen (Rosa, Agrimonia ꝛc.) erſcheint das Konnektiv als ein maſſiver dreieckiger, viereckiger oder ſechseckiger Gewebekörper, welchem die eiförmigen oder kugeligen Pollenbehälter eingefügt ſind, und ſolche Antheren gleichen dann manchmal einem Inſektenkopfe mit zwei ſeitlichen Augen. In manchen Fällen kann eine Grenze zwiſchen Konnektiv und Antherenträger überhaupt nicht gezogen werden; das ganze Pollenblatt erſcheint als eine kurze, dicke Säule oder präſentiert ſich wie ein Amboß, deſſen Maſſe niſchenförmige mit Pollen erfüllte Räume enthält (ſ. Abbildung, S. 89, Fig. 26 und 32).

Bisweilen bildet das Konnektiv einen von der kurzen Säule getragenen querlaufenden Hebelarm und iſt mit ſeinem Träger in einer gelenkartigen Verbindung, wie das insbeſondere bei den ſpäter noch ausführlicher zu behandelnden Salbeiarten der Fall iſt. Bei dem ſchwächſten Anſtoße ſchwanken ſolche Konnektive wie Wagebalken auf dem Stützpunkte des Gelenkes auf und ab. Auch bei vielen Liliengewächſen, ſo namentlich bei den Tulpen, Lilien und Kaiſerkronen (Tulipa, Lilium, Fritillaria), desgleichen bei einigen Gentianen (Gentiana ciliata, nana ꝛc.), iſt das mit den beiden Pollenbehältern der ganzen Länge nach verwachſene Konnektiv nur an einer ſehr beſchränkten Stelle mit dem Träger der Anthere gelenkartig verbunden, und wenn man die Anthere anſtößt, kann ſie leicht in ſchaukelnde Bewegung verſetzt werden. Einen auffallenden Gegenſatz bilden die auf einen ſehr ſchmalen, von den großen Pollenbehältern völlig verdeckten Gewebekörper beſchränkten Konnektive, für welche als Beiſpiele Mirabilis Jalappa (ſ. Abbildung, S. 85, Fig. 23) und Solanum Lycopersicum (ſ. Abbildung, S. 89, Fig. 2) genannt werden können.

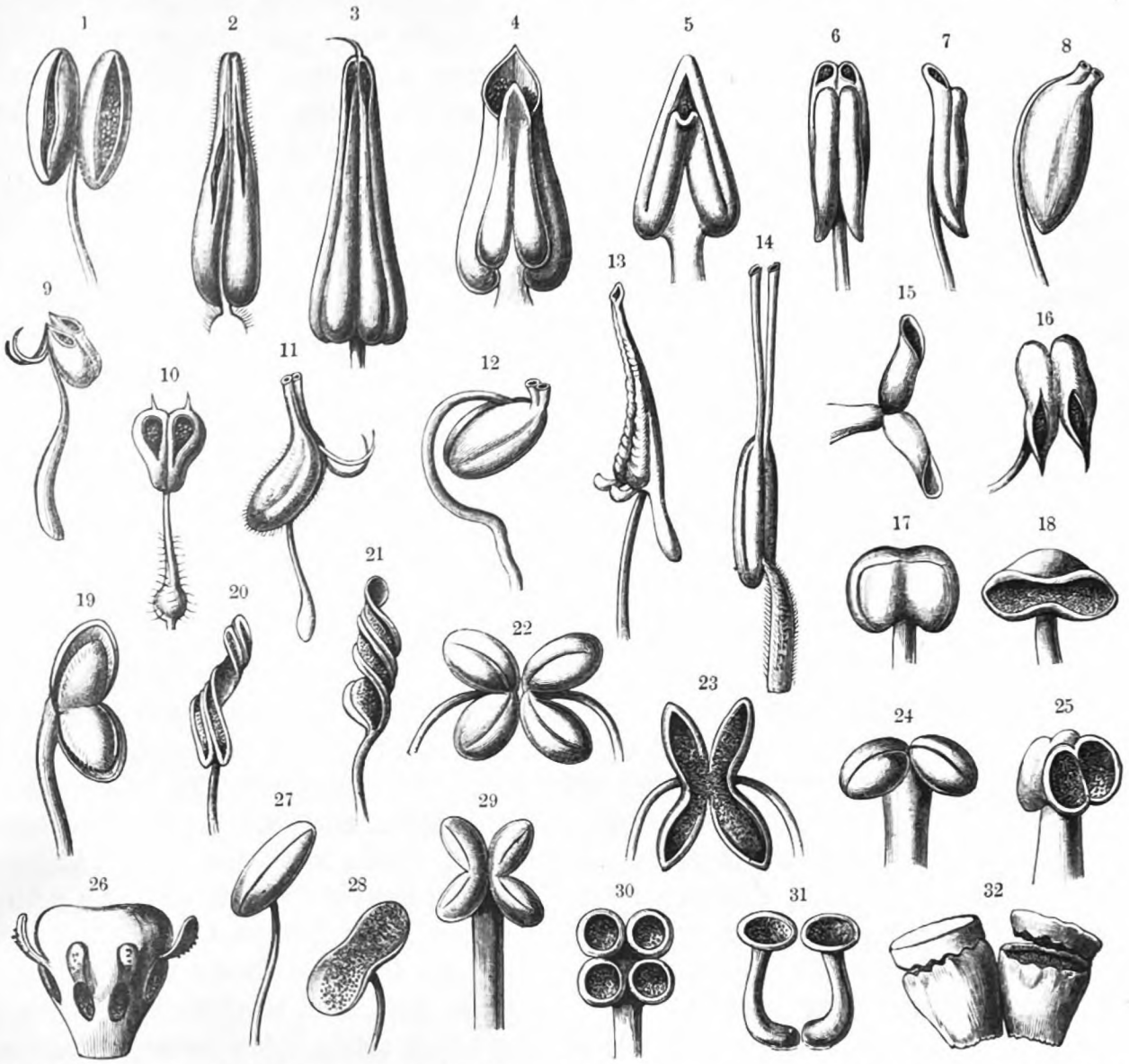


Bogenförmige Pollenbehälter in der Blüte von Phyllanthus Cyclanthera. Vgl. Text, S 90.

Daß durch die Geſtalt der Pollenbehälter auch das Gepräge der Anthere, ja auch des ganzen Pollenblattes weſentlich beeinflußt wird, iſt ſelbſtverſtändlich. Es kommen da alle möglichen Abſtufungen von der kugeligen zur eiförmigen und von der eiförmigen zur länglichen und linealen Geſtalt vor. Die Abbildungen von 64 verſchiedenen Pollenblättern auf S. 85 und 89 geben ein annäherndes Bild von der in dieſer Beziehung herrſchenden Mannigfaltigkeit. Einen ſeltſamen Eindruck machen die bogenförmigen Pollenbehälter von Cyclanthera (ſ. obenſtehende Abbildung) und die gleich den Hörnern eines Widders gedrehten Pollenbehälter der Acalypha (ſ. Abbildung, S. 85, Fig. 26); ebenſo eigentümlich ſind die gewundenen Pollenbehälter der kürbisartigen Gewächſe, von welchen als Beiſpiel die Zaunrübe (Bryonia dioica) gewählt wurde (ſ. Abbildung, S. 85, Fig. 27). Es gibt übrigens Kürbiſſe, an deren Antheren die Pollenbehälter noch weit mehr als an dieſem Beiſpiele hin- und hergewunden ſind, ſo daß ſie lebhaft an die Windungen am Großhirne des Menſchen erinnern.

Wenn für den Pollen die Zeit zum Verlaſſen ſeiner Bildungsſtätte gekommen iſt, haben ſich die Zellen desſelben, gleichgültig ob ſie eine loſe, mehlartige, pulverige Maſſe bilden oder unter ſich verklebt ſind, von dem ſie umſchließenden Gewebe der Antherenwand abgetrennt, liegen in den Pollenbehältern wie in Niſchen, Kammern, Säcken, Beuteln oder Schläuchen eingebettet und harren hier ihrer Erlöſung und Befreiung. Es handelt ſich nun darum, daß der betreffende Hohlraum, welcher noch immer ringsum geſchloſſen iſt, ſich öffne,

damit der Pollen entbunden und ſeinem Ziele zugeführt werden könne. Dieſes Öffnen der Pollenbehälter vollzieht ſich in ſehr verſchiedener Weiſe. Es wurde früher erzählt, daß in der jungen Anthere meiſtenteils vier Fächer angelegt ſind, daß dieſe aber nur ſelten getrennt bleiben, ſondern infolge des Schwindens der trennenden Scheidewände zu zwei Fächern oder zu einem einzigen Hohlraume verſchmelzen. Wo ſich vier Pollenbehälter getrennt erhalten,



Pollenblätter: 1. Calandrinia compressa. — 2. Solanum Lycopersicum. — 3. Galanthus nivalis. — 4. Cyclamen Europaeum. — 5. Ramondia pyrenaica. — 6, 7. Cassia lenitiva. — 8. Pirola rotundifolia. — 9. Arctostaphylos Uva ursi. — 10. Arctostaphylos alpina. — 11. Vaccinium uliginosum. — 12. Pirola uniflora. — 13. Medinilla (nach Baillon). — 14. Vaccinium Oxycoccos. — 15. Calceolaria Pavonii. — 16. Tozzia alpina. — 17, 18. Sibbaldia procumbens. — 19. Galeopsis angustifolia. — 20, 21. Erythraea Centaureum. — 22, 23. Melissa officinalis. — 24, 25. Calla palustris. — 26. Nyctandra (nach Baillon). — 27, 28. Globularia cordifolia. — 29, 30. Theobroma Cacao. — 31. Pinguicula vulgaris. — 32. Garcinia. — Sämtliche Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 87—91.

entſteht über jedem derſelben eine beſondere Öffnung, wie das beiſpielsweiſe an den Antheren der Kakaopflanze (Theobroma Cacao) zu ſehen iſt (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 29 und 30). Wenn aber die eben erwähnte Vereinigung ſtattgefunden hat, wie z. B. bei Calla palustris (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 24 und 25), ſo bilden ſich nur zwei Öffnungen aus. Die Kugelblume (Globularia) beſitzt Antheren mit ſehr kleinem, punktförmigem Konnektiv und vier zu einem ellipſoidiſchen Körper verbundenen Pollenbehältern. Nachdem die zwiſchen die Pollenbehälter eingeſchalteten Scheidewände geſchwunden ſind und dadurch ein einziger mit Pollen erfüllter Hohlraum ſich herausgebildet hat, entſteht an der Wand dieſes

Hohlraumes ein weit klaffender, querlaufender Riß, und man sieht nun ein von dem Staubfaden getragenes flaches Becken (s. Fig. 27 und 28, S. 89), in dessen Grunde nach Entfernung des Pollens die frühern Scheidewände als zwei sich rechtwinkelig kreuzende schwache Leisten angedeutet sind. Ähnliches bemerkt man auch an den in Fig. 31 auf S. 89 abgebildeten theren des Fettkrautes (Pinguicula) und überhaupt an den meisten sogenannten monothecischen Antheren. An mehreren Lippenblütlern, an welchen je zwei benachbarte und zusammenstoßende Antheren an der Berührungsstelle teilweise verbunden sind, vereinigen sich die Öffnungen der Pollenbehälter von beiden Antheren, und indem diese Öffnungen weit auseinander klaffen, entsteht eine Doppelnische mit ausgeschweiftem Rande, welche von den beiden bogenförmigen Staubfäden getragen wird (s. Fig. 22 und 23, S. 89).

Die Öffnungen bilden sich zum Teile als Löcher, zum Teile als Spalte aus. *Mit Löchern sich öffnende Pollenbehälter* findet man in großer Abwechselung bei den Ericineen und Pirolaceen. An den Antheren der Heidelbeeren, Preißelbeeren und Moosbeeren (Vaccinium Myrtillus, uliginosum, Vitis idaea, Oxycoccos), ebenso bei verschiedenen Arten des Wintergrüns (Pirola) sind die sackartigen Pollenbehälter in kürzere oder längere Röhrchen ausgezogen, und jedes Röhrchen öffnet sich an seinem Ende mit einem kleinen kreisrunden Loche (s. Fig. 8, 11, 12 und 14, S. 89). *Häufiger sind die mit Spalten sich öffnenden Antheren.* Die Spalte sind entweder Längsspalte oder Querspalte, oder sie verlaufen entlang einer schlingenförmigen oder halbkreisförmigen Linie. Im letztern Falle wird durch sie ein Lappen aus der Antherenwand herausgeschnitten. Anfänglich gleichen die Spalte einem mit scharfem Messer geführten Schnitte (s. Fig. 1, S. 89). In manchen Fällen bleiben die Ränder des Spaltes beisammen, so daß die Öffnung die Form eines *schmalen Schlitzes* zeigt; meistenteils *wird aber der Spalt klaffend*, seine Ränder schrumpfen, ziehen sich zusammen, rollen sich nach außen oder werden wie Deckel oder wie Flügelthüren zurückgeschlagen. Die *Längsspalte* erstrecken sich entweder von dem einen bis zum andern Ende des Pollenbehälters (s. Fig. 1, S. 89), oder sie stellen nur einen kurzen klaffenden Spalt in der Nähe des freien Endes der Anthere dar. Im letztern Falle, welcher insbesondere bei den Nachtschattengewächsen beobachtet wird, und der durch die Figuren 2, 3, 6, 7, 9, 10, 13, 15 und 16 (S. 89) dargestellt ist, ähneln die Spalte sehr den Löchern und sind von diesen oft nur entwickelungsgeschichtlich zu unterscheiden, worauf noch später zurückzukommen sein wird. Bisweilen vereinigen sich die kurzen klaffenden Risse der benachbarten mit Pollen gefüllten Hohlräume, es entsteht dann am freien Ende der Anthere oder dicht unter demselben eine Öffnung von herzförmigem oder rhombischem Umrisse, und der gesamte Pollen aus beiden Antherenhälften muß durch diese einzige Öffnung entleert werden. So verhält es sich z. B. bei Cyclamen und Ramondia, deren Pollenblätter durch die Figuren 4 und 5 der Abbildung auf S. 89 dargestellt sind. *Querlaufende Spalte* finden sich in den mannigfaltigsten Formen an den Pollenblättern der Wolfsmilchgewächse (Euphorbiaceen), an den Cyclanthereen, an mehreren Rosifloren (z. B. Alchimilla und Sibbaldia; s. Fig. 17 und 18, S. 89), an dem Milzkraute und Bisamkraute (Chrysosplenium, Adoxa), an den Kugelblumen, den Malvaceen und einigen Giftlilien (z. B. Globularia, Malva, Sabadilla) und noch so manchen andern; im ganzen genommen ist aber diese Art des Öffnens seltener als die früher geschilderte. Wenn der querlaufende Spalt an der Seite querovaler Antheren vorkommt, so machen die Ränder desselben mitunter den Eindruck von Lippen, welche eine Mundöffnung umranden (vgl. die Abbildung auf S. 88 und Fig. 18 auf S. 89). Meistens sind es Schlitze, welche nur bei trocknem Wetter etwas klaffend werden und sich bei feuchtem Wetter wieder schließen. Noch seltener als die querlaufenden Spalte sind jene, welche als halbkreisförmige oder schlingenförmige Schnitte an der Wand des Pollensackes erscheinen und einen Lappen aus der Wand herausschneiden, der dann eine förmliche Klappe

über der gebildeten Öffnung darstellt. Man nennt solche Antheren mit Klappen aufspringend. Sie werden an dem Sauerdorne (Berberis), der Sockenblume (Epimedium) und überhaupt an sämtlichen Berberideen, ebenso an den lorbeerartigen Gewächsen angetroffen. Bei dem Lorbeer, dem Kampferbaume, den Zimtbäumen und bei Nyctandra (s. Fig. 26, S. 89) sieht man an der einen Seitenwand scharf umgrenzte kleine Fenster ausgeschnitten, und vom obern Rande derselben erheben sich bei trocknem Wetter die Klappen, um bei feuchtem Wetter wieder herabzusinken und das Fenster zu schließen. Die Antheren der Gattung Mimulus, Galeopsis, Garcinia (s. Abbildung, S. 89, Fig. 19 und 32) gleichen Dosen oder Büchsen, von welchen sich der bei dem Öffnen ausgebildete Lappen wie ein Deckel abhebt.

Bei vielen Pflanzen hat das Öffnen der Pollenbehälter auch noch andre Veränderungen der Antheren im Gefolge. Die rechts und links von dem schmalen Konnektiv liegenden Pollenbehälter heben sich von ihrem Träger mehr oder weniger ab, krümmen und winden sich oder spreizen unter einem rechten Winkel auseinander. Wenn die beiden Pollenbehälter nur an der Basis auseinander fahren, wie z. B. bei vielen Windlingen (Convolvulus) und Gentianeen (Gentiana, Menyanthes), so erhalten die Antheren die Gestalt eines Pfeiles; wenn die Pollenbehälter unten und oben auseinander weichen und sich zugleich etwas krümmen, so entstehen die sogenanten x-förmigen Antheren, welche für die Gräser so bezeichnend sind. Bei vielen Schotengewächsen (Diplotaxis, Sinapis ꝛc.) erfahren die Antheren nach dem Aufspringen eine schraubige Drehung, und mitunter nehmen sie sogar die Gestalt eines Korkziehers an, was beispielsweise an dem Tausendguldenkraute (Erythraea) der Fall ist (s. Abbildung, S. 89, Fig. 20 und 21). Eine sehr auffallende Erscheinung ist auch die Verkürzung, welche bei den mit Längsspalten sich öffnenden Antheren nicht selten vorkommt. Die noch geschlossenen Antheren der meisten lilienartigen Gewächse sind länglich-lineal; sie öffnen sich mittels Längsspalten und zwar so, daß das Aufreißen zuerst am freien Ende der Pollenbehälter beginnt. Nach wenigen Stunden sieht man an Stelle der langen, linealen Antheren einen rundlichen, mit Pollen bedeckten Ballen. Bei dem Gelbsterne (Gagea lutea) zeigt diese geöffnete ballenförmig gewordene Anthere nur noch den dritten Teil der frühern Länge; die Antheren der Kaiserkrone (Fritillaria imperialis) verkürzen sich von 20 auf 10, jene der Narzisse (Narcissus poëticus) von 11 auf 4, jene der Scilla bifolia von 2 auf 1 mm.

Jedem der mannigfaltigen Vorgänge während und nach dem Öffnen der Pollenbehälter liegt ein ganz bestimmter Bau der Antherenwand zu Grunde. Am einfachsten sind die Verhältnisse bei den mit Löchern sich öffnenden Antheren. Die Löcher entstehen nämlich durch Resorption umschriebener Teile der Wand. Weitere Veränderungen, wie etwa ein Schrumpfen und Verkürzen der Antherenwand oder Öffnungsbewegungen des Saumes der Löcher u. dgl., finden hier nicht statt, und dem entsprechend zeigt auch die Antherenwand keine besondern Gewebeteile, welche hierzu dienlich sein könnten. Auch an jenen Pollenbehältern, an welchen sich infolge von Zerklüftung einer schon vorgebildeten Trennungsschicht oder vielleicht auch infolge von Resorption einer Zellenreihe ein Längsspalt ausbildet, der die Form eines Schlitzes hat, wie beispielsweise bei den Orchideen, ist eine besondere Struktur der Antherenwand nicht zu erkennen. Wesentlich anders verhält es sich aber bei der Bildung jener Spaltenränder und Klappen, welche sich einrollen, drehen und zusammenziehen oder wie Flügelthüren auseinander gehen. In diesen Fällen sind Zellen mit ganz besonderm Baue ausgebildet, welche unter dem Namen Öffnungszellen zusammengefaßt werden, und von welchen man insbesondere Griff- und Bankzellen unterscheidet. Die Griffzellen sind würfelförmig oder haben doch eine dem Würfel nahekommende Gestalt und zeigen an einem Teile ihrer Wände faserförmige oder leistenförmige Verdickungen. Die dem Hohlraume des Pollenbehälters zugewendete Wand ist gleichmäßig verdickt, die gegenüberliegende, an die

Oberhaut der Anthere grenzende Seite ist zart und dünn, leicht faltbar und entbehrt vollständig der Verdickungsschichten, die querlaufenden Seitenwände endlich zeigen Verdickungen, welche die Form von Leisten haben. Man hat die Verdickungen dieser Zellen mit einer Hand verglichen; der Handfläche entspricht die stark verdickte Innenwand, und den Fingern entsprechen die leistenförmigen, sich gegen ihr Ende verschmälernden Verdickungen der querlaufenden Seitenwände. Dieser Vergleich ist um so treffender, als die Leisten beim Austrocknen Bewegungen ausführen, welche mit den Bewegungen der zum Zwecke des Ergreifens irgend eines Gegenstandes zusammenneigender Finger Ähnlichkeit haben. Wenn sich die Enden der Leisten ähnlich wie die Fingerspitzen nähern, so wird dadurch unter gleichzeitiger Faltenbildung eine Verkürzung der äußern Wand stattfinden, und wenn zahlreiche Griffzellen zu einer Platte verbunden sind, so wird die ganze Platte an der äußern Seite eine Verkürzung erfahren müssen. Je nach der Gruppierung der Griffzellen in der Antherenwand wird sich eine solche Verkürzung als Zurückrollen oder Zurückschlagen der Spaltenränder offenbaren. Die Bankzellen unterscheiden sich von den Griffzellen nur dadurch, daß sie langgestreckt sind. Die dem Hohlraume des Pollenbehälters zugewendete Wand dieser Zellen ist gleichmäßig verdickt und kann mit dem Sitze einer Bank verglichen werden. Die querlaufenden Seitenwände sind dagegen leistenförmig verdickt, und die Leisten entsprechen den Füßen einer mehrbeinigen Bank. Die äußere Wand ist gar nicht verdickt, sondern dünn und faltbar. Wenn sich die den Fußenden entsprechenden Teile der Leisten einander nähern, so wird dadurch die äußere dünne Wand der Zelle wirklich gefaltet, während sich die verdickte Innenwand nur wenig verändert, und die Folge davon ist, daß die mit Bankzellen ausgestatteten Abschnitte und Lappen der Antherenwand nach außen zu konkav werden. Es finden dann ähnliche Lageänderungen des ganzen Gewebes statt, wie sie früher für die Griffzellen angegeben wurden, nur unterbleibt die gleichzeitige Verkürzung des betreffenden Abschnittes der Antherenwand, welche bei dem Vorhandensein von Griffzellen unvermeidlich ist.

Die verschiedenen Fälle im einzelnen zu beschreiben, würde den Rahmen dieses Buches überschreiten. Es sei daher hier nur noch in Kürze folgendes bemerkt. Die Wand der Pollenbehälter besteht bei den Nadelhölzern nur aus einer einzigen Schicht von Öffnungszellen, während an den Antheren der Agaven das andre Extrem, nämlich 6—8 Lagen solcher Zellen, beobachtet wird; ferner sei erwähnt, daß in den meisten Fällen die Schicht aus Griff- oder Bankzellen von einer Oberhaut aus zarten dünnwandigen Zellen bedeckt ist, und daß man diese Oberhaut Exothecium, die Schicht der Öffnungszellen dagegen Endothecium genannt hat. Die innere Seite der Antherenwand ist in der Regel noch mit Zellen ausgekleidet, welche Tapetenzellen geheißen werden. In der geöffneten Anthere sind diese aber nur selten wahrzunehmen, weil sie dann schon resorbiert sind. Früher war man der Ansicht, daß die das Exothecium bildenden Oberhautzellen bei dem Austrocknen sich stärker zusammenziehen als die verdickten Zellen des Endotheciums, und daß darin auch der Grund der Krümmung und Rollung der Spaltenränder zu suchen sei; sorgfältige Untersuchungen in neuerer Zeit haben aber gelehrt, daß die thätige Kraft bei den Öffnungsbewegungen in den Zellen des Endotheciums liege, daß die Oberhautzellen bei allen diesen Vorgängen sich passiv verhalten, daß sie sich nicht zusammenziehen, sondern durch die sich nähernden leistenförmigen Verdickungen der Griff- und Bankzellen zusammengezogen, beziehentlich gefaltet werden.

In betreff der Entbindung des Pollens aus den geöffneten Antheren herrscht eine große Mannigfaltigkeit. Bei den Nesseln, Maulbeerbäumen und mehreren andern später zu besprechenden Gewächsen schnellt der fadenförmige Träger der Anthere wie eine Feder empor, die Antheren springen im selben Augenblicke mit Längsspalten auf, und der Pollen wird mit großer Gewalt herausgeschleudert. Der ganze Akt dauert kaum eine Sekunde, und der Zuseher empfängt den Eindruck, daß die Antheren explodieren. Bei andern Pflanzen

vollzieht ſich das Öffnen in aller Stille, meiſt unter dem Schutze verhüllender Blumenblätter, und der Pollen, welcher aus den gebildeten Schlitzen und Spalten der Antheren langſam hervorquillt oder hervorrieſelt, wird zunächſt nur an einer beſtimmten Stätte im Bereiche der Blüten abgelagert. Dieſes Ablagern kommt viel häufiger vor, als gemeinhin angenommen wird, und ſteht mit verſchiedenen, ſpäter noch ausführlicher zu beſprechenden Vorgängen im Zuſammenhange. Bei den Schmetterlingsblütlern wird der aus den Antheren entbundene Pollen in die hohlkegelförmige Spitze des ſogenannten Schiffchens ausgeſchieden, bei den Veilchen lagert er ſich in die Rinne des untern geſpornten Kronenblattes ab, und bei dem Mohn, den Roſen und Ranunkeln fällt er wenigſtens teilweiſe auf die ſchalenförmigen Vertiefungen der Blumenblätter. Der ſtäubende Pollen, welcher aus den geöffneten Antheren der kätzchenförmigen Blütenſtände bei dem Walnußbaume, der Haſel, der Birke und Erle herausfällt, kommt zeitweilig auf die nach oben gekehrte Rückſeite der darunter ſtehenden Blüten zu liegen (ſ. Abbildung, Band I, S. 700). Bei den Korbblütlern, Glockenblumen und einigen Sternkräutern wird der aus den geöffneten Antheren hervorquellende Pollen auf dem Griffel oder der Narbe abgelagert, aber nicht, wie man früher glaubte, an die empfängnisfähige Stelle derſelben, ſondern auf eigentümliche, abſeits gelegene Papillen und Haare, welche zur Aufnahme des Pollens eigens vorbereitet ſind. Auch bei den Proteaceen wird der Pollen aus den innerhalb der Blütenknoſpen geöffneten Antheren auf den Narbenkopf abgelagert, ohne mit der empfängnisfähigen Stelle in Berührung zu kommen, und die Narbe dient im Beginne des Blühens nur als zeitweiliges Depot des Pollens. Bei Sarracenia fällt der Pollen aus den geöffneten Antheren auf die Narbe, welche die Geſtalt eines aufgeſpannten und umgeſtürzten Regenſchirmes hat, und bleibt dort an Stellen aufgeſpeichert, wo er mit den empfängnisfähigen Punkten nicht in Berührung kommt. Bei den Brunoniaceen und Goodeniaceen gelangt er zunächſt in einen eigentümlichen Sammelbecher am Ende des Griffels, welcher mitunter wie eine Streubüchſe wirkſam iſt, aber auch da nicht auf die empfängnisfähige Stelle der Narbe. Es iſt nicht zu hoch gegriffen, wenn man die Zahl derjenigen Pflanzen, bei welchen der aus den geöffneten Antheren entlaſſene Pollen zunächſt auf einem beſtimmten Platze der Blüte abgelagert und dort zur ſpätern Verwendung bewahrt wird, auf 20,000 Arten veranſchlagt.

Noch häufiger ſind die Fälle, in welchen der Pollen aus den Höhlungen der Antheren nicht ausfällt, obſchon ſich dieſe mittels Löchern, Spalten und Klappen geöffnet haben. Die Pollenbehälter gleichen dann Niſchen, Schalen, Doſen oder Streubüchſen, in welchen der Pollen aufgeſpeichert iſt. Gewöhnlich kommen Tiere zu den Blüten, welche an die Antheren anſtoßen und hierbei den Pollen abſtreifen oder ſich mit demſelben einſtäuben und ihn zu andern Blüten verſchleppen.

Mit dieſen Beſuchen von ſeiten der Tiere hängt es auch zuſammen, daß die Antheren bald auswärts, bald einwärts gewendet ſind. Sehen die Schlitze, Spalten und Klappen der Pollenbehälter gegen den Umfang der Blüte, ſo ſpricht man von auswärts gewendeten Antheren; ſind ſie dagegen dem Mittelpunkte der Blüte zugewendet, ſo heißt man die Antheren einwärts gewendet. Hierfür ſind nun, wie geſagt, die Beziehungen zu den blütenbeſuchenden und honigſaugenden Tieren maßgebend. Findet ſich nämlich der Honig außerhalb des Kreiſes der Pollenblätter, und müſſen die Inſekten, um den ſüßen Saft zu gewinnen, mit dem Rüſſel zwiſchen den Pollenblättern und Blumenblättern einfahren, wie z. B. bei den Zeitloſen (Colchicum), den Schwertlilien (Iris), den Windlingen (Convolvulus), den Sockenblumen (Epimedium) und den Lorbeeren (Laurus), ſo ſind die Antheren auswärts gewendet; iſt dagegen der Honig zwiſchen dem Fruchtknoten und der Baſis der Pollenblätter ausgeſchieden, und haben die Inſekten an dieſer Stelle einzudringen, wie beiſpielsweiſe bei den Gentianen und Opuntien, ſo ſind die Antheren einwärts gewendet. Es

iſt eben von Wichtigkeit, daß der an den Öffnungen der Antheren exponierte Pollen von den Inſekten abgeſtreift und zu andern Blüten übertragen werde, und dieſes Ziel kann nur erreicht werden, wenn ſich die mit Pollen beſetzte Seite der Anthere hart an jenen Weg ſtellt, welcher von den Inſekten bei der Einfahrt zum Blütengrunde eingehalten wird.

Zahlreiche andre Eigentümlichkeiten, welche den Bau, die Lage und die Bewegungen der Pollenblätter betreffen, werden ſpäterhin bei Schilderung des Aufladens und Abladens von Pollen durch Inſekten und andre Tiere zu berückſichtigen ſein.

Der Pollen.

Gleich jedem andern Blatte erſcheint das Pollenblatt in ſeinen allererſten Anfängen als ein rundlicher Höcker auf dem ihm zum Ausgangspunkte dienenden Teile des Stammes. Dieſer Höcker beſteht aus kleinzelligem Gewebe und zeigt keinerlei innere Gliederung. Alsbald aber geſtaltet ſich derſelbe in einen Kolben um, und die Anthere und ihr Träger ſind in den allgemeinen Umriſſen bereits deutlich erkennbar. Durch die Mitte des ganzen Gebildes zieht der Länge nach ein Gefäßbündel, die Anthere, welche im Vergleiche zu dem Träger raſch zu bedeutender Größe herangewachſen iſt, zeigt ſymmetriſch angeordnete Längsfurchen und zwiſchen dieſen mehr oder weniger deutlich hervortretende, meiſtenteils paarig angeordnete Wülſte. Die Zellen, welche unmittelbar unter der Oberhaut der jugendlichen Anthere liegen, werden nun zum Bildungsherde für zweierlei Gewebe; es gehen aus demſelben einerſeits drei Zellenſchichten hervor, welche der Oberhaut angelagert ſind und zuſammen mit dieſer die Umfaſſungswand der Anthere herſtellen, anderſeits große Zellen, welche die Räume innerhalb dieſer Umfaſſungswand ausfüllen, und die man die Urmutterzellen des Pollens genannt hat. Dieſe letztern bilden entweder rundliche Neſter in dem umgebenden Gewebe, oder ſie ſind in Längsreihen geordnet. Im letzten Falle werden gewöhnlich vier, ſeltener acht oder zwei Reihen ausgebildet, von denen die eine Hälfte rechts und die andre links vom mittlern Gefäßbündelſtrange, beziehentlich von dem Konnektiv (ſ. S. 87) zu liegen kommen. Obſchon in dieſem Stadium der Entwickelung alle Zellen der Anthere ein ununterbrochenes Gewebe bilden, darf man ſich doch vorſtellen, daß Fächer oder Kammern in dieſem Gewebe beſtehen, und daß dieſe Fächer oder Kammern ein Füllgewebe enthalten, welches aus den großen Urmutterzellen des Pollens zuſammengeſetzt iſt. Der Gegenſatz zwiſchen der Umfaſſungswand und dem Füllgewebe der Innenräume wird von Tag zu Tag auffallender. Die Urmutterzellen fächern ſich, es entſtehen auf dieſe Weiſe Zellen, welche man Mutterzellen des Pollens genannt hat, und das Füllgewebe beſteht nur noch aus dieſen Mutterzellen. Von den früher erwähnten umhüllenden Zellſchichten wird häufig die innere aufgelöſt, und das aus den Mutterzellen des Pollens gebildete Gewebe iſt dann durch eine flüſſige Schicht von der Umfaſſungswand geſchieden, welch letztere nur noch aus der Oberhaut und einer darunter liegenden Schicht aus elaſtiſchen, ſich eigentümlich verdickenden Griff- und Bankzellen beſteht.

Die auffallendſte Veränderung ſpielt ſich aber in dem Füllgewebe der Fächer und Kammern, beziehentlich in den Pollenmutterzellen ab, aus welchen das Füllgewebe zuſammengeſetzt iſt. Die Häute dieſer Mutterzellen verdicken ſich außerordentlich und werden mehr oder weniger deutlich geſchichtet. Das von den dicken Häuten umſchloſſene Protoplasma zerfällt in jeder Zelle in vier Ballen, und dieſe vier Ballen ſind in den meiſten Fällen entſprechend den Ecken eines Tetraeders, ſeltener in einer Ebene als Vierlinge geordnet. Die Scheidewände aus Zellſtoff, welche zwiſchen die vier Protoplasmaballen eingeſchoben werden, ſind gleich der Haut der Mutterzelle verhältnismäßig dick und die Schichtung durch zarte

Streifen angedeutet. Jeder der vier sphärischen, in die geschichtete Zellstoffmasse eingebetteten Protoplasmaballen scheidet überdies noch eine besondere Zellhaut aus, welche anfänglich zart und dünn ist, später aber sich verdickt und gleichfalls mehrschichtig wird. Die so entstandenen Zellen sind die Pollenzellen. Der protoplasmatische Inhalt derselben besitzt erfahrungsgemäß die Fähigkeit, befruchtend zu wirken, und wird dem entsprechend Spermatoplasma genannt.

Bei den meisten Pflanzen findet eine weitere Sonderung und Teilung des protoplasmatischen Inhaltes der Pollenzelle nicht mehr statt; nur bei den Cycadeen und Koniferen und einigen wenigen Angiospermeen entstehen aus demselben zwei oder mehrere gesonderte Protoplasten, von welchen jedoch nur einer und zwar der umfangreichste späterhin bei der Befruchtung eine Rolle spielt.

Wie lange dem Spermatoplasma in den Pollenzellen die Fähigkeit, befruchtend zu wirken, bewahrt bleibt, ist ungenügend erforscht. Es wird angegeben, daß diese Fähigkeit bei dem Ibisch (Hibiscus Trionum) nach 3, bei dem Goldlack (Cheiranthus Cheiri) nach 14, bei dem Stiefmütterchen (Viola tricolor) nach 26, bei dem kriechenden Günsel (Ajuga reptans) nach 32, bei dem großen Singrün (Vinca major) nach 43, bei der flaumhaarigen Pfingstrose (Paeonia pubens) nach 58, bei der dünnblätterigen Pfingstrose (Paeonia tenuifolia) nach 65 und bei Clivia nobilis nach 76 Tagen erlischt. Von den Gärtnern wird nicht selten Pollen von Cycadeen und Palmen zum Zwecke der Bestäubung versendet und bleibt wochenlang auf der Reise, ohne dadurch seine Befruchtungsfähigkeit einzubüßen, vorausgesetzt, daß er während der ganzen Zeit trocken aufbewahrt wurde. Die Araber, welche die Fruchtblüten der zweihäusigen Dattelpalme künstlich bestäuben, heben einen Teil des Pollens von Jahr zu Jahr auf, um für den Fall, daß einmal die Pollenblüten nicht zur Entwickelung gelangen sollten, gesichert zu sein, Pollen vorrätig zu haben und einer Mißernte vorbeugen zu können. Nach ältern Angaben soll der Pollen der Dattelpalmen, des Hanfes und des Maises nach 18 Jahren noch mit Erfolg bei künstlich eingeleiteten Bestäubungen benutzt worden sein. Inwieweit diese Angaben in den Bereich der Gärtnerfabeln gehören, läßt sich bei dem Mangel zuverlässiger neuerer Untersuchungen nicht entscheiden.

In betreff des Zusammenhanges der in den Antherenfächern ausgebildeten nachbarlichen Pollenzellen herrscht eine außerordentliche Mannigfaltigkeit. Löst sich die Zellstoffmasse, von welcher die früher erwähnten Vierlinge umwallt und zusammengehalten werden, ganz auf, so erscheint schließlich das ganze Fach, welches zur Bildungsstätte des Pollens diente, mit einzelnen getrennten Zellen erfüllt, und man kann solchen Pollen als freien Pollen ansprechen. Einige, ja selbst viele benachbarte frei gewordene Pollenzellen können zwar infolge klebriger Überzüge oder sonstiger Einrichtungen noch immer zusammenhängen und größere oder kleinere unregelmäßige Klümpchen bilden, aber eine eigentliche Gewebeverbindung derselben ist an dem freien Pollen nicht mehr vorhanden, und das ist es gerade, worauf hier großes Gewicht gelegt werden muß.

Bei sehr vielen Pflanzen, so namentlich bei den Erikaceen (Erica, Calluna, Menziesia, Andromeda), der Bärentraube (Arctostaphylos) und dem Erdbeerbaume (Arbutus), den Alpenrosen (Rhododendron) und dem Sumpfporste (Ledum), den Kalmien, den Heidel- und Preißelbeeren (Kalmia, Vaccinium, Gaultheria, Thibaudia), der Rauschbeere (Empetrum) und den Epakrideen (Epacris, Leucopogon), bei den meisten Wintergrünen (Pirolaceen), dann bei einzelnen Simsen (z. B. Juncus Jacquini und Luzula vernalis), endlich bei den Arten der Gattung Anona, Drimys, Jussieua, bleiben die Pollenzellen zu vier und vier, wie sie in der Mutterzelle entstanden sind, verbunden und werden auch als solche aus den Fächern der Antheren entleert. Man nennt diese kleinen Gewebekörper Vierlinge

oder Tetraden. Bei den soeben aufgezählten Gewächsen entsprechen die vier zur Tetrade verbundenen Zellen den Ecken eines Tetraeders (s. Abbildung, S. 101, Fig. 2), bei vielen andern dagegen, wie z. B. bei den Apocyneen (Apocynum, Periploca), bei zahlreichen Orchideen (Ophrys, Spiranthes 2c.), bei der zu den Agaven gehörigen Foucroya und bei mehreren Rohrkolben (Typha Shuttleworthii und latifolia), liegen die vier aus dem Protoplasma einer Mutterzelle hervorgegangenen Pollenzellen in einer Ebene. Bei einigen Weidenröschen (z. B. Epilobium montanum und hirsutum) sind die vier Zellen zwar verwachsen, aber nur teilweise, und es genügt ein mäßiger Druck, um sie zu trennen.

Bei weitem seltener als die Tetraden sind die Pollinien. Man spricht dann von Pollinien, wenn sämtliche auf eine Urmutterzelle zurückzuführenden oder gar sämtliche aus dem Füllgewebe einer Kammer hervorgegangenen Pollenzellen miteinander als Gewebekörper verbunden bleiben. Ein solches Pollinium kann aus 8, 12, 64, es kann aus vielen hundert Pollenzellen zusammengesetzt sein. Die Pollinien, welche sich in den reihenweise geordneten Kammern der Antheren bei den Mimoseen ausbilden, haben die Gestalt von linsenförmigen, eiförmigen oder rundlichen Ballen und Körnern, jene der Asklepiadeen, auf welche später nochmals die Rede kommen wird, haben die Form von spatelförmigen Blättchen und bestehen aus Hunderten einzelner Pollenzellen. Die Pollenmassen vieler Orchideen sind aus einzelnen Ballen zusammengesetzt, erscheinen gefurcht oder gelappt, und jeder Ballen oder Lappen besteht aus größern oder kleinern Pollinien. Die Masse, durch welche diese Pollinien der Orchideen verbunden sind, läuft meistens in ein Stielchen aus, steht mit einer Haftscheibe in Verbindung, und diese ist so klebrig, daß sie bei dem flüchtigsten Betasten an den berührenden Körper anhaftet, was für die später ausführlich zu besprechende Übertragung der Pollinien von Blüte zu Blüte durch Insekten bedeutungsvoll ist.

Die Pollenzellen zeigen je nach den verschiedenen Gattungen sehr ungleiches Ausmaß. Das Vergißmeinnicht (Myosotis), der Boretsch (Borago), der Beinwell (Symphytum), überhaupt alle rauhblätterigen Pflanzen (Asperifoliaceen), desgleichen die Artokarpeen (z. B. Ficus) haben sehr kleine, die Kannaceen, Malvaceen, Kürbisse und Nyktagineen verhältnismäßig sehr große Pollenzellen. Die nachfolgend eingeschaltete Tabelle zeigt den großen Abstand, welcher in dieser Beziehung besteht.

Myosotis alpestris . .	0,0025—0,0034 mm	Viola tricolor	0,062—0,071 mm
Lithospermum affine .	0,0042—0,0052 -	Convolvulus sepium . .	0,076—0,084 -
Cerinthe minor . . .	0,0050—0,0057 -	Geranium Robertianum .	0,085—0,094 -
Ficus pumila	0,0045—0,0056 -	Opuntia cynanchica . .	0,15 —0,20 -
Echium vulgare . . .	0,010 —0,014 -	Oxybaphus nyctagineus .	0,18 —0,22 -
Pilea microphylla . .	0,018 —0,020 -	Morina Persica	0,19 —0,24 -
Rhamnus cathartica . .	0,022 —0,032 -	Cucurbita Pepo	0,20 —0,23 -
Syringa vulgaris . . .	0,024 —0,034 -	Mirabilis longiflora . .	0,20 —0,24 -
Aloë denticulata . . .	0,035 —0,050 -	Cucumis Melo	0,20 —0,24 -
Yucca angustifolia . .	0,055 —0,065 -	Mirabilis Jalappa . . .	0,22 —0,25 -

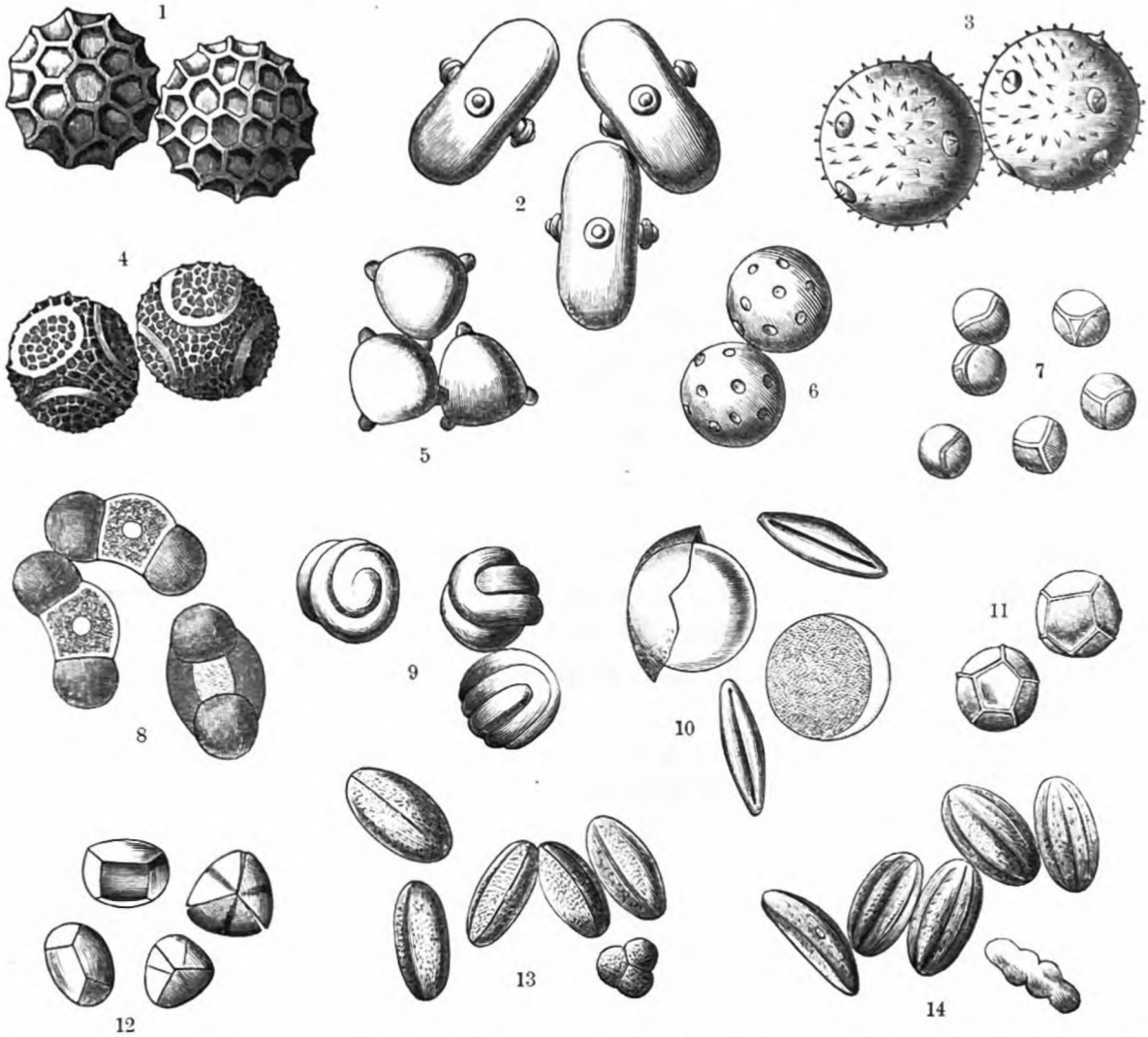
Die Pollenzellen der Mirabilis Jalappa sind demnach hundertmal größer als jene des Alpenvergißmeinnichts! Es fällt auf, daß insbesondere in jenen Blüten, welche nur einen Tag oder nur eine Nacht hindurch offen bleiben, wie z. B. in jenen der Kürbisse und Melonen, des Portulaks, der Morina und der verschiedenen Arten von Mirabilis, die Pollenzellen auffallend groß sind. Von dem Ausmaße der Pollenzellen hängt es auch ab, ob ihrer in einer Anthere viele oder nur wenige enthalten sind. In einem Antherenfache der Mirabilis Jalappa finden sich im Mittel 32, in einem Antherenfache von Borago officinalis im Mittel 60,000 Pollenzellen.

Die Gestalt der Pollenzellen ist vorwaltend ellipsoidisch (s. Abbildung, S. 98, Fig. 13 und 14), und es ist nicht fehlgegriffen, wenn der Hälfte aller Phanerogamen ein

derartig geformter Pollen zugeschrieben wird. Weit seltener kommt die Kugelform vor (s. S. 98, Fig. 1, 3, 4, 6 und 7). Die zu den Liliaceen gehörige Tritelia zeigt schmal-lanzettliche und Morina (s. S. 98, Fig. 2) walzliche Pollenzellen. Der Pollen von Pinus ist queroval, zeigt zwei halbkugelige Ausbuchtungen und hat die Gestalt eines Insektenkopfes mit zwei großen Augen (s. S. 98, Fig. 8). An den meisten Doldenpflanzen und an dem Vergißmeinnicht (Myosotis) sind die Pollenzellen biskuitförmig, an Crucianella latifolia tonnenförmig und bei Brugmansia arborea kurz cylindrisch. Neben den elliptischen sind die kantigen und eckigen, an Kristallformen erinnernden Gestalten die häufigsten. So haben die Pollenzellen der Kapuzinerkresse (Tropaeolum) die Form dreiseitiger Prismen, jene des Stiefmütterchens (Viola tricolor) die Form vier- bis fünfseitiger und jene des Wundklees (Anthyllis Vulneraria) die Form kurzer sechsseitiger Prismen mit gefurchten Kanten. Die Gestalt eines Würfels trifft man an den Pollenzellen von Triopteris brachypteris und Basella alba, jene eines Pentagondodekaeders an Banisteria, Rivina und insbesondere an vielen nelkenartigen Gewächsen, wie z. B. Arenaria, Silene und Dianthus (s. S. 98, Fig. 11). An den Pollenzellen des Löwenzahnes (Taraxacum officinale) und an jenen des gelben Lerchensporнes (Corydalis lutea) erkennt man die mannigfaltigsten, kristallähnlichen Gestalten dicht nebeneinander in demselben Antherenfache (s. S. 98, Fig. 12, und S. 99, Fig. 4). Sehr oft begegnet der Blick bei der Untersuchung der Pollenzellen unter dem Mikroskop auch dem Tetraeder. So z. B. besteht der Pollen von Thesium, Cuphea, den meisten Proteaceen und auch vieler Korbblütler aus zierlichen, kleinen Tetraedern und zwar bald mit ebenen, bald mit nach außen gewölbten Begrenzungsflächen (s. S. 99, Fig. 6). Auch Gestalten, welche das Aussehen haben, als wären sie von zwei Seiten her zusammengedrückt, die dabei den Umriß eines sphärischen Dreieckes besitzen und mit einem dreieckigen Polster verglichen werden können, sind keine Seltenheit und werden insbesondere bei Circaea und den andern Onagraceen beobachtet (s. S. 98, Fig. 5).

Alle diese Angaben beziehen sich nur auf den allgemeinen Umriß und nur auf trockne Pollenzellen. In der Mehrzahl der Fälle wird die Gestalt noch wesentlich dadurch beeinflußt, daß an den trocknen Pollenzellen Furchen ausgebildet sind. Bei den ellipsoidischen und kugeligen Formen verlaufen die Furchen wie die Meridiane auf einem Globus, und an solchen Pollenzellen lassen sich auch zwei Pole unterscheiden. Die Zahl der Furchen ist für jede Art, ja nicht selten für ganze Pflanzenfamilien sehr beständig. Eine einzige Furche zeigen die Pollenzellen des Tulpenbaumes, der Magnolien und der Seerosen (s. S. 99, Fig. 1), der Zeitlosen, Tulpen, Lilien, Schwertlilien, Narzissen und des Schneeglöckchens, der Palmen und Gräser und überhaupt der meisten Monokotyledonen; zwei Längsfurchen besitzen die Pollenzellen des Calycanthus, einiger windenden Smilaceen (Tamus, Dioscorea) und mehrerer Arten der Gattung Amaryllis. Eine Unzahl von Pflanzenarten weist an den ellipsoidischen Pollenzellen drei Längsfurchen auf, so namentlich die Sonnenröschen, Veilchen, Mohne, Schotengewächse und Ranunkulaceen, die Rosen, Mandeln und viele Schmetterlingsblütler, die Buchen, Eichen und Weiden, das Geißblatt, die meisten Nachtschattengewächse, Skrofularineen, Enziane und auch viele Korbblütler (s. S. 98, Fig. 13, und S. 99, Fig. 3). Vier Furchen beobachtet man an den Pollenzellen mehrerer rauhblätteriger Pflanzen (Anchusa, Nonnea), einiger Lippenblütler (Teucrium montanum, Sideritis scordioides), an Houstonia, Platonia, Blackwellia und Cedrela odorata, sechs Furchen am Lavendel, Ysop, Thymian, Minze, Salbei, überhaupt an den meisten Lippenblütlern (s. S. 98, Fig. 14), 9—10 Furchen an Sherardia, Borago und Symphytum, 12 an Crucianella latifolia, 16 an Polygala Chamaebuxus, 21—23 an Polygala myrtifolia. An den kristallähnlichen Pollenzellen sind die Furchen äußerst zart, bilden seichte Einsenkungen in einem Teile der Kanten, und ihre Zahl richtet sich nach der Zahl der kantigen Vorsprünge.

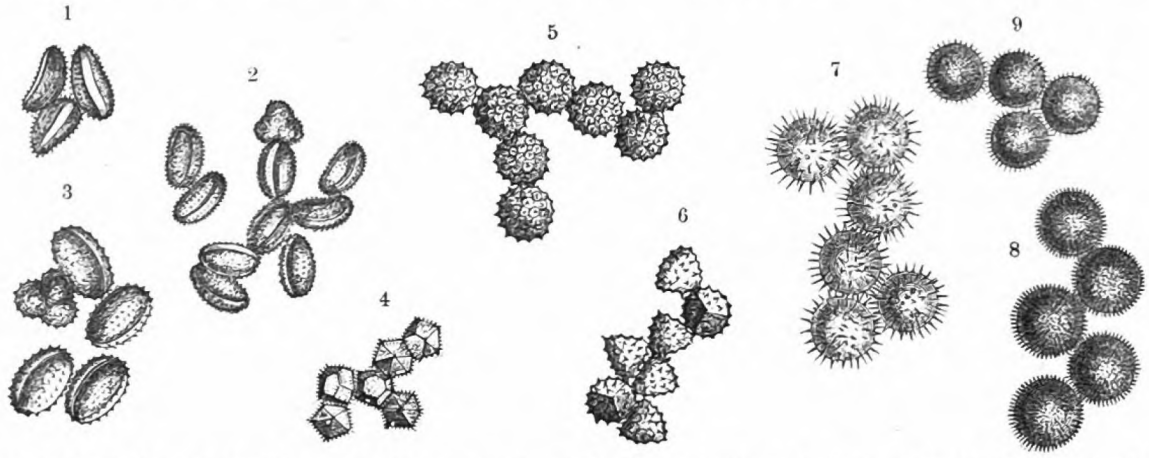
Das Aussehen der Pollenzellen wird auch wesentlich beeinflußt durch die merkwürdigen Zeichnungen, Skulpturen, warzen- und nadelförmigen Hervorragungen, welche die äußere Schale der Zellhaut aufweist. Bald erscheint diese äußerste Hautschicht fein punktiert, wie z. B. bei der Haselwurz, dem Safran, dem Lorbeer, der Raute, dem Salbei, vielen Gentianen und wolfsmilchartigen Gewächsen, den meisten Aroideen und Musaceen (s. untenstehende Abbildung, Fig. 13 und 14), bald wieder erscheinen die wulstartig hervor-



Pollenzellen: 1. Cobaea scandens. — 2. Morina Persica. — 3. Cucurbita Pepo. — 4. Passiflora kermesina. — 5. Circaea alpina. — 6. Convolvulus sepium. — 7. Cannabis sativa. — 8. Pinus Pumilio. — 9. Mimulus moschatus. — 10. Albucca minor (trocken und befeuchtet). — 11. Dianthus Carthusianorum. — 12. Corydalis lutea. — 13. Gentiana rhaetica. — 14. Salvia glutinosa. — Fig. 1, 2, 3: 80—90fach; Fig. 4, 5, 7, 8, 10: 120—150fach; Fig. 11, 12: 180fach; Fig. 6, 9, 13, 14: 220—250fach vergrößert. Vgl. Text, S. 96—102.

springenden Teile der gefurchten ellipsoidischen Zellen der Quere nach fein gestreift, wie bei dem immergrünen Steinbrech (Saxifraga aizoides), oder es verlaufen die zarten Streifen als Meridiane, wie z. B. an den im Wasser aufgequollenen globusartigen Pollenzellen der Brugmansia arborea. Mitunter sind feine Punkte reihenweise geordnet und die punktierten Linien zu zierlichen Netzen verbunden. An den Pollenzellen von Thesium alpinum und rostratum sieht man die glatte Oberfläche netzförmig gezeichnet und in der Mitte einer jeden Masche des Netzes einen deutlichen Punkt. Auch bei den Strandnelken (Armeria, Statice) und dem Raden (Agrostemma Githago) werden zarte netzförmige Zeichnungen wahrgenommen. In vielen Fällen ist die Oberfläche uneben. An den tetraedrischen Pollenzellen von Cuphea platycentra ist die äußere Schale zierlich gerippt, an vielen andern erscheint sie dagegen fein gekörnt. Die in Gestalt kleiner Körnchen hervortretenden Verdickungen sind

entweder über die ganze Oberfläche gleichmäßig zerstreut und verteilt, oder sie sind reihenweise geordnet und die geraden kurzen Reihen netzförmig verbunden, was insbesondere bei vielen Schotengewächsen (Capsella, Raphanus, Sinapis ꝛc.) deutlich hervortritt. An den Pollenzellen der Passifloren, z. B. an jenen der Passiflora kermesina (s. Abbildung, S. 98, Fig. 4), werden von den Maschen dieser Netze seichte grubenförmige Vertiefungen umrandet, und an jenen der Cobaea scandens (s. Abbildung, S. 98, Fig. 1) macht die Oberfläche der Pollenzellen ganz und gar den Eindruck einer Bienenwabe. Bisweilen sind die netzförmig verbundenen Leisten hahnenkammförmig ausgezackt, wie z. B. an dem Pollen der Schwarzwurzel (Scorzonera Hispanica). In andern Fällen erheben sich, gleichmäßig verteilt über die ganze Oberfläche der Pollenzellen, stumpfe Wärzchen, wie das namentlich bei der gemeinen Flockenblume (Centaurea Jacea), der Mistel (Viscum album), der Seerose (Nymphaea alba) und den tropischen Bauhinien (Bauhinia armata, furcata) der Fall ist (s. untenstehende Abbildung, Fig. 1 und 2). Sehr häufig kommt es auch vor, daß die ganze Oberfläche oder doch bestimmte Abschnitte derselben mit spitzen Dörnchen, kürzern und längern feinen



Pollenzellen: 1. Nymphaea alba. — 2. Viscum album. — 3. Carlina acaulis. — 4. Taraxacum officinale. — 5. Cirsium nemorale. — 6. Buphthalmum grandiflorum. — 7. Hibiscus ternatus. — 8. Malva rotundifolia. — 9. Campanula persicifolia. — Sämtliche Figuren 200fach vergrößert. Vgl. Text, S. 97—99.

Nadeln und unendlich feinen Haaren besetzt ist (s. obenstehende Abbildung, Fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8 und 9). Diese letztere Ausbildung zeigen insbesondere die Pollenzellen der Korbblütler, Skabiosen, Glockenblumen, Kürbisse und Malvaceen, aber auch jene verschiedener Arten der Gattungen Armeria, Amaryllis, Cactus, Canna, Lonicera, Ipomaea und Convolvulus.

Wiederholt wurde angedeutet, daß es nur die Oberfläche der Pollenzellhaut ist, an welcher die beschriebenen mannigfaltigen Auswüchse, Skulpturen und Zeichnungen zu sehen sind, und daß die innere, unmittelbar an das Protoplasma angrenzende Schicht der Zellhaut eine sehr gleichmäßige Struktur zeigt. Die Haut der Pollenzellen ist in der That mehrschichtig. In den meisten Fällen wird sie aus drei Schichten zusammengesetzt, einer innern, welche Intine, einer mittlern, welche Exine, und einer äußern, welche Perine genannt wurde. Die Exine und Intine stammen von dem eingehüllten Protoplasma her, d. h. sie werden von jenem Protoplasmaballen erzeugt, welcher später den Inhaltskörper der betreffenden Pollenzelle darstellt, die Perine dagegen soll durch Auflagerung aus den die jungen Pollenzellen umgebenden veränderten Schichten der Mutterzellen oder nach einer andern Ansicht aus einer die jungen Pollenzellen umgebenden protoplasmatischen Masse (Epiplasma) entstehen. So viel ist sichergestellt, daß sich der zum Inhaltskörper der Pollenzelle werdende Protoplast zuerst mit einer Membran umgibt, welche ungemein zart ist, aber alsbald dadurch verdickt wird, daß sich an ihrer innern Seite eine aus Stäbchen zusammengesetzte, wie genetzt aussehende Masse anlagert. Diese erste Hülle des Protoplasten ist die

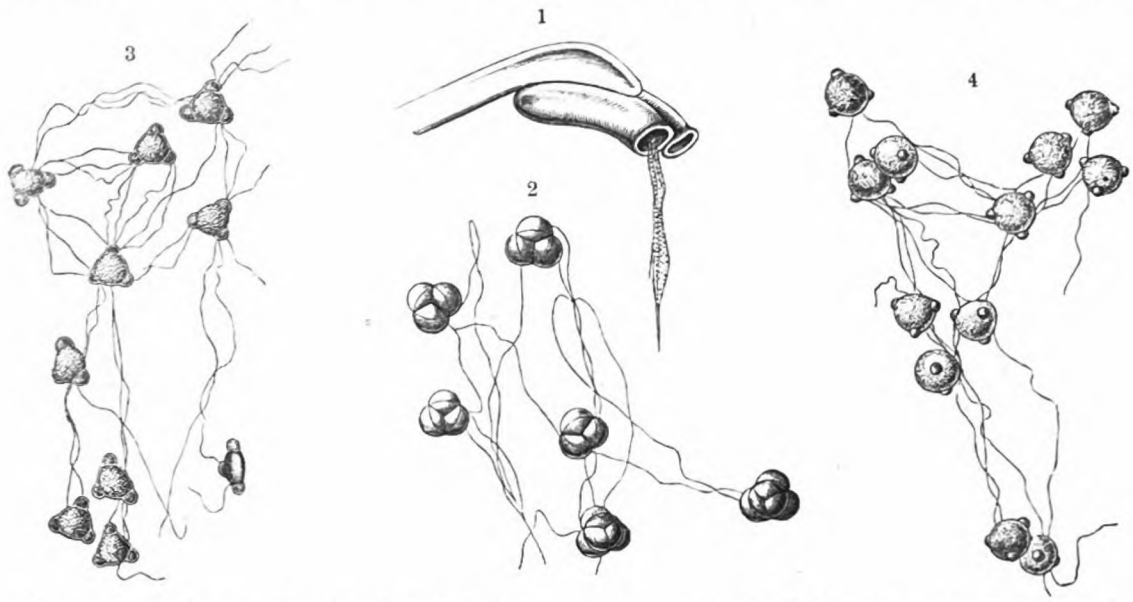
Exine. Ihr legt sich später an der Innenfläche eine aus Zellstoff bestehende dünne Schicht an, die Intine, und erst nachdem Exine und Intine ausgebildet sind, entsteht durch Anlagerung von außen her die Perine. Die Intine ist von der Exine stets als besondere Schicht scharf geschieden, aber zwischen Exine und Perine ist die Grenze an der fertigen Pollenzelle nicht immer deutlich zu erkennen. Gewöhnlich bilden die beiden zuletztgenannten Schichten zusammengenommen eine äußere Schale der Pollenzellhaut, während die Intine die innere scharf abgegrenzte Schale darstellt. Die äußere Schale ist es nun, welche jene so mannigfaltigen Punktierungen, Zeichnungen und Auswüchse zeigt, die, soweit sie äußerlich erkannt werden können, im vorhergehenden geschildert wurden.

Es ist selbstverständlich, daß das, was äußerlich wahrgenommen werden kann, in ganz bestimmten innern Strukturverhältnissen seinen Grund haben muß. Aber die diesbezüglichen Untersuchungen erstrecken sich nur über verhältnismäßig wenig Fälle und sind nicht so weit gediehen, um ein auf alle Pollenzellen passendes Bild entwerfen zu können. Nur so viel ist gewiß, daß an dem Aufbaue der äußern Schale palissadenförmig aneinander gereihte Stäbchen eine hervorragende Rolle spielen. Am besten ließen sich diese Stäbchen den prismatischen Stiften vergleichen, welche bei Anfertigung der antiken Mosaiken verwendet wurden, und gewiß hängen auch die eigentümlichen Zeichnungen, welche die Flächenansicht der Pollenzellen bietet, vorwaltend von der mosaikartigen Gruppierung dieser Stäbchen ab. Indem sich bestimmte Gruppen dieser Stäbchen über die andern erheben, entstehen Unebenheiten, Rauhigkeiten und Auswüchse an der Oberfläche, und entsprechend der Länge und Verteilung der stärker vorspringenden Stäbchen und Stäbchengruppen sieht man Körnchen und Warzen, Stacheln und Haare, Riefen und gekörnte Leisten, gezackte Kämme und netzförmige Skulpturen entstehen, wie sie im vorhergehenden beschrieben und durch die Abbildungen auf S. 98 und 99 erläutert wurden. In manchen Fällen sind freilich alle Stäbchen von gleicher Länge und erscheint dann die Außenseite der Schale ganz glatt und eben.

Häufig kommt es auch vor, daß infolge des Auseinanderweichens der Stäbchen an bestimmten Stellen im Bereiche der äußern Schale winzige Hohlräume, zumal zarte Kanäle entstehen, welche nach außen mit einer punktförmigen Öffnung münden, wie das besonders deutlich bei Thesium, Prunella, Ipomaea und Gentiana beobachtet wurde. In diesen feinen Kanälen ist ein meistens gelb gefärbtes, seltener farbloses fettes Öl enthalten, welches dann, wenn die Pollenzelle befeuchtet wird und Wasser in ihr Inneres aufnimmt, an den punktförmigen Mündungen der Kanäle in Form kleiner Tröpfchen hervortritt. So verhält es sich wenigstens bei den eingehender untersuchten Arten Prunella grandiflora und Gentiana ciliata; bei vielen andern Pflanzenarten braucht dieses Öl nicht erst infolge des zunehmenden Turgors aus der Pollenzelle herausgepreßt zu werden; denn es ist die ganze Oberfläche der äußern Schale und zwar schon an den trocknen Pollenzellen von ihr überzogen. Unter 520 Arten, deren Pollen von mir genauer untersucht wurde, fand ich bei nahezu 400 das fette Öl die Oberfläche der äußern Schale überziehen. Allerdings bildet dasselbe eine so dünne Schicht, daß es an den trocknen Pollenzellen der Beobachtung entgeht, setzt man aber dem trocknen Pollen Wasser zu, so formt sich der Überzug sofort zu kleinen, das Licht stark brechenden Tröpfchen, welche wie Perlen die aufgequollene Zelle umsäumen. Da sich dieser Überzug, beziehentlich diese Tröpfchen in Alkohol und Olivenöl auflösen und bei Zusatz von Osmiumsäure dunkel färben und erstarren, so ist nicht zu bezweifeln, daß sie wirklich aus einem fetten Öle bestehen.

Weit seltener kommt es vor, daß außen an den Pollenzellen eine gestaltlose zähe Masse haftet, welche sich nach Zusatz von Wasser nicht zu Tröpfchen formt, sich auch in Alkohol und Olivenöl nicht auflöst, und die man nach ihrer Ähnlichkeit mit dem aus den Beeren der Mistel (Viscum) stammenden Vogelleime Viscin genannt hat. Man findet solches Viscin

insbeſondere an der Oberfläche der Pollenzellen von Fuchsia, Clarkea, Circaea, Gaura, Godetia, Oenothera, Epilobium und überhaupt bei allen Onagraceen, ebenſo an den zu Tetraden und Pollinien verbundenen Pollenzellen der Azaleen, Alpenroſen, Orchideen und Asklepiadeen. Das Viscin iſt ungemein klebrig, hängt ſich bei dem leiſeſten Betupfen an den berührenden Körper an und erſcheint zugleich ſo zähe, daß es wie verflüſſigter Zucker in lange, dünne Fäden ausgeſponnen werden kann. Der aus den Antherenfächern der Nachtkerze (Oenothera) und des ſchmalblätterigen Weidenröschens (Epilobium angustifolium) hervorkommende Inhalt hat die Geſtalt von Franſen und zerfetzten Bändern, gleicht wohl auch einem zerriſſenen Netze, das zwiſchen die benachbarten Antheren ausgeſpannt iſt, und unter dem Mikroſkop zeigt ſich, daß derſelbe aus einzelnen Pollenzellen beſteht, welche durch die zarten klebrigen Fäden des Viscins kreuz und quer verſtrickt und verkettet ſind (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 3 und 4). Noch auffallender als an der Nachtkerze, dem



Pollenzellen und Pollentetraden durch Viscinfäden verkettet: 1, 2. Rhododendron hirsutum. — 3. Önothera biennis. — 4. Epilobium angustifolium. — Fig. 1: 8fach; Fig. 2–4: 50fach vergrößert.

Weidenröschen und den andern Onagraceen iſt dieſe Erſcheinung an den zahlreichen Arten der Gattung Alpenroſe (Rhododendron) zu ſehen. So ſind z. B. an der gewimperten Alpenroſe (Rhododendron hirsutum) ſämtliche Pollentetraden eines Antherenfaches durch eine zähe Viscinmaſſe zuſammengehalten. Die Antherenfächer öffnen ſich mit zwei runden Löchern, und die verklebten Pollentetraden quellen aus den Löchern etwas hervor. Betupft man nun die klebrige Maſſe mit einer Borſte, ſo haftet ſie ſofort an, und man kann den Inhalt des betreffenden Antherenfaches mit Leichtigkeit herausziehen (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 1). Er bildet nun eine aus dem Loche heraushängende franſige Maſſe, ganz ähnlich wie bei der Nachtkerze und dem Weidenröschen, und auch unter dem Mikroſkop zeigt ſich ein ähnliches Bild, nur mit dem Unterſchiede, daß es bei der Alpenroſe nicht einzelne Pollenzellen, ſondern Pollentetraden ſind, welche von den Viscinfäden umſtrickt werden (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 2). Bei manchen Arten, wie z. B. bei dem zierlichen, in den nördlichen Kalkalpen häufigen Rhododendron Chamaecistus und den großblütigen Rhododendron des Himalaja, entſpinnen ſich nicht ſelten Fäden und Schnüre aus den Antherenfächern, welche die Länge von 1 cm und darüber erreichen, und Inſekten, welche die Blüten dieſer Pflanzen beſuchen und an die Fäden anſtreifen, kleben ſich dieſelben an, zerren beim Verlaſſen der Blüten gewöhnlich den ganzen Inhalt des betreffenden Antherenfaches heraus und übertragen denſelben dann auf andre Blüten. Die zähe ausziehbare Maſſe entſteht

ohne Zweifel durch Verschleimung und zwar entweder aus der äußern Zellhautschicht der Tetraden selbst, oder aus den aufgelösten Häuten der Urmutterzellen.

Die punktförmigen Mündungen der mit fettem Öle erfüllten feinen Kanäle, deren oben gedacht wurde, dürfen nicht verwechselt werden mit jenen verdünnten Stellen der äußern Schale, an welchen sich bei Zusatz von Wasser die Intine in Gestalt eines Blindsackes hervordrängt. Mitunter erhält man beim Anblicke dieser Stellen den Eindruck, als ob die äußere Schale durchlöchert wäre, aber das beruht nur auf Täuschung, in Wirklichkeit ist dort die auf der Intine wie eine Kruste auflagernde äußere Schale der Zellhaut nur verdünnt, und erst später, wenn die Intine sich immer mehr und mehr aussackt, als Blindsack vordrängt und als Pollenschlauch hervorwächst, findet eine Auflösung oder Zerreißung oder auch ein Abheben der verdünnten Stellen statt, und dann erst werden wirkliche Spalten und Löcher in der äußern Schale gebildet.

Die Mannigfaltigkeit in der Form, Lage, Zahl und Größe dieser verdünnten Stellen ist kaum geringer als jene der Skulpturen und Auswüchse. Sehr häufig kommt es vor, daß die äußere Schale an jener Stelle verdünnt ist, wo sich an der Pollenzellhaut Furchen zeigen. Die verdünnte Stelle ist dann linienförmig und in der Tiefe der Furche gelegen. Schwillt die Pollenzelle infolge von Wasseraufnahme an, so platzt die Exine an der verdünnten Stelle, und manchmal findet ein förmliches Abschälen der Exine statt (s. Abbildung, S. 98, Fig. 10). An den Pollenzellen von Mimulus und Thunbergia hat die verdünnte Stelle der äußern Schale die Gestalt einer Spirallinie, oder sie verläuft in mäandrischen Linien und bildet ganz seltsame Krümmungen und Schlingen, wie es Figur 9 der Abbildung auf S. 98 aufweist. Wenn die Intine bei diesem Pollen sich ausbaucht und infolgedessen die äußere Schale entlang den spiraligen oder mäandrischen Linien zerreißt, so entstehen schraubenförmig gewundene Bänder, die sich abheben, und die Pollenzelle sieht dann wie geschält aus. An dem Pollen der Passionsblume (Passiflora) erscheinen die verdünnten Stellen als Ringe, und wenn sich hier die Intine vorstülpt, so werden die von den Ringen begrenzten Teile der äußern Schale wie Deckel abgehoben. Dasselbe geschieht an dem Pollen der kürbisartigen Gewächse, nur sind dort die abgehobenen Deckel verhältnismäßig sehr klein und bekommen auch dadurch ein eigentümliches Ansehen, daß auf jedem derselben ein dörnchenartiger Fortsatz aufsitzt (s. Abbildung, S. 98, Fig. 3). An den Pollenzellen der Windlinge (Convolvulus, s. Abbildung, S. 98, Fig. 6) sind in die äußere Schale runde Grübchen eingesenkt, in der Tiefe des Grübchens ist die äußere Schale wie durch einen kreisförmigen Schnitt unterbrochen, und es hebt sich das dadurch umrissene Stück der Schale als ein winziger, nach außen gewölbter Deckel ab. Eine seltsame Ausbildung zeigt sich an dem Pollen der mit der Kardendistel verwandten Morina Persica (s. Abbildung, S. 98, Fig. 2). Jede der walzigen Pollenzellen besitzt in der Mittelhöhe drei Aufsätze, welche die Form eines zugedeckelten Flaschenhalses mit gewulsteter, ringförmiger Mündung haben. Sehr häufig weisen die verdünnten Stellen die Gestalt runder Scheiben auf und lassen sich am besten mit den verglasten runden Fensterchen, die man an den Breitseiten großer Schiffe sieht, vergleichen. Diese Form ist es auch, welche glauben macht, es sei die äußere Schale der Zellhaut schon vom Anfange her durchlöchert. Bei den Doldenpflanzen, Rosaceen, Schmetterlingsblütlern, Veilchen, Cistrosen, Rutaceen, Hypericineen, Asperifolieen, Skrofularineen, Nachtschattengewächsen und noch zahlreichen andern Pflanzenfamilien liegen die kleinen Rundfenster versteckt in der Tiefe der Furchen, bei Cobaea (s. Abbildung, S. 98, Fig. 1) findet man sie in den Gruben der wabenartigen äußern Pollenschale, und bei den Onagraceen, z. B. dem Hexenkraute (Circaea), ist die äußere Schale der Pollenzelle über dem Scheitel der warzenförmigen Hervorragungen verdünnt (s. Abbildung, S. 98, Fig. 5). Die Zahl der Rundfenster ist je nach den Arten verschieden. Die Cyperaceen zeigen 1, die Zeitlosen, die Bromeliaceen, die Feigen und die Brugmansie 2, die Nesseln, die

Eichen und Buchen, die Nachtkerzen und Weidenröschen und viele andre Pflanzen 3, die Rüstern, Erlen und Birken 4—6, die Arten der Gattung Ribes 8—12, die Windlinge 15 bis 18, die Nelken, Melden und der Seidelbast 20—30 und die Nyktagineen sogar über 30.

Ich bin mit der Schilderung der äußern Pollenzellhaut zu Ende. Nun drängt sich aber auch die Frage auf: Wozu dieser merkwürdige Bau, wozu diese Grübchen und Rinnen, diese Riefen und Kämme, diese Dörnchen und Nadeln, die in staunenerregender Abwechselung an der äußern Schale beobachtet werden? Welche Bedeutung haben die Überzüge aus Viscin und fettem Öle? Was hat es mit den verdünnten Stellen in der Tiefe der Furchen, mit den Rundfenstern und den Deckelbildungen für eine Bewandtnis?

Verhältnismäßig am leichtesten ist wohl die zuletzt gestellte Frage zu beantworten. Wie der Augenschein lehrt, schwellen die Pollenzellen, nachdem man ihnen Wasser zugesetzt hat, mit Blitzesschnelle an; der in der Pollenzelle eingeschlossene, zur Befruchtung geeignete Protoplast saugt mit großer Lebhaftigkeit und Schnelligkeit flüssige Stoffe aus der Umgebung auf, sein Körper nimmt infolgedessen rasch an Umfang zu, und es muß daher die ihn umschließende Hülle so eingerichtet sein, daß eine rasche Erweiterung möglich ist. Hierzu eignen sich in ausgezeichneter Weise die verdünnten eingefalteten Stellen. Durch sie dringen die flüssigen Stoffe mit Leichtigkeit in das Innere der Zellkammer ein, zugleich ebnen sich die Furchen, was nach innen gefaltet war, erscheint jetzt nach außen gestülpt und gewulstet, und die Pollenzelle nimmt einen vergleichsweise zwei-, drei-, viermal größern Raum ein, ohne daß doch ein Flächenwachstum stattgefunden hat. Die nicht verdünnten fettgetränkten Teile der äußern Schale spielen bei diesen Vorgängen nur eine passive Rolle. Das Wasser vermag durch dieselben in den Innenraum nicht einzudringen, und auch beim Anschwellen der Zellen findet wohl eine Veränderung der Konturen, aber weder eine Dehnung noch ein Flächenwachstum dieser Schale statt. Auch späterhin, wenn die Intine auswächst und die Gestalt eines Schlauches annimmt, wird die äußere Schale der Pollenzelle nicht wesentlich verändert; die verdünnten Stellen derselben werden durchbrochen, wo Deckel vorhanden waren, werden sie abgehoben, und der zur Samenanlage wandernde, von der schlauchförmigen Intine bekleidete Protoplast verläßt an einer der verdünnten Stellen das Gehäuse der äußern Schale, nicht unähnlich dem Embryo, der bei der Keimung die starre Samenhaut verläßt. So wie es aber bei der Keimung von Vorteil ist, wenn die Samenhaut auf dem Keimbeete fixiert ist, weil dadurch der auswachsende und mit seinem Würzelchen in die Erde eindringende Embryo einen festen Rückhalt gewinnt, so mag es auch für den sich streckenden und seine bisherige starre Hülle verlassenden Pollenschlauch von Wert sein, wenn diese Hülle festgehalten wird, und insofern mag wohl auch den Riefen, Kämmen, Dörnchen und Nadeln als *Befestigungsmittel an jene Stelle, wo das Austreiben des Pollenschlauches stattfinden soll*, eine besondere Bedeutung zukommen.

Die wichtigste Rolle spielen aber die Skulpturen, Auswüchse und Überzüge der äußern Schale insofern, als durch sie das Zusammenhängen größerer Mengen einzelner Pollenzellen zu krümeligen Massen, das Zurückbleiben derselben in den Rissen der aufgesprungenen Antherenfächer und das *Anheften an Insekten und andre Tiere*, welche Nahrung suchend in die Blüte kommen begünstigt wird. Man kann diese Eigenschaft kurzweg Haftvermögen und den Pollen, welchem diese Eigenschaft zukommt, *zusammenhängenden oder haftenden Pollen* nennen im Gegensatze zu den *stäubenden Pollen*, dessen Zellen oberflächlich glatt und nichts weniger als klebrig sind, die unter sich auch nicht zusammenhängen, an fremde Körper nicht anhaften, dagegen bei der geringsten Erschütterung und dem leisesten Anhauche als Staub in die Lüfte wirbeln.

Es versteht sich von selbst, daß Pollenzellen mit glatter Oberfläche, welche die Form einer Kugel oder eines Ellipsoids besitzen, leichter ausstäuben als jene, welche eine würfelförmige

dodekaedrische und andre kristallähnliche Gestalt zeigen. Kugeln und Ellipsoide haben eben weniger Berührungspunkte als kristallähnliche Körper, welche sich mit ihren ebenen Flächen aneinander legen. Selbstverständlich wird die Zahl der Berührungspunkte außerordentlich vermehrt, wenn die Oberfläche mit Riefen, Körnern, Warzen, Dörnchen und nadel- oder haarförmigen Auswüchsen besetzt ist. Kurze Vorsprünge an der Oberfläche benachbarter Pollenzellen greifen wie die Räder eines Uhrwerkes ineinander, längere Fortsätze verschränken sich wie die Finger der gekreuzten Hände, und so kommt es, daß oft Hunderte benachbarter Pollenzellen wie Klettenköpfe aneinander hängen. Daß die dadurch gebildeten krümeligen Klümpchen leicht an den Borsten, Haaren, Rüsseln und Beinen der anstreifenden Insekten anhaften, braucht nicht erst näher begründet zu werden.

In hohem Grade wird das Haftvermögen gesteigert, wenn die Oberfläche der Pollenzellen mit fettem Öle überzogen ist, und man überzeugt sich leicht, daß die Pollenzellen desto leichter anhaften und zusammenhängen, je reichlicher Öl an ihrer Oberfläche ausgeschieden ist. Es verdient hier hervorgehoben zu werden, daß bei vielen Arten sogar die von der äußern Schale der Pollenzellen ausgehenden nadelförmigen Fortsätze mit Öl überzogen sind. Daß auch durch die den Pollenzellen auflagernde Viscinmasse ein Ankleben des Pollens an fremde Körper erfolgt, wurde schon im vorhergehenden (S. 101) besprochen. Ich komme daher zu dem Ergebnisse, daß sowohl die kristallähnliche Form und die mannigfaltigen Riefen, Kämme, Warzen, Dörnchen und Nadeln als auch die Überzüge aus fettem Öle und die Auflagerung viscinartiger Massen als Einrichtungen zu gelten haben, durch welche das Haftvermögen des Pollens bedingt ist.

Je nach dem Fehlen oder Vorwalten der einen oder andern dieser Einrichtungen ergeben sich alle erdenklichen Abstufungen von stäubenden, mehligen, krümeligen, klumpigen, schmierigen und wachsartigen Pollen. Damit ist freilich ausgesprochen, daß eine scharfe Grenze zwischen stäubenden und haftenden Pollen eigentlich nicht besteht, indessen ist doch ein recht auffallender Gegensatz zwischen jenen Blüten, deren Antheren stäubenden, und jenen, deren Antheren zusammenhängenden Pollen entwickeln, vorhanden, und es werden daher, gestützt auf diesen Gegensatz, die verschiedenen Vorgänge bei der Befruchtung, insbesondere die Übertragung des Pollens von Blüte zu Blüte, in den nachfolgenden Zeilen getrennt zu behandeln sein. Hier ist nur noch die Bemerkung einzuschalten, daß sich der Gegensatz von stäubend und haftend nicht nur auf die vereinzelten, sondern auch auf die gewebeartig zu Tetraden verbundenen Pollenzellen bezieht. Wenn man die Blüten der Eriken beklopft, so stäubt es aus ihnen wie aus den Kätzchen der Haselsträucher hervor, und doch ist dieser Staub nicht aus getrennten Pollenzellen, sondern aus Tetraden gebildet. An den Azaleen und Alpenrosen dagegen sind, wie schon früher (S. 101) erwähnt wurde, die Pollentetraden ähnlich den vereinzelten Pollenzellen der Nachtkerzen und des Weidenröschens durch zähe Fäden umsponnen und verkettet.

Welchen Vorteil es bietet, daß hier Pollentetraden, dort einzelne Pollenzellen ausgebildet werden, warum in dem einen Falle das Anhaften durch Rippen, Kämme und Warzen, im andern Falle durch spitze Dörnchen und Nadeln bewirkt wird, warum das eine Mal Öl, das andre Mal Viscin als Klebemittel Verwendung findet, ist schwer zu sagen. Wahrscheinlich richtet sich diese Verschiedenheit nach der verschiedenen Gestalt der blütenbesuchenden und den Pollen abstreifenden Insekten, gewiß auch nach der Form der Narben, auf welche die Pollenzellen und Tetraden übertragen werden, und auf welchen das Austreiben der Pollenschläuche erfolgen soll. Daß durch bestimmte Skulpturen an der äußern Schale der Zellhaut auch ein Schutz gegen unzeitige Durchnässung der Pollenzellen geboten werden kann, wird im nachfolgenden Kapitel zur Sprache kommen.

Die Schutzmittel des Pollens.

Wer von der Landseite her nach Venedig kommt, sieht dort zu beiden Seiten des als Fahrbahn benutzten langen Dammes endlose, mit Schilf und Riedgras besetzte Sümpfe und dazwischen die berüchtigten, unter dem Namen Lagunen bekannten Ansammlungen brackigen Wassers, in welchen sich eine vorherrschend aus Laichkräutern und Najadeen gebildete Vegetation breit macht. Insbesondere fällt in den Lagunen der den seichten, sandig-schlammigen Grund in ausgedehnten Beständen überwuchernde Wasserriemen (Zostera) auf, dessen untergetauchte bandartige, braungrüne, fast an Tange erinnernde Blätter gesammelt, getrocknet, zum Verpacken der Glaswaren und in neuerer Zeit auch als geschätztes Material zur Füllung von Polstern unter dem Namen Seegras in den Handel gebracht werden. Diese Wasserriemen, von welchen man zwei Arten unterscheidet, weichen nicht nur durch ihr Aussehen, sondern auch durch die Entwickelung und die Übertragung des Pollens so sehr von den andern Phanerogamen ab, daß man fast versucht sein könnte, denselben mitsamt ihren nächsten Verwandten einen besondern Platz im System anzuweisen, wenn nicht das Vorhandensein zahlreicher Mittelformen und Verbindungsglieder dagegen spräche.

Zunächst fällt auf, daß an dem Pollen der Wasserriemen die für die meisten Pollenzellen so charakteristische äußere Schale der Zellhaut fehlt. Auch zeigen die Pollenzellen, sobald sie die unter Wasser sich öffnende Anthere verlassen, die Gestalt eines langgestreckten cylindrischen Schlauches. Solcher Pollen braucht, wenn er unter Wasser von der bandförmigen Narbe aufgefangen wird, nicht erst Pollenschläuche zu treiben, denn er hat dieses Entwickelungsstadium eigentlich schon in der Anthere erreicht. Bei den mit den Wasserriemen zunächst verwandten, teils im brackigen, teils im Meerwasser wachsenden Arten der Gattungen Posidonia und Cymodocea liegen die langen, an Hyphen erinnernden Pollenzellen in mannigfaltigen Verschlingungen und Wellenlinien geordnet in der Anthere, und wenn sie diese verlassen und durch die Bewegungen des Wassers zu den langen fadenförmigen Narben hingetrieben werden, bleiben sie an ihnen hängen wie die Spermatozoiden an der Trichogyne der Florideen. Der fadenförmige Pollen von Halophila ist sogar durch Querwände in mehrere Kammern geteilt, wird von den fadenförmigen Narben unter Wasser aufgefangen und wächst längs derselben in die Fruchtknotenhöhle hinab. Bei den Arten der Gattung Najas sowie jenen von Zannichellia haben die Pollenzellen, solange sie in der geschlossenen Anthere geborgen sind, eine kugelige oder ellipsoidische Gestalt, nachdem sich aber die Anthere geöffnet hat, gestalten sie sich zu Schläuchen, werden durch die Strömungen des Wassers hin- und hergetrieben und zu den Narben gebracht. Bei Zannichellia hat die Narbe die Gestalt eines dreieckigen, verhältnismäßig großen Lappens, und indem drei oder vier dieser Lappen sich mit den Rändern berühren, entsteht eine Art Trichter, welcher als Auffangegefäß für die schwimmenden Pollenzellen dient.

Die hier vorgeführten Gewächse, alles in allem genommen etwa 50 Arten, wurden von den ältern Botanikern unter dem Namen Najadeen zusammengefaßt und werden von den neuern in die Familien der Potamogetonaceen, Najadaceen und Hydrocharitaceen eingereiht. Sie sind sämtlich als Wasserpflanzen anzusprechen; es wäre aber anderseits ein Irrtum, zu glauben, daß sämtlichen Wassergewächsen derselbe Pollen zukommt, wie ihn die Wasserriemen und die Arten von Halophila, Posidonia, Cymodocea, Najas und Zannichellia zeigen, d. h. ein Pollen, welcher der äußern Schale der Zellhaut entbehrt, die Gestalt eines Pollenschlauches annimmt und durch die Wasserströmungen seiner Bestimmung zugeführt wird. Im Gegenteile, Tausende von Wasserpflanzen entbinden den Pollen nicht unter, sondern über dem Wasser, die Zellen desselben sind kugelig oder ellipsoidisch, besitzen auch eine deutliche äußere Schale und werden nicht durch Wasserströmungen, sondern durch den

Wind oder durch Vermittelung der Insekten zu den Narben gebracht. Das gilt selbst für jene Gewächse, deren belaubter Teil zeitlebens unter Wasser bleibt. Aldrovandia, Hottonia und Utricularia, zahlreiche Laichkräuter (Potamogeton) und Wasserranunkeln (Batrachium), noch vieler andrer nicht zu gedenken, bringen ihre Blüten stets über den Wasserspiegel, damit der Pollen im Bereiche der Luft aus den Antheren entbunden und von Blüte zu Blüte übertragen werden kann. Selbst an den Arten des Wassersternes (Callitriche), von welchen ehemals behauptet wurde, daß sich deren Befruchtung unter Wasser vollziehe, sah ich, daß das Öffnen der Antheren nur über Wasser an der Luft erfolgt, und daß sich, wenn die Verhältnisse danach sind, die fadenförmigen Träger der Antheren so lange strecken und in die Länge wachsen, bis die Anthere endlich über den Wasserspiegel emporragt. Gelingt das nicht, so öffnen sich die Antheren der betreffenden Blüten überhaupt nicht; der sphärische Pollen bleibt in ihnen eingeschlossen und verwest mitsamt der Anthere und deren Träger unter dem Wasser. Auch die berühmten Vallisneria (s. Bd. I, S. 626), auf welche später nochmals die Rede kommen wird, entläßt den Pollen aus ihren Antheren nur an der Luft. Die Knospen der Pollenblüten entwickeln sich zwar unter Wasser, aber sie lösen sich als geschlossene Blasen von der Spindel des Blütenstandes ab und öffnen sich erst dann, wenn sie die Oberfläche des Wassers erreicht haben. Die Pollenblätter ragen dann aus den geöffneten, wie kleine Nachen herumschwimmenden Blüten in die Luft empor, und nun erst reißen die Antheren auf, und der Pollen tritt hervor. Künstlich unter Wasser zurückgehalten, öffnen sich weder die Blütenknospen noch die Antheren, sondern sie verwesen, und der Pollen geht unter Wasser zu Grunde. Und so wie von diesen Wasserpflanzen verdirbt auch der Pollen der hunderttausend auf dem Lande sprossenden und blühenden Gewächse, sobald er zufällig in das Wasser fällt oder absichtlich untergetaucht erhalten wird.

Es ist also Thatsache, daß, abgesehen von beiläufig 50 Arten, als deren Vorbild der Wasserriemen gelten kann, die Phanerogamen einen Pollen entwickeln, für welchen der Transport und das längere Verweilen unter Wasser schädlich ist. Unwillkürlich drängt sich da die Frage auf, wie es komme, daß gerade jene Zellen, welche zum Austreiben der Pollenschläuche flüssiger Stoffe in so reichlicher Menge bedürfen, durch Wasser benachteiligt werden? Es besteht eben ein großer Unterschied zwischen der Aufnahme reinen Wassers und der Aufnahme der flüssigen, von den Narben gelieferten Stoffe. Kommt die Pollenzelle auf die Narbe, so nimmt sie die ihr gebotenen flüssigen Stoffe sehr allmählich auf, und der Pollenschlauch treibt verhältnismäßig langsam hervor. Wird dagegen die Pollenzelle absichtlich unter Wasser getaucht, oder wird sie in der freien Natur von Regen und Tau genetzt und gewissermaßen in ein Wasserbad versetzt, so erfolgt die Wasseraufnahme fast augenblicklich; die Intine wird allerwärts, wo die Exine keinen Widerstand bildet, vorgedrängt, und die Pollenzelle erscheint im Nu angeschwollen und aufgetrieben. Man kann das wohl nicht eigentlich ein Auswachsen des Pollenschlauches nennen. In so kurzer Zeit könnte ein Wachstum gar nicht erfolgen, und was sich da abspielt, ist nur ein Glätten der bisher eingestülpten Falten und eine Dehnung der Intine. Häufig wird sogar die Grenze der Dehnbarkeit überschritten; der vorgestülpte Teil der Intine platzt, das Spermatoplasma quillt hervor, zerfließt als eine feinkörnige, schleimige Masse in dem umgebenden Wasser, und damit ist die Pollenzelle verdorben und vernichtet. Aber auch dann, wenn die Intine nicht platzt, wird doch der Pollen durch die rapide Wasseraufnahme so verändert, daß sein Protoplasma die Befruchtungsfähigkeit einbüßt. Es scheint, daß bei längerm Verweilen der Pollenzellen unter Wasser die darin eingeschlossenen Protoplasten förmlich ersäuft werden. So viel ist gewiß, daß die ungeheure Mehrzahl der Pollenzellen unter Wasser verdirbt, und daß schon die Benetzung mit Wasser eine große Gefahr mit sich bringt. Diese Gefahr, welche sozusagen täglich bei Zutritt von Regenwasser und reichlichem

WYŻSZA SZKOŁA ROLNICZA
BIBLIOTEKA
GŁÓWNA
W SZCZECINIE



ALPENROSEN UND LEGFÖHREN (Tirol).

(Nach der Natur von Ernst Heyn.)

Tau eintreten kann, muß vermieden werden; der Pollen muß tauglich erhalten werden, er muß durch Schutzmittel gegen den ſchädlichen Einfluß der Näſſe, zumal der atmoſphäriſchen Niederſchläge, geſichert ſein, er muß ſich unter Umſtänden entwickeln können, bei welchen die Näſſe als ſchädlicher Faktor überhaupt nicht in Betracht kommt.

Dort, wo Regenzeiten und regenloſe Perioden geſetzmäßig miteinander abwechſeln, wie beiſpielsweiſe in den Llanos von Venezuela, in den braſiliſchen Campos, in den trocknen Gebieten Indiens und des Sudâns, vor allen aber in dem ſüdlich des Wendekreiſes gelegenen Teile Auſtraliens, wo ſich der Regen ganz auf den Winter beſchränkt und ſpäter monatelang ausbleibt, iſt der Schutz des Pollens gegen Waſſergefahr indirekt durch das Klima gegeben, oder beſſer geſagt, für den Pollen der in regenloſen Perioden blühenden Gewächſe ſind Schutzmittel gegen den Regen überflüſſig. Die Bäume, welche ſich in den merkwürdigen Waldſavannen Neuhollands über das Grasland erheben, ebenſo die zahlreichen, in dichten Beſtänden wachſenden, ſtarren und ſaftarmen Sträucher, welche dem an die Waldſavannen angrenzenden „Scrub“ angehören, blühen erſt dann auf, wenn die Regenzeit vorüber iſt, alſo in einer Periode, in welcher ſie auch nicht mehr Gefahr laufen können, daß ihre Blüten vom Regen durchnäßt werden. Wo aber keine Gefahr iſt, fällt auch die Notwendigkeit eines dieſe Gefahr abwehrenden direkten Schutzmittels weg, und die zahlreichen neuholländiſchen Mimoſeen und Myrtaceen, ja auch die Proteaceen, welche ſich ganz vorzüglich an der Zuſammenſetzung der eben erwähnten Gebüſchdickichte beteiligen, ſind dem entſprechend jeder Einrichtung bar, welche zum Schutze des an den aufgeſprungenen Antheren haftenden Pollens dienen könnte. Dieſe Pflanzen behalten ihren ſtarren Charakter auch während der Blütezeit bei; die zahlreichen fadenförmigen Träger der Antheren in den Blüten der Akazien ſowie der zahlloſen Arten von Callistemon, Melaleuca, Eucalyptus, Calothamnus und Metrosideros ragen weit über die kleinen Blumenblätter hinaus, und auch die griffelförmigen Träger der Fruchtknoten der Proteaceen, auf deren Spitze ſich der aus den Antheren entbundene Pollen ablagert, ſtrecken ſich nach ihrem Aufſchnellen ungeſchützt weit über die unſcheinbaren Blumenblätter vor.

Wie ganz anders ſtellt ſich dagegen die Form der Blüten auf einem Gelände dar, wo die größte Zahl der atmoſphäriſchen Niederſchläge in die Blüteperiode fällt. In den mittel- und ſüdeuropäiſchen Hochgebirgen, wo dieſes Zuſammentreffen thatſächlich ſtattfindet, müſſen die Gewächſe, während ſie blühen, täglich auf einen Regen gefaßt ſein. Zudem triefen dort alle Pflanzen am frühen Morgen von Tau, und auch im Laufe des Tages hängen ſich bei dem Vorüberziehen der Nebel Waſſertröpfchen an Laub und Blüten an. Der an den aufgeſprungenen Antheren haftende Pollen muß hier nicht ſelten wochenlang warten, bis einige ſonnige trockne Stunden und mit ihnen Bienen und Falter kommen, welche den Pollen abholen und auf die Narben andrer Blüten übertragen. Wenn es daher irgendwo eines ausgiebigen Schutzes des Pollens gegen Näſſe bedarf, ſo iſt es hier der Fall. Überblickt man die Pflanzen, welche das niedere Buſchwerk in dieſer Region zuſammenſetzen, welcher Gegenſatz zu den Gewächſen der neuholländiſchen Gebüſchdickichte! Der Heiderich (Calluna vulgaris) ſowie die niedern Heidelbeer-, Moosbeer- und Preißelbeerſträucher (Vaccinium Myrtillus, uliginosum, Vitis idaea) haben glockenförmige oder krugförmige Blumenkronen, die an gekrümmten Stielen überhängen, mit der Mündung der Blüten der Erde zuſehen und ſich wie ein Schutzdach über die verſteckten, mit Pollen beladenen Antheren wölben. Auch die aus Alpenroſenſträuchern (Rhododendron) gebildeten Beſtände, welche die Flanken unſrer Hochgebirge überkleiden, und von welchen E. Heyn auf der beigehefteten Tafel „Alpenroſen und Legföhren in Tirol“ ein prächtiges naturwahres Bild geliefert hat, weiſen Blüten auf, welche gegen den ſchief aufrechten Stiel unter einem

rechten Winkel geneigt sind, wodurch die pollenbedeckten Antheren unter ein schützendes Dach gestellt erscheinen.

Auf ein solches Überwölben und Einhüllen laufen denn auch alle die zahlreichen Einrichtungen hinaus, durch welche der Pollen direkt gegen Nässe geschützt wird. Daß trotz der Einfachheit des Zieles diese Einrichtungen im einzelnen doch so mannigfaltig sind, hat aber seinen Grund darin, daß die Einhüllung auch wieder nicht zu weit gehen darf. Auf keinen Fall darf nämlich durch sie die Verbreitung des Pollens, die Übertragung desselben auf die Narben andrer Blüten, durch Luftströmungen oder durch Vermittelung der Insekten behindert werden, ja es kommt vielmehr gerade denjenigen Blütenteilen, welche über den Pollen ein schirmendes Dach gegen den Regen spannen, sehr häufig noch die Aufgabe zu, nach Ablauf des Regens die Übertragung des Pollens zu befördern.

Entsprechend der Mannigfaltigkeit der Ausbildungen für die Übertragung des Pollens durch Luftströmungen oder durch Falter, Hummeln, Bienen, Käfer und Fliegen, ist aber dann auch der Schutz, welcher dem Pollen gegen die Nässe geboten wird, mannigfach modifiziert. Auch darin erscheinen die Schutzmittel vielfach abgeändert, daß in dem einen Falle das Dach sich unmittelbar über den Pollen, in dem andern über eine ganze Blumengruppe, hier über eben geöffnete, mit Pollen beladene Antheren, dort über jene Stelle der Blüte, wo aus den Antheren losgelöster Pollen zeitweilig abgelagert wurde, ausspannt, daß anderseits bald die Antherenwandungen selbst, dann wieder die Narben, die Kronenblätter, die Blütenhüllen, ja selbst die Laubblätter zu Schutz und Schirm des Pollens herhalten müssen. Das letztere ist insbesondere an den Lindenbäumen zusehen, deren Blüten immer so gestellt sind, daß sie zur Zeit, wenn die Antheren Pollen ausbieten, von den breiten flachen Laubblättern überdacht werden. Wenn auch noch so heftige Gußregen über den Lindenbaum niederrauschen, die Regentropfen prallen doch sicher von den Flächen des Laubes ab, und es kommt nur ausnahmsweise vor, daß eine oder die andre der tausend unter den Laubblättern postierten Blüten vom Regen benetzt wird. Ähnlich verhält es sich an einigen Arten der Gattung Daphne (z. B. Daphne Laureola und Philippi), an mehreren Malvaceen (z. B. Althaea pallida und rosea) und an der auch in andrer Beziehung sehr merkwürdigen und später noch wiederholt zu besprechenden Impatiens Nolitangere (s. Abbildung, S. 109, Fig. 1). Die kleinen Blütenknospen stehen an dieser Pflanze mit ihren zarten Stielen über der Fläche des anfänglich zusammengefalteten, oberseits rinnigen Laubblattes, aus dessen Achsel sie hervorgegangen sind; später aber, wenn die Blütenknospen größer werden und ihre Stiele sich verlängern, gleiten die letztern an der einen Seite des mit seinen Rändern noch immer aufgebogenen Laubblattes hinab und verbergen sich förmlich unter demselben. Das Laubblatt breitet sich dann flach aus und fixiert mit dem einen Lappen seiner herzförmig ausgeschnittenen Basis den hinabgewachsenen Blütenstiel, beziehentlich die von demselben getragenen Knospen. Öffnen sich dann diese Knospen und zugleich die Antheren, so erscheinen sie gedeckt durch eine glatte Laubblattfläche, über welche die niederträufelnden Regentropfen abrollen, ohne jemals die Blüte und ihren Pollen zu netzen.

An vielen Aroideen wird der Blütenkolben zur Zeit, wenn der Pollen aus den aufgesprungenen Antheren hervordrängt, von dem großen gemeinschaftlichen Hüllblatte, der sogenannten Blütenscheide, ganz überdacht, so namentlich an dem bizarren japanesischen Arisema ringens, dessen Blütenscheide wie eine phrygische Mütze über den Blütenstand gewölbt ist, und nicht weniger wunderlich an der auf S. 110, Fig. 1 abgebildeten Ariopsis peltata, deren Blütenkolben gegen jede Benetzung durch Regen und Tau mittels eines Hüllblattes geschützt wird, das am besten mit einer umgestürzten Barke verglichen werden kann. Der zu den Myrtaceen gehörende Strauch Genetyllis tulipifera trägt an den Enden

ſeiner dünnen holzigen Zweige Blütenſtände, welche man beim erſten Anblicke für überhängende Tulpen halten möchte. Sieht man näher zu, ſo ergibt ſich, daß die großen weißen, rot geäderten Blätter, welche an die Blumenblätter der Tulpe erinnern, Hüllblätter ſind, welche die dicht zuſammengedrängten Blüten wie eine Sturzglocke überdecken, und über welche die Regentropfen wie über einen Regenſchirm abfließen müſſen. An den Piſangen (Musa, Urania) ſind die Blüten zur Zeit der Pollenreife gleichfalls von großen Hüllblättern überdeckt, welche ſpäter, wenn der Pollen verbraucht und ein Schutz desſelben überflüſſig geworden iſt, ſich ablöſen und zu Boden fallen. In den Pollenblüten des zweihäuſigen Sanddornes (Hippophaë rhamnoides), welche in den Winkeln ſchuppenförmiger Deckblätter an

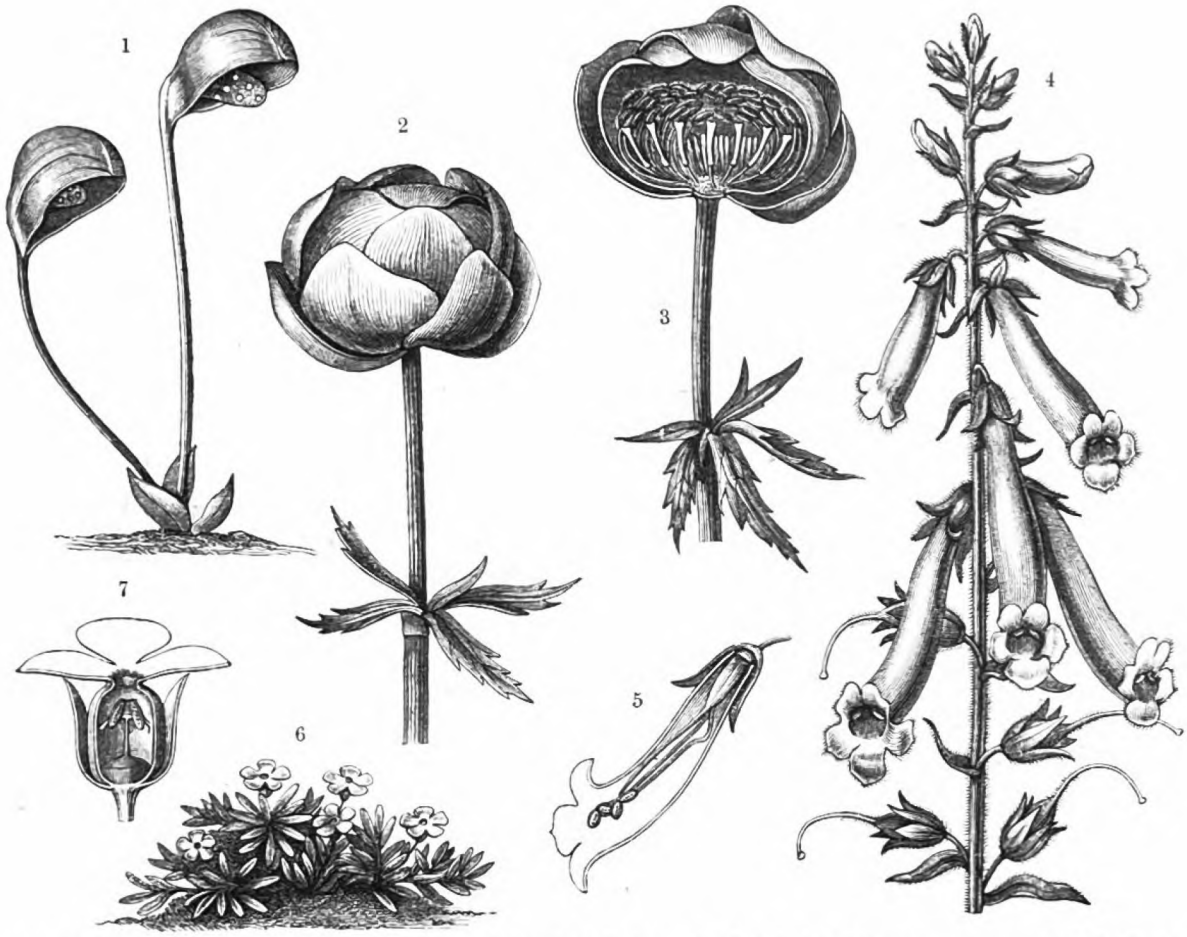


Schutzmittel des Pollens gegen Näſſe: 1. Impatiens Nolitangere. — 2—5. Hippophaë rhamnoides. — 6. Convallaria majalis. — 7. Euphrasia officinalis. — 8. Iris sibirica. — Fig. 1, 2, 6, 7, 8 in natürlicher Größe; Fig. 3, 4, 5 etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 108—111, 118, 147 und 148.

der Baſis der jungen Seitenſproſſe ährenförmig gehäuft beiſammenſtehen (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 2), zeigen ſich an kurzen, fadenförmigen, aufrechten Trägern vier Antheren, aus welchen ſchon zur Zeit, wenn die Blüte noch knoſpenartig geſchloſſen iſt und ſich wie eine kleine Blaſe ausnimmt (Fig. 3), der reichliche ſtaubförmige Pollen ausfällt. Dieſer Pollen iſt orangefarbig und erfüllt nach ſeinem Ausfallen den Grund der Blüte (Fig. 4 und 5). Er ſoll bei trocknem Winde zu den Narben der Fruchtblüten, die ſich an andern Stöcken, oft Hunderte von Schritten entfernt, entwickelten, übertragen werden. Ehe ſich dieſer Wind einſtellt, können mehrere Tage vergehen, und es iſt die Gefahr vorhanden, daß im Laufe dieſer Tage der aufgeſpeicherte Pollen vom Regen oder Tau zum Transport durch den Wind untauglich gemacht, daß er durchnäßt und verdorben wird. Um dieſe Gefahr zu vermeiden, klaffen die beiden ſchalenförmigen Hüllblätter, welche mit ihrer hohlen Seite einander zugewendet ſind und, wie ſchon bemerkt, eine die Antheren und den Pollen umſchließende Blaſe bilden, an den Seiten auseinander, und es entſtehen dadurch zwei gegenüberliegende ſpaltenförmige Öffnungen, wie an den Figuren 4 und 5 der obenſtehenden Abbildung zu erſehen iſt. Am Scheitel bleiben die beiden Schalen verbunden und bilden ſo ein Gewölbe,

welches den darunter abgelagerten Pollen vollkommen gegen die atmosphärischen Niederschläge zu schützen im stande ist. Fällt aber ein geeigneter Wind ein, so bläst dieser den stäubenden Pollen durch die Spalten der Blase hinaus und führt ihn weithin zu den Narben andrer Sanddornstöcke.

Die auf feuchten Wiesen der arktischen Flora und auch südwärts in den Gebirgsgegenden der Alten Welt verbreiteten Arten der Gattung Trollblume (Trollius), von welchen eine, nämlich Trollius europaeus, untenstehend, Fig. 2 und 3, abgebildet ist, sind sozusagen täglich dem Regen oder reichlichem Taue ausgesetzt. Dennoch wird der Pollen derselben niemals durch die atmosphärischen Niederschläge genetzt. Die mit Pollen beladenen



Schutzmittel des Pollens gegen Nässe: 1. Ariopsis peltata. — 2. Blüte des Trollius europaeus. — 3. Dieselbe Blüte; die vordern Blumenblätter weggeschnitten. — 4. Digitalis lutescens. — 5. Eine einzelne Blüte dieser Digitalis im Längsschnitte. — 6. Aretia glacialis. — 7. Eine einzelne vergrößerte Blüte dieser Aretia im Längsschnitte. Vgl. Text, S. 108, 111 und 118.

Antheren sind nämlich von den am Blütenboden entlang einer Schraubenlinie angeordneten Blumenblättern förmlich eingekapselt. Die Insekten, welche diese Blüten gern besuchen, um den Honig aus den um die Pollenblätter herumstehenden gestielten Nektarien zu saugen, müssen das Dach, welches aus den zusammenschließenden und sich teilweise deckenden obern Blumenblättern gebildet wird, durchbrechen, wenn sie in den Innenraum der Blüte kommen wollen. Kräftigern Bienen gelingt das bei der Biegsamkeit dieser Blätter allerdings sehr leicht; niederfallende Regentropfen aber vermögen nicht einzudringen, sondern gleiten außen über die Blumenblätter herab. Auch die Blumenkronen der Lerchensporne, der Calceolarien, des Leinkrautes und des Löwenmauls (Corydalis, Calceolaria, Linaria, Antirrhinum) bilden eine ringsum geschlossene Hülle um die pollentragenden Antheren. Ebenso ist der Pollen der Schmetterlingsblütler bis zu dem Momente des Insektenbesuches in dem aus den beiden Blättern des sogenannten Schiffchens gebildeten Hohlraume geborgen.

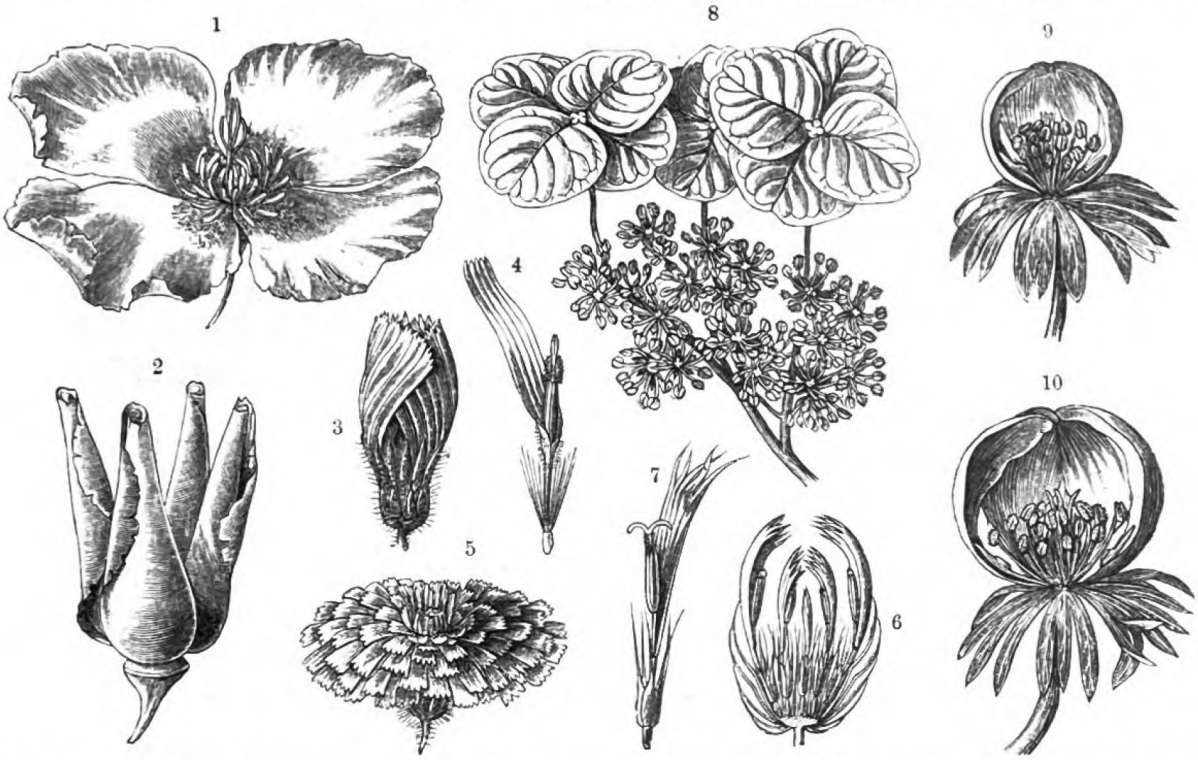
Bei der Mehrzahl der Lippenblütler, bei dem Fettkraut, dem Klappertopf, dem Wachtelweizen und Augentroſt (Pinguicula, Rhinanthus, Melampyrum, Euphrasia; ſ. Abbildung, S. 109, Fig. 7), ebenſo bei dem Veilchen (Viola), dem Eiſenhut (Aconitum) und noch zahlloſen andern Pflanzen, deren Blumen mit ihrer Mündung nach der Seite ſehen, erſcheint der Pollen zwar nicht förmlich eingekapſelt, aber doch durch einen Teil der Blumenblätter überwölbt und wie durch ein Dach gegen Regen und Tau geſchützt. Den ſeitlich gerichteten Blüten des Akanthus (Acanthus), welche in ihrer allgemeinen Form lebhaft an jene der Lippenblütler erinnern, aber keine vorragende Oberlippe beſitzen, wird der Schutz des Pollens durch ein an Stelle der Oberlippe ſich vorſtreckendes Kelchblatt vermittelt. Einen ſeltſamen Schutz des Pollens durch Blumenblätter beobachtet man an den Blütenſtänden der mit den Hortenſien verwandten, in Florida einheimiſchen Hydrangea quercifolia (ſ. Abbildung, S. 112, Fig. 8). Die zu einem ſchönen anſehnlichen Strauße vereinigten Blüten dieſer Pflanze ſind zweierlei Art; die einen enthalten Pollenblätter und Stempel, aber nur ſehr kleine grünliche Blumenblätter, welche nicht im ſtande wären, den Pollen der neben ihnen ſtehenden Pollenblätter gegen Regen und Tau zu ſchützen; die andern enthalten weder Pollenblätter noch Stempel, aber ihre Blumenblätter ſind ſehr groß, weiß gefärbt, flach ausgebreitet und ſo zuſammengefügt, daß ſie ſich an ihren aufrechten Stielen wie Regenſchirme ausnehmen. Sie erheben ſich von den äußerſten und oberſten Äſtchen des Straußes und ſind immer ſo geſtellt, daß durch ſie der Regen von den tiefer ſtehenden, in Doldenform gruppierten kleinen, aber pollenführenden Blüten abgehalten wird.

In ſeltenen Fällen fungieren auch die Narben als Schutzmittel des Pollens. Am auffallendſten bei den Schwertlilien (Iris). Die Narben dieſer Pflanzen ſind blumenblattartig und bilden drei ſanft nach außen gebogene Blätter, deren jedes mit zwei gezahnten Zipfeln endigt (ſ. Abbildung, S. 109, Fig. 8). Die gewölbte, längs der Mittellinie gewöhnlich etwas gekielte Seite dieſer blattartigen Narben iſt nach oben, die ausgehöhlte Seite nach unten gekehrt. Dieſer ausgehöhlten Seite dicht anliegend, findet man unter jeder Narbe eine pollenbeladene Anthere, und dieſe iſt hier ſo trefflich geborgen, daß ſie ſelbſt bei ſtrömendem Regen niemals von einem Waſſertropfen getroffen werden kann.

Auf einem weſentlich andern Prinzip beruht die Ausbildung des Schutzes bei jenen Pflanzen, deren Blüten die Geſtalt eines geſtielten Tellers haben und deswegen von den Botanikern ſtieltellerförmig (hypocrateriformis) genannt wurden. Die hierher zu zählenden Arten von Phlox und Daphne und vor allem die zierlichen Arten der die nebelreiche Region des Hochgebirges bewohnenden Primulaceen aus der Gattung Mannsſchild (Androsace, Aretia) ſowie die hübſchen Primeln mit aufrechten Blüten (z. B. Primula farinosa, denticulata, Cashmiriana) tragen Blumen, welche nach oben nicht überwölbt oder überdacht, ſondern mit der unverſchloſſenen Mündung ihrer plötzlich in den ausgebreiteten Saum übergehenden Röhre gegen den Himmel gewendet ſind (ſ. Abbildung, S. 112, Fig. 6 und 7), ſo daß ſich Tau und Regentropfen auf dem die Mündung der Röhre umgebenden Saume anſammeln können. Es ſcheint unvermeidlich, daß hier ein Teil der Waſſertropfen zu den in der Röhre eingefügten pollenbedeckten Antheren gelange. Und dennoch bleibt der Pollen vom Regen verſchont und unbenetzt; denn die Röhre iſt an ihrem Übergange in den Saum ganz plötzlich zuſammengeſchnürt, häufig auch mit kallöſen Schwielen beſetzt und infolgedeſſen ſo verengert, daß zwar Inſekten mit dünnem Rüſſel einfahren und im Blütengrunde Honig ſaugen können, daß aber die auf dem Saume etwa aufgelagerten Regen- und Tautropfen zurückbleiben müſſen, weil die Luft aus der Röhre nicht entweichen kann. Nach einem Regen findet man auf jeder Blüte des auf S. 110, Fig. 6 abgebildeten, auf den Moränen vorkommenden Gletſcher-Mannsſchildes (Aretia glacialis) einen Waſſertropfen gelagert, der die Luft in der engen, darunter befindlichen Röhre etwas komprimiert, aber den tiefer unten in

der Röhre an den Antheren haftenden Pollen nicht erreichen kann. Bei nachfolgender Erschütterung durch den Wind rollen die Waſſertropfen von dem Saume der Blumenkrone ab, oder ſie verdunſten wohl auch, und der Blütengrund wird dem Inſektenbeſuche wieder zugänglich.

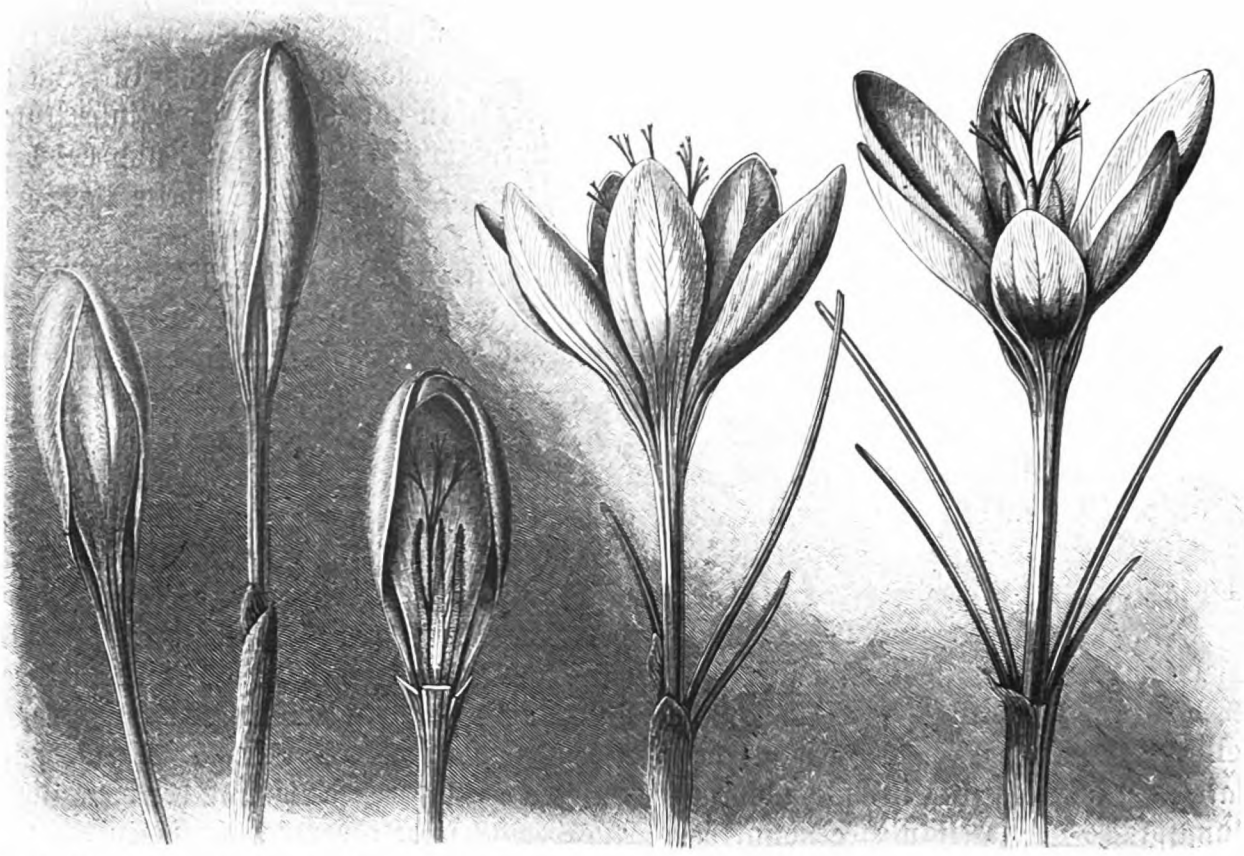
In allen bisher erörterten Fällen findet zum Behufe des Pollenſchutzes eine Änderung in der Lage der hierbei eine Rolle ſpielenden Laubblätter, Blumenblätter und blumenblattartigen Narben nicht ſtatt. Dagegen wird bei einer langen Reihe andrer Pflanzen der Schutz des Pollens ausſchließlich durch Lageänderungen von Blattgebilden bewirkt. Es iſt das insbeſondere bei allen jenen Arten der Fall, welche ähnlich den zuletzt geſchilderten Formen die Mündung ihrer Blüten der Einfallsrichtung des Regens und Taues



Schutzmittel des Pollens gegen Regen: 1. Eine im Sonnenſchein geöffnete Blüte der Eschscholtzia Californica. — 2. Eine bei Regenwetter geſchloſſene Blüte derſelben Pflanze. — 3. Blütenköpfchen des Hieracium Pilosella, geſchloſſen. — 4. Eine einzelne Blüte derſelben Pflanze. — 5. Blütenköpfchen derſelben Pflanze, geöffnet. — 6. Längsſchnitt durch das geſchloſſene Köpfchen der Catananche coerulea. — 7. Eine einzelne dieſem Köpfchen entnommene Blüte im letzten Stadium des Blühens. — 8. Ein Teil des Blütenſtandes von Hydrangea quercifolia. — 9. Geſchloſſene junge Blüte von Eranthis hiemalis. — 10. Geſchloſſene alte Blüte derſelben Pflanze. Vgl. Text, S. 111—115.

zuwenden, bei welchen aber der untere röhrenförmige Teil nicht wie bei dem Mannsſchild ſo ſehr verengert iſt, daß das Waſſer in denſelben einzudringen verhindert wäre. Solche unterwärts nicht verengerte becherförmige, beckenförmige, krugförmige, trichterförmige und röhrenförmige Blüten würden bei aufrechter Lage wahre Auffanggefäße für den Regen bilden, und es müßte das Waſſer, das ſich in ihnen anſammelt, alsbald den im Innern geborgenen Pollen ertränken. Wenn ſich nun derlei Blüten zeitweilig ſchließen, d. h. wenn ihre Blumenblätter oder Hüllblätter ſo lange über den Innenraum gewölbt ſind, als dort die Gefahr der Anſammlung von Waſſer vorhanden iſt, ſo wird dadurch mit ſehr einfachen Mitteln der ſo notwendige Schutz des Innenraumes der Blüten gegen eine Überſchwemmung erreicht. In der That iſt dieſer Schutz durch Schließen der Blüten in zahlreichen Fällen verwirklicht. Die Blüten der Zeitloſen, der Sternbergien und der Safrane (Colchicum, Sternbergia, Crocus; ſ. Abbildung, S. 113), welche mit ihrem becherförmigen Saume im Frühlinge oder im Spätherbſte über die Erde hervorkommen, die Gentianen unſrer Alpenwieſen und die mit ihnen verwandten Arten der Gattung Tauſendguldenkraut (Erythraea), eine Menge Glockenblumen mit aufrechten Blüten (Campanula glomerata, spicata,

Trachelium; Specularia Speculum ꝛc.), die Päonien, Rosen, Leine, Opuntien, Mamillarien und Mesembryanthemum, zahlreiche Arten der Gattungen Milchstern, Alraun und Stechapfel (z. B. Ornithogalum umbellatum, Mandragora vernalis, Datura Stramonium), die Blüten der Seerosen (Nymphaea), welche auf dem Wasserspiegel zu schwimmen scheinen, und die ihnen ähnlichen, von den Baumzweigen getragenen großen Blüten der Magnolien mögen als Beispiele für diese Formengruppe aufgeführt werden. Tagsüber, im warmen Sonnenscheine, sind die Becken, Kelche und Trichter dieser Blüten weit geöffnet, oft sogar sternförmig ausgebreitet und dann auch von unzähligen Insekten umschwärmt; bei Eintritt der Dämmerung und bei Einfallen des Taues am kühlen Abend rücken aber die



Schutzmittel des Pollens: Die Blüten eines Safrans (Crocus multifidus) im Sonnenscheine geöffnet (rechts), in der Nacht und bei Regenwetter geschlossen (links). Die vordern Blumenblätter von einer der drei geschlossenen Blüten weggeschnitten. Vgl. Text, S. 112.

Blumenblätter wieder zusammen, schlagen sich übereinander und bilden, wie das an dem eingeschalteten Bilde einer Safranblüte zu sehen ist (s. obenstehende Abbildung), ein Gewölbe, auf dessen Außenseite sich die Tauperlen reichlichst ablagern können, während das Innere des Bechers gegen Nässe vollständig gesichert ist. Bei Regenwetter und an naßkalten Tagen öffnen sich diese Blüten überhaupt nicht, und es fällt so die Periode des Geschlossenseins mit der Zeit zusammen, in welcher die meisten honigsuchenden Insekten zur Nachtruhe gegangen sind oder sich zum Schutze gegen das Unwetter in ihre Schlupfwinkel zurückgezogen haben.

Von hohem Interesse ist die Erscheinung, daß die Blumenblätter, welche sich am Abend als schützenden Mantel über die Antheren wölben, im Verlaufe der Blütezeit sich stark vergrößern, daß sie bei manchen Arten doppelt so lang werden, als sie zur Zeit des ersten Öffnens der betreffenden Blüte waren, und daß diese Vergrößerung gleichen Schritt mit gewissen Entwickelungsvorgängen der zu schützenden pollentragenden Antheren hält. Bei einigen Ranunkulaceen mit aufrechten Blüten, so namentlich bei dem Leberkraute und

der auf S. 112, Fig. 9 und 10 abgebildeten Winterblume (Eranthis), sind die in der Blütenmitte stehenden Stempel von zahlreichen, in mehreren Schraubenumgängen zusammengedrängten Pollenblättern eingefaßt, und diese sind wiederum von schalenförmigen Blumenblättern umgeben, welche sich tagsüber weit ausbreiten, nach Untergang der Sonne aber zusammenschließen und über den Pollenblättern eine Kuppel bilden. Die Antheren dieser Pflanzen öffnen sich nicht gleichzeitig, sondern nur sehr allmählich. Zuerst wird der Pollen an den äußersten, den Blumenblättern zunächst stehenden Antheren entbunden, deren Träger zu dieser Zeit noch kurz erscheinen. Begreiflicherweise genügen zur Überdachung derselben auch verhältnismäßig kurze Blumenblätter. Allmählich öffnen sich aber auch die weiter gegen die Mitte der Blüte stehenden Antheren; die Träger derselben strecken sich, und jetzt würden die Blumenblätter, deren Länge im Anfange genügt hatte, nicht mehr ausreichen, um in der Nacht ein Gewölbe über die sämtlichen mit Pollen beladenen Antheren zu bilden. Dem entsprechend verlängern sie sich von Tag zu Tag, bis endlich auch die den Stempeln zunächst stehenden Antheren ihren Pollen ausgeboten und abgegeben haben. Bei der Winterblume (Eranthis) verlängern sich auf diese Weise die Blumenblätter von 11 auf 22 und bei dem Leberkraute (Anemone Hepatica) von 6 auf 13 mm, also um das Doppelte ihrer ursprünglichen Länge!

Eine seltsame Art des Schließens der Blumenblätter zeigt die kalifornische Eschscholtzie (Eschscholtzia Californica; s. Abbildung, S. 112, Fig. 1 und 2). Tagsüber sind die vier goldgelben Blumenblätter weit ausgebreitet. Der Pollen fällt aus den in der Mitte der Blüte büschelförmig gruppierten Pollenblättern als mehlige Masse auf die schalenförmigen Blumenblätter und erscheint hier als eine Schicht bis zur Höhe von 1 mm aufgespeichert. Wenn nun der Abend kommt, so werden nicht die in der Mitte stehenden Antheren geschützt, welche den Pollen bereits verloren haben, sondern es werden vier Dächer über den abgefallenen Pollen gebildet und zwar dadurch, daß sich jedes Blumenblatt zusammenrollt und die Form einer umgekehrten Tüte annimmt.

Die zu Köpfchen vereinigten Blumen des Löwenzahns (Taraxacum), des Lattichs (Lactuca), der Zichorie (Cichorium), des Rainsalats (Lampsana) und noch vieler andrer Korbblütler, für welche hier als Vorbild die Blüte eines Habichtskrautes (Hieracium Pilosella; s. Abbildung, S. 112, Fig. 4) gewählt sein mag, sind an der Basis röhrenförmig, daraufhin aber einseitig in ein bandförmiges Gebilde verlängert, das man in der botanischen Kunstsprache Zunge (ligula) genannt hat. Aus dem Grunde der zungenförmigen Blumen erheben sich fünf Pollenblätter, deren Antheren zu einer Röhre verwachsen sind. Diese Röhre ist schon frühzeitig erfüllt mit den aus den Längsrissen der Antheren nach Innen hervorquellenden Pollen. Auch ist in dieser Röhre der Griffel eingebettet, welcher alsbald nach der Entbindung des Pollens sich verlängert und dabei wie der Stempel einer Pumpe wirkt, indem er den die Antherenröhre erfüllenden Pollen bis vor die freie Mündung der Röhre vorschiebt. Der über der Antherenröhre auf dem Griffelende ruhende Pollen soll von Insekten, welche sich auf die Blütenköpfchen setzen, abgestreift werden. Aber es ist fraglich, ob sich schon wenige Stunden, nachdem das Vorschieben des Pollens erfolgte, Insekten einstellen; und wenn auch, ein Teil des Pollens wird von den nur flüchtig über die Blüten hinstreifenden Insekten gewiß zurückgelassen und ist dann einer andern Bestimmung vorbehalten, auf welche später ausführlicher die Rede kommen wird. Unter allen Umständen muß der frei an der Mündung der Antherenröhre am vorgeschobenen Griffelende haftende Pollen noch geschützt werden, bevor der Abend kommt und sich Nachttau niederschlägt, oder ehe noch Regentropfen aus einer Gewitterwolke niederfallen und das Blütenköpfchen benetzen. Das geschieht auch in der That und zwar dadurch, daß die einseitig vorgestreckte Zunge der angrenzenden Blumenkrone zu einem die Nässe abhaltenden Schirme wird.

Bei den Habichtskräutern (Hieracium) biegt sich die Zunge als ein flaches Dach über den zu schützenden Pollen (s. Abbildung, S. 112, Fig. 3 und 5). Bei einem andern Korbblütler, nämlich bei Catananche, wird jede Zunge, welche tagsüber im Sonnenscheine flach ausgebreitet war, am Abend zu einer Hohlkehle und wölbt sich zugleich im Halbbogen über den zur selben Blüte gehörenden Pollen (s. Abbildung, S. 112, Fig. 6). Es kommen da überhaupt minutiöse Verschiedenheiten vor, welche eingehend zu behandeln hier viel zu weit führen würde. Nur das eine darf nicht übergangen werden, daß nämlich bei diesen Korbblütlern die Zungen der Blüten am Umfange des Köpfchens immer viel länger sind als jene der Mitte, und daß daher durch die Krümmung und das Zusammenneigen der langen randständigen Zungen auch der Pollen in den mittelständigen Blüten überdacht und gegen Nässe geschützt wird. Damit soll nicht gesagt sein, daß sich die kurzen Zungen in der Mitte des Köpfchens am Schutze des Pollens überhaupt nicht zu beteiligen brauchen. In den meisten Fällen richten sich auch diese auf, biegen und krümmen sich einwärts und verhindern im Vereine mit den äußern längern das Eindringen der Nässe auf den Pollen. An den Blüten der schon wiederholt genannten Catananche ist sogar die Einrichtung getroffen, daß die langen Zungen der randständigen Blüten aufhören, sich einwärts zu krümmen, sobald in diesen Blüten kein Pollen mehr zu schützen ist, weil er bereits abgestreift wurde und diese Blüten in ihr letztes Entwickelungsstadium eingetreten sind (s. Abbildung, S. 112, Fig. 7). Da müssen natürlich die kurzen Zungenblüten in der Mitte des Köpfchens allein den Schutz ihres Pollens besorgen. Aus diesem Grunde sieht man an den ältern Köpfchen von Catananche am Abend nur die mittelständigen kurzen Zungenblüten zusammengeneigt, während die randständigen unbeweglich bleiben und auch während der taufeuchten Nacht geradeso wie in der Mittagssonne strahlenförmig abstehen.

Sehr beachtenswert sind auch die Einrichtungen zum Schutze des Pollens bei jenen Korbblütlern, welche im Mittelfelde ihrer Köpfchen nur röhrenförmige Blüten tragen, während die Blüten an der Peripherie als Zungenblüten ausgebildet sind, oder wo die auf einer runden Scheibe dicht beisammenstehenden röhrenförmigen Blüten von einem Kranze starrer Hüllblätter eingefaßt werden, welche den Eindruck von Blumenblättern machen. Als Vorbild der ersten Gruppe kann die Ringelblume (Calendula), als Vorbild der letztern die Wetterdistel (Carlina) angesehen werden (s. Abbildung, S. 116). Bei diesen Pflanzen wird der Pollen aus den Röhrenblüten geradeso wie bei den früher besprochenen Zungenblüten aus der Antherenröhre durch den in die Länge wachsenden Griffel emporgehoben und erscheint über jeder Röhrenblüte als ein kleines Klümpchen dem Griffelende aufgelagert. Diese Röhrenblüten vermögen aber ihren Pollen nicht selbst gegen Wetterungunst zu sichern, und es findet daher im Bereiche dieser Blütenköpfe gewissermaßen eine Teilung der Arbeit statt, so zwar, daß die zungenförmigen Blüten oder die strahlenförmigen Deckblätter des Randes, welche keinen Pollen entwickeln, zu schützenden Decken für die pollenbildenden Blüten des Mittelfeldes werden. Bei gutem Wetter stehen die randständigen Zungenblüten und Deckblätter von der Peripherie der Köpfchen strahlenförmig ab, bei schlechtem Wetter und am Abend erscheinen sie aber aufgerichtet, neigen sich über die röhrenförmigen Blüten des Mittelfeldes und bilden dann zusammengenommen entweder einen über dieses Mittelfeld sich wölbenden Hohlkegel, oder sie decken sich gegenseitig wie die Schindeln auf einem Dache, bilden wohl auch manchmal einen scheinbar unregelmäßig zusammengedrehten Schopf, sind aber immer so gelagert, daß sie die röhrenförmigen Blüten des Mittelfeldes, beziehentlich den von diesen exponierten Pollen gegen die Unbilden der Witterung vollständig schützen.

Merkwürdig ist, daß die Länge dieser zusammenneigenden Zungen oder Strahlen in einem gewissen Verhältnisse zum Querdurchmesser der Scheibe des Köpfchens steht. Köpfchen

mit großer Scheibe und zahlreichen Röhrenblüten haben längere, ſolche mit kleiner Scheibe und wenigen Röhrenblüten kurze Zungen am Rande. Zudem ſind anfänglich, wenn die Blüten in der Mitte der Scheibe noch geſchloſſen und nur die gegen den Rand ſtehenden Röhrenblüten ihren Pollen vorgeſchoben haben, die zungenförmigen Randblüten und ſtrahlenden Deckblätter noch kurz, weil ſie nur ihre nächſten Nachbarn zu ſchirmen die Aufgabe haben; ſobald aber auch die Blüten in der Mitte der Scheibe ſich öffnen, erſcheinen ſie ſo bedeutend verlängert, daß ſie auch dieſe zu überdecken im ſtande ſind. Thatſächlich wächſt alſo hier das Dach entſprechend dem Umfange der zu überwölbenden Fläche.

Die hier überſichtlich geſchilderten Lageänderungen der Blumenblätter, Zungenblüten und Deckblätter, welche unter den Namen Schließbewegungen zuſammengefaßt werden, erfolgen bei den meiſten Pflanzen innerhalb 30—50 Minuten; bei einigen aber auch viel



Schutzmittel des Pollens: Die Blütenköpfe der Wetterdiſtel (Carlina acaulis) im Sonnenſcheine geöffnet (rechts), in der Nacht und bei Regenwetter geſchloſſen (links). Vgl. Text, S. 115 und 117.

raſcher. Bisweilen ſpielt ſich der Vorgang des Schließens binnen wenigen Minuten ab. An Alpenpflanzen kommt es vor, daß ſich die Blüten im Laufe einer Stunde mehrmals ſchließen und öffnen. Die Wärme, welche ein flüchtiger Sonnenblick den Blumen der Gentiana nivalis zugeführt hat, genügt, um die Ausbreitung der azurblauen Kronenzipfel zu veranlaſſen; kaum iſt aber die Sonne hinter einer Wolke verſchwunden, ſo drehen ſich dieſe Zipfel ſchraubig übereinander und ſchließen, einen Hohlkegel bildend, zuſammen. Bricht wieder die Sonne durch, ſo iſt auch die Blumenkrone binnen einigen Minuten neuerdings geöffnet.

Bei den Pflanzen, deren Blumenkrone die Geſtalt eines Trichters, einer Röhre oder eines Beckens hat, wie beiſpielsweiſe bei dem Stechapfel, den Gentianen und dem Venusſpiegel (Datura, Gentiana, Specularia), finden beim Schließen die kompliziertеſten Faltungen, Biegungen und Drehungen ſtatt; in der Regel ſtimmt aber die Lage, welche die Blumenblätter bei dieſer Gelegenheit annehmen, mit jener überein, welche ſie ſchon in der Knoſpe zeigten. Überhaupt machen die meiſten nächtlich geſchloſſenen Blüten und Blütenköpfchen den Eindruck, als ob ſie ſich noch in der Knoſpenlage befänden.

Als nächſte Urſache der Schließbewegungen ſind ohne Zweifel Änderungen in der Spannung der betreffenden Gewebeſchichten anzuſehen. Dieſe aber werden vornehmlich durch

Wärme- und Lichtdifferenzen veranlaßt. Teilweise mögen wohl auch Schwankungen im Feuchtigkeitszustande der Luft ins Spiel kommen. Bei der Wetterdistel (Carlina acaulis) beruht das Öffnen und Schließen sogar nur auf diesen letztern Verhältnissen, und die Wärme spielt da nur insofern eine Rolle, als in den Gegenden, wo die Wetterdistel wächst, mit zunehmender Wärme auch die relative Feuchtigkeit der Luft gewöhnlich abnimmt. Man benutzt darum auch die großen, von kurzen, dicken und steifen Stengeln getragenen und dem Boden aufruhenden Blütenköpfe der Carlina acaulis hier und da als Hygrometer und Wetteranzeiger und prophezeit dann, wenn die trocknen Deckblätter, welche die Röhrenblüten des Köpfchens umgeben, strahlenförmig abstehen, trocknes Wetter und hellen Himmel, wenn aber diese hygroskopischen Deckblätter sich aufrichten und nachgerade zu einem Hohlkegel zusammenschließen, feuchtes Wetter und trüben Himmel (s. Abbildung, S. 116). Für die Pflanze selbst haben diese Bewegungen der strahlenförmigen Deck- oder Hüllblätter folgende Bedeutung. Am Tage, in warmer trockner Luft sind die Strahlen nach auswärts gebogen, weit ausgebreitet, wenden ihre silberweiße Innenseite dem Himmel zu und schimmern im Lichte der Sonne so lebhaft, daß sie auf weithin sichtbar sind. Sie wirken dann als Anlockungsmittel für Insekten, welche eingeladen sind, aus den unscheinbaren röhrenförmigen Blüten der Scheibe den Honig zu saugen, zugleich aber auch den in diesen Blüten an die Mündung der Antherenröhre vorgeschobenen Pollen abzuholen und auf andre Blüten zu übertragen. Es kommen auch zu den geöffneten Blütenköpfen der Wetterdisteln immer zahlreiche Hummeln angeflogen, welche, der Einladung Folge leistend, Honig saugen und dabei den Pollen verschleppen. Fiele jetzt ganz plötzlich Regen ein, so würden die Scheibenblüten unvermeidlich benetzt werden, und der Pollen wäre dort vernichtet. Da aber die Strahlen sehr hygroskopisch sind, richten sie sich selbst bei geringer Zunahme der Luftfeuchtigkeit, welche dem Regen vorausgeht, empor, krümmen sich nach einwärts und vereinigen sich zu einem schützenden festen Zelte, an dessen glatter Außenseite die niederfallenden Regentropfen abprallen und ablaufen, ohne Unheil stiften zu können.

Auf Änderungen der Form und Lage gewisser Gewebe der Pollenblätter infolge von Wasseraufnahme und Wasserabgabe beruht auch der Schutz gegen Näſſe, welcher dem Pollen in den Blüten der Platanen und zahlreicher Nadelhölzer, insbesondere der Eiben und der Wacholder, geboten wird. Die Pollenbehälter befinden sich bei diesen Pflanzen an schuppen- oder schildförmig verbreiteten Trägern, und diese Schuppen oder Schildchen sind an einer Spindel in ähnlicher Weise befestigt wie die Schuppen eines Tannenzapfens. Sie haben auch das mit den Schuppen eines Zapfens gemein, daß sie, befeuchtet, zusammenschließen und sich mit den Rändern berühren, während sie, ausgetrocknet, auseinander rücken, so daß sich klaffende Spalten zwischen ihnen bilden (s. Abbildung, S. 123, Fig. 15, 16, 17 und 18). Aus diesen klaffenden Spalten kann bei Erschütterung der Blütenstaub, welcher sich in den kugeligen kleinen Pollenbehältern an der Innenseite der Schuppen ausgebildet hat, sehr leicht herausfallen, was aber, wie später noch ausführlicher erörtert werden wird, nur dann für die Pflanze von Vorteil ist, wenn trocknes Wetter herrscht. Bei feuchter Witterung und insbesondere bei Regen wäre ein solches Ausfallen des stäubenden Pollens gleichbedeutend mit Vernichtung desselben. Damit nun diese Gefahr abgewendet werde, schließen sich die Spalten und zwar dadurch, daß die Schuppen durch Aufnahme von Feuchtigkeit anschwellen, sich mit ihren Rändern berühren und so die an ihrer Innenseite angehefteten kleinen Pollenbehälter, beziehentlich den Pollen überdecken und verhüllen.

Im Gegensatze zu den bisher geschilderten Blüten, in welchen der Pollen durch Krümmen, Wölben, Ausspannen und Falten blattartiger Gebilde und schuppen- oder schildförmiger Fortsätze des Konnektivs der Pollenblätter gegen Näſſe und Wind geschützt wird, erfolgt bei einer andern, der Zahl nach kaum geringern Abteilung von Blütenformen derselbe

Schutz in noch einfacherer Weise dadurch, daß aus beckenförmigen oder becherförmigen Blüten infolge von Krümmungen der Stiele und Stengel nickende hängende Glocken werden. Gewöhnlich erfolgen diese Krümmungen kurz vor dem Aufblühen, und es bleibt die Blüte dann auf so lange in gestürzter Lage, als ihr Pollen des Schutzes bedarf. An zahlreichen Glockenblumen (z. B. Campanula barbata, persicifolia, pusilla), Nachtschattengewächsen und Skrofularineen (z. B. Atropa, Brugmansia Cestrum, Physalis, Scopolia, Digitalis), Primulaceen und Asperifolieen (z. B. Cortusa, Lysimachia ciliata, Soldanella, Mertensia, Pulmonaria), Alpenrosen, Wintergrünen und Heidelbeeren (Rhododendron, Moneses, Vaccinium), Ranunkulaceen und Dryadeen (z. B. Aquilegia, Clematis integrifolia, Geum rivale) und an vielen lilienartigen Gewächsen (z. B. Fritillaria, Galanthus, Leucojum, Convallaria) sieht man die Blütenknospen an aufrechten Stielen mit der noch geschlossenen Mündung dem Himmel zugewendet. Ehe sich aber die Blüte noch ganz öffnet, krümmen sich die Stiele nach abwärts, und es erscheint dadurch die Mündung der von dem Stiele getragenen Blüte mehr oder weniger gegen den Boden gerichtet. Ist die Blütezeit vorüber und der Schutz der im Innern der Blüte geborgenen pollenbedeckten Antheren überflüssig geworden, so strecken sich in den meisten Fällen (z. B. Digitalis, Soldanella, Moneses, Fritillaria, Clematis integrifolia, Geum rivale) die Stiele wieder gerade, und die aus den Blüten hervorgegangenen Früchte, zumal wenn es Trockenfrüchte sind, werden wieder von aufrechten Stielen getragen. Dieser Vorgang, welcher durch die Abbildung auf S. 110, Fig. 4 und 5 anschaulich gemacht ist, spielt sich, wie gesagt, an Hunderten den verschiedensten Familien angehörenden Pflanzen und in den verschiedensten Modifikationen ab. Es würde zu weit führen, alle diese Abänderungen, welche teils mit dem Baue der Stengel und Blütenstiele, teils mit der Bildung und Stellung der Laub-, Blumen- und Pollenblätter in Wechselbeziehung stehen, zu besprechen. Nur einige der auffallendsten Verhältnisse mögen eine kurze Erläuterung finden.

Sind die Träger der pollenbeladenen Antheren kurz und klein, so ist auch die Blütendecke, welche für sie an der umgestürzten Blüte zum schützenden Dache wurde, von geringem Umfange, wie das z. B. an den Blüten des Maiglöckchens (Convallaria majalis; s. S. 109, Fig. 6) zu sehen ist. Den Antheren an langen fadenförmigen Trägern ist dagegen ein viel längerer schützender Mantel zugemessen. Derlei Blüten mit großen Blumenblättern brauchen zum Schutze des Pollens auch nur selten ganz überhängend zu werden, und es genügt, wenn sie sich etwas zur Seite neigen. So z. B. krümmen sich die Blütenstiele der weißen Lilie auf die Dauer der Blütezeit nur so weit, daß die Mündung der Blüten seitlich gerichtet ist. Gewöhnlich ist das schützende Dach so geformt, daß über dessen Außenseite das Regenwasser in Tropfenform sofort ablaufen kann; bei weitem seltener bilden die Blumenblätter, durch welche die pollentragenden Antheren überdeckt werden, eine Vertiefung, aus welcher das Wasser zeitweilig entleert wird. So verhält es sich unter anderm an der südafrikanischen Sparmannie (Sparmannia Africana). Die doldenförmig zusammengestellten Blütenknospen dieser Pflanze sitzen an Stielen, welche von der Hauptachse weg halbkreisförmig nach außen und abwärts gekrümmt sind, und die entfalteten Blüten erhalten dadurch eine gestürzte Lage, bei welcher die Antheren dem Boden zu sehen und von den Blumenblättern überstellt sind. Die Blumenblätter sind aber an der geöffneten Blüte nicht nur wie ein Schirm ausgebreitet, sondern sogar etwas zurück-, beziehentlich nach aufwärts geschlagen. Die äußere, infolge der gestürzten Lage der Blüte nach oben sehende Seite der mit den Rändern sich deckenden Blumenblätter bildet so den Boden eines Beckens, welches mit seiner Weitung nach oben sieht. Bei Regen füllt sich nun dieses über die Antheren gestellte Becken mit Wasser; dadurch aber wird das Gewicht der Blüte vergrößert, und infolge des Zuges, den die mit jedem neuen in das Becken fallenden Regentropfen schwerer werdende Blüte auf den Blütenstiel

ausübt, kippt das Becken endlich um, und das Waſſer fließt über den Rand des Beckens ab, ohne den darunter hängenden Büſchel aus Pollenblättern zu benetzen. Durch dieſe Vorrichtung bleibt der an den aufgeſprungenen Antheren haftende Pollen bei Regen und Tau unbenetzt, obſchon man bei flüchtigem Anblicke glauben möchte, daß die Pollenblätter der Sparmannia unvermeidlich der Benetzung ausgeſetzt ſeien.

Bei einigen Pflanzen mit traubenförmig zuſammengeſtellten Blüten krümmen ſich vor dem Aufblühen nicht die Blütenſtiele, ſondern es krümmt ſich die Spindel, von welcher die Blütenſtiele ausgehen, wodurch die ganzen Trauben oder Ähren nickend und überhängend werden. Die Blüten kommen dann ſämtlich in eine geſtürzte Lage, und die Blumenblätter ſchützen wie ein Dach den an den Antheren haftenden Pollen. So verhält es ſich z. B. mit den Blüten des Kirſchlorbeers (Prunus Laurocerasus) und der Traubenkirſche (Prunus Padus), des Sauerdorns (Berberis) und der Mahonie (Mahonia). Auch an den ährenförmigen Blütenſtänden der Walnuß, der Birken, Haſeln, Erlen und Pappeln (Juglans, Betula, Corylus, Alnus, Populus) ändert ſich die Lage der Ährenſpindel kurz vor dem Aufſpringen der Antheren, um dadurch einen Schutz für den durch das Aufſpringen freiwerdenden Pollen zu vermitteln. Im jugendlichen Zuſtande ſind die Pollenblüten dieſer Pflanzen dicht gedrängt und bilden feſt zuſammenſchließend eine ſteife, aufrechte cylindriſche Ähre. Vor dem Aufblühen ſtreckt ſich aber die Spindel der Ähre, ſie wird überhängend, und die von ihr getragenen, nun etwas auseinander gerückten Blüten erhalten dadurch eine umgekehrte Lage, ſo zwar, daß die aus kleinen Vorblättern und Perigonblättern zuſammengeſetzte Blütendecke nach oben, die Antheren dagegen nach unten zu ſtehen kommen (ſ. Abbildung, Band I, S. 700). Die Antheren, welche jetzt unter der Blütendecke wie unter einem Dache aufgehängt erſcheinen, öffnen ſich, ihr Pollen kollert und ſickert aus den Öffnungen heraus, ſtäubt aber nicht ſogleich in die freie Luft, ſondern lagert ſich, ſenkrecht herabfallend, zunächſt in muldenförmigen Vertiefungen ab, welche an der nach oben gekehrten Rückſeite der einzelnen Blüten ausgebildet ſind. Hier bleibt derſelbe abgelagert, bis bei trocknem Wetter ein Windſtoß kommt, der ihn auf eine ſpäter noch ausführlicher zu beſprechende Weiſe zu den Narben hinweht. Bis dahin aber iſt er auf ſeiner Ablagerungsſtätte gegen Regen und Tau durch die über ihm ſtehenden Blüten derſelben Ähre geſchützt, und die Decke jeder Blüte iſt ſomit einerſeits ein Depot für den Pollen der höher geſtellten Blüten und zugleich ein ſchützendes Dach für den auf den muldenförmig vertieften Rücken der tiefer geſtellten Blüten aus den Antheren hinabgefallenen Pollen, wie das durch die oben erwähnte Abbildung der Walnußblüten anſchaulich dargeſtellt iſt.

Von hohem Intereſſe ſind jene Blüten und Blütenſtände, welche nur periodiſch in eine geſtürzte Lage verſetzt werden, und deren Stiele ſich entſprechend dem Wechſel von Tag und Nacht und dem Wechſel von ſchlechtem und gutem Wetter beugen, ſtrecken und wenden, und welche recht eigentlich als wetterwendiſche bezeichnet werden könnten. Es gehören in dieſe Abteilung Formen aus den verſchiedenſten Familien, die aber das eine gemeinſam haben, daß ihre Blüten oder Blütenſtände von verhältnismäßig langen Stielen getragen werden, und daß ihr Honig und Pollen den anfliegenden Inſekten im Grunde ſeichter Becken, flacher Schalen oder auch auf ebenen Scheiben dargeboten wird. Wenn ſich ſolche Blüten und Blütenſtände tagsüber und bei gutem Wetter aufrichten und ihre weite Mündung der Sonne zuwenden, ſo werden ſie von jenen Inſekten, welche es vermeiden, in das Innere überhängender Glocken und Röhren von untenher einzudringen, und welche nur auf weit offene und leicht zugängliche Blumen von obenher angeflogen kommen, auch reichlich beſucht und wird dadurch die ſo wichtige Übertragung des Pollens vermittelt. Wenn ſie dagegen in der Nacht und bei regneriſchem Wetter, alſo zu einer Zeit, in welcher die Inſekten ohnedies nicht ſchwärmen, überhängend werden, ſo wird

dadurch ihr Pollen und Honig gegen Wetterungunſt geſchützt, und es erſcheint ſo durch die periodiſche Bewegung der Achſe ein doppelter Vorteil erreicht.

An zahlreichen Glockenblumen und Storchſchnabelgewächſen, aus deren Reihe die weitverbreiteten Arten Campanula patula und Geranium Robertianum für die untenſtehende Abbildung (Fig. 1, 2, 3 und 4) als Beiſpiele gewählt wurden, ferner an vielen Arten der Gattungen Sauerklee, Mohn, Adonis, Muſchelblümchen, Hahnenfuß, Windröschen, Fingerkraut, Miere, Hornkraut, Steinbrech, Sonnenröschen, Anoda, Nachtſchatten, Gauchheil, Sperrkraut und Tulpe (z. B. Oxalis lasiandra, Papaver alpinum, Adonis vernalis,



Schutzmittel des Pollens: 1. Die Blüten eines Storchſchnabels (Geranium Robertianum) bei Tage an aufrechten Stielen. — 2. Die Blüten derſelben Pflanze während der Nacht und bei Regenwetter an gekrümmten Stielen, in geſtürzter Lage. — 3. Blüte einer Glockenblume (Campanula patula) bei Tage an aufrechtem Stiele. — 4. Blüte derſelben Pflanze während der Nacht und bei Regenwetter an gekrümmtem Stiele, in geſtürzter Lage. — 5. Blütenköpfchen einer Skabioſe (Scabiosa lucida) bei Tage an aufrechtem Stiele. — 6. Blütenköpfchen derſelben Pflanze während der Nacht und bei Regenwetter an gekrümmtem Stiele, in geſtürzter Lage. Vgl. Text, S. 127.

Isopyrum thalictroides, Ranunculus acer, Anemone nemorosa, Potentilla atrosanguinea, Stellaria graminea, Cerastium chloraefolium, Saxifraga Huetiana, Helianthemum alpestre, Anoda hastata, Solanum tuberosum, Anagallis phoenicea, Polemonium coeruleum, Tulipa silvestris) krümmen ſich die Stiele der einzelnen Blüten, an der obenſtehend abgebildeten Skabioſe (Scabiosa lucida; Fig. 5 und 6) ſowie an mehreren Korbblütlern (Bellis, Doronicum, Sonchus, Tussilago ꝛc.) die Stiele der Blütenköpfchen, an mehreren Doldenpflanzen (z. B. Astrantia alpina, carniolica ꝛc.) die Träger der Dolden und an einigen Schotengewächſen (z. B. Draba aizoides, Arabis Turrita, Sisymbrium Thalianum) die Spindeln der Trauben. Bei den genannten Skabioſen und Korbblütlern werden durch die Achſenkrümmung die ganzen Blütenſtände periodiſch in eine geſtürzte Lage verſetzt, und es erſcheinen nun die randſtändigen, zungenförmigen, ſtrahlenden Blüten der Köpfchen und bei den erwähnten Doldenpflanzen die verhältnismäßig großen Hüllen der einzelnen Döldchen als ſchützendes Dach für den Pollen der mittelſtändigen Blüten.

Erwähnenswert ist noch der Umstand, daß bei einigen Weidenröschen (z. B. Epilobium hirsutum, montanum, roseum) nicht die Stiele der Blüten, sondern die stielartigen langen unterständigen Fruchtknoten sich periodisch bald abwärts krümmen, bald wieder gerade strecken, wodurch die einer flachen Schale vergleichbaren Blumen bald nickend, bald aufrecht erscheinen. Ebenso ist hier der Erscheinung zu gedenken, daß die Krümmungen der Blütenstiele oder der sie vertretenden Fruchtknoten aufhören, sobald der Pollen aus den betreffenden Blüten auf die eine oder andre Art entfernt wurde und ein Schutz desselben nicht mehr nötig ist. Die Blütenstiele der Saxifraga Huetiana krümmen sich nur so lange, als pollenbedeckte Antheren in den von ihnen getragenen Blüten zu schützen sind, und die langen Fruchtknoten der genannten Weidenröschen biegen sich nur an zwei aufeinander folgenden Abenden bogenförmig der Erde zu, am dritten Abend, wenn kein Pollen mehr gegen Regen und nächtlichen Tau in Sicherheit zu bringen ist, bleiben sie aufrecht und krümmen sich nicht.

Alle diese periodischen Krümmungen und Streckungen der blütentragenden Stengel und unterständigen Fruchtknoten werden ähnlich den periodischen Bewegungen der Blumenblätter und Deckblätter durch Spannungsänderungen in den Geweben vermittelt (s. S. 116). Die Anregung zu diesen Änderungen in der Gewebespannung bilden teilweise wieder Wärme- und Lichtunterschiede und Veränderungen im Feuchtigkeitszustande der Luft. Eine wichtige Rolle spielen aber auch mechanische Reize, zumal Erschütterungen der blütentragenden Stengel, welche durch fallende Regentropfen und durch Anprall des Windes veranlaßt werden. Sieht man an einem tauigen Morgen vor Sonnenaufgang oder nach einem Regen die nickend oder überhängend gewordenen Blüten an ihrer Außenseite mit Wassertropfen besetzt, so wird man versucht, diese Krümmung nur als die Folge des Zuges anzusehen, welchen die mit Wassertropfen beschwerten Blüten auf die Stiele ausüben. Ohne Zweifel steht dieser Zug auch im ursächlichen Zusammenhange mit der Krümmung, aber ebenso gewiß ist es, daß diese Krümmung nicht sofort verschwindet, wenn die Wassertropfen verdunsten und die Belastung und der Zug ihr Ende erreichen. Dieses Nachhalten der Krümmung ist daher jedenfalls durch eine Spannungsveränderung in den Gewebeschichten der Stengel zu erklären, und nur der erste Anstoß kann von der Belastung mit Tau oder von der Erschütterung durch fallende Regentropfen ausgehen. Es erhellt dies übrigens auch aus dem Umstande, daß die Krümmung selbst dann sich einstellt, wenn die Wassertropfen durch ihren Anprall die Blüten und Stengel zwar erschüttern, aber sogleich abrollen, ohne hängen zu bleiben, und daß die Blüten- und Köpfchenstiele auch dann sich schon überbeugen, wenn ein dem Regen vorhergehender Wind die ganze Pflanze schüttelt und in Schwankungen versetzt, wobei die Stengel stets von der Richtung des einfallenden Windes weg, also gegen den Windschatten oder, um einen seemännischen Ausdruck zu gebrauchen, nach der Leeseite hin, gebogen werden.

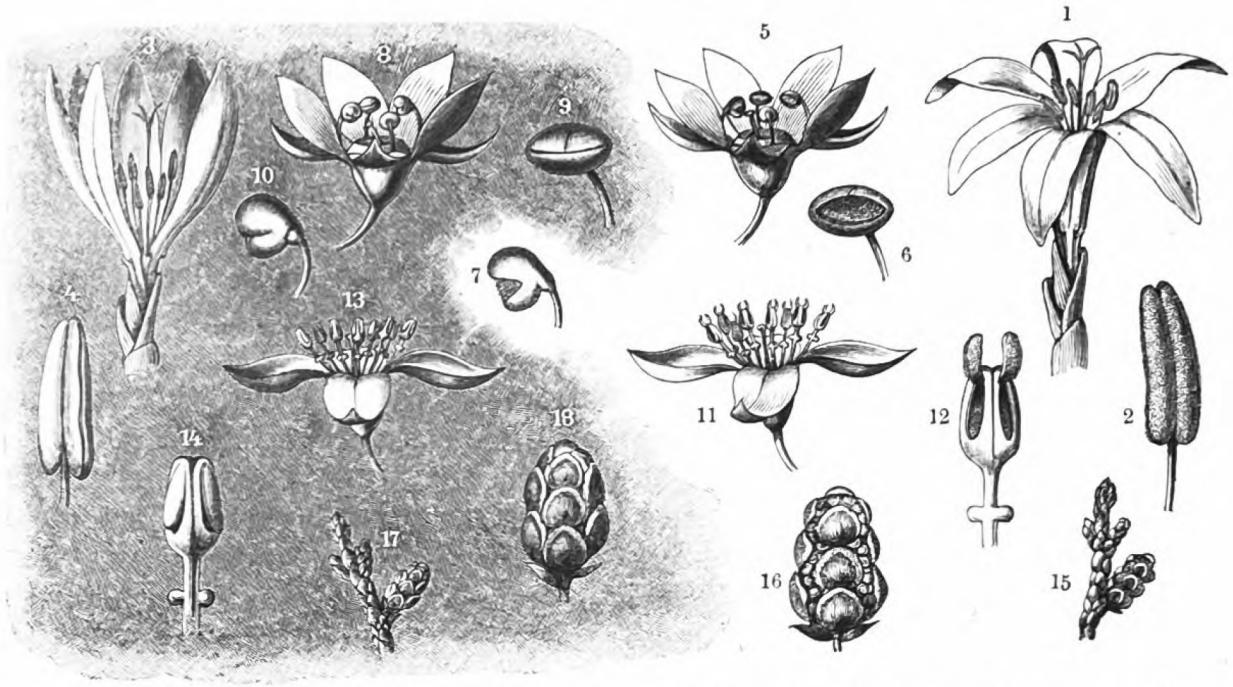
Dieses Krümmen der Stiele und das Nickendwerden der Blüten noch vor Eintritt des Regens macht fast den Eindruck, als ob die betreffende Pflanze das Herannahen des Unwetters zu ahnen und sich schon im vorhinein in ihrem Verhalten so einzurichten vermöchte, daß ihr durch die Unbilden der Witterung nachträglich kein Schade erwächst. Das Landvolk ist auch solcher Ansicht und betrachtet die erwähnten Krümmungen sowie das früher geschilderte Schließen der Wetterdistelköpfe als Anzeichen eines nahe bevorstehenden Regens. Es läßt sich aber, wie gesagt, dieser Vorgang mechanisch in der Weise erklären, daß durch die Windstöße, welche dem Regen gewöhnlich vorhergehen, und durch die von denselben veranlaßten Erschütterungen eine Änderung in der Spannung der Gewebeschichten des Stengels angeregt wird, und daß die Spannungsänderung als eine längere Zeit anhaltende Krümmung des Stengels auch äußerlich zur Erscheinung kommt. Es läßt sich übrigens diese nachhaltige Krümmung des Stengels auch künstlich hervorrufen, indem man den durch die Belastung mit Wassertropfen veranlaßten Zug sowie die Erschütterung durch Regen

und Wind nachahmt. Wenn man z. B. die zur Mittagszeit straff aufrechten Blütenstiele verschiedener Arten von Sauerklee (Oxalis), den Schaft einer Tulpe (Tulipa), die langen Köpfchenstiele von Doronicum, die blütentragenden Stengel von Asperula arvensis, Astrantia major, Cardamine pratensis, Lychnis flos jovis und Primula cortusoides umbiegt und einige Zeit in dieser Lage erhält, oder wenn man sie schüttelt, schwenkt und beklopft, so tritt alsbald eine Änderung in der Spannung der Gewebe ein, welche zur Folge hat, daß diese Stiele und Stengel gekrümmt und die früher aufrechten und dem Lichte zugewendeten Blüten und Blütenköpfchen nickend werden und gegen die Erde sehen. Versucht man dann die Stiele wieder gerade zu strecken, so läuft man Gefahr, dieselben zu brechen. Es dauert dann immer einige Stunden, bis sich diese Starre löst, bis sich jene Spannungen, welche vor Ausübung des mechanischen Reizes vorhanden waren, wiederherstellen und die Stiele und Stengel wieder gerade werden.

Die geschilderten mannigfachen Änderungen in der Richtung und Lage der Blumenblätter, Deckblätter, Blütenstiele und Stengel, welche sich unter dem Wechsel von Tag und Nacht, Windstille und Sturmwind, Sonnenschein und trübem Himmel vollziehen, bedingen häufig innerhalb sehr kurzer Zeitabschnitte ein ganz und gar abweichendes Bild der Vegetationsdecke. An warmen Sommertagen, bei heiterm Himmel und ruhiger Luft ist das Grün der Wiesen von unzähligen offenen Blumen durchsetzt. Die sternförmig ausgebreiteten sowie die becher- und beckenförmigen Blüten und Blütenstände der Windröschen, Hahnenfüße, Fingerkräuter, Gentianeen und Korbblütler, alle sind sie weit aufgethan, so daß die obere, heller gefärbte Seite ihrer Blumen weithin sichtbar ist. Die Mehrzahl derselben wendet sich der Sonne zu, so daß die Farbe des offenen Blumensaumes um so leuchtender hervortritt; mehrere der Blüten und Blütenstände, wie z. B. jene der Sonnenröschen (Helianthemum), gehen geradezu mit der Sonne und sind am frühen Morgen nach Südost, am Mittag nach Süd und nachmittags nach Südwest gewendet. Unzählige Fliegen, Bienen, Hummeln und Falter summen und schwärmen um die besonnten Blüten. Der Abend kommt. Die Sonne ist hinter den Bergen hinabgesunken, ein kühler Luftstrom senkt sich zum Thale, und reichlicher Tau schlägt sich auf Laub und Blüten nieder. Das Insektenvolk ist verstummt und hat sich in seine Schlupfwinkel zur Nachtruhe zurückgezogen, und auch die Blüten scheinen in Schlaf zu versinken. Die Blumenblätter falten und legen sich zusammen, die Blütenköpfchen schließen sich, Blüten und Blütenstände neigen sich gegen die Erde, werden überhängend und weisen dem Beschauer die unscheinbar gefärbte Außenfläche ihrer Blütendecken zu. Die Wiese, triefend vom Tau, ist die ganze Nacht hindurch in einen Zustand der Erstarrung verfallen, aus dem sie erst wieder durch die wärmenden Sonnenstrahlen des nächsten Morgens erlöst wird. Ein ähnlicher Wechsel des Bildes stellt sich ein, wenn böses Wetter im Anzuge ist, wenn der Wind über die Wiese fährt und vom trüben Himmel Regen auf die blütenbedeckten Pflanzen herabfällt. Auch dann haben die meisten Blumen die dem Verderben ausgesetzten Teile zeitig genug überdacht und eingehüllt und können das Unwetter ohne wesentliche Benachteiligung ihres Pollens überstehen.

Nur verhältnismäßig wenige Pflanzen unsrer Wiesen machen den Eindruck, als ob sie durch diesen Wechsel äußerer Verhältnisse gar nicht berührt würden. Manche scheinen insbesondere der Schutzmittel ihres Pollens gegen Durchnässung ganz entraten zu können; denn ihre Pollenbehälter bleiben, nachdem sich einmal die Blüten geöffnet haben, frei und unbedeckt und zwar selbst dann, wenn reichlicher Tau oder Regen einfällt. So ragen z. B. die von langen Fäden getragenen Antheren der Wegericharten und Kugelblumen (Plantago und Globularia) bei gutem und schlechtem Wetter aus den kleinen, zu dichten Ähren und Köpfchen vereinigten Blüten hervor, und es scheint ihr Pollen bei feuchter Witterung unvermeidlich dem Verderben ausgesetzt. Sieht man aber näher zu, so stellt sich heraus, daß es auch

dieſen Pflanzen an einer Schutzeinrichtung für den Pollen nicht gebricht. Die Antheren ſelbſt ſind es, welche den aus ihrem Gewebe entwickelten Pollen in Sicherheit bringen und zwar dadurch, daß die bei trocknem Wetter aufgeſprungenen Antherenfächer, an deren Öffnungen der Pollen exponiert iſt, in taureichen Nächten und bei feuchter Witterung ſich wieder ſchließen und ihren Pollen dabei wieder einkapſeln. Der neuerdings eingekapſelte reife Pollen iſt dann in der Anthere gerade ſo gut gegen Näſſe geſchützt, wie er es zur Zeit ſeiner Entwickelung war; denn durch die Wand der Antherenfächer hindurch vermag Regen und Tau keinen nachteiligen Einfluß auf die im



Schutzmittel des Pollens: 1. Blüte der Lichtblume im Sonnenſcheine und in trockner Luft, mit geöffnetem Perigon und geöffneten Antheren. — 2. Eine Anthere aus dieſer Blüte. — 3. Blüte der Lichtblume in feuchter Luft; das Perigon halb geöffnet, die Antheren geſchloſſen. — 4. Eine Anthere aus dieſer Blüte. — 5. Blüte des Frauenmäntelchens in trockner Luft, mit geöffneten Antheren. — 6, 7. Antheren aus dieſer Blüte. — 8. Blüte des Frauenmäntelchens bei Regenwetter, mit geſchloſſenen Antheren. — 9, 10. Antheren aus dieſer Blüte. — 11. Blüte des Lorbeers in trockner Luft, mit geöffneten Antheren. — 12. Eine Anthere aus dieſer Blüte. — 13. Blüte des Lorbeers bei Regenwetter, mit geſchloſſenen Antheren. — 14. Eine Anthere aus dieſer Blüte. — 15. Pollenblüten von Juniperus Virginiana in trockner Luft. — 16. Dieſelben vergrößert. — 17. Pollenblüten von Juniperus Virginiana bei Regenwetter. — 18. Dieſelben vergrößert. — Fig. 1, 3, 15, 17 in natürlicher Größe; die andern Figuren 2—8fach vergrößert. Vgl. Text, S. 117, 126 und 144.

Innern geborgenen Pollenzellen auszuüben. Kommt wieder trocknes warmes Wetter, ſo öffnet ſich die Anthere neuerlich und zwar in derſelben Weiſe, wie ſie ſich zum erſtenmal geöffnet hatte. Es wiederholen ſich dabei genau alle die Vorgänge, welche bei früherer Gelegenheit (ſ. S. 89—91) dargeſtellt wurden. Sind es einfächerige Antheren, welche mit einer Querſpalte aufſpringen, wie jene der Kugelblume (Globularia) und des Frauenmäntelchens (Alchimilla; ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 5, 6, 7, 8, 9 und 10), ſo öffnen und ſchließen ſich ihre Ränder wie die Lippen eines Mundes; ſind es Antheren, welche mit Klappen aufſpringen, wie jene des Lorbeers (Laurus nobilis; ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 11, 12, 13 und 14), ſo ſchlagen ſich die Klappen wieder herab und drücken den an ſie angeklebten Pollen wieder in die offenen Niſchen der Antheren zurück, und ſind es Antheren, welche ſich mit Längsriſſen öffnen, und deren Wände ſich wie Flügelthüren nach außen bewegen und dabei zurückrollen, wie jene des Bergflachſes und der Lichtblume (Thesium, Bulbocodium; ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 1, 2, 3 und 4), ſo erfolgt in feuchter Luft wieder die umgekehrte Bewegung, und es ſchließen die beiden Flügelthüren wieder vollſtändig zuſammen.

Im arktiſchen Gebiete und in der alpinen Region unſrer Hochgebirge, wo in die Blütezeit der meiſten Gewächſe reichliche atmoſphäriſche Niederſchläge fallen, iſt die Zahl ſolcher Pflanzen mit periodiſch ſich öffnenden und ſchließenden Antheren nicht groß, und es ſind neben den ſchon erwähnten Arten des Bergflachſes, der Kugelblume und des Frauenmäntelchens nur noch die Wegeriche (Plantago) und die Ranunkulaceen, zumal jene mit pendelnden Antheren (Thalictrum), zu erwähnen, an welchen ſich dieſer Vorgang beſonders deutlich abſpielt. Viel öfter ſcheint dieſe Schutzeinrichtung für den Pollen in wärmern Gegenden, zumal in ſubtropiſchen und tropiſchen Gebieten, vorzukommen; wenigſtens zeigen die Zimtbäume, der Kampferbaum, der Lorbeer, überhaupt die lorbeerartigen Gewächſe, ferner die Aralien und Cykadeen, die Arten der Gattung Ricinus und Euphorbia, die Ciſtroſen (Cistus), der Weinſtock (Vitis) und wohl die meiſten rebenartigen Gewächſe, der Tulpenbaum und die Magnoliaceen (Liriodendron, Magnolia), ferner von Nadelhölzern die Gattung Cephalotaxus in ausgezeichneter Weiſe dieſes periodiſche Öffnen und Schließen der Antheren.

Es iſt dieſes Öffnen und Schließen die Folge von Veränderungen im Feuchtigkeitszuſtande der Luft und beruht auf der Zuſammenziehung und Ausdehnung jener hygroſkopiſchen Zellen, welche ſich unter der Oberhaut der Antherenwandung ausgebildet haben, und die in dem vorhergehenden Kapitel bereits beſprochen wurden. Der Einfluß der Wärme hat bei ihnen ähnlich wie bei den Bewegungen der Deckblätter an den Blütenköpfchen der Wetterdiſtel nur inſofern eine Bedeutung, als mit dem Steigen und Fallen der Temperatur auch die relative Feuchtigkeit der Luft ſich ändert. Da unter gewöhnlichen Verhältniſſen der Gang der Temperatur ſowie die Zunahme und Abnahme der Feuchtigkeit an den Wechſel von Tag und Nacht geknüpft iſt, ſo erklärt es ſich, daß auch das Öffnen und Schließen der Antheren eine Periodizität einhält, und daß ſich bei zunehmender Feuchtigkeit am Abend die Antheren ſchließen, die ganze Nacht hindurch geſchloſſen bleiben und erſt nach Aufgang der Sonne bei abnehmender Feuchtigkeit ſich wieder zu öffnen beginnen.

Wenn eine Blüte zugleich periodiſch ſich öffnende und ſchließende Antheren und periodiſch ſich öffnende und ſchließende Blumenblätter beſitzt, ſo erfolgen die entſprechenden Bewegungen meiſtens gleichzeitig; bei dem Umſtande aber, daß die Urſache der Bewegung hier und dort eine verſchiedene iſt, kann es auch geſchehen, daß der Einklang ausbleibt. Wenn z. B. nach längerm Regen ein warmer Sonnenblick die Blumenblätter der Lichtblume (Bulbocodium) geöffnet hat, ſo können doch die Antheren noch geſchloſſen bleiben, wenn gleichzeitig die Feuchtigkeit der Luft noch eine große iſt.

Die Antheren ſchließen ſich bei herannahender Gefahr viel raſcher als die Blumenblätter. Gewöhnlich bedarf es dazu nur einiger Minuten; in manchen Fällen auch nur einer halben Minute. Die Antheren des Bergflachſes (Thesium alpinum) ſchließen ſich, nachdem ſie befeuchtet wurden, binnen 30 Sekunden. Bei dieſer Pflanze iſt der Vorgang des Schließens auch noch darum ſehr intereſſant, weil die Befeuchtung der Antherenwand durch ein eigentümliches, von den Blumenblättern ausgehendes Haarbüſchel vermittelt wird, was hier in gedrängteſter Kürze geſchildert werden ſoll. Die Blüten des Bergflachſes ſind mit dem offenen Saume ihrer Blumen dem Himmel zugewendet. In dieſer Stellung erhalten ſie ſich unverändert Tag und Nacht, und es ändert ſich die Richtung der Blütenſtiele ſowie die Lage des offenen Blumenſaumes auch nicht bei eintretendem ſchlechten Wetter. Die von obenher einfallenden Regentropfen ſowie der in hellen Nächten gebildete Tau kommen daher unvermeidlich auf die offenen Blüten. Es iſt aber bei der Form des Saumes und infolge des Umſtandes, daß das Gewebe desſelben nicht netzbar iſt, verhindert, daß ſofort die ganze Blüte durchnäßt wird; Regen und Tau lagern ihre Waſſerperlen auf dem Saume ab, und die Antheren werden anfänglich nicht unmittelbar betroffen. Dennoch ſchließen ſich die Antheren ſehr raſch nach der Auflagerung der Waſſerperlen, was ſich dadurch erklärt, daß die

Blumenblätter mit den vor ihnen stehenden Antheren durch ein Bündel aus gedrehten Haaren verbunden sind, welches sich nicht nur durch leichte Benetzbarkeit auszeichnet, sondern auch wie ein Docht das Wasser zu der Anthere hinleitet und dadurch das Schließen der Antherenwände veranlaßt.

Einen eigentümlichen durch die Antherenwände vermittelten Schutz des schon entbundenen und zum Abholen durch Insekten geeigneten Pollens beobachtet man bei mehreren distelartigen Pflanzen und bei den Flockenblumen (Onopordon, Centaurea). Der Bau der Antherenröhre und die Entbindung des Pollens in den Hohlraum derselben, der Bau des Griffels und die Einlagerung desselben in die Antherenröhre sind bei diesen Pflanzen nicht wesentlich anders als bei den auf S. 114 besprochenen Korbblütlern, aber ein wesentlicher Unterschied besteht darin, daß der Pollen nicht durch den sich verlängernden Griffel, sondern durch die sich verkürzenden fadenförmigen Träger der Antherenröhre vor die Mündung dieser Röhre gesetzt und entblößt wird. Die fadenförmigen Träger der Antherenröhre, gemeiniglich Staubfäden genannt, ziehen sich bei Onopordon und Centaurea infolge mechanischer Reize zusammen; sie verkürzen sich und ziehen bei dieser Gelegenheit auch die Antherenröhre in die Tiefe. Da die Antherenröhre wie ein Futteral den Griffel umgibt, der Griffel aber sich weder verkürzt noch in seiner Lage ändert, so wird nach dem Herabziehen der Antherenröhre das obere Ende des Griffels sichtbar, und auch der Pollen, welcher dem Griffel aufgelagert ist, wird entblößt und erscheint als eine krümelige Masse auf der Griffelspitze oberhalb der Antherenröhre. Wurde der mechanische Reiz auf die Staubfäden durch ein auf dem Blütenköpfchen sich herumtummelndes Insekt ausgeführt, so wird der krümelige Pollen, nachdem er kaum entblößt ist, auch schon von den Insekten abgestreift, und die ganze Vorrichtung ist augenscheinlich darauf berechnet, daß dieselben Insekten, welche durch Anstreifen mit dem Rüssel oder mit den Klauen ihrer Füße die Verkürzung der Staubfäden, das Hinabziehen der Antherenröhre und die Entblößung des Pollens veranlaßten, auch mit dem Pollen beladen werden. *Bis zur Zeit des Insektenbesuches ist der Pollen aber versteckt in dem aus den Antheren gebildeten Futteral, und das ist für ihn insofern von Vorteil, als er dort gegen Regen und Nachttau geschützt wird.* Die in Rede stehenden Korbblütler haben aufrechte Blütenköpfchen; Onopordon hat an diesen weder zungenförmige, bewegliche Strahlenblüten noch strahlende, sich schließende Deckblätter; Centaurea hat randständige, trompetenförmige Blüten, aber es geht ihnen die Fähigkeit ab, sich als schützende Decke über die auf dem Mittelfelde stehenden Röhrenblüten zu wölben. Die Stiele der Köpfchen werden bei schlechtem Wetter weder überhängend noch nickend, kurz gesagt, es entbehrt der Pollen dieser Korbblütler der so mannigfachen Schutzmittel, welche bei andern Gattungen derselben Familie vorkommen, und die im vorhergehenden besprochen wurden. Dafür aber übernimmt bei ihnen die welke Antherenröhre selbst den Schutz des entbundenen Pollens und zwar bis zu dem Augenblicke, in welchem sich jene Insekten auf die Blüten setzen, die berufen sind, den Pollen abzuholen.

Daß auch an den auswärts gewendeten Antheren, deren mit zusammhängenden Pollen erfüllte Nischen der Erde zu sehen, während ihre Rückseite dem Himmel, beziehentlich dem einfallenden Regen zugewendet ist, der Pollen gegen Durchnässung einigermaßen geschützt ist, soll hier nur nebenbei bemerkt werden. Wichtiger ist jedenfalls die Thatsache, *daß der schädliche Einfluß des Regen- und Tauwassers auf die Pollenzellen durch eigentümliche Skulpturen an der Oberfläche dieser Zellen hintangehalten werden kann.* Es wurde auf solche Fälle bereits am Schlusse des vorhergehenden Kapitels hingewiesen. Sie sind im ganzen genommen selten und, wie es scheint, auf Pflanzen der tropischen und subtropischen Gegenden beschränkt. Der Pollen der schönen kletternden Polemoniacee Cobaea scandens, welcher auf S. 98, Fig. 1 abgebildet ist, mag hier als

Beiſpiel dienen. Man ſieht an der Oberfläche dieſes Pollens eine Menge kleiner Gruben mit eckigen Rändern, ſo daß man beim Anblicke derſelben faſt an eine Bienenwabe erinnert wird. Die Gruben ſind zwar nicht ſo tief wie jene der Bienenwaben, aber doch tief genug, um zu verhindern, daß die Luft, welche ſie erfüllt, durch das aufgeträufelte Waſſer verdrängt werde. Die Luft erhält ſich alſo in den Gruben, und dadurch iſt eben der Schutz gegen die Näſſe hergeſtellt. Es bildet nämlich die Luft eine Zwiſchenſchicht, durch welche die dünnen Stellen der Zellhaut von dem Waſſer getrennt bleiben. Die dicken Schichten der Zellhaut, welche als Riefen vorſpringen, mögen immerhin genetzt werden, durch ſie kann das Waſſer nicht ſofort in das Innere der Zelle eindringen, worin ja die größte Gefahr für den Pollen liegt; denn eine allmähliche Aufnahme von wäſſeriger Flüſſigkeit, zumal jener, welche aus den Zellen der Narbe ſtammt, iſt nicht nur nicht vermieden, ſondern für die weitere Entwickelung der Pollenzellen ſogar notwendig.

Es wurden in den vorhergehenden Zeilen zur Erläuterung der zahlreichen Einrichtungen, durch welche der Pollen in den Blüten gegen Näſſe geſchützt wird, vorwiegend Beiſpiele gewählt, an welchen nur eins der Schutzmittel zur Ausbildung gekommen iſt. Häufig aber findet ſich ein doppelter, ja ſelbſt ein dreifacher Schutz, damit für den Fall, als die eine Vorrichtung verſagen ſollte, eine andre in Reſerve iſt. Es iſt das namentlich dann der Fall, wenn die Pflanze ſozuſagen nur mit einem geringen Kapitale von Pollen wirtſchaftet, wenn die Zahl der Blüten eines Stockes und die Menge der von einer einzelnen Blüte erzeugten Pollenzellen eine geringe iſt und daher nicht viel Pollen vergeudet werden darf, wenn der Zeitraum, in welchem eine Pflanze mit der Entfaltung ihrer ſämtlichen Blüten zu Ende kommen muß, ein ſehr beſchränkter iſt, und wenn die Übertragung des Pollens von Blüte zu Blüte ausſchließlich durch fliegende Inſekten vermittelt werden ſoll, auf deren Beſuch die betreffende Blüte bei ungünſtigem Wetter mitunter mehrere Tage warten muß. Um nur einige Fälle, in welchen ein mehrfacher Schutz ausgebildet erſcheint, anzuführen, ſei erwähnt, daß an vielen Windröschen und Hahnenfüßen, am Leberkraute, Sonnenröschen und Sauerklee (Anemone, Ranunculus, Hepatica, Helianthemum, Oxalis) nicht nur die Blumenblätter über die pollenbedeckten Antheren zuſammenſchließen, ſondern auch die Blütenſtiele ſich krümmen und dadurch die Blüten nickend werden. An den Blütenköpfchen des Maßliebchens (Bellis), der Gänſediſtel (Sonchus arvensis) und vieler andrer Korbblütler ſieht man bei trübem Wetter und am Abend nicht nur die randſtändigen Zungenblüten zuſammenneigen und ein Dach über den Pollen der mittelſtändigen Blüten bilden, ſondern es werden überdies auch die Stiele der Köpfchen nickend oder überhängend. An Podophyllum peltatum iſt der Pollen dadurch geſchützt, daß ſich die Blume wie eine Sturzglocke über denſelben ſtellt, aber überdies breiten ſich auch die ſchildförmigen Laubblätter gleich Regenſchirmen über dieſe Blumen aus. Daß bei drohendem Regen nicht nur die Antherenwände, ſondern auch die Blumenblätter über den Pollen zuſammenſchließen, iſt eine an vielen Pflanzen, namentlich an der Lichtblume (Bulbocodium; ſ. Abbildung, S. 123, Fig. 1, 2, 3 und 4), ſehr ſchön zu beobachtende Erſcheinung.

Erwähnenswert iſt auch der Umſtand, daß im Kreiſe derſelben Pflanzenfamilie nicht immer das gleiche Schutzmittel zur Ausbildung gekommen iſt. Das eine Familienmitglied ſchützt ſich nach dieſer, das andre nach jener Weiſe. Beſonders deutlich kommt dieſe Erſcheinung an den verſchiedenen Gattungen der Nachtſchattengewächſe und an den mannigfaltigen Arten der Gattung Campanula zur Geltung. Bei den Nachtſchattengewächſen findet ſich folgender Wechſel der Schutzmittel nach den Gattungen. Die Blüten der Kartoffel (Solanum tuberosum) falten ſich nachmittags zuſammen und erhalten durch Krümmen der Blütenſtiele über Nacht eine geſtürzte Lage, aber nur über Nacht; denn am andern Morgen ſtreckt ſich der Blütenſtiel gerade, und es entfaltet ſich auch wieder die Blumenkrone. Die

Blüten der Tollkirsche (Atropa Belladonna) bleiben im Verlaufe der ganzen Blütezeit in gestürzter Lage, und ihre Blumenkronen brauchen sich daher auch nicht periodisch zu schließen und zu öffnen; die Blüten des Alrauns (Mandragora vernalis) bleiben aufrecht, aber während der Nacht und bei regnerischem Wetter schließen die Zipfel der aufrechten Blumenkrone über den pollenbedeckten Antheren im Blütengrunde zusammen. Was die Glockenblumen (Campanula) anlangt, so sind diejenigen, welche sehr lange Blütenstiele haben, wie z. B. Campanula carpathica und die auf S. 120, Fig. 3 und 4 abgebildete Campanula patula, nur in der Nacht und bei schlechtem Wetter überhängend, im Sonnenscheine und bei gutem Wetter aufrecht und zeigen ausgesprochene periodische Krümmungen der Achsen; an andern Glockenblumen mit kürzern Stielen, z. B. Campanula persicifolia, pusilla, rotundifolia, werden die Blüten vor dem Aufblühen nickend und bleiben in dieser Lage während der ganzen Blütezeit, und an jenen Glockenblumen, deren Blüten an sehr kurzen Stielen dicht gedrängt in Knäueln beisammen stehen, wie z. B. an Campanula Cervicaria, glomerata und spicata, findet überhaupt eine Krümmung der Achsen nicht statt, sondern die Blüten bleiben zu allen Zeiten aufrecht, schützen sich aber gegen den einfallenden Regen dadurch, daß die Mündung der Glocke durch Einwärtsbiegen und Zusammenneigen der Zipfel der Blumenkrone verschlossen wird. Bei dem mit den Glockenblumen zunächst verwandten Venusspiegel endlich schließt sich die Blüte dadurch, daß tiefe Falten in der Blumenkrone entstehen.

Wenn Einrichtungen, welche gleichzeitig mehreren Zwecken dienen, geschildert werden sollen, so wäre es unklug und für das Verständnis nachteilig, alles, was über dieselben zu sagen ist, auf einmal bringen zu wollen. Es ist in solchen Fällen viel zweckmäßiger, immer nur ein Ziel im Auge zu behalten, selbst auf die Gefahr hin, von dem flüchtigen Leser der Einseitigkeit geziehen zu werden. Diese Bemerkung gilt ganz besonders für die soeben besprochenen Schutzmittel des Pollens gegen Nässe; denn es steht außer Frage, daß die meisten der geschilderten Einrichtungen neben dem angegebenen auch noch irgend einen andern Vorteil für die betreffende Pflanze zu bieten im stande sind. In vielen Fällen wird durch das Zusammenschließen der Blumenblätter nicht nur der Schutz des Pollens, sondern auch bei ausbleibendem Insektenbesuche die Übertragung des Pollens auf die benachbarten Narben vermittelt, worauf ausführlich in einem spätern Kapitel die Rede kommen wird. Wenn ein an der Basis mit Honig gefüllter Blütenbecher unverdeckt dem einfallenden Regen zugewendet bliebe, so würde der Honig in demselben alsbald verwässert werden, und dann würde dieser für die Insekten kein Anlockungsmittel mehr bilden. Hiernach ist man berechtigt, anzunehmen, daß das Absperren des Zuganges zum Blütengrunde, die Verengerung der Blumenröhre und auch das Nickendwerden der honigführenden Blüten nicht nur den Pollen, sondern auch den Honig gegen Verderbnis durch Nässe schützen. Durch die Verengerung der Blumenröhre sowie durch das Verrammeln oder gänzliche Absperren des Einganges zum Blütengrunde werden anderseits auch gewisse honigsuchende Tiere, deren Besuch der Pflanze nicht von Vorteil wäre, zurückgehalten. Endlich können auch jene Insekten, welche den Pollen vertilgen würden, ohne auch nur den geringsten Teil desselben auf andre Blüten zu übertragen, durch die genannten Einrichtungen abgewehrt werden. In dieser letztern Beziehung bestehen allerdings auch noch besondere Einrichtungen, von welchen eine der auffallendsten an der Maskenblume (Mimulus) und am Hohlzahn (Galeopsis) vorkommt und durch die Abbildung eines Pollenblattes von Galeopsis angustifolia auf S. 89, Fig. 19 zur Darstellung gebracht ist. In diesem Falle sind nämlich die Antheren mit zwei Deckeln versehen, welche nur von einem Teile der blütenbesuchenden Insekten aufgeklappt werden können. Insekten, deren Körperausmaß danach ist, daß beim Einfahren in die Blüte der Pollen aus den Antheren auf den Rücken abgestreift wird, sind im stande, die Deckel von den Antheren durch Anstreifen zu heben und dadurch den Pollen

zu erschließen. Kleinere Tiere dagegen, welche bei dem Besuche der genannten Blüten den Pollen nicht auf den Rücken laden und ihn auch nicht zu den Narben andrer Blüten bringen würden, haben nicht die Kraft, die Antheren zu öffnen, und so ist der Pollen mittels dieser Deckel gegen die kleinen schädlichen Räuber trefflich geschützt.

Die Übertragung des Pollens durch den Wind.

Im Eingange des frühern Kapitels wurde der Nachweis geliefert, daß die Übertragung des Pollens auf die Narben bei der weitaus größten Mehrzahl der Phanerogamen im Bereiche der Luft erfolgt. Sind es räumlich getrennte Blüten, zwischen welchen die Übertragung des Pollens stattfinden soll, so kommen dabei insbesondere zwei Vermittler in Betracht: der Wind und die Tiere. Das hat die Botaniker veranlaßt, die phanerogamen Pflanzen geradezu in windblütige (Anemophilae) und tierblütige (Zoidiophilae) einzuteilen. Diese in den meisten botanischen Werken eingebürgerten Bezeichnungen können aber doch nur mit großer Beschränkung angewendet werden. Es ist allerdings richtig, daß es Pflanzen gibt, bei welchen die Übertragung des Pollens zu den Narben ausschließlich durch den Wind, und andre, bei welchen der gleiche Vorgang ausschließlich durch Vermittelung der Tiere stattfindet; aber anderseits wurde für sehr viele Gewächse auch ermittelt, daß kurz nach dem Öffnen ihrer Blüten kleine Tiere den Pollen abholen, um ihn zu andern Blüten zu bringen, daß aber später gegen das Ende des Blühens der Pollen dem Winde anvertraut wird, der ihn zu den Narben benachbarter Blüten trägt. Am schönsten kann man das an mehreren Rhinanthaceen, wie z. B. an der Bartsie (Bartsia) und der Schuppenwurz (Lathraea), dann an zahlreichen Erikaceen, beispielsweise an den für unsre Berg- und Flachheiden so bezeichnenden Arten Calluna vulgaris und Erica carnea, aber auch noch an vielen andern beobachten. Die Einrichtungen, welche die Blüten dieser Gewächse zeigen, nachdem sie sich eben geöffnet haben, machen ein Verstreuen des Pollens durch den Wind unmöglich, dagegen sieht man, daß bei gutem Wetter honigsaugende Insekten in großer Zahl herankommen, bei Gelegenheit des Honigsaugens sich mit Pollen beladen und diesen Pollen dann zu den Narben andrer Blüten bringen. Späterhin ändert sich aber das Verhältnis in das gerade Gegenteil; die Honigquelle versiegt, und die Insekten bleiben aus, dagegen haben sich die Träger der Antheren sehr verlängert, die Pollenbehälter werden dadurch über die Mündung der Blumenkrone vorgeschoben, der in ihnen enthaltene Pollen wird entblößt und zur geeigneten Zeit durch den Wind zu den Narben jüngerer Blüten hingeweht. Man erhält bei der Betrachtung solcher Pflanzen den Eindruck, es sei bei ihnen für den Fall des Versagens der einen Maschine noch eine zweite in Bereitschaft, damit das mit dem Blühen angestrebte Ziel unter allen Umständen erreicht werde. Und das ist ja auch dringend notwendig. Wie leicht kann es geschehen, daß infolge ungünstiger Witterungsverhältnisse der Insektenbesuch längere Zeit hindurch sehr spärlich ist oder ganz ausbleibt. In solchen Fällen ist dann bei den meisten Pflanzen Vorsorge getroffen, daß der Aufwand des Blühens nicht umsonst gemacht wurde.

Es würde dem Plane dieses Buches zuwiderlaufen, wenn schon an dieser Stelle die sämtlichen merkwürdigen Einrichtungen zur Besprechung kämen, welche dahin abzielen, daß für den Fall des Ausbleibens der Insekten irgend ein andres Aushilfsmittel zur Belegung der Narben mit Pollen in Bereitschaft ist; aber diese eine Einrichtung, der zufolge viele Blüten, welche anfänglich tierblütig waren, später windblütig werden, mußte schon hier eine vorläufige Erwähnung finden, weil dadurch die Bedeutung der Einteilung in windblütige und tierblütige Pflanzen auf das richtige Maß zurückgeführt erscheint.

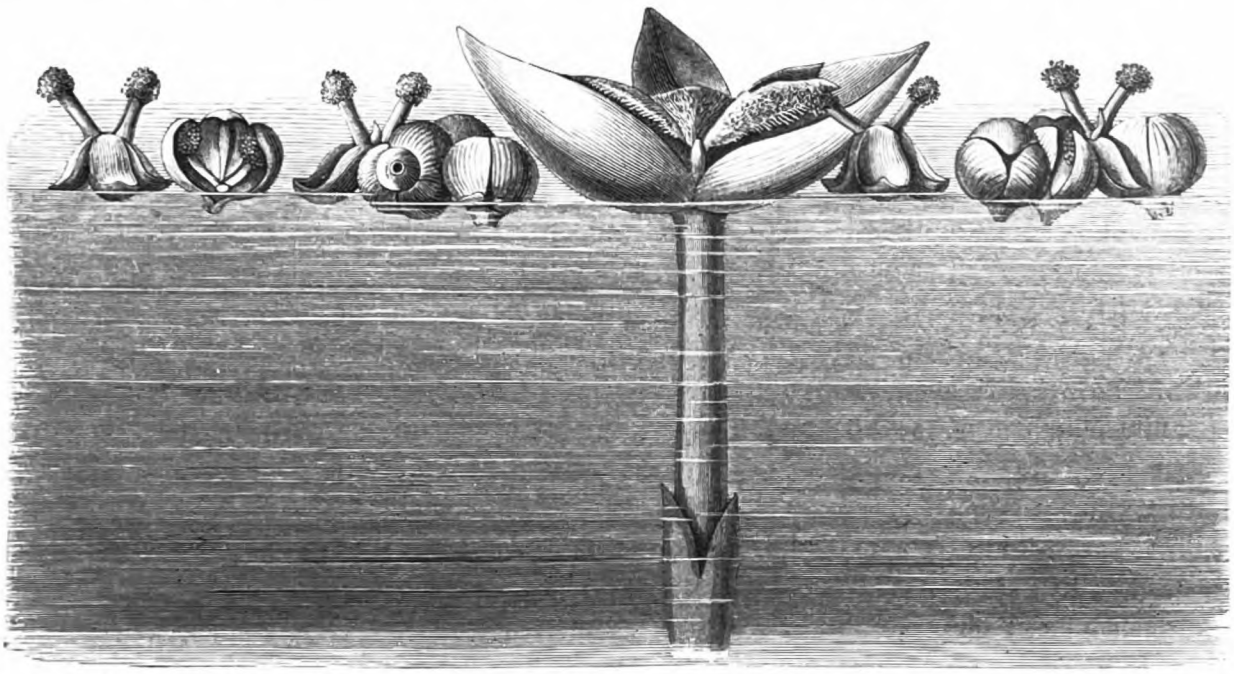
Daß durch den Wind vorwaltend nur ſolcher Pollen übertragen wird, welcher ſtäubend oder mehlartig iſt, kann als ſelbſtverſtändlich angeſehen werden. Wenn es nach Ausſage der Gärtner vorgekommen iſt, daß der in Form klebriger Franſen aus den Antheren der Azaleen hervorquellende Pollen vom Winde abgeriſſen und zu den Narben benachbarter Blüten getragen wurde, ſo kann das nur als ſeltener Zufall gelten. In 99 unter 100 Fällen würde durch den Wind die abgelöſte klebrige Franſe nicht zu der Narbe einer andern Blüte hingeführt werden, ſondern auf die Außenſeite des Kelches und der Blumenblätter oder auf das Laub und die Stengel gelangen und dort angeheftet zu Grunde gehen. Dasſelbe gilt wohl auch von den durch Öle und klebrige Stoffe ſowie durch nadelförmige Fortſätze an der äußern Schale der Zellhaut zu kleinen Klümpchen verbundenen Pollenzellen, welche nur in den ſeltenſten Fällen vom Winde auf die Narben benachbarter Blüten getragen werden und in erſter Linie auf das Angeheftetwerden an den Leib beſchwingter Inſekten berechnet ſind.

Um ſo merkwürdiger iſt daher die Thatſache, daß der in klebrige Klümpchen vereinigte Pollen einiger Waſſerpflanzen wie auf kleinen Kähnen zu den über dem Waſſer emporgehobenen Narben durch den Wind hingetrieben wird. Es wurde dieſer Fall zuerſt an der in ſtehenden Gewäſſern des ſüdlichen Europa weitverbreiteten, namentlich in den Tümpeln, Gräben und ſeichten Buchten längs den Ufern des Gardaſees häufigen und dort umfangreiche Beſtände bildenden Waſſerpflanze Vallisneria spiralis beobachtet, und dieſe ſoll denn auch zur Erläuterung des ſeltſamen Vorganges hier als Vorbild gewählt ſein. Dem Leſer möge es gefallen, zunächſt die Abbildung im I. Bande, S. 626 zu betrachten. Dieſelbe zeigt eine unter Waſſer lebende Pflanze, deren bandförmige Blätter an den Enden der kriechenden und durch Wurzelfaſern im Schlamme feſtgehaltenen Stämme roſettenförmig gruppiert ſind, und von welchen die obern infolge eigentümlicher Drehung nahezu zweizeilig geſtellt erſcheinen. In den Achſeln dieſer Blätter entſtehen Knoſpen in mannigfaltigem Wechſel, bald nur eine einzige, welche den Ausgangspunkt eines neuen kriechenden Sproſſes bildet, bald drei nebeneinander, von welchen eine ſich parallel zum ſchlammigen Boden in die Länge ſtreckt und an ihrem Ende eine Laubknoſpe ausbildet, während die beiden andern ſchnurgerade in die Höhe wachſen, bald wieder zwei, von denen die eine ſich in horizontaler Richtung verlängert, während die Achſe der andern ſich gegen die Oberfläche des Waſſers erhebt. Jeder der in die Höhe wachſenden Sproſſe erſcheint wie von einer Blaſe abgeſchloſſen, und dieſe Blaſe beſteht aus zwei eilänglichen, ſchalenförmigen, etwas durchſcheinenden Hüllblättern, von welchen das eine mit ſeinen Rändern über das andre übergreift und ſo einen feſten Verſchluß herſtellt. In dieſen Blaſen befinden ſich die Blüten. Ein Teil der Stöcke entwickelt nur Fruchtblüten, ein andrer nur Pollenblüten. Von Fruchtblüten wird in jeder blaſenförmigen Hülle nur eine einzige angelegt. Dieſelbe zeigt einen langen walzlichen unterſtändigen Fruchtknoten, welcher von drei verhältnismäßig großen, in zwei Zipfel geſpaltenen und am Rande fein gefranſten Narben gekrönt iſt. Die Narben ſind von drei obern kleinen verkümmerten und drei untern großen ei-lanzettförmigen Blumenblättern umgeben. Dieſe Blütenteile ſind ſtets ſo angeordnet, daß der fein gefranſte Rand der Narben über die ei-lanzettförmigen Blumenblätter etwas hinausragt, ſo daß an die Franſen von der Seite her ſpäter Pollen angeheftet werden kann. Aus dieſem Grunde ſind wohl auch die drei innern Blumenblätter verkümmert; denn würden ſie ſo groß oder größer ſein als die drei äußern, ſo wäre die Narbe ſeitlich verdeckt, und es könnte dort ein Anheften des Pollens nicht erfolgen. Wenn die Narben ſo weit entwickelt ſind, daß ſie ſich zur Aufnahme des Pollens eignen, ſo bildet ſich am Scheitel der blaſenförmigen Hülle eine Spalte; der Fruchtknoten ſtreckt ſich in die Länge, Blume und Narbe werden über die Hülle emporgeſchoben und erſcheinen jetzt über dem Waſſerſpiegel an der Luft ausgebreitet (ſ. Abbildung, S. 130). Das letztere iſt nur dadurch ermöglicht, daß der Stiel der Fruchtblüte

eine außerordentliche Verlängerung erfährt und erst dann zu wachsen aufhört, wenn die von ihm getragene Blüte an die Wasseroberfläche gebracht ist.

Wesentlich anders verhält es sich mit den Pollenblüten. Diese sind nicht vereinzelt, sondern stehen in großer Zahl traubenförmig gehäuft an einer in die blasenförmige Hülle hineinragenden Spindel. Die zwei Blätter, aus welchen sich die blasenförmige Hülle zusammensetzt, trennen sich unterhalb des Wassers, und nun sieht man die von einem kurzbleibenden Stiele getragene, aus kugeligen Blütenknospen zusammengesetzte Traube entblößt unter dem Wasserspiegel, etwa 5 cm über dem schlammigen Grunde, wie es auf dem Bilde im I. Bande, S. 626 dargestellt ist.

Kurz danach spielt sich einer der merkwürdigsten Vorgänge ab, welchen die Pflanzenwelt aufweist; die Blütenknospen, bisher durch sehr kurze Stielchen mit der Spindel der



Die Blüten der Vallisnerie (Vallisneria spiralis), auf dem Wasserspiegel schwimmend. In der Mitte eine Fruchtblüte, zu beiden Seiten derselben mehrere Pollenblüten in den verschiedensten Entwickelungsstufen; zum Teile noch geschlossen, zum Teile im Öffnen begriffen, zum Teile geöffnet mit herabgeschlagenen kahnförmigen Blumenblättern. Aus den geöffneten Blüten erheben sich die Pollenblätter. Eine geöffnete Anthere heftet ihren Pollen an den gefransten Narbenrand der Fruchtblüte. — Zehnfach vergrößert. Vgl. Text S. 129 und 131.

Traube verbunden, lösen sich ab, steigen im Wasser empor und erhalten sich schwimmend auf dem Wasserspiegel. Anfänglich sind sie noch geschlossen und haben die Gestalt eines Kügelchens, alsbald aber öffnen sie sich; die drei ausgehöhlten Blättchen, welche den untern Wirtel des Perigons bilden und bisher kappenförmig über die Pollenblätter gewölbt waren, schlagen sich zurück, stellen drei an einem Punkte zusammenhängende Kähne dar, und die Pollenblätter, welche zwar in der Dreizahl angelegt waren, von denen aber nur zwei mit Antheren ausgestattet sind, ragen nun in schräger Richtung in die Luft empor (s. obenstehende Abbildung). Nach dem Zurückschlagen der Blumenblätter springen sofort die Antheren auf, die Antherenhaut schrumpft rasch zusammen, und es bleibt von ihr nichts übrig als ein kleiner Lappen, welchem die Pollenzellen aufgelagert sind. In der geschlossenen Anthere waren die Pollenzellen in acht Gruppen geordnet, in der aufgesprungenen Anthere bilden sie ein unregelmäßiges Haufwerk. Gewöhnlich sind in je einer Anthere nur 36 Pollenzellen enthalten. Dieselben sind verhältnismäßig groß, sehr klebrig, hängen unter sich zusammen und bilden ein von den dicken Staubfäden getragenes Klümpchen. Obschon der Wasserspiegel sehr nahe ist, werden die Klümpchen aus Pollenzellen doch nicht leicht benetzt; die drei unter denselben

ſtehenden Blumenblätter bilden eben, wie ſchon geſagt, drei Kähne, welche die leichtern Wellenbewegungen des Waſſers mitmachen, ohne umzukippen, und die daher auch ihre Fracht gegen Durchnäſſung von unten trefflich ſchützen. Dieſe kleinen Fahrzeuge werden durch den Wind bald nach der einen, bald nach der andern Richtung getrieben und häufen ſich in der Umgebung feſter Körper, zumal in den Ausbuchtungen derſelben, wie Schiffe in einem Hafen an. Iſt es die über das Waſſer emporragende dreilappige Narbe einer Vallisnerie, deren Buchten den Landungsplatz bilden, ſo legen ſie ſich an dieſe an, und es iſt unvermeidlich, daß ein Teil der Pollenzellen an den Franſen am Rande der Narbenlappen hängen bleibt.

Alsbald nach dem Anheften des Pollens an die Narbe, welcher Vorgang durch die Abbildung auf S. 130 dargeſtellt iſt, wird die Fruchtblüte unter das Waſſer hinabgezogen, indem ihr langer Stiel ſich krümmt und die Geſtalt einer Schraube annimmt, deren Windungen nachgerade ſo ſehr zuſammenrücken, daß der zur Frucht gewordene Fruchtknoten ganz nahe über den ſchlammigen Grund des Waſſertümpels zu ſtehen kommt.

Bisher kennt man die durch den Wind vermittelte Übertragung haftenden Pollens auf den aus Blumenblättern gebildeten, ſchwimmenden Kähnen an der weitverbreiteten Vallisneria spiralis, an der im tropiſchen Aſien heimiſchen Vallisneria alternifolia, an den im Indiſchen und Stillen Ozean verbreiteten Enalus acoroides, an Hydrilla verticillata und Elodea Canadensis ſowie an einigen im Kaplande und im tropiſchen Afrika vorkommenden Arten der Gattung Lagarosiphon, im ganzen nur 13 Arten, welche der kleinen Familie der Hydrocharitaceen angehören. Das iſt eine verſchwindend kleine Menge im Vergleiche zu der Zahl jener Pflanzenarten, welche loſen ſtaubförmigen oder lockern mehligen Pollen entwickeln, und bei welchen die Übertragung des Pollens ausſchließlich und während der ganzen Blütezeit durch bewegte Luft in Form von Staubwölkchen erfolgt. Es dürfte nicht viel gefehlt ſein, wenn dieſe Zahl mit 10,000 angeſetzt wird, was beiläufig dem zehnten Teile aller Phanerogamen gleichkommt. In dieſe Abteilung gehören die Nadelhölzer, die Eichen, Buchen, Haſeln, Birken, Erlen und Pappeln, die Walnuß- und die Maulbeerbäume, die Platanen und die meiſten Palmen, alſo Gewächſe von hohem, baumförmigem Wuchſe, welche mit Vorliebe in Beſtänden wachſen, umfangreiche Wälder zuſammenſetzen und ſich durch überaus große Individuenzahl auszeichnen, weiterhin auch die geſellig wachſenden Halmgewächſe, die Gräſer der Wieſen, Prärien und Savannen, die Seggen, Simſen und Binſen der Moore, die Cerealien unſrer Felder, ferner Hanf und Hopfen, Neſſeln und Wegeriche, die in ſtehenden und fließenden Gewäſſern ſo häufigen Laichkräuter und noch zahlreiche andre Pflanzen der verſchiedenſten Familien.

Eine Eigentümlichkeit, welche an dieſen ausſchließlich windblütigen Pflanzen beſonders auffällt, iſt der Mangel lebhaft gefärbter duftender Blüten. Die Blumenblätter ſind bei ihnen verhältnismäßig klein, grünlich oder gelblich und heben ſich von dem Laube gar nicht oder doch nur wenig ab. Der Blütengrund entbehrt des Duftes und des Honigs. Für dieſe Blüten iſt es eben nicht von Vorteil, daß ſie von Inſekten beſucht werden, und ſie bedürfen darum auch nicht jener Lockmittel, durch welche Hummeln, Bienen, Fliegen und Schmetterlinge angezogen werden, ſie bedürfen namentlich nicht der Riechſtoffe, der ſüßen Säfte und der lebhaft gefärbten, von dem Grün des Laubwerkes abſtechenden und ſchon von weitem wahrnehmbaren Blumen. Damit ſoll nicht geſagt ſein, daß die Blüten dieſer Pflanzen von dem Inſektenvolke förmlich und vollſtändig gemieden werden. Viele der genannten Tiere haben es ja auch auf den Blütenſtaub abgeſehen, und man bemerkt darum auch an den Blütenkätzchen der Haſeln und Birken, an den Ähren der Wegeriche und an den Riſpen der Gräſer, Binſen und Simſen nicht ſelten pollenſammelnde und pollenverzehrende Inſekten ſich herumtummeln; aber dieſe Blütengäſte ſpielen doch hier als Zwiſchenträger des Pollens nur eine ſehr untergeordnete Rolle, ſie können allenfalls dadurch, daß ſie an

die mit ſtäubendem Pollen bedeckten Blütenteile anſtoßen, ein teilweiſes Ausfallen des Pollens veranlaſſen, aber ſie werden damit der betreffenden Pflanze nur dann einen Gefallen thun, wenn gerade in demſelben Augenblicke der richtige Wind durch die Zweige und Halme ſtreicht, welcher den ausfallenden Blütenſtaub zu den Narben hinführt. Bei ruhiger Luft dagegen oder bei widrigem Winde werden ſie den beſuchten Pflanzen eher ſchaden als nützen; denn da die Narben dieſer Gewächſe von den nach Blütenſtaub lüſternen Inſekten nicht geſtreift und daher auch nicht mit den Zellen des Pollens belegt werden können, und da anderſeits der infolge des Anſtoßens an die Blüten abfallende Pollen bei Windſtille ſchwerlich zu den entſprechenden Narben kommt, ſo erfahren derlei windblütige Pflanzen durch den Inſektenbeſuch meiſtens nur einen Verluſt an Pollen, ohne gleichzeitig eines Vorteiles teilhaftig zu werden.

Hiermit iſt aber auch ſchon geſagt, daß ſich nicht jede Luftſtrömung zur Vermittlerrolle bei der Belegung der Narben mit ſtäubendem Pollen eignet. Am allerwenigſten paſſen Winde, mit welchen atmoſphäriſche Niederſchläge verbunden ſind. Abgeſehen davon, daß durch die anprallenden Regentropfen der Blütenſtaub von ſeiner Lagerſtätte weggeſpült und zur Erde geführt würde, müßte derſelbe auch infolge der Benetzung zu Grunde gehen. Ebenſo ſind Stürme ohne gleichzeitigen Regen nichts weniger als vorteilhaft; denn ſie entführen den Blütenſtaub, welchen ſie auf ihrem Wege treffen, mit großer Heftigkeit und Schnelligkeit nur nach einer Richtung. In dieſer Stromrichtung liegt aber jedenfalls nur eine ſehr kleine Anzahl, ja vielleicht keine einzige jener Narben, die mit dem Pollen belegt werden ſollen, und der größte Teil des Blütenſtaubes würde daher durch die Stürme in des Wortes vollſter Bedeutung verſchleudert.

Am beſten wird der Erfolg, der erreicht werden ſoll, auch wirklich erreicht, wenn der ſtäubende Pollen von dem Punkte, wo er entſtanden und abgelagert wurde, ſich gleichmäßig über immer größere Räume in die Luft verteilt, ſich gleichſam verdünnt und ein ſich allmählich erweiterndes Wölkchen bildet, ſo daß die Tauſende loſer Pollenzellen, welche im Bereiche der Blüte bisher in dem Raume von dem Umfange eines Stecknadelkopfes zuſammengedrängt waren, ſich nun über einen viele Millionen mal größern Raum ausbreiten. Ein derartiges Verſtäuben wird aber nur durch eine mäßig bewegte Luft veranlaßt. Ein leichter Morgenwind, welcher kurz nach Aufgang der Sonne durch das Thal ſtreicht, aufſteigende Luftſtröme, welche man zur Mittagszeit über den erwärmten Ebenen zittern ſieht, friſche Briſen, welche in den Küſtenlandſchaften bald vom Lande gegen das Meer, bald in entgegengeſetzter Richtung ihre Bahnen ziehen, Winde, unter deren Einfluſſe die Getreidefelder wie ein leicht bewegter See ſanfte Wellen ſchlagen, Luftſtröme, die den Wald zu kaum hörbarem Rauſchen anregen, das ſind die beſten Vermittler für das erfolgreiche Verſtäuben. Unter dem Einfluſſe ſolcher milden Winde ſieht man zur entſprechenden Zeit, wie von den Blüten der in Rede ſtehenden Pflanzen eine kleine Staubwolke nach der andern ſich ablöſt und langſam entſchwebt. Da die Luftſtröme wellenförmig dahinfluten und ſich in kurzen Pauſen bald etwas verſtärken, bald wieder abſchwächen, ſo iſt auch die erſte Bewegung, welche der ausſtäubende Pollen erfährt, eine wogende; bald aber entzieht ſich das Staubwölkchen auf ſeinem weitern Wege der Beobachtung, und nur das eine iſt noch deutlich zu erkennen, daß der Blütenſtaub, ähnlich dem aufgewirbelten Staube auf einer Straße, eine ſchräg aufſteigende Richtung einhält.

Mit dieſen Verhältniſſen ſteht denn auch die Verteilung ſowie die Geſtalt der mit ſtäubendem Pollen zu belegenden Narben im Einklange. Die meiſten Gewächſe, deren ſtäubender Pollen ausſchließlich durch Luftſtrömungen übertragen wird, haben zweihäuſige oder einhäuſige Blüten, und diejenigen, welche Zwitterblüten entwickeln, zeigen eine vollſtändige Dichogamie, d. h. eine ungleichzeitige Geſchlechtsreife, ſo zwar, daß in jeder Blüte, aus

deren Antheren geſchlechtsreifer Blütenſtaub entbunden wird, die Narben ſchon vollſtändig verwelkt und daher zur Aufnahme der Pollenzellen nicht mehr geeignet oder aber in der Entwickelung noch ſo weit zurück ſind, daß ſie mit Pollen noch nicht belegt werden können. Eine erfolgreiche Beſtäubung der unmittelbar neben den Antheren in derſelben Blüte befindlichen Narben iſt daher bei den dichogamen Pflanzen ebenſo wie bei den ein- und zweihäuſigen ausgeſchloſſen, und es muß der Pollen auf den Flügeln des Windes zu benachbarten Blüten, deren Narben eben im belegungsfähigen Zuſtande ſich befinden, getragen werden. Nun finden ſich aber bei allen dieſen dichogamen Gewächſen die Blüten mit den belegungs-



Schwarzerle (Alnus glutinosa): 1. Zweig mit vorläufigen, d. h. vor der Entwickelung des Laubes geöffneten, Blüten; die Pollenblüten in Form herabhängender Quaſten und darüber die Fruchtblüten in Form kleiner Ähren geordnet. — 2. Belaubter Zweig, an deſſen Gipfel bereits die Blütenſtände für den nächſten Frühling angelegt ſind. Vgl. Text, S. 134, 144 und 148.

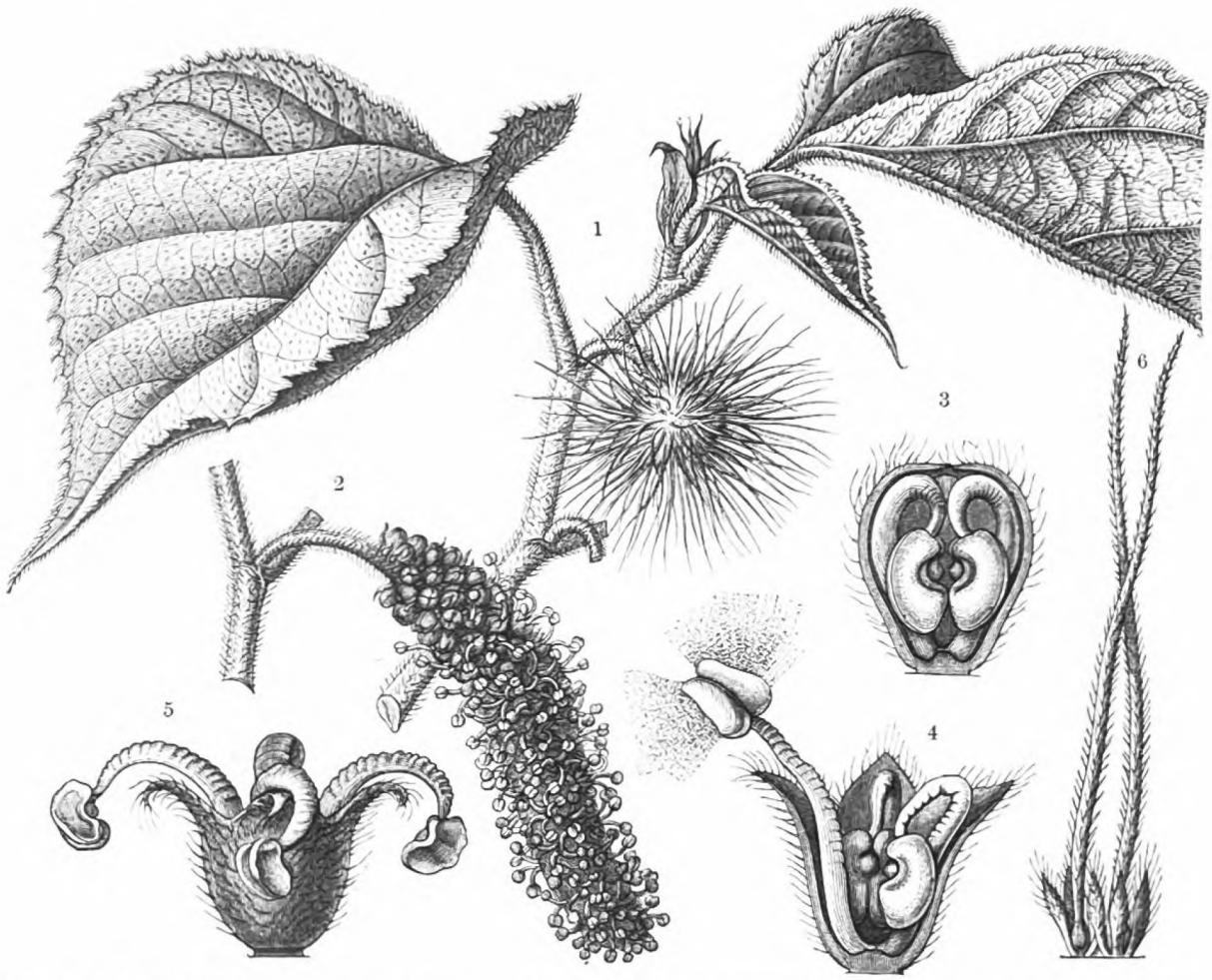
fähigen Narben höher geſtellt als die Antheren, von welchen geſchlechtsreifer Pollen den Luftſtrömungen anvertraut wird. Wenn man die Wegericharten einige Tage, nachdem ſie zu blühen begonnen haben, anſieht, ſo findet man, daß aus den oberſten Blüten jeder Ähre nur die Griffel mit den belegungsfähigen Narben hervorragen, während diejenigen Blüten, aus welchen die Luftſtrömungen den Pollen ausſchütteln, die tiefern Stellen der Ähre einnehmen. In dieſen untern Blüten ſind die Narben bereits vertrocknet, in den obern dagegen ſind die Antheren noch geſchloſſen. Es muß daher hier der Pollen, um zu den belegungsfähigen Narben zu gelangen, den Weg nach aufwärts einſchlagen. Ähnlich verhält es ſich auch mit den meiſten Ampferarten, mit dem Glaskraute, dem Salzkraute, dem Dreizacke, den Laichkräutern (Rumex, Parietaria, Salsola, Triglochin, Potamogeton) und zahlreichen andern Gewächſen mit zwitterigen, aber dabei vollkommen dichogamen Blüten (ſ. Abbildungen, S. 146 und 147).

Noch auffallender tritt diese Erscheinung bei Pflanzen mit einhäusigen Blüten hervor. Von den Zweigen der Eichen, Birken, Erlen 2c. hängen die stäubenden Blütenkätzchen als schwankende Quasten nach abwärts, während die Blüten mit den belegungsfähigen Narben an denselben oder auch an benachbarten Zweigen stets darüber stehen (s. Abbildung, S. 133). An den Ästen der Fichtenbäume sind nur die herabhängenden Seitenzweige mit den Staubblütenständen, die, von fern gesehen, fast den Eindruck roter Erdbeeren machen, geschmückt, während die zu bestäubenden Fruchtblütenstände als kleine Zapfen an denselben Ästen obenauf wie die Kerzen auf einem Weihnachtsbaume emporragen; ja, viele Fichtenbäume tragen nur an den obersten Ästen, knapp am Wipfel, die Fruchtblüten, an den untern Ästen dagegen nur Staubblüten, und es würde hier eine Bestäubung der erstern ganz unmöglich sein, wenn der Pollen nur in horizontaler Richtung durch die Winde entführt würde. Selbst an zweihäusigen Pflanzen ist eine solche tiefere Lage der Staubblüten zu beobachten, und es wird dieselbe dadurch erreicht, daß die Stöcke mit Staubblüten im Verhältnisse zu jenen mit Fruchtblüten niedrig bleiben. So sieht man z. B. auf den Hanffeldern die stäubenden Pflanzen niemals die Höhe derjenigen erreichen, deren Blüten bestäubt werden sollen. Die Rohrkolben (Typha), die Igelkolben (Sparganium) und mehrere Halbgräser, namentlich zahlreiche Arten der Gattung Segge (Carex), welche einhäusige Blüten haben, scheinen allerdings eine Ausnahme zu machen, da bei ihnen die Staubblüten über den Fruchtblüten stehen; hier kommen aber infolge ungleichzeitiger Streckung der Achsen die zu bestäubenden Blüten des einen Stockes mit älterm höhern Stengel gewöhnlich höher zu liegen als die Staubblüten des nebenbei stehenden Stockes mit jüngerm niedern Stengel, und man kann sich durch Beoachtung leicht überzeugen, daß auch hier der stäubende Pollen durch die Luftströmungen nicht in wagerechter, sondern in schräger Richtung nach aufwärts entführt und an die zu belegenden Narben benachbarter Stöcke angeweht wird.

Das ist allerdings nicht so aufzufassen, als ob bei dem Entführen des stäubenden Pollens durch den Wind gar kein Pollen zur Tiefe gelangen würde; für die Mehrzahl der Fälle aber steht es außer Frage, daß die Wölkchen des Blütenstaubes, welche durch mäßige Winde fortgeführt werden, zunächst nach aufwärts schweben und entweder schon auf diesem Wege zu den höher stehenden zu belegenden Narben gelangen, oder aber erst später, wenn die über weite Räume verteilten Pollenzellen bei ruhigerer Luft wieder langsam zur Tiefe sinken, die Narben belegen, ähnlich so, wie der in den Stuben aufgewirbelte Staub schließlich wieder langsam zur Tiefe sinkt und alle Möbel in der Stube als gleichmäßige Schicht belegt.

Bei einigen Arten wird der Pollen in demselben Augenblicke, in welchem die Antherenfächer aufspringen, mit Gewalt in die Luft hinausgeschleudert und entschwebt in Form kleiner Staubwölkchen schräg nach oben. In unsern Gegenden ist dieser Vorgang besonders schön an den Nesseln zu sehen. Wer sich an einem hellen taufrischen Sommermorgen vor ein Dickicht aus Nesseln stellt und dort zuwartet, bis die ersten Sonnenstrahlen die Blüten streifen, wird nicht wenig überrascht, wenn er bald hier, bald dort ein kleines blasses Staubwölkchen von den dunkel belaubten Stauden aufsteigen sieht. Anfänglich sind die Staubwölkchen nur vereinzelt und erheben sich in abmeßbaren Zeiträumen, allgemach werden sie häufiger, und bisweilen sieht man fünf, sechs und mehr im selben Augenblicke und in geringen Abständen entstehen. Nach und nach aber stellen sich die kleinen Explosionen wieder seltener ein, und ehe noch eine halbe Stunde vergangen ist, herrscht über dem Nesseldickichte wieder vollständige Ruhe. Bei Besichtigung aus nächster Nähe erkennt man leicht, daß die eben geschilderte Erscheinung auf einem plötzlichen Aufschnellen der fadenförmigen, in der Knospe schlingenförmig eingebogenen Träger der Antheren und einem gleichzeitigen Bersten der Antherenfächer beruht.

Wie mit unſern Neſſeln verhält es ſich mit den Arten der Gattung Glaskraut (Parietaria) und mit zahlreichen tropiſchen Urticineen. Eine dieſer letztern nämlich, die im zentralen Amerika heimiſche Pilea microphylla (auch unter dem Namen Pilea muscosa bekannt), wird häufig in den botaniſchen Gärten gezogen, um an ihr das Ausſchleudern des ſtäubenden Pollens zeigen zu können. Man braucht dieſe Pflanze zur Zeit, wenn ſie mit Blütenknoſpen bedeckt iſt, nur mit Waſſer zu beſpritzen und dann aus dem Schatten in die Sonne zu ſtellen, ſo geht ſofort der Spektakel los. An allen Ecken und Enden explodieren

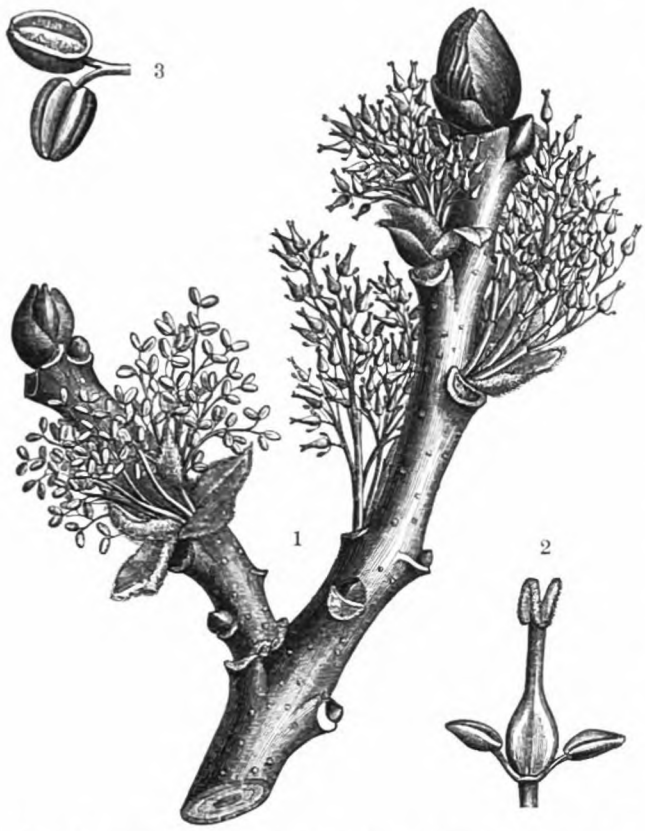


Papiermaulbeerbaum (Broussonetia papyrifera): 1. Ein belaubter Zweig mit köpfchenförmig vereinigten Fruchtblüten. — 2. Ein des Laubes beraubtes Zweigſtück mit ährenförmig gruppierten Pollenblüten. — 3. Eine noch geſchloſſene Pollenblüte im Längsſchnitte. — 4. Eine geöffnete Pollenblüte im Längsſchnitte; zwei Antherenträger noch eingeſchlagen, ein Antherenträger aufgeſchnellt und aus der aufgeſprungenen Anthere den Pollen ausſchleudernd. — 5. Eine geöffnete Pollenblüte, deren ſämtliche Pollenblätter bereits aufgeſchnellt ſind und den Pollen aus den Antheren ausgeſchleudert haben. — 6. Zwei Fruchtblüten mit langen haarigen Narben. — Fig. 1, 2 in natürlicher Größe; Fig. 3—6: 4—5fach vergrößert. Vgl. Text, S. 136 und 148.

die Blütenknoſpen, und es wird weißlicher Blütenſtaub in Form kleiner Wölkchen in die Luft emporgeſchleudert. Auch viele Moreen zeigen dieſe Erſcheinung, ſo namentlich der Papiermaulbeerbaum (Broussonetia papyrifera), von deſſen Blüten obenſtehend eine Abbildung eingeſchaltet iſt. Die Pollenblüten ſind an der genannten Pflanze ährenförmig gruppiert (ſ. Fig. 2), und jede einzelne Blüte beſteht aus einem kelchartigen Perigon und vier darüberſtehenden Pollenblättern. Die ziemlich dicken Träger der Anthere ſind in der geſchloſſenen Knoſpe eingeſchlagen (ſ. Fig. 3) und wie Uhrfedern geſpannt; ſobald ſich aber das becherförmige Perigon öffnet, ſchnellen die Träger der Antheren einer nach dem andern empor; gleichzeitig ſpringen auch die Antherenfächer auf, und der Pollen wird aus ihnen gewaltſam in die Luft geſtreut (ſ. Fig. 4). Sind ſämtliche Antheren entleert, ſo krümmen ſich die Träger

derſelben bogenförmig zurück (ſ. S. 135, Fig. 5), und alsbald fällt die ganze Blütenähre, die nun für die Pflanze keinen weitern Wert hat, vom Stamme ab.

Das Ausſchleudern des ſtäubenden Pollens erfolgt bei allen dieſen Pflanzen nur dann, wenn zur Zeit des Sonnenaufganges ein leichter austrocknender Morgenwind über die Pflanzen hinſtreicht und infolgedeſſen eine Änderung in der Spannung der betreffenden Gewebe ſtattfindet. Bei vollſtändiger Windſtille und in ſchwüler feuchter Luft, ebenſo bei Regenwetter unterbleibt das Öffnen der Blüten ſowie das Ausſchleudern des Pollens, oder, beſſer geſagt, es iſt dieſer Vorgang auf ſo lange hinausgeſchoben, bis die Luft wieder trockner geworden iſt, und bis ſich wieder eine friſche Briſe eingeſtellt hat, welche die blütentragenden Zweige hin- und herſchwenkt und erſchüttert. Für das Verſtändnis der Übertragung des ſtäubenden Pollens iſt dieſes Ergebnis der Erfahrung von großer Wichtigkeit. Es ſtellt ſich nämlich heraus, daß die bewegte Luft zwei Vorgänge einzuleiten hat, welche ſich ergänzen und ſozuſagen Schlag auf Schlag folgen müſſen, wenn der ſtäubende Pollen an die richtige Stelle kommen und nicht nutzlos verloren gehen ſoll. Derſelbe Luftſtrom, welcher durch Erſchütterung der blütentragenden Achſen und durch Veränderungen in der Spannung der Gewebe der Blüte eine Entbindung und ein Ausſtreuen des Pollens veranlaßt, entführt auch den Pollen von der Stelle, wo er erzeugt wurde, und geleitet ihn zu dem Ziele, für das er beſtimmt iſt, ein Satz, welcher übrigens nicht nur für das Ausſtreuen des Pollens aus den aufſchnellenden Pollenblättern, ſondern auch für alle andern Fälle der Übertragung ſtäubenden Pollens mittels Luftſtrömungen ſeine volle Gültigkeit hat.

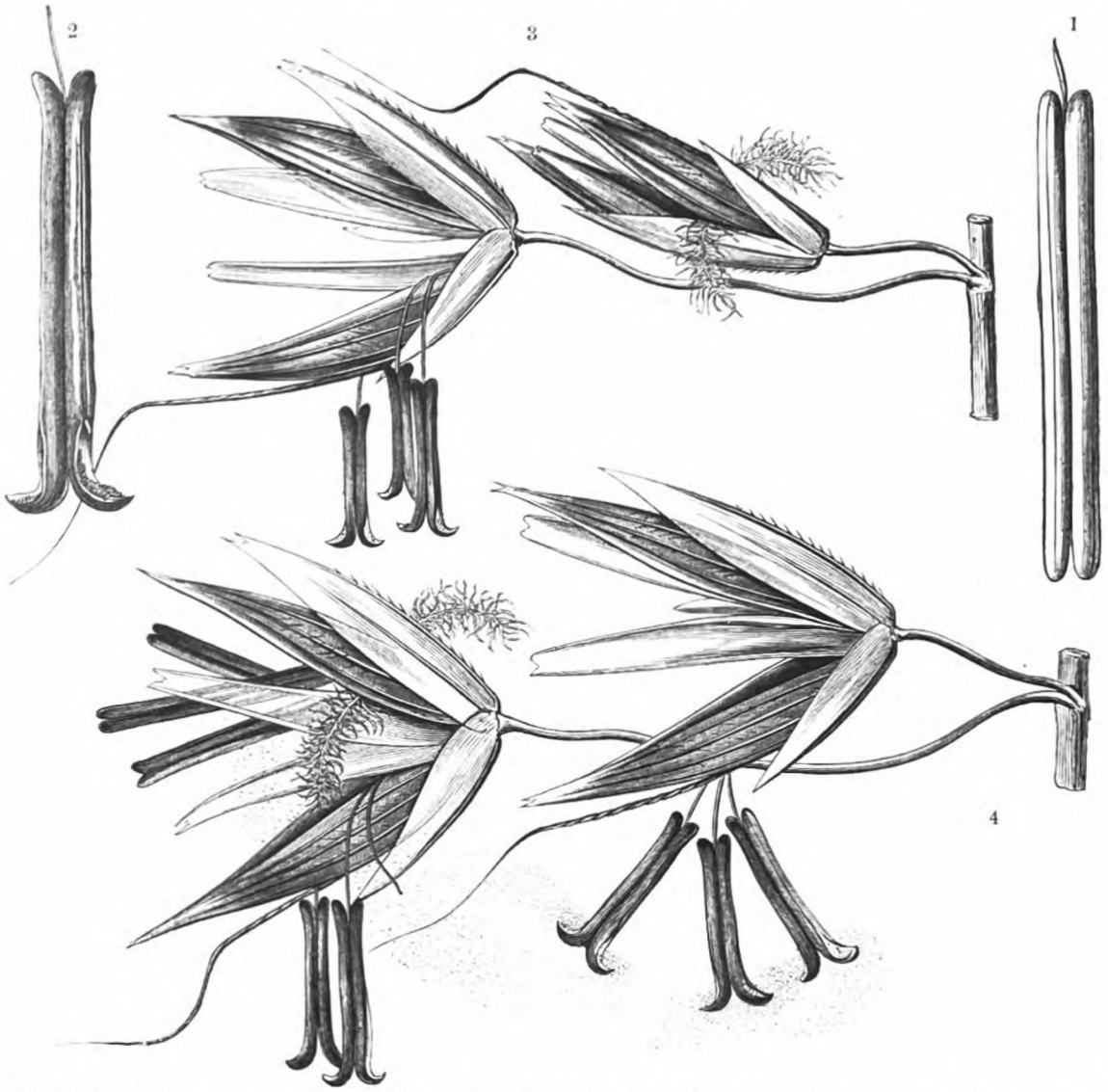


Eſche (Fraxinus excelsior): 1. Äſtchen mit zwei Zweigen, von welchen der linkſeitige Pollenblüten, der rechtſeitige Zwitterblüten trägt. — 2. Zwitterblüte. — 3. Zwei Antheren; die obere aufgeſprungen, die untere noch geſchloſſen. — Fig. 1 in natürlicher Größe; Fig. 2, 3: 5fach vergrößert. Vgl. Text, S. 148.

Als ein ſolcher weiterer Fall wäre zunächſt jener anzuführen, welcher an Pflanzen mit kurzen, dicken Antherenträgern und verhältnismäßig großen, mit mehligen Pollen erfüllten Antheren beobachtet wird. Die Steinlinde (Phillyrea), die Piſtazie (Pistacia), der Buchsbaum (Buxus) und die meiſten Eſchen, zumal die gewöhnliche Eſche (Fraxinus excelsior; ſ. obenſtehende Abbildung), können als Vorbilder für dieſe Pflanzengruppe dienen. Die Entwickelung der Fruchtanlage eilt bei ihnen der Ausbildung des Pollens immer voraus. Man ſieht zur Zeit, wenn die verhältnismäßig großen fleiſchigen Narben aus den unſcheinbaren Blumen weit vorgeſtreckt und ſchon befähigt ſind, den Pollen aufzunehmen, die Antheren noch feſt geſchloſſen (ſ. Fig. 1 und 2). Dieſe öffnen ſich erſt zwei, drei, oft ſogar erſt vier Tage ſpäter in trockner Luft und zwar durch Bildung von Längsſpalten über den Pollenbehältern. Die Ränder dieſer Spalten ſchrumpfen ſehr raſch, und dadurch wird jeder der beiden Pollenbehälter zu einer weit offenen Niſche, in welcher der mehlige oder ſtaubartige Pollen eingebettet liegt (ſ. Fig. 3). Da ſich die Antheren kurz vor dem Aufſpringen ſo geſtellt haben, daß die Spalte nach oben gewendet iſt, ſo ſind natürlich

auch die Niſchen nach oben zu gerichtet und bleiben bei ruhiger Luft mit Pollen erfüllt. Erſt dann, wenn die blütentragenden Zweige hin- und herſchwanken, fällt der Pollen aus den Niſchen, und es entführt ihn derſelbe Windſtoß, welcher die Zweige ins Schwanken gebracht hat, als Staubwolke in die Lüfte.

Bei einer andern Gruppe von Pflanzen werden die Antheren von langen Fäden getragen, kommen durch den leiſeſten Windſtoß in ſchwingende, pendelnde und



Franzöſiſches Raigras (Arrhenatherum elatius): 1. Eine geſchloſſene Anthere. — 2. Eine geöffnete Anthere. — 3. Blütenährchen mit ausgeſperrten Spelzen und herabhängenden Antheren bei ruhiger Luft. — 4. Blütenährchen bei bewegter Luft. Die Antheren einer Blüte mit pendelnden Antheren und ausſtäubenden Pollen; die Antheren einer andern Blüte des Pollens beraubt; von einem Faden die Anthere abgefallen; die Antheren einer dritten Blüte noch geſchloſſen, im Vorſchieben begriffen. — Fig. 1, 2: 12fach; Fig 3, 4: 5fach vergrößert. Vgl. Text, S. 138, 139 und 148.

zitternde Bewegung und entlaſſen ähnlich wie geſchüttelte Streubüchſen den ſtäubenden Pollen in kleinen Priſen. Enthalten die Blüten ſolcher Pflanzen neben den Pollenblättern auch Stempel, ſo iſt das gegenſeitige Verhältnis der Entwickelung ſtets in der Weiſe geregelt, daß die Narben bereits vollkommen ausgebildet und zur Aufnahme des Pollens geeignet ſind, wenn die Antheren derſelben Blüten noch unter der ſchützenden Hülle der Blumen- oder Deckblätter ſtecken und der in ihnen geborgene Pollen ſeine volle Reife noch nicht erlangt hat. Wenn dann einmal der Pollen vollſtändig ausgebildet iſt und aus den aufgeſprungenen Antheren entleert werden kann, dann ſind die Narben der betreffenden Blüte ſchon welk und nicht mehr befähigt, den Pollen aufzunehmen. Daraus ergibt

ſich, daß bei dieſen Pflanzen der ſtäubende Pollen zu andern Blüten, welche ſich in einem jüngern Entwickelungsſtadium befinden, übertragen werden muß, wenn eine Befruchtung zu ſtande kommen ſoll. Das geſchieht auch in der That und zwar durch die Vermittelung der in ſanften Wellen dahinflutenden, die Antheren in zitternde Bewegung verſetzenden Luftſtröme.

In erſter Linie ſind aus der Reihe ſolcher Pflanzen, deren ſtäubender Pollen durch zitternde, pendelnde oder ſchwingende Bewegungen der Antheren und der ſie tragenden Fäden in die Luft geſtreut wird, die Gräſer zu nennen. Wie bei ihnen das Ausſtäuben erfolgt, iſt ſo merkwürdig, daß es ſich der Mühe lohnt, etwas näher darauf einzugehen. Bei einem Teile der Gräſer, zumal dem hier als Beiſpiel gewählten und auf S. 137 abgebildeten franzöſiſchen Raigraſe (Arrhenatherum elatius), beginnt der zu ſchildernde Vorgang damit, daß ſich die unter dem Namen Spelzen bekannten Deckblättchen der Blüte plötzlich auseinander ſpreizen, was vermittelſt eines eigentümlichen an der Baſis angebrachten Schwellgewebes geſchieht. Dadurch werden die bisher verborgenen Antheren entblößt und wird auch die Möglichkeit gegeben, daß die Antheren über die Spelzen hinaus in die Luft vorgeſchoben werden. Dieſes Vorſchieben erfolgt durch ein erſtaunlich raſches Längenwachstum der Antherenträger. Es wurde berechnet, daß bei einigen Gräſern die fadenförmigen Träger der Antheren innerhalb einer Minute um 1—1,5 mm ſich verlängern, und daß ſie nach zehn Minuten gewöhnlich das Drei- bis Vierfache ihrer urſprünglichen Länge erreicht haben. Bei einem Teile der hierher gehörigen Pflanzen wachſen die Fäden abwärts, bei einem andern Teile wagerecht und wieder bei einem andern Teile in gerader Richtung aufwärts dem Himmel zu. Der Turgor der Zellen iſt in dieſen zarten Fäden ſo groß, daß ſelbſt jene, welche lotrecht in die Höhe gewachſen ſind, das Gewicht der Anthere zu tragen vermögen, ohne umgebogen zu werden. Bei denjenigen Gräſern, deren Staubfäden ſchon von Anfang her abwärts gewachſen waren, macht es zwar den Eindruck, als ob dieſe Richtung durch das Gewicht der Anthere veranlaßt worden wäre. Dem iſt aber nicht ſo. Thatſächlich kommt auch hier ein ſtarker Turgor ins Spiel, und wenn man die Blütenſtände ſolcher Gräſer umkehrt, ſo erhalten ſich die Staubfäden, welche ihr Längenwachstum eben erſt abgeſchloſſen haben, trotz der außerordentlichen Zartheit in ſtrammer Haltung und ragen kerzengerade in die Höhe. Bald darauf ändert ſich allerdings dieſes Verhältnis. Die Fäden erſchlaffen, die bisher aufrecht ſtehenden werden nickend und überhängend, die horizontal vorgeſtreckten ſinken herab, und alle machen jetzt den Eindruck von Pendeln, an welchen die Antheren aufgehängt ſind.

Hand in Hand mit dieſen Veränderungen der Fäden vollzieht ſich auch das Aufſpringen der Antheren. Solange die Antheren unter der ſchützenden Hülle der Deckblättchen geborgen waren, erſchienen ſie langgeſtreckt und lineal (ſ. Abbildung, S. 137, Fig. 1). Jede Anthere beſteht aus zwei parallel nebeneinander liegenden Pollenbehältern, und jeder Pollenbehälter weiſt eine Längslinie auf, welcher entlang das Aufſpringen erfolgt. Das Aufſpringen beginnt immer erſt dann, wenn die betreffende Anthere mit dem urſprünglich obern Ende nach abwärts gerichtet iſt. Da der Faden und die Anthere durch ein Konnektiv von geringem Umfange miteinander verbunden ſind, und da das Gewebe dieſes Konnektivs ſich ähnlich wie eine Gelenksverbindung verhält, ſo daß die Anthere drehbar iſt, ohne abzureißen, ſo kann die erwähnte Einſtellung unter allen Umſtänden ſtattfinden, d. h. es kann ſich die Anthere mit ihrem urſprünglich obern Ende ſowohl an hängenden als an wagerecht vorgeſtreckten und auch an aufrechten Fäden bodenwärts einſtellen. Iſt das geſchehen, dann bilden ſich an den Pollenbehältern entlang den ſchon erwähnten Linien Riſſe. Dieſe Riſſe werden nur zum kleinen Teile klaffend, nämlich nur an dem urſprünglich obern, nun abwärts gerichteten Ende der Anthere. Das hängt zum Teile damit zuſammen, daß an dieſer Stelle die beiden Pollenbehälter auseinander weichen und ſich in entgegengeſetzter Richtung krümmen, wie es durch die Fig. 2 der Abbildung auf S. 137 zu ſehen iſt. Die Bedeutung

dieſes Vorganges aber iſt darin gelegen, daß der ſtaubförmige Pollen nicht ſofort aus ſeinen Behältern fallen kann, nachdem ſich die Riſſe gebildet haben; denn da die Enden der Pollenbehälter zufolge des Auseinanderweichens die Geſtalt von tief ausgehöhlten Kähnen annehmen, ſo wird der Pollen bei ruhiger Luft zunächſt in dieſen Aushöhlungen eine Zeitlang zurückbehalten (ſ. S. 137, Fig 3). Erſt dann, wenn ein Luftſtrom die Antheren in Schwingungen verſetzt, wird der ſtaubförmige Pollen in Form eines kleinen Wölkchens fortgeweht (ſ. S. 137, Fig. 4). Zunächſt nur jene kleine Priſe, welche auf den ſpreizenden, kahnförmig ausgehöhlten Enden der Anthere liegt; aber alsbald wird dieſe Priſe dadurch erſetzt, daß aus den obern nicht klaffenden Teilen der Antheren neuer Pollen herabſickert. Auch dieſer hat natürlich keine lange Ruhe, und ſchon der nächſte Windſtoß vermag ihn fortzublaſen. Das kann ſich noch mehrmals wiederholen und dauert überhaupt ſo lange, als noch Pollen vorhanden iſt. Nachdem die Antheren vollſtändig entleert ſind, löſen ſie ſich von den Fäden ab und fallen als trockne Hülſen zu Boden. Gewöhnlich erfolgt dieſes Ablöſen und Abfallen aber erſt mehrere Stunden nach dem Verſtäuben, und an den meiſten Gräſern, welche am frühen Morgen und im Laufe des Vormittags aufgeblüht ſind, ſieht man die entleerten Antheren noch bis zur Zeit des Sonnenunterganges an den Ähren und Riſpen hängen.

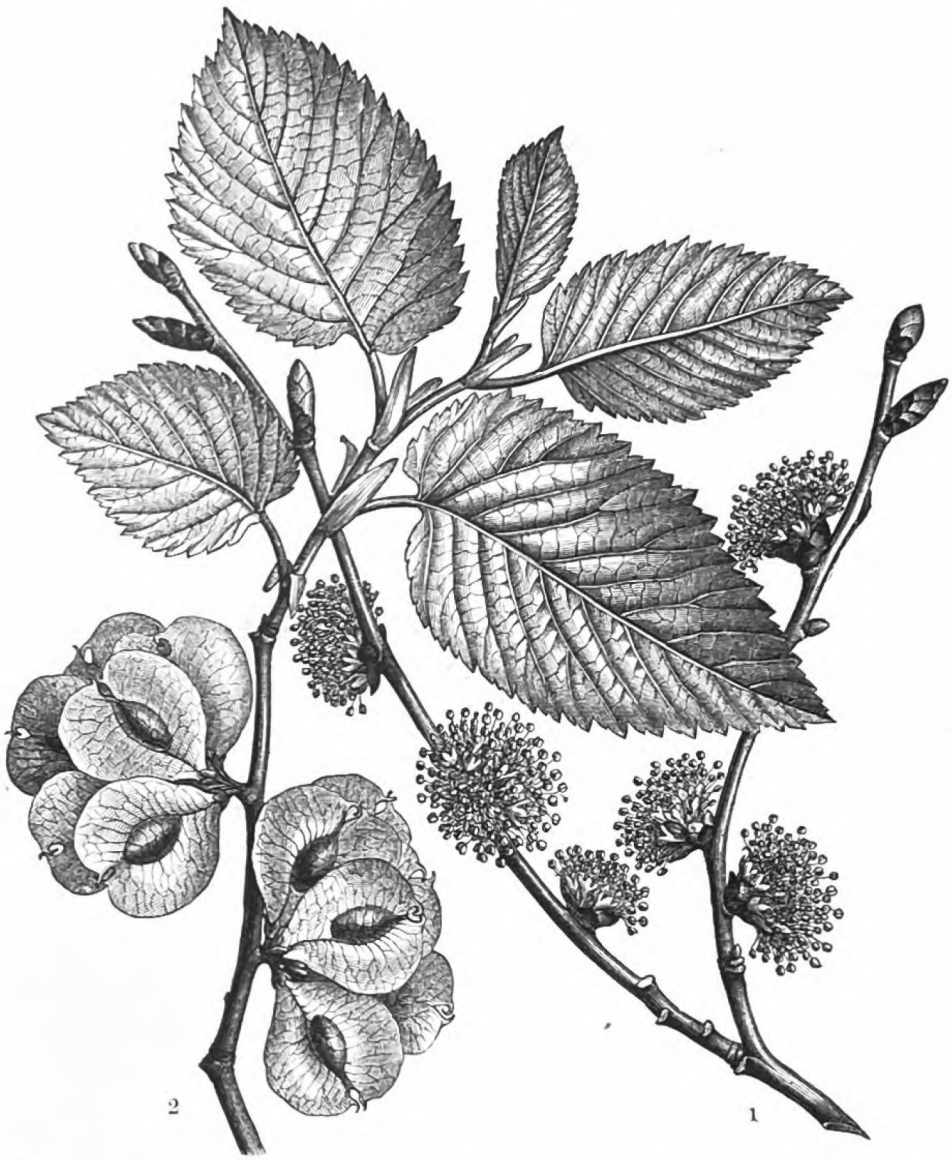
Die dem Verſtäuben des Pollens vorausgehenden Veränderungen ſind bei den Gräſern noch weit auffallender als bei andern Pflanzen von der Witterung abhängig. Insbeſondere ſpielen die Temperatur und der Feuchtigkeitszuſtand der Luft eine hervorragende Rolle. Niedere Temperatur und Regen können das Auseinanderweichen der Spelzen, das Vorſchieben und Aufſpringen der Antheren nicht nur um Stunden, ſondern um Tage verzögern. Auch ſehr trockne Luft und gleichzeitige hohe Temperatur verlangſamen die geſchilderten Vorgänge. Die günſtigſten Bedingungen für das Ausſtäuben ſind bei den meiſten Gräſern am frühen Morgen gegeben, zur Zeit, wenn noch etwas Nachttau auf den Wieſen liegt, die erſten Sonnenſtrahlen, ſchräg einfallend, die Blüten ſtreifen, die Temperatur nur mäßig anſteigt und ein leichter Morgenwind die Ähren und Riſpen ins Schwanken bringt. Unter dieſen äußern Bedingungen vollzieht ſich das Aufblühen und Ausſtäuben des Pollens mit überraſchender Schnelligkeit. Es gibt Gräſer, in welchen die Lockerung und das Aufklappen der Hüllſchuppen, das Auswachſen der Staubfäden, das Öffnen der Antheren und das Ausſchütteln des Pollens binnen wenigen Minuten vor den Augen des Beſchauers ſich abſpielt. Am frühſten, nämlich ſchon zwiſchen 4 und 5 Uhr, beginnen im Hochſommer die Riſpengräſer (Poa), das Süßgras (Glyceria), die Kölerie (Koeleria) und das franzöſiſche Raigras (Arrhenatherum elatius) zu ſtäuben. Etwas ſpäter, nämlich zwiſchen 5 und 6 Uhr, kommen das Zittergras (Briza media), die Raſenſchmiele (Aira caespitosa), der Weizen und die Gerſte (Triticum, Hordeum) an die Reihe. Zwiſchen 6 und 7 Uhr ſtäubt dann der Roggen und eine große Zahl verſchiedener Wieſengräſer, namentlich das Knaulgras (Dactylis), das Bartgras (Andropogon), die Zwecke (Brachypodium) und viele Arten der Gattung Schwingel (Festuca). Zwiſchen 7 und 8 Uhr ſtäuben die Hafer aus der Gruppe Trisetum, der Fuchsſchwanz (Alopecurus), das Lieſchgras (Phleum) und das Ruchgras (Anthoxanthum). Nun tritt, wenigſtens unter den im mittlern Europa einheimiſchen Gräſern, eine Pauſe ein. Von ausländiſchen, bei uns in Gärten gezogenen Arten ſtäuben im Laufe des Vormittags und zwar von 8—9 Uhr die Hirſe und die Moorhirſe (Panicum milliaceum und Sorghum), von 9—10 Uhr die Kolbenhirſe (Setaria Italica) und das braſiliſche Savannengras (Gynereum argenteum). Gegen die Mittagszeit kommen wieder einheimiſche Gräſer an die Reihe. Um 11 Uhr ſtäuben die meiſten Arten der Gattung Straußgras (Agrostis) und zwiſchen 12 und 1 Uhr das Perlgras (Melica), das Pfeifengras (Molinia), das Borſtengras (Nardus), das Haargras (Elymus), das Hartgras (Scleropoa) und mehrere Reithgräſer (Calamagrostis). Im Laufe des Nachmittags gelangen

dann nur noch vereinzelte Arten zum Ausstäuben, so unter anderm um 2 Uhr die Trespen (Bromus), um 3 Uhr einige Hafer (Avena), um 4 Uhr die Quecken (Agropyrum) und zwischen 5 und 6 Uhr die Waldschmiele (Aira flexuosa). Sehr merkwürdig ist, daß das Honiggras (Holcus) bei günstigen Witterungsverhältnissen zweimal an einem Tage die Spelzen auseinander spreizt, die Antheren vorschiebt und den Pollen ausstäubt, einmal am Morgen nach 6 Uhr, dann zum zweiten Male abends um 7 Uhr, und zwar stets beim Eintritte einer Temperatur der Luft von 14 Grad. In den meisten Fällen dauert der ganze Vorgang in einer Blüte 15—20 Minuten.

Mit dem Auseinanderweichen der Spelzen und mit dem Vorschieben der Antheren sind häufig auch Veränderungen in der Lage und Richtung der ährentragenden Stiele verbunden. So z. B. werden die Stielchen der Blütenähren von Agrostis, Apera, Calamagrostis, Koeleria und Trisetum für die Zeit, in welcher das Ausstäuben stattfinden soll, spreizend und bilden gegen die Spindel, von der sie sich abzweigen, Winkel von 45, beziehentlich 80 Grad. Sobald aber das Ausstäuben vorüber ist, bewegen sich alle diese Stiele wieder gegen die Hauptachse des ganzen Blütenstandes, und die Rispe erscheint dann wie zusammengezogen. Augenscheinlich haben diese Bewegungen den Zweck, für die hervortretenden Antheren den nötigen Raum zu schaffen, damit sie ungehindert pendeln und schwingen und dabei den Pollen ausstreuen können. An jenen Gräsern, deren Blüten in dichten Ähren beisammenstehen, und auch bei einem großen Teile der Cyperaceen, namentlich der Gattung Segge (Carex), findet nicht eigentlich ein Aufklappen, sondern nur eine Lockerung der Deckblättchen statt, und bisweilen ist diese so unbedeutend, daß man sie bei flüchtiger Betrachtung kaum bemerkt. In solchen Fällen sind auch die fadenförmigen Antherenträger nur teilweise sichtbar; die Antheren werden durch die rasch auswachsenden Fäden über die Spelzen vorgeschoben und emporgehoben. Sobald ein Faden die entsprechende Länge erreicht hat, wird sein oberes Ende überhängend, die Anthere erscheint dann an diesem Ende wie aufgehängt und findet kein Hindernis bei den zum Ausschütteln des Pollens notwendigen Bewegungen.

Ähnlich wie bei den Gräsern und Seggen wird der stäubende Pollen bei dem Hanfe und Hopfen (Cannabis, Humulus) und bei zahlreichen Arten der Gattungen Ampfer und Wiesenraute (z. B. Rumex alpinus und scutatus, Thalictrum alpinum, foetidum, minus) aus den an zarten Fäden pendelnden Antheren ausgeschüttelt; nur bilden bei diesen Pflanzen nicht Spelzen, sondern kleine Blumenblättchen die schützende Hülle der noch geschlossenen Antheren. Auch werden bei dem Hanfe und Hopfen und den genannten Arten der Wiesenraute die aufgesprungenen Pollenbehälter nicht spreizend und klaffend, sondern die Risse, welche sich beim Aufspringen bilden, sind parallel und anfänglich so schmal, daß der stäubende Pollen nur ganz allmählich aus der engen Spalte herausgeschüttelt werden kann. Auch bei den Wegerichen (Plantago) wird der stäubende Pollen aus den von langen Fäden getragenen Antheren durch die Luftströmungen ausgeschüttelt. In der Blütenknospe sind die Fäden noch eingeschlagen, sobald sich aber die Blumenblätter auseinander thun, strecken sich die Fäden gerade und ragen straff aus der Blütenähre hervor. Die von diesen Fäden getragenen beweglichen Antheren sind breit und meistens von herzförmiger Gestalt; die beiden Pollenbehälter, aus welchen sie sich zusammensetzen, öffnen sich nur an der dem Himmel zugewandten Seite, und es ist daher die kurze klaffende Spalte, durch welche der Pollen in die Luft befördert werden soll, nach oben gerichtet. Hiermit hängt es wohl zusammen, daß bei den Wegerichen ein paar Tage vergehen, bis aller Pollen ausgeschüttelt ist. An die Wegeriche reihen sich dann noch die Rüstern (Ulmus; s. Abbildung, S. 141), die japanische Bocconia (Bocconia Japonica), die Wiesenrauten mit aufrecht abstehenden Staubfäden (Thalictrum aquilegifolium, angustifolium, flavum ꝛc.) sowie mehrere Arten der Gattungen Becherblume und Wiesenknopf (Poterium, Sanguisorba). Die Staubfäden

der Rüſtern ſind zu allen Zeiten gerade, ſtrecken ſich aber kurz vor dem Öffnen der Antheren um das Doppelte ihrer urſprünglichen Länge, und die aufgeſprungenen Antheren präſentieren ſich dann als zwei weit offene Schalen; bei der Bocconia haben die Pollenbehälter die Geſtalt langer, ſchmaler Niſchen; ihre aufrecht abſtehenden fadenförmigen Träger ſind ähnlich jenem Schmucke der Barockzeit, welcher unter dem Namen Zitternadel bekannt iſt, ſchlängelig hin- und hergebogen und zittern im Anhauche des ſchwächſten Windes. Bei der in unſern Voralpen häufigen Wieſenraute Thalictrum aquilegifolium ſowie bei dem ſibiriſchen Wie-

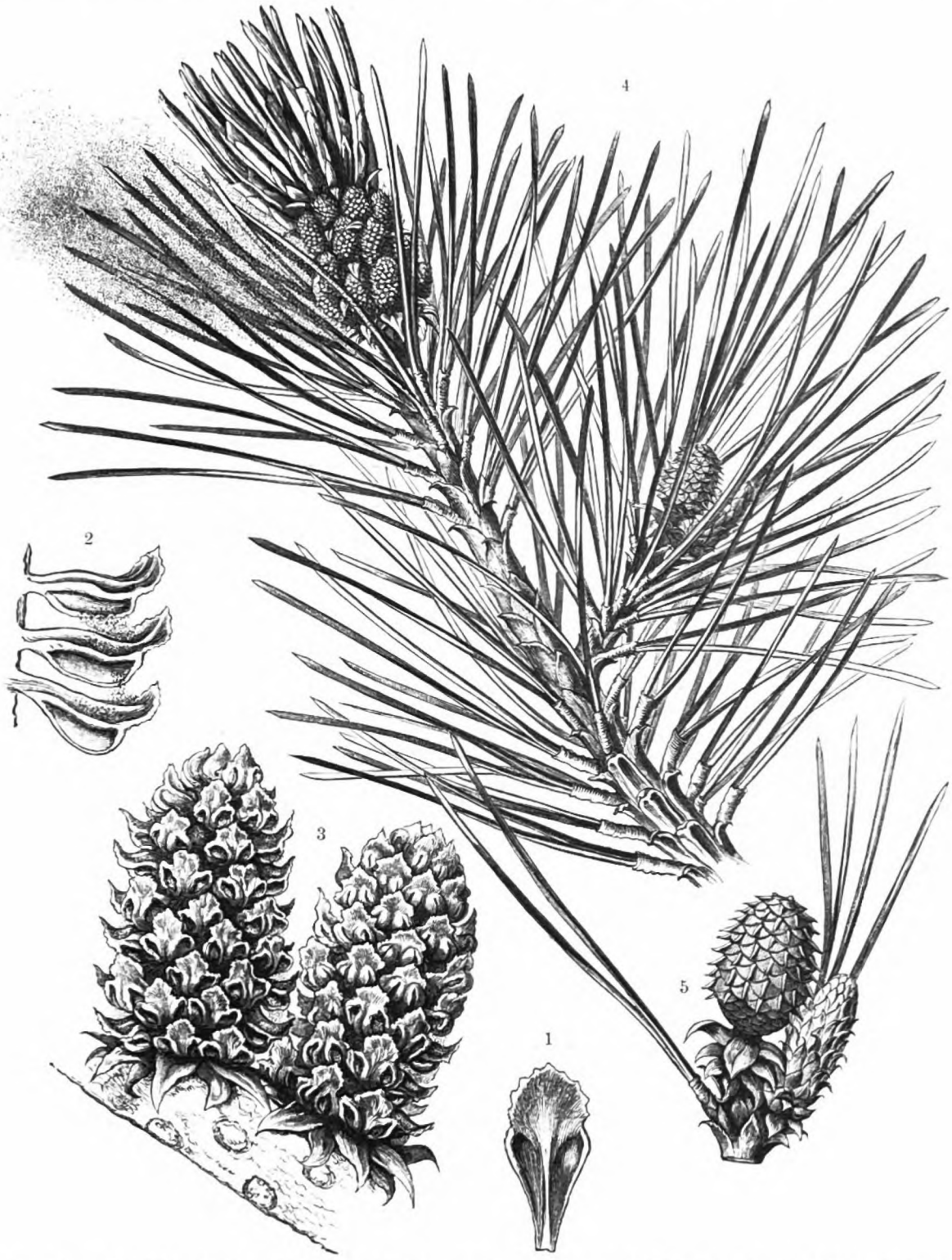


Rüſter (Ulmus glabra), Fig. 1 mit Blüten, Fig. 2 mit Früchten. Vgl. Text, S. 140 und 148.

ſenknopfe Sanguisorba alpina ſind die Staubfäden nach oben zu keulenförmig verdickt und, ähnlich wie jene der Bocconia, ſo eingerichtet, daß ſie ſelbſt bei ſchwach bewegter Luft leicht ins Schwanken kommen. Die Arten der Gattungen Plantago, Thalictrum und Ulmus ſind auch inſofern bemerkenswert, als ſich die bei trocknem Wetter gebildeten Spalten ihrer Pollenbehälter bei Eintritt von Regen raſch ſchließen und ſo lange geſchloſſen bleiben, bis der Regen aufgehört hat und die Luft wieder trockner geworden iſt.

In allen bisher beſprochenen Fällen gelangt der in den Antheren erzeugte ſtäubende Pollen von ſeiner Bildungsſtätte unmittelbar in die umgebende Luft. Nun gibt es aber auch noch viele Pflanzen, deren ſtäubender Pollen aus den Antheren zunächſt auf einen geeigneten, gegen Näſſe geſchützten Platz im Bereiche der Blüten fällt,

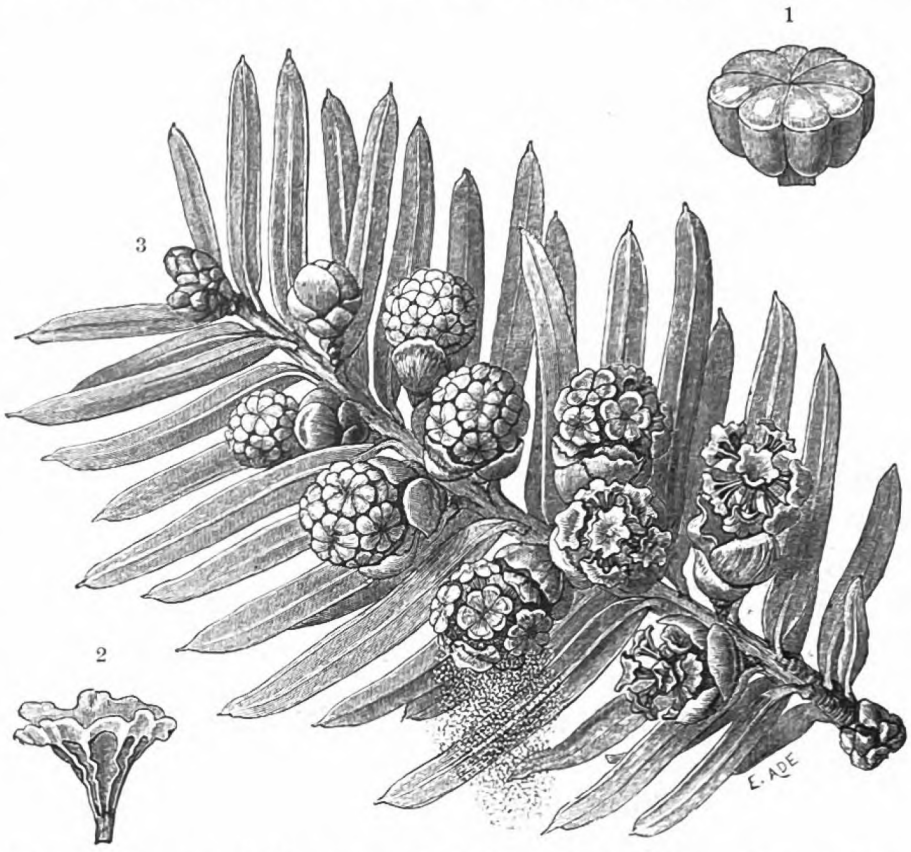
daſelbſt kürzere oder längere Zeit verweilt und erſt dann, wenn die für ſeine Verbreitung geeignetſten Verhältniſſe in der Umgebung eingetreten ſind, vom Winde weggeblaſen wird. Als zeitweilige Ablagerungsſtätte für ſolchen Pollen werden



Legföhre (Pinus Pumilio): 1. Ein einzelnes Pollenblatt von oben geſehen. — 2. Drei übereinander ſtehende Pollenblätter von der Seite geſehen. Der aus einer obern Anthere ausfallende Pollen gelangt zunächſt auf die obere Seite der nächſt tiefer ſtehenden Anthere. — 3. Zwei Ähren aus Pollenblättern. — 4. Ein Zweig, aus deſſen gipfelſtändigen Ähren der Pollen ausſtäubt. — 5. Fruchtblüte. — Fig. 1, 2: 10fach; Fig. 3: 8fach; Fig. 5: 2fach vergrößert; Fig. 4 in natürlicher Größe.
Vgl. Text, S. 143 und in ſpätern Kapiteln.

ſehr verſchiedene Teile der Blüte in Anſpruch genommen. Bei den Kiefern, Tannen und Fichten dient ſeltſamerweiſe die Rückſeite eines andern Pollenblattes zu dieſem Zwecke. Wie die Fig. 1 der obenſtehenden Abbildung zeigt, iſt bei der Legföhre oder Krummholzkiefer

(Pinus Pumilio) die obere Seite aller Pollenblätter infolge des Aufbiegens der seitlichen Ränder sowie des Aufstülpens der großen häutigen Schuppe, in welche das Konnektiv ausläuft, etwas grubig vertieft; zudem findet sich dort rechts und links von der Mittellinie eines jeden Pollenblattes eine seichte Mulde. Wie man sich leicht überzeugt, dienen diese grubigen Vertiefungen zur Aufnahme jenes Pollens, welcher aus den darüberstehenden Antheren herabfällt (s. S. 142, Fig. 2), und da sich gewöhnlich sämtliche in eine Ähre zusammengedrängte Antheren auf einmal öffnen, so tragen auch sämtliche Pollenblätter der betreffenden Ähre zu gleicher Zeit den staubartigen Pollen auf ihren Rücken (s. S. 142, Fig. 3). Solange die Winde schweigen, bleibt der Pollen ruhig auf dieser Ablagerungsstätte liegen, sobald aber ein Windstoß die Äste und Zweige der Kiefer schüttelt, kommt der abgelagerte Pollen aus seinem Verstecke zum Vorscheine, und man sieht ganze Wolken gelben Staubes von den Ähren emporwirbeln (s. S. 142, Fig. 4).



Eibe (Taxus baccata): 1. Eine Anthere mit geschlossenen Pollenbehältern. — 2. Eine Anthere mit geöffneten und entleerten Pollenbehältern. — 3. Ein Zweig, aus dessen untern Blüten der Pollen ausstäubt. — Fig. 1, 2: 2fach; Fig. 3: 7fach vergrößert. Vgl. Text, S. 144.

Einigermaßen abweichend von dieser für die Kiefern, Tannen und Fichten so bezeichnenden Einrichtung ist jene, welche bei der Eibe (Taxus) beobachtet wird. Das Konnektiv der Pollenblätter endigt bei diesem Nadelholze nicht mit einer aufgestülpten Schuppe, sondern mit einem kreisförmigen, am Rande gekerbten Schildchen. Die Pollenbehälter erscheinen der untern, beziehentlich hintern Seite dieses Schildchens angeheftet, wie an der obenstehenden Abbildung, Fig. 1 zu sehen ist. Auch sind die Pollenblätter zu rundlichen Köpfchen vereinigt, und die schildförmigen Konnektive schließen mosaikartig dicht zusammen, so daß man bei oberflächlicher Ansicht die Pollenbehälter gar nicht zu sehen bekommt. Wenn der Pollen seine Reife erlangt und die Form des Staubes angenommen hat, springen die unter den Schildern versteckten Pollenbehälter auf, die Wände derselben schrumpfen zusammen, und die Pollenblätter haben jetzt die Form angenommen, wie sie die Figur 2 in der obenstehenden Abbildung zur Anschauung bringt. Die Schilder gleichen nun Kuppeln, welche von kurzen Säulen getragen werden und sich über Räume wölben, in denen loser, staubförmiger Pollen aufgespeichert ist. In warmer, trockner Luft zieht sich das Gewebe der Schilder etwas zusammen, es entstehen infolgedessen zwischen den Schildern spaltenförmige Öffnungen, und die aus den Pollenblättern gebildete Kugel sieht wie zerklüftet aus (s. obenstehende Abbildung, Fig. 3). Sobald nun ein Windstoß die Eibenzweige ins Schwanken bringt, stäubt ein Teil des Pollens durch die eben erwähnten Spalten in Form kleiner

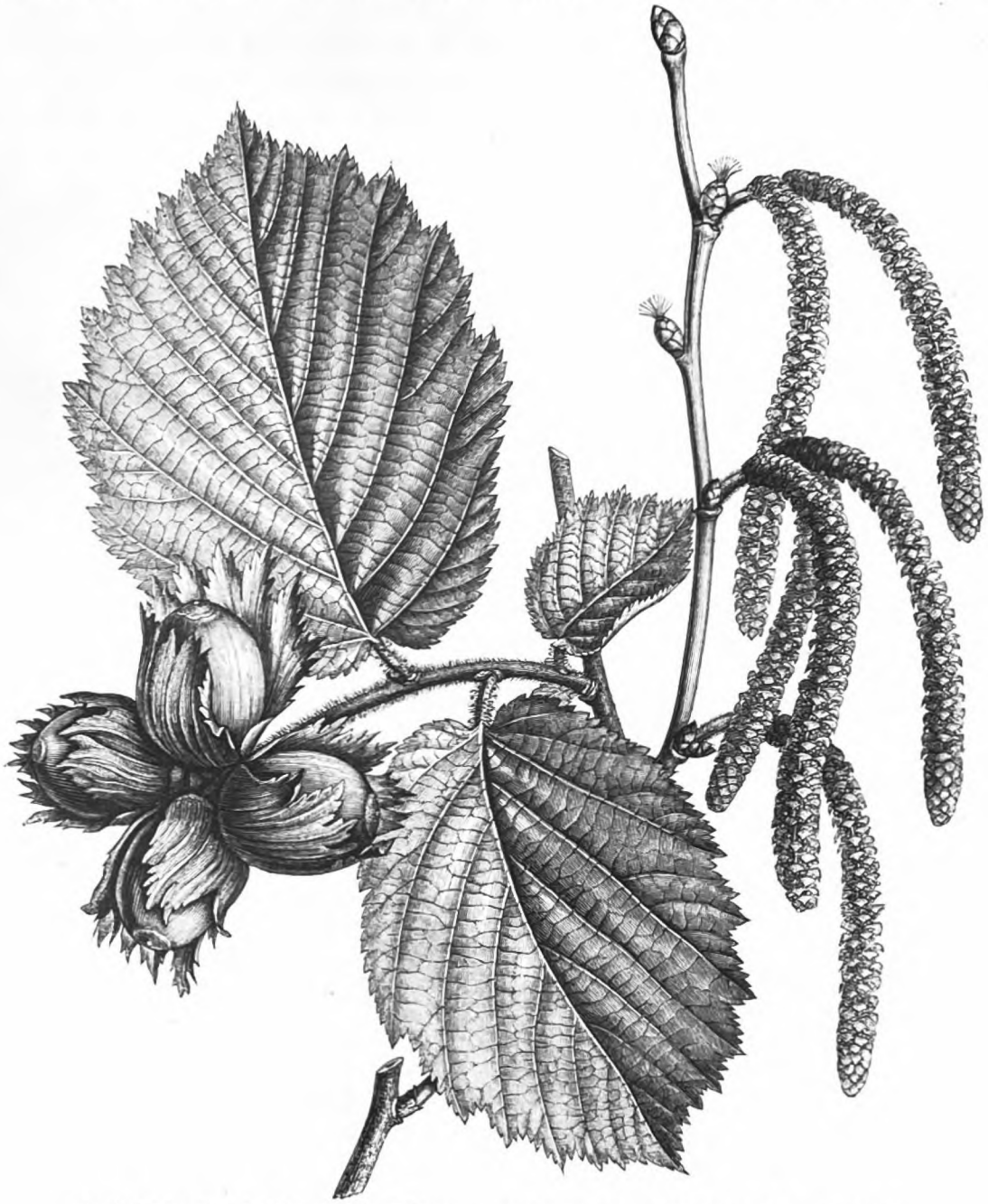
Wölkchen aus. Abends, wenn die Luft feuchter wird, sowie an trüben, regnerischen Tagen schließen die Schilder wieder zusammen, der noch vorhandene Pollen wird eingekapselt und gegen Nässe geschützt. Tritt neuerdings warme, trockne Witterung ein, so stellen sich die Spalten wieder ein, und es kann der letzte Rest des Pollens ausgeschüttelt und fortgeblasen werden.

Die Einrichtung, welche hier an der Eibe als einem leicht zugänglichen Beispiele geschildert wurde, findet man allerdings in Einzelheiten mannigfach abgeändert, in der Hauptsache aber übereinstimmend an dem Wacholder, den Cypressen und Lebensbäumen (Juniperus, Cupressus, Thuja), und es wurden auch von einer Wacholderart, nämlich von Juniperus Virginiana, die bei trockner Luft geöffneten, bei feuchter Luft geschlossenen Köpfchen aus Pollenblättern bereits auf S. 123, Fig. 15—18 bildlich zur Darstellung gebracht. Merkwürdigerweise zeigen auch die im übrigen mit den zuletzt genannten Nadelhölzern in keinen verwandtschaftlichen Beziehungen stehenden Platanen (Platanus) ganz ähnliche Verhältnisse bei dem Verstäuben des Pollens. Die Pollenblätter derselben besitzen nämlich ein über den Antheren verbreitetes schildförmiges oder kissenförmiges Konnektiv, und jedes einzelne Pollenblatt, für sich betrachtet, erinnert an einen kurzen Nagel mit großem, dickem Kopfe. Neben kleinen Wärzchen, welche als verkümmerte Blumenblätter gedeutet werden, trägt der kugelförmige Boden des Blütenstandes eine große Zahl der eben beschriebenen nagelförmigen Pollenblätter. Dieselben stehen nach allen Seiten von der Kugel ab, und ihre schildförmigen Konnektive berühren sich gegenseitig an den Rändern ganz ähnlich wie jene der Eibe. So wie dort bilden sich unter der Decke der zusammenschließenden Konnektive Hohlräume aus, welche als zeitweilige Ablagerungsstätte für die aus den aufgesprungenen und zusammengeschrumpften Antheren entbundenen Pollenzellen dienen. Der Vorgang, wie diese Pollenzellen schließlich als Staub in die Luft gestreut werden, ist nun freilich wesentlich anders als bei den Eiben, Cypressen und dem Wacholder. Bei den Platanen fallen nämlich einzelne der nagelförmigen Pollenblätter aus dem kugelförmigen Blütenstande wie Stifte aus einem Mosaik heraus, und es entstehen auf diese Weise Löcher, welche sich als die Mündungen der mit stäubendem Pollen erfüllten Hohlräume darstellen. Aus diesen Löchern stäubt aber der Pollen in Form kleiner Wölkchen aus, sobald die an langen, schnurförmigen Stielen hängenden Blütenstände durch den Wind hin- und hergeschwenkt werden.

Bei den zahlreichen Bäumen und Sträuchern, deren ährenförmige Vereinigungen von Pollenblüten die Gestalt *überhängender Quasten und Troddeln haben*, wie beispielsweise bei der in der Abbildung auf S. 145 dargestellten Hasel (Corylus), der auf S. 133 abgebildeten Erle (Alnus), der im I. Bande auf S. 700 dargestellten Walnuß (Juglans), weiterhin bei den Birken, Pappeln und Hainbuchen, *dient die Rückseite der Blüten als zeitweilige Ablagerungsstätte des Pollens*. Die Blütenähren aller dieser Gewächse sind anfänglich aufrecht und stellen kurze, dicke Zapfen und Cylinder dar. Kurze Zeit, bevor die Antheren aufspringen, streckt sich die Spindel der Ähren und wird überhängend; die an der Spindel sitzenden Blüten erhalten dadurch sämtlich eine gestürzte Lage, die offene Seite derselben ist jetzt nach abwärts, die Rückseite nach aufwärts gewendet. Die Rückseite einer jeden Blüte ist so eingerichtet, daß sie den Pollen, welcher aus den Antheren der darüberstehenden Blüten ausfällt, aufnimmt und so lange zurückhält, bis ein Windstoß die Quaste ins Schwanken bringt und dadurch ein Ausstäuben veranlaßt. (Vgl. Band I, S. 699—701.)

Mitunter gestaltet sich *die obere schalenförmig ausgehöhlte Seite der Blumenblätter und Deckblätter zur zeitweiligen Ablagerungsstätte des stäubenden Pollens*. Das ist zum Beispiele der Fall bei verschiedenen Arten der Gattung Laichkraut (Potamogeton), bei dem Dreizacke (Triglochin) und dem Sanddorne (Hippophaë). An dem krausblätterigen Laichkraute (Potamogeton crispus), einer in Teichen und langsam fließenden Bächen untergetaucht lebenden Pflanze, welche ihre Blütenähren im Hochsommer über den

Waſſerſpiegel emporſchiebt (ſ. die Abbildung auf S. 146), erſcheinen die fleiſchigen, rötlich-braunen, großen Narben ſchon zu einer Zeit befähigt, Pollen aufzunehmen, wann die nebenan ſtehenden Antheren noch geſchloſſen ſind. Ja, nicht einmal die Blumenblätter der betreffenden Blüten haben ſich zu dieſer Zeit auseinander gethan, und man ſieht ſie unterhalb der vorgeſchobenen, kreuzweiſe geſtellten vier Narbenlappen über die Antheren gedeckt. Erſt

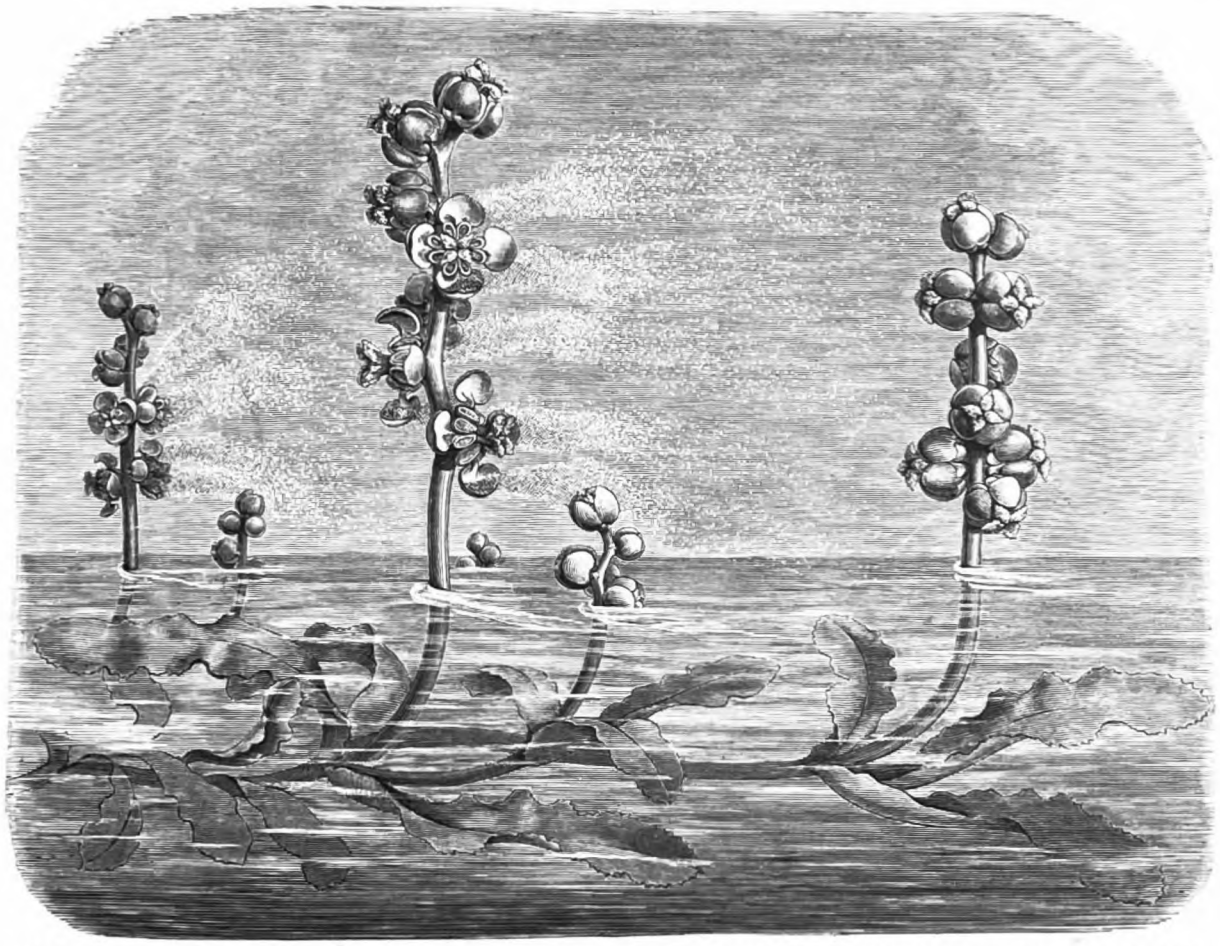


Haſel (Corylus Avellana) mit Blüten und Früchten. Vgl. Text, S. 144 und 148.

dann, wenn die Narben ſchon zu welken beginnen, ſchlagen ſich die ſchalenförmigen, kurzgeſtielten Blumenblätter zurück. Faſt gleichzeitig bilden ſich an den großen weißen Antheren Längsriſſe, die ſich raſch in weit klaffende Spalten umwandeln, aus welchen mehliger gelber Pollen reichlich hervorquillt. Wenn zur Zeit des Aufſpringens der Antheren ein friſcher, trockner Wind über die aus dem Waſſer ragenden Ähren des Laichkrautes ſtreicht, ſo wird ein Teil des Pollens ſofort als Staub fortgetragen; wenn aber Windſtille herrſcht, ſo fällt der Pollen zum Teile nach abwärts in die Aushöhlung desjenigen Blumenblattes, welches wie eine Schale oder wie ein kurzgeſtielter Löffel unter die Antheren geſtellt iſt. Hier kann

der Pollen bei ruhiger Luft ſtundenlang abgelagert bleiben. Erſt beim Eintreten eines kräftigen Windſtoßes wird er aus der Schale weggeblaſen und in wagerechter Richtung zu andern über das Waſſer aufragenden Ähren hingetragen, deren Blüten ſich noch in einem ſehr frühen Entwickelungszuſtande befinden, und wo zwar die vierſtrahligen Narben ſchon zur Aufnahme von Pollen bereit, aber die Antheren noch nicht aufgeſprungen und die Blumenblätter noch geſchloſſen ſind (ſ. untenſtehende Abbildung).

Noch auffallender als bei dieſem Laichkraute iſt die zeitweilige Aufſpeicherung des Pollens in den ausgehöhlten Blumenblättern bei dem Dreizacke (Triglochin). Auch bei dieſer Pflanze eilt die Entwickelung der Narben jener der Antheren um 2—3 Tage voraus. So-

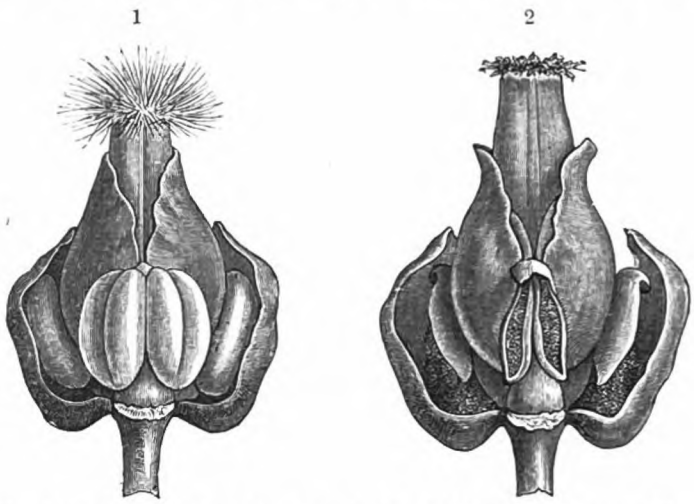


Krauſes Laichkraut (Potamogeton crispus) mit ausſtäubenden Pollen. Vgl. Text, S. 133, 145 und 148.

lange die ſprengwedelförmige Narbe am Scheitel des Fruchtknotens friſch und zur Aufnahme des Pollens geeignet iſt, ſind die Antheren geſchloſſen, und erſt dann, wenn die Narben verwelkt, verſchrumpft und gebräunt ſind, öffnen ſich die Antheren (ſ. Abbildung, S. 147, Fig. 1 und 2). Die Pollenblätter, ſechs an der Zahl, ſtehen in zwei dreigliederigen Wirteln übereinander (vgl. Band I, S. 605), und unter jedem Pollenblatte befindet ſich ein tief ausgehöhltes Blumenblatt. Sobald ſich die Antheren öffnen, kollert der Pollen in die Aushöhlung des daruntерſtehenden Blumenblattes, das ſich inzwiſchen etwas von der Achſe entfernt und gelockert hat. Hier verweilt er ſo lange, bis ihn ein die ſchlanken Blütenähren hin- und herſchwenkender Windſtoß aus ſeinem zeitweiligen Verſtecke hinausbläſt. Bemerkenswert iſt der Umſtand, daß ſich nicht alle ſechs Antheren einer Blüte auf einmal öffnen, ſondern daß zuerſt der untere dreigliederige Wirtel der Pollenblätter an die Reihe kommt, und daß dann, wenn der Pollen derſelben auf die angegebene Weiſe durch den Wind entführt worden iſt, ſowohl die entleerten Pollenblätter als auch die daruntерſtehenden Blumenblätter

abfallen. Nun erſt lockert ſich der nächſt höhere Wirtel der Blumenblätter; die Antheren der drei obern Pollenblätter ſpringen auf, ihr Pollen gleitet in die darunterſtehenden Ausſackungen der Blumenblätter, und es wiederholt ſich genau der früher geſchilderte Vorgang.

Als ein drittes hierher gehöriges Beiſpiel wäre noch der Sanddorn (Hippophaë) erwähnenswert, der auf S. 109, Fig. 2—5 abgebildet iſt. Die Blüten erſcheinen bei dieſem Strauche an der Seite holziger Zweige in Form kleiner Knäuel gruppiert. Jede Staubblüte ſetzt ſich aus vier Pollenblättern und aus zwei ſchalenförmigen, gegenüberſtehenden Deckblättern zuſammen; die letztern liegen mit ihren Rändern aneinander, und es entſteht dadurch eine kleine Blaſe, in der die vier Pollenblätter verſteckt ſind. Der Pollen hat eine orangegelbe Farbe, iſt mehlig und wird ſchon zu einer Zeit aus den Antheren entbunden, wenn die Blaſe noch geſchloſſen iſt. Er fällt auf den Boden des blaſenförmigen Hohlraumes und iſt dort gegen Regen und Tau durch die ihn überwölbenden Deckblätter trefflich geſchützt. Wenn ein warmer, trockner Wind über die Sanddornſträucher weht, öffnen ſich die Blaſen, es entſtehen zwei gegenüberſtehende, klaffende Spalten, und der Pollen wird aus ſeiner bisherigen Ablagerungsſtätte in kleinen Priſen hinausgeblaſen. Bei feuchtem Wetter ſchließen die beiden Deckblätter raſch zuſammen und ſchützen den noch vorhandenen Pollen gegen Näſſe; bei Eintritt trockner Witterung weichen ſie wieder auseinander, geſtatten dem Winde den Durchzug und laſſen die Reſte des noch vorhandenen Pollens entführen. Durch dieſe einfache Vorrichtung wird verhindert, daß der ſtäubende Pollen bei Regenwetter durch Näſſe verdirbt, und anderſeits iſt doch die Möglichkeit gegeben, daß er bei dem Eintritte günſtiger äußerer Verhältniſſe zu den Narben benachbarter Sträucher gelangt.



Dreizack (Triglochin palustre): 1. Eine Blüte, deren ſprengwedelförmige Narbe bereits belegungsfähig iſt, während die ſämtlichen Antheren noch geſchloſſen ſind. — 2. Eine Blüte, deren Narbe bereits verwelkt iſt, während die drei untern Antheren ſich geöffnet und ihren Pollen in die darunterſtehenden ausgehöhlten Perigonblätter abgelagert haben. — Von beiden Blüten das vordere untere Perigonblatt weggeſchnitten. 8fach vergrößert. Vgl. Text, S. 133, 146 und 148.

Im Zuſammenhange mit den hier in langer Reihenfolge geſchilderten Einrichtungen, deren Bedeutung darin liegt, daß das Ausſtäuben des Pollens nur in den geeignetſten, günſtigſten Zeitpunkten erfolgt, ſteht auch die Freihaltung des Weges, auf welchem der ſtäubende Pollen durch den Wind fortgeführt wird, und weiterhin auch die Geſtalt der zur Aufnahme des ſtäubenden Pollens beſtimmten Narben. Was das erſtere anbelangt, ſo iſt es eigentlich ſelbſtverſtändlich, daß ſich in die Bahn, auf welcher die Staubwölkchen des Pollens zu den Narben hingeführt werden ſollen, kein Hindernis einſchiebt. Würden die Blüten des Dreizackes, des Laichkrautes und der Gräſer von breiten Laubblättern verhüllt ſein, ſo müßte ein großer Teil des Pollens an dieſen Blättern hängen bleiben, und er müßte daſelbſt gerade ſo zu Grunde gehen, wie wenn er auf die Erde oder in das Waſſer gefallen wäre. Dem entſprechend ſind auch alle Blüten, aus welchen der Wind den Pollen fortzublaſen hat, an den obern Enden der Stengel in Ähren und Riſpen zuſammengeſtellt und frei in die Luft ragend, aber niemals von breit angelegtem Laubwerke verdeckt. Beſonders zu beachten iſt auch der Umſtand, daß eine große Zahl der Pflanzen mit ſtäubendem Pollen vorläufig blühen, das heißt ſchon zu einer Zeit ihren Pollen dem Winde übergeben, wenn das grüne Laub noch unentwickelt in den Knoſpen geborgen iſt oder eben

erſt aus den Knoſpen hervordrängt. Der Sanddorn, die Erle, die Eſche, die Rüſter, die Haſel, die Birke und die Eſpe, ſie alle blühen und ſtäuben zu einer Zeit, in welcher die Zweige des grünen Blattſchmuckes entbehren (ſ. die Abbildungen auf S. 109, 133, 136, 141 und 145). Würden dieſe Gewächſe erſt dann zu blühen beginnen, wenn das breit angelegte Laub ſchon vollſtändig ausgewachſen iſt, ſo wäre die Übertragung des Pollens durch den Wind nahezu unmöglich. Der Weg zu den Narben wäre mit unzähligen hemmenden Scheidewänden verſtellt und verrammelt, an welchen der Pollen unvermeidlich hängen bleiben müßte.

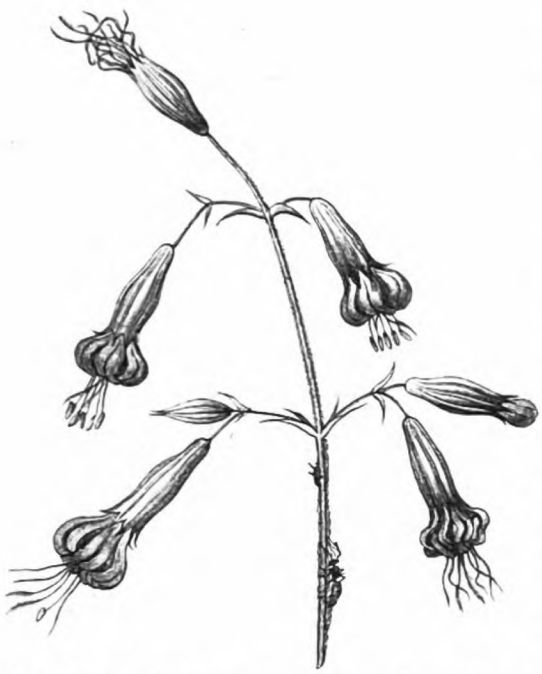
Was die Narben anbelangt, ſo ſind ſie bei den Pflanzen mit ſtäubendem Pollen alleſamt als rechte Staubfänger ausgebildet. In dem einen Falle ſind ſie fleiſchig, gewulſtet und an der dem Winde zugänglichen Fläche wie mit Samt überzogen (ſ. Abbildung, S. 146), in dem andern Falle bilden ſie ein Gewirre aus langen, papillöſen oder haarigen Fäden, wie beiſpielsweiſe an dem Papiermaulbeerbaume (ſ. Abbildung, S. 135, Fig. 1 und 6), bald erſcheinen ſie als zarte Federn (ſ. Abbildung, S. 137), bald als Pinſel und Sprengwedel (ſ. Abbildung, S. 147). Immer ſind ſie zur Zeit, in welcher, durch die Witterung begünſtigt, das Ausſtäuben ſtattfindet, ganz frei dem Winde ausgeſetzt und ſo geſtellt, daß die durch die Lüfte ſchwebenden Pollenzellen, ſobald ſie mit ihnen in Berührung kommen, wie die Mücken von dem Spinnengewebe feſtgehalten werden. Und trotz aller dieſer Einrichtungen würde die Beſtäubung der Narben durch Vermittelung des Windes fraglich bleiben, wenn nicht noch ein andrer Umſtand ins Mittel käme. Der Wind iſt eben ein gar unſicheres Gefährt, zumal für einen Gegenſtand, der ſich ganz unthätig verhält, und der auf die Richtung des Weges gar keinen Einfluß zu nehmen vermag. Da iſt es aber von Wichtigkeit, daß eine möglichſt weitgehende Verteilung und Verbreitung des zu übertragenden Pollens ſtattfinde, und dieſe iſt wieder nur dann möglich, wenn die Zahl der entführten Pollenzellen recht groß iſt. Würden in dem Blütenſtande einer Neſſel nur ein paar tauſend Pollenzellen erzeugt und als ein Spiel des Windes preisgegeben werden, ſo müßte man es faſt als einen glücklichen Zufall preiſen, wenn auch nur eine einzige dieſer Pollenzellen von den Narben eines 5 m weit entfernten Stockes aufgefangen würde; ſo aber geht die Zahl der Zellen, welche den ſtäubenden Pollen einer Neſſelſtaude bilden, in die Milliarden, und es wird dadurch die Wahrſcheinlichkeit der Beſtäubung in entſprechendem Maße erhöht. Wenn man die Staubblüten von Nadelhölzern, Haſeln, Birken, Hanf und Neſſeln, noch ehe ſich deren Antheren geöffnet haben, abpflückt, auf eine entſprechende Unterlage bringt und das Aufſpringen der Antheren abwartet, ſo ſtaunt man über die Maſſe des ſich entbindenden Blütenſtaubes. Es ſcheint kaum glaublich, daß ſich in den ſo kleinen Antheren eine ſo große Menge von Pollen entwickeln konnte, und das ſcheinbare Mißverhältnis wird erſt begreiflich, wenn man bedenkt, daß die Zellen, welche innerhalb der Antheren dicht aneinander ſchloſſen, jetzt nur mehr loſe zuſammengehäuft ſind, und daß dieſes Haufwerk von unzähligen Zwiſchenräumen durchſetzt iſt. In Jahren, die für die Blüte der Nadelhölzer beſonders günſtig ſind, wallen und wogen in den Kiefernwäldern bei mäßigem Winde gewaltige Staubwolken nicht nur durch die Baumkronen, ſondern oft weit darüber hinaus, ſo daß ſchließlich außer den Fruchtblüten, Nadeln und Zweigen dieſer Bäume auch die Blätter benachbarter Laubhölzer, ja ſelbſt Kräuter und Gräſer der angrenzenden Wieſen mit gelblichem Pollen eingepudert werden. Fällt in einer ſolchen Blütenperiode ein Gewitterregen, ſo kann der Pollen abgeſpült und durch das über den Boden fließende Regenwaſſer zuſammengeſchwemmt werden, und wenn dann die Gewäſſer abgefloſſen ſind, bleiben auf der Erde mitunter ſtreifen- und fleckenförmige Ablagerungen eines gelben Pulvers zurück, welche vielfach die Angaben von gefallenem Schwefelregen veranlaßt haben.

Die Übertragung des Pollens durch Tiere.

Würde dieſes Buch mit Initialen ausgeſtattet ſein, welche den Inhalt der Abſchnitte durch bildliche Darſtellungen andeuten ſollen, ſo müßte hier am Kopfe des Kapitels eine Gruppe von Blumen ſtehen, welche von Faltern, Hummeln und Bienen umſchwärmt wird, es müßte der Künſtler in die Schnörkel des Anfangsbuchſtabens eins jener Stillleben einflechten, die an hellen Sommertagen in Wald und Flur ſo lieblich zu ſchauen ſind und in den poetiſch angehauchten Schilderungen der Blumenwelt ſowie in den Schöpfungen der bildenden Kunſt bei naiven Völkern eine ſo hervorragende Rolle ſpielen. Darſtellungen von Schmetterlingen, welche um bunte Blumen gaukeln, und von emſigen Bienen, welche ſich den Honigſeim aus den Blütenkelchen holen, finden übrigens ſelbſt in unſrer der Kleinmalerei abholden Zeit immer noch ihr dankbares Publikum. Zumal in der fröhlichen Jugendzeit haftet das Auge mit Vorliebe an ſolchen freundlichen Bildern, und da die Jugend niemals ausſtirbt, wird es auch zu keiner Zeit an Leuten fehlen, welche den ſchönen Linien und Farben im engen Rahmen der blumigen Wieſe und des ſonnendurchleuchteten Waldrandes weit mehr Zuneigung entgegenbringen als der in großen Zügen ſich darſtellenden Landſchaft. Wenn aber ſchon die flüchtige Betrachtung der Beziehungen zwiſchen den Blumen und ihren Beſuchern ein äſthetiſches Behagen zu veranlaſſen im ſtande iſt und bei allen Völkern und zu allen Zeiten die Anregung zu anmutigen Kunſtſchöpfungen gegeben hat, um wieviel mehr vermag der tiefere Einblick das wiſſenſchaftliche Intereſſe anzuregen, und welche hohe geiſtige Befriedigung muß es gewähren, den Gründen dieſer merkwürdigen Beziehungen nachzuforſchen und die gewonnenen Ergebniſſe mit andern Fragen der Wiſſenſchaft in Zuſammenhang zu bringen. Es läßt ſich dreiſt behaupten, daß die ſorgfältigen Unterſuchungen der Vorgänge bei dem Beſuche der Blumen durch Inſekten und andre Tiere die Löſung der die moderne Naturforſchung beherrſchenden Probleme um ein gutes Stück dem Ziele näher gebracht haben, und ebenſo läßt ſich die begründete Erwartung ausſprechen, daß der über ſo manche Rätſel noch lagernde Schleier durch Fortſetzung dieſer Forſchungen in Kürze gelüftet werden wird.

Wenn die Zoologen behaupten, daß viele Ausbildungen an dem Körper der Inſekten mit der Form gewiſſer Blüten im Zuſammenhange ſtehen, ſo iſt dieſe Erklärung vollauf berechtigt. Dasſelbe gilt aber auch von dem Ergebniſſe, zu welchem die Botaniker gekommen ſind, daß nämlich zahlreiche Eigenheiten der Blüten mit der Geſtalt und Lebensweiſe der blütenbeſuchenden Tiere im Einklange ſtehen. Nun ſind aber gerade jene Tiere, welche von den Blüten leben, und die zu Grunde gehen müßten, wenn es nur ein einziges Jahr hindurch keine Blüten auf dem Erdenrunde gäbe, in anbetracht der Größe, Form und Bekleidung, in betreff der Nahrungsbedürfniſſe, in Hinblick auf die Flugzeit ſowie mit Rückſicht auf zahlreiche andre nach Klima und Boden ſich richtende Gewohnheiten ungemein verſchieden. Von den winzigen Mücken bis zu den Kolibris und Honigvögeln, von den kaum 1 mm langen ſpringenden Blaſenfüßen, die in und mit den Blüten leben und ſterben, bis zu den Rieſenſchmetterlingen Ceylons, Braſiliens und Neuguineas, deren Flügel eine Spannweite von 16 cm erreichen, und die ſchwerfällig von Blüte zu Blüte flattern, zieht ſich eine lange Stufenleiter, welcher eine ganz ähnliche Reihe aus der Blütenwelt an die Seite geſtellt werden kann. Der Buntheit in der Farbe blütenbeſuchender Tiere, der Ausbildung der Flugvorrichtung bei Käfern, Fliegen, Bienen, Schmetterlingen und Vögeln, der Vielfältigkeit der Organe, mit welchen die genannten Tiere ihre Nahrung aus den Blüten gewinnen, der Greifwerkzeuge, mit welchen ſie ſich an den Blüten anklammern und feſthalten, der Borſten und Haarpelze, mit denen ſie den Pollen abſtreifen, entſpricht eine ebenſo große, augenſcheinlich parallel laufende Farben- und Formenverſchiedenheit im Reiche der Pflanzen.

Gleichzeitig mit dem Öffnen der erſten Lenzesblüten ſchlüpfen auch die erſten Aurorafalter aus ihrer Puppenhülle; Bienen und Hummeln erwachen an demſelben ſonnigen Tage aus dem Winterſchlafe, an welchem die Kätzchen der Weiden, aus der braunen Knoſpenſchuppe hervordrängend, ihren Honig und Pollen ausbieten. Viele Blüten, welche ſich am frühen Morgen öffnen, ſind nur von beſtimmten, zur ſelben Zeit ihre nächtlichen Ruheplätze verlaſſenden Schmetterlingen beſucht; ſobald ſich dieſe Blüten bei Sonnenuntergang ſchließen, ſuchen auch die genannten Tiere ihre Quartiere auf, legen die Flügel zuſammen und bleiben die Nacht hindurch in Schlaf verſunken. Andre Blüten öffnen ſich erſt nach Sonnenuntergang, alſo zur Zeit, wann die Tagfalter ſchon zur Ruhe gegangen ſind; zu dieſen Nachtblüten kommen die Schwärmer, Eulen, Spinner und Spanner angeflogen, die ſich tagsüber in ſchattigen Winkeln verſteckt aufgehalten haben und erſt mit beginnender Dämmerung ihre Ausflüge beginnen. Das ſind gegenſeitige Beziehungen der Lebensäußerungen, welche ſich ſelbſt dem flüchtigen Beobachter in der freien Natur mit jedem neuen Jahre aufdrängen, und die auch unzählige Male geſchildert worden ſind.



Nickendes Leimkraut (Silene nutans) am Tage. Vgl. Text, S. 151 und 152.

Heutzutage begnügen wir uns aber nicht mehr mit der Schilderung des Thatſächlichen, ſondern fragen bei allen Erſcheinungen nach den nahen und fernen Gründen und wollen den urſächlichen Zuſammenhang der vor dem ſtaunenden Auge ſich abſpielenden Vorgänge kennen lernen. Da drängt ſich vor allem die Frage auf: was veranlaßt die Inſekten und kleinen Vögel, zu den Blüten zu kommen, und welcher Vorteil erwächſt der Pflanze aus den ihren Blüten zu teil werdenden Beſuchen? Die Antwort lautet: in einigen Fällen die Sorge um die Brut, in andern Fällen die Annehmlichkeit eines gegen die Unbilden der Witterung geſicherten Unterſtandes und in den meiſten Fällen das Bedürfnis nach Nahrung. Die Blüten bieten aber den Tieren die Brutſtätte für die Nachkommenſchaft, den zeitweiligen behaglichen Unterſtand und die geſuchte Nahrung nicht, ohne eine Gegenleiſtung zu beanſpruchen, ſondern ſind ſo eingerichtet, daß von ihnen die beſuchenden Tiere mit Pollen beladen werden, der dann weiterhin, auf andre Blüten übertragen und dort auf die Narben abgelagert, Veränderungen eingeht, welche die Samenbildung veranlaſſen. Es iſt nun Aufgabe der nachfolgenden Zeilen, dieſe ganz allgemein gehaltene Antwort durch Darſtellung einzelner Fälle zu erläutern und zu begründen.

Was zunächſt die Wahl der Brutſtätte für die Nachkommenſchaft anlangt, ſo iſt längſt bekannt, daß die Nachtſchmetterlinge aus der Gattung Dianthoecia und auch einige Arten der Gattung Mamestra ihre Eier in die Blüten nelkenartiger Gewächſe, z. B. jene des nickenden Leimkrautes, der Klatſchnelke, Kuckucksnelke und des Seifenkrautes (Silene nutans, Silene inflata, Lychnis flos cuculi, Saponaria officinalis), legen. Aus den mittels einer verhältnismäßig langen ſcharfrandigen Legeröhre abgeſetzten Eiern gehen alsbald kleine Raupen hervor, welche ſich in der von Scheidewänden nicht unterbrochenen Höhle des Fruchtknotens frei bewegen und dort nicht nur ein ſicheres Verſteck, ſondern auch die ihnen zuſagende Nahrung finden. Die Raupen leben nämlich von den Samenanlagen und jungen Samen,

welche in der Mitte der Fruchtknotenhöhle dem polsterförmigen oder kegelförmigen Ende des Blütenbodens aufsitzen. Wenn sie ausgewachsen sind, durchbeißen sie die Seitenwand des Fruchtknotens, kriechen durch das gebildete Loch aus der bisher als Wohnstätte benutzten Höhlung ins Freie und kommen auf den Boden herab, um sich daselbst zu verpuppen. Würden die Raupen von Dianthoecia sämtliche im Fruchtknoten angelegten Samen aufzehren, so wäre das kein Vorteil, sondern ein Nachteil für die betreffende Nelkenart. Bei der Fülle von Samenanlagen kommt es aber nur selten zu einer solchen vollständigen Vernichtung, und wenn schon in einer der Kapseln alle Samen aufgezehrt werden sollten, so finden sich an demselben Nelkenstocke immer noch andre Kapseln, welche eine Fülle unversehrter keimfähiger Samen entwickeln. Die Mehrzahl der hier in Rede stehenden nelkenartigen Gewächse, unter anderm auch das S. 150 und nebenstehend abgebildete nickende Leimkraut (Silene nutans), blühen in der Nacht; ihre Blüten öffnen sich, sobald die Dämmerung beginnt, sind die Nacht hindurch weit geöffnet und schließen sich bei Aufgang der Sonne am folgenden Tage. Das wiederholt sich an jeder Blüte wenigstens dreimal. Am ersten Abend breiten sich die Kronenblätter, welche bisher in der Knospe eingerollt und eingeschlagen waren, sternförmig aus und schlagen sich etwas zurück (s. nebenstehende Abbildung); auch werden ziemlich rasch aus der Mitte der Blüte fünf Antheren vorgeschoben, welche bald danach aufspringen, sich ringsum mit haftenden Pollen bedecken und in diesem Zustande die Nacht hindurch verbleiben. Im Laufe des folgenden Vormittags krümmen sich die fadenförmigen Träger dieser dem äußern Kreise der Pollenblätter angehörenden Antheren nach außen, und die Antheren fallen ab. Seltener bleiben sie als verschrumpfte leere Säcke an den Enden der zurückgekrümmten Fäden hängen. Am nächsten Abend kommt der zweite in diesen Blüten enthaltene Wirtel von Pollenblättern an die Reihe, und es werden ganz in derselben Weise wie das erstemal fünf Antheren vor die Mündung der Blüten geschoben, die bei einbrechender Dunkelheit aufspringen und ihren Pollen ausbieten. Am dritten Tage krümmen sich auch diese Pollenblätter zurück, wobei ihre Antheren gewöhnlich abfallen, und bei beginnender Dämmerung schieben sich jetzt die langen S-förmig gewundenen samtigen Narben vor, welche bisher, in der Tiefe der Blüte zusammengelegt, geborgen waren. Mit diesen Veränderungen Hand in Hand gehen auch gewisse Lageänderungen, welche die Blumenblätter betreffen. Es wurde bereits erwähnt, daß die in der Knospe eingerollten Kronenblätter am ersten Tage des Blühens sich aufrollen, sternförmig ausbreiten und zurückschlagen. Auch entwickeln die Blüten zu dieser Zeit einen köstlichen Hyazinthenduft, welcher zahlreiche nächtliche Insekten herbeilockt, aber nur von 8 Uhr abends bis gegen 3 Uhr morgens anhält. Mit anbrechendem Tage beginnen die Blumenblätter sich wieder einzurollen und zwar bei milder Temperatur und hellem Himmel rascher, bei kalter Witterung und trübem Himmel langsamer. Bei diesem Einrollen bekommen die Kronenblätter auch Längsfalten, werden runzelig und



Nickendes Leimkraut (Silene nutans) in der Nacht; eine Blüte von dem Nachtschmetterlinge Dianthoecia albimacula besucht. Vgl. Text, S. 152.

gerieft und bilden nun fünf den Blütenmund umgebende Knäuel, welche bei flüchtigem Anſehen glauben machen, die Blütezeit ſei ſchon vorüber (ſ. Abbildung, S. 150). Aber ſobald der Abend heranrückt, verſchwinden die Runzeln, die Kronenblätter glätten ſich, rollen ſich auf, breiten ſich wieder ſternförmig aus und ſchlagen ſich neuerdings zurück. Eine Eigentümlichkeit, welche dieſen Blüten zukommt, beſteht auch darin, daß die innere Seite der Kronenblätter weiß, die Rückſeite ſchmutzig gelb, grünlich oder braun, auch trübrot oder faſt aſchgrau, immer aber von einer unausgeſprochenen, unſcheinbaren, wenig in die Augen fallenden Farbe iſt. Während die ſternförmig ausgebreiteten und zurückgeſchlagenen Kronenblätter, welche die Innenſeite nach außen kehren, mit ihrer weißen Farbe in der Dämmerung des Abends ſehr auffallen, ſind die eingerollten verknitterten Kronenblätter, von welchen nur die Rückſeite zu ſehen iſt, bei Tage nichts weniger als in die Augen fallend und machen vielmehr den Eindruck, als ſeien ſie bereits verwelkt und dabei gebräunt, wie das auch in der Abbildung auf S. 150 zu ſehen iſt. Infolgedeſſen werden ſie auch am Tage von den Inſekten nicht beachtet und nicht beſucht.

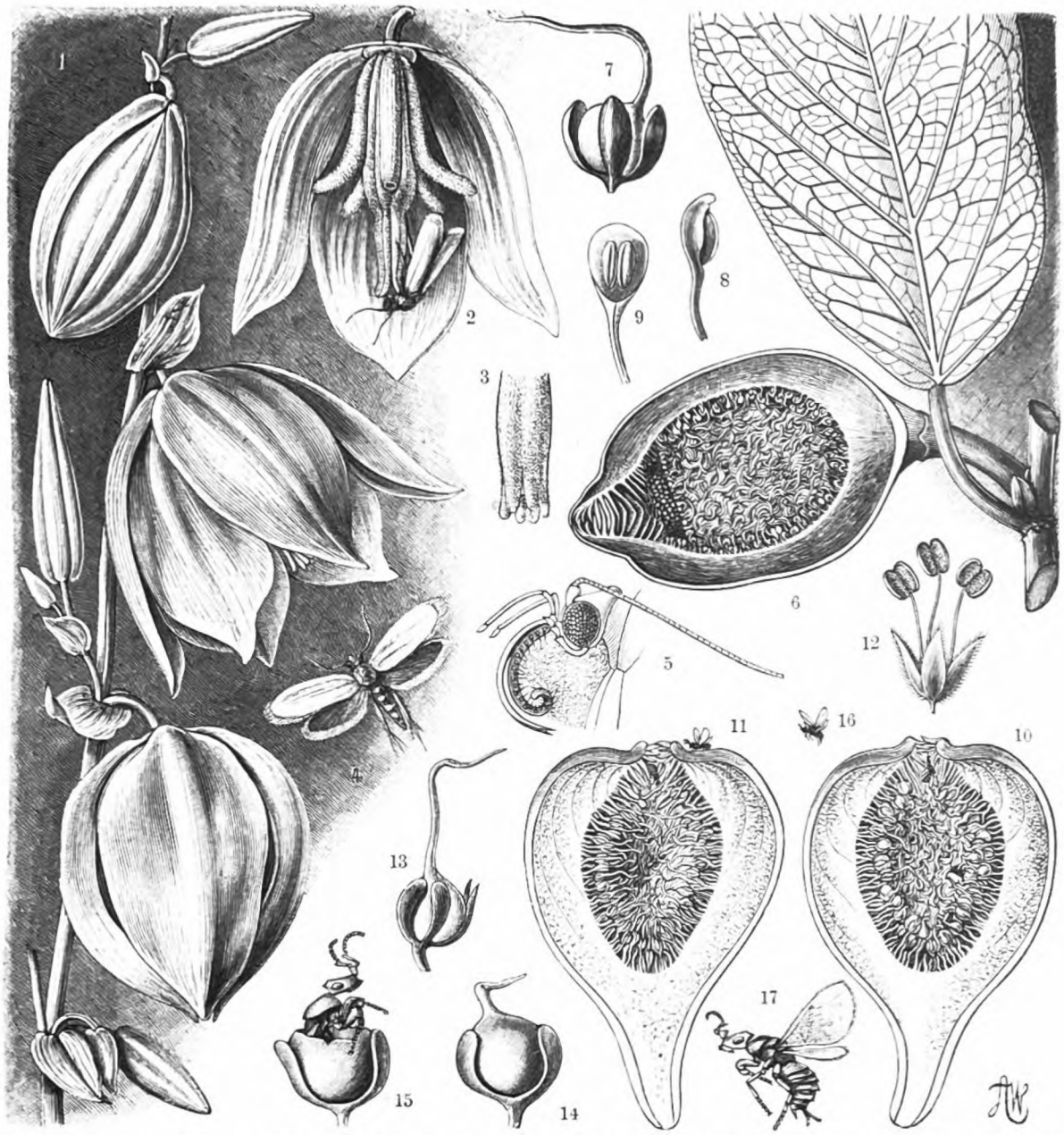
Das iſt es aber gerade, was hier angeſtrebt erſcheint. Jene Inſekten, welche im Laufe des Tages zu den Blüten kommen, um dort Honig zu ſaugen, wären für das Leimkraut nichts weniger als willkommene Gäſte. Die fadenförmigen Träger der Antheren ſind zurückgekrümmt, die Antheren ſind zuſammengeſchrumpft und leer oder abgefallen, und es iſt jetzt kein Pollen in den Blüten abzuſtreifen. Ein honigſaugendes Inſekt würde um dieſe Zeit weder Pollen aufladen noch abladen können, und der Honig wäre daher den Tagtieren umſonſt geopfert. Ja die Blüten hätten noch dazu den Nachteil, daß ſie, des Honigs beraubt, in der darauffolgenden Nacht ein Anlockungsmittel weniger beſitzen würden. Um es kurz zu ſagen, die Blüten dieſer nelkenartigen Pflanzen bleiben tagsüber von den Beſuchern aus der Inſektenwelt verſchont, weil zu dieſer Zeit ihre Blumenblätter die ſchmutzige unſcheinbare Rückſeite nach außen kehren, keinen Duft in die Lüfte ſtreuen und die Täuſchung hervorbringen, als wären ſie verwelkt und in ihnen nichts Brauchbares mehr zu finden. Sobald aber die Nacht heranrückt, da ſtehen die pollenbeladenen Antheren und die ſamtigen Narben vor dem Eingange zum honigführenden Blütengrunde, der Duft und die weiße Farbe der Blumen wirken als Anlockungsmittel für die Inſekten, und jetzt ſind dieſe als Beſucher willkommen und gern aufgenommen, freilich nur ſolche, welche zufolge ihres Körpermaßes bei Gelegenheit ihrer Beſuche den Pollen oder die Narben ſtreifen und raſch von Blüte zu Blüte ſchwärmen. Die andern, welche zu klein ſind oder der Flügel entbehren, ſind auch jetzt noch fern gehalten und zwar durch Einrichtungen, auf welche ſpäter noch die Rede kommen wird. Von den willkommenen Beſuchern ſind aber wieder durch ihre Größe, Körperform, Rüſſellänge und verſchiedene andre Eigentümlichkeiten des Baues die kleinen Eulen am beſten geeignet und unter dieſen insbeſondere die Arten aus der Gattung Dianthoecia, von welchen eine als Beſucherin an der Blüte des nickenden Leimkrautes in der Abbildung auf S. 151 dargeſtellt iſt. Dieſe kleinen Nachtſchmetterlinge kommen auch fleißig angeflogen, ſaugen Honig, und die Weibchen legen ihre Eier in die Blüten. Es kommt auch vor, daß die Weibchen von einer Blüte, an der ſie ſich ſaugend aufgehalten haben, Pollen aufladen, dann zu andern Blüten fliegen, an dieſen, ohne wieder Honig zu ſaugen, die Eier ablegen und bei dieſer Gelegenheit den mitgebrachten Pollen an die Narben abſtreifen. Das Ergebnis aller dieſer Vorgänge iſt aber folgendes. Die Blüten des nickenden Leimkrautes ſowie der andern oben erwähnten nelkenartigen Gewächſe ſind für die kleinen Eulen aus der Gattung Dianthoecia und Mamestra berechnet und werden ausſchließlich oder vorwaltend von dieſen Tieren beſucht. Die kleinen Eulen gewinnen dort Honig, und die Weibchen finden die für ſie einzig und allein geeigneten Brutſtätten für ihre Eier. Der Gegendienſt, welchen die Schmetterlinge den Nelkengewächſen erweiſen, beſteht darin, daß

sie den Pollen von Blüte zu Blüte übertragen und dadurch das Entstehen von Samen veranlassen, welche sonst gewiß nicht zu stande kommen würden.

Die hier geschilderten Beziehungen zwischen den kleinen Eulen aus den Gattungen Dianthoecia und Mamestra und den Nelkengewächsen aus den Gattungen Silene, Lychnis und Saponaria wiederholen sich auch noch in mehreren andern Gruppen der Schmetterlinge und Pflanzen. So stehen mehrere Arten der kleinen blauen Tagfalter aus der Gattung Lycaena zu den Hülsengewächsen und Rosifloreen in einem ganz ähnlichen Verhältnisse. Die schöne Lycaena Hylas besucht die Blüten des Wundklees (Anthyllis Vulneraria) und überträgt bei diesen Besuchen den Pollen von einem Stocke zum andern. Das Weibchen legt die Eier in den Fruchtknoten der besuchten Blüten, und aus den Eiern schlüpfen Raupen, die sich von dem jungen Samen ernähren. Im ausgewachsenen Zustande verlassen die Raupen den Fruchtknoten und gehen unter die Erde, um sich daselbst zu verpuppen. Dasselbe Verhältnis besteht zwischen der südeuropäischen Lycaena Baetica und dem Blasenstrauche (Colutea arborescens), der Lycaena Arcas und dem Wiesenknopfe (Sanguisorba officinalis) und noch so manchen andern; nur kommen zu den Blüten dieser Pflanzen neben den genannten Schmetterlingen auch noch andre mit Pollen beladene Insekten angeflogen, welche keine Eier in die Fruchtknoten legen und als Lohn für die Übertragung des Pollens nur Honig erhalten, so daß diese Fälle wohl nur teilweise hierher gehören.

Dagegen wurde die Lebensgeschichte einer auf den kapseltragenden Arten der Gattung Yucca lebenden Motte, Namens Pronuba yuccasella, bekannt, welche eins der merkwürdigsten Beispiele für die Übertragung des Pollens durch eierlegende Insekten bildet und hier etwas ausführlicher besprochen werden soll. Die Blüten aller Arten der Gattung Yucca stehen in umfangreichen Rispen beisammen (s. Abbildung, Band I, S. 619), sind glockenförmig und hängen an grünen glatten Stielen. Die Blumenblätter, sechs an der Zahl, haben eine gelblichweiße Farbe und sind demzufolge in der Dämmerung und in mond- und sternenhellen Nächten auf ziemliche Entfernung sichtbar. Nach dem Aufspringen der Blütenknospen, was regelmäßig am Abend erfolgt, bilden die Blumenblätter eine weit offene Glocke (s. Abbildung, S. 154, Fig. 1). Gleichzeitig mit dem Auseinandergehen der Blumenblätter öffnen sich auch die kleinen Antheren, welche auf dicken papillösen, auswärts gekrümmten Trägern ruhen, und es wird in den schraubenförmig gedrehten Rissen derselben ein goldgelber klebriger Pollen sichtbar. Jede Blüte ist nur eine Nacht hindurch weit geöffnet, schon am andern Tage neigen die freien Enden der sechs Blumenblätter zusammen, und die Blüte hat jetzt die Form eines Ballons oder einer Blase mit sechs schmalen seitlichen Öffnungen (s. S. 154, Fig. 1). Im Zwielichte des Abends und in der Nacht flattern um die Blüten der Yukka zahlreiche kleine gelblichweiße, im Mondscheine metallisch schimmernde Motten (Pronuba yuccasella; s. S. 154, Fig. 4) herum. Die Weibchen derselben kommen in das Innere der weit geöffneten Glocken und suchen sich dort zunächst des Pollens zu bemächtigen, aber nicht um ihn zu verzehren, sondern um ihn fortzuschleppen. Sie sind zu diesem Zwecke mit einer eignen Vorrichtung ausgestattet. Das erste Glied der Kiefertaster ist außerordentlich verlängert, an der Innenseite mit steifen Borsten besetzt und kann wie ein Rüssel eingerollt werden (s. S. 154, Fig. 5). Es dient zum Ergreifen, Zusammenballen und Festhalten des Pollens. In kürzester Zeit haben die Motten mittels dieses Greiforganes einen Ballen aus Pollen gesammelt, der an der untern Seite des Kopfes durch die eingerollten Kiefertaster festgehalten wird und den Eindruck eines großen Kropfes macht. Beladen mit diesem Ballen aus Pollen, der mitunter dreimal so groß ist als der Kopf, verläßt die Motte die eine Blüte, um sofort eine zweite aufzusuchen. Hier angelangt, rennt sie flink im Kreise herum, macht ab und zu einen plötzlichen Sprung und nimmt endlich Stellung auf je zwei der dicken nach auswärts gebogenen Träger der Antheren,

indem ſie ſich auf dieſe mit geſpreizten Beinen hinſetzt. Sie ſucht nun mit der Legeröhre einen günſtigen Punkt an der Seite des Stempels zu erreichen und ſetzt ihre Eier ab. Die Lege-



Übertragung des Pollens durch eierlegende Inſekten: 1. Ein Zweig aus dem Blütenſtande der Yucca Whipplei; die Blüte in der Mittelhöhe geöffnet, die unter ihr ſtehende Blüte, welche tagsvorher geöffnet war, bereits geſchloſſen, die übrigen Blüten noch im Knoſpenzuſtande. — 2. Eine einzelne Blüte derſelben Pflanze, von der Motte Pronuba yuccasella beſucht; die drei vordern Blumenblätter entfernt. — 3. Narbe der Yucca Whipplei. — 4. Pronuba yuccasella zu der vom Monde beſchienenen Yucca Whipplei anfliegend. — 5. Kopf der Pronuba yuccasella, von deſſen rüſſelförmigen Kiefertaſtern ein Ballen aus dem Pollen der Yucca feſtgehalten wird. — 6. Zweig mit Blütenſtand der Ficus pumila; der urnenförmige Blütenſtand der Länge nach durchſchnitten. — 7. Eine einzelne Fruchtblüte aus dem Grunde der Urne von Ficus pumila. — 8, 9. Pollenblätter derſelben Pflanze aus dem obern Teile der Urne. — 10. Urne von Ficus Carica, mit den von Blastophaga erzeugten Gallen erfüllt; der Länge nach durchſchnitten; nahe der Mündung der Urne eine Feigenweſpe (Blastophaga grossorum), die aus einer der Gallen ausgeſchlüpft iſt. — 11. Urnenförmiger Blütenſtand von Ficus Carica, mit Fruchtblüten erfüllt; der Länge nach durchſchnitten; an der Mündung der Urne zwei Feigenweſpen, von welchen eine bereits in den Innenraum eingekrochen iſt, während die andre im Begriffe ſteht, einzukriechen. — 12. Pollenblüte, — 13. langgriffelige Fruchtblüte der Ficus Carica. — 14. Die aus einer kurzgriffeligen Gallenblüte hervorgegangene Galle. — 15. Blastophaga grossorum aus einer Galle ausſchlüpfend. — 16. Eine ausgeſchlüpfte Blastophaga. — 17. Dieſelbe vergrößert — Fig. 1, 2, 4, 6, 10, 11, 16 in natürlicher Größe; Fig. 3: 2fach; Fig. 5: 20fach; Fig. 7, 8, 9, 12, 13: 5fach; Fig. 14, 15, 17: 8fach vergrößert. Vgl. Text, S. 153—158.

röhre beſteht aus vier zuſammengelegten hornartigen Borſten und iſt ganz dazu geeignet, das Gewebe des Stempels der Yukkablüte zu durchbohren. Nachdem die Eier gelegt ſind und der Eierleger zurückgezogen iſt, rennt die Motte zur Spitze der trichterförmig vertieften

Narbe (s. S. 154, Fig. 3), rollt dort ihre rüsselförmigen Kiefertaster auf und stopft den Pollen in den Narbentrichter hinein, indem sie dabei wiederholt nickende Bewegungen mit dem Kopfe ausführt (s. S. 154, Fig. 2). Es wird angegeben, daß dieselbe Motte in derselben Blüte das Eierlegen und das Ausstopfen der Narbe mit Pollen abwechselnd mehrmals wiederhole.

Die meisten in den Stempel eingeführten Eier werden in der Nähe der Samenanlagen abgesetzt. Sie sind länglich, schmal und durchscheinend, nehmen rasch an Umfang zu, und man sieht alsbald in denselben einen eingerollten Embryo. Schon am vierten oder fünften Tage kriecht die Raupe aus und geht sogleich daran, die Samenanlagen in der Höhle des Fruchtknotens zu verzehren. Jede Raupe braucht im Laufe ihrer Entwickelung 18—20 Samen zur Nahrung. Ist sie ausgewachsen, so beißt sie in die noch saftreiche Wand des Fruchtknotens ein Loch, kriecht durch dasselbe nach außen, läßt sich an einem Faden auf den Boden herab, bohrt sich in die Erde ein und spinnt unterirdisch einen eiförmigen Kokon, in welchem sie bis zum nächsten Sommer verbleibt. 14 Tage vor Beginn der Blütezeit der Yukka verpuppt sie sich, und sobald die Blüten der Yukka aufspringen, schlüpfen die silberglänzenden Motten aus ihrer Puppenhülle.

Zum vollen Verständnisse der Beziehungen zwischen der Yukka und Yukkamotte ist es wichtig, zu wissen, daß bei der genannten Pflanze der klebrige Pollen ohne Beihilfe der Insekten nicht auf die Narbe gelangen kann. Nur bei Yucca aloëfolia scheint manchmal eine Übertragung des Pollens auf die Narbe durch Vermittelung der Blumenblätter oder der sich verlängernden Antherenträger stattzufinden, aber bei den meisten Arten dieser Gattung, namentlich den kapselfrüchtigen, ist das gewiß nicht der Fall. Insekten kommen mit Ausnahme der Motte nur selten angeflogen, und diejenigen, welche sich zufällig auf die Blüte setzen, veranlassen keine Belegung der Narbe mit Pollen. Würde die Pollenübertragung nicht durch die Pronuba yuccasella ausgeführt, so müßten die Fruchtanlagen und selbstverständlich auch die Samenanlagen der Yukka verderben. Thatsächlich verkümmern auch sämtliche Früchte der kapselfrüchtigen Arten, wenn die Motten durch einen Schleier aus Gaze von den Blüten abgehalten werden. Auch in den Gärten, wo die Yukkamotten fehlen, unterbleibt an den dort gepflegten Stöcken die Fruchtbildung. Yucca Whipplei, welche in ihrem Heimatlande Kalifornien von einer Motte besucht wird und dort reichliche aufspringende Kapselfrüchte bildet, hat im Wiener botanischen Garten, wo sie wiederholt geblüht hat, wo aber die Motte fehlt, keine einzige Frucht zur Reife gebracht. An gewissen Arten, z. B. an Yucca gloriosa, hat überhaupt noch niemand Früchte gesehen, weder an ihrem ursprünglichen Standorte noch in den Gärten, und man glaubt, daß die zu dieser Art gehörige Motte ausgestorben ist. Es mag diese letztere Annahme dahingestellt bleiben; so viel ist gewiß, daß ohne Beihilfe der Pronuba yuccasella gewisse Arten von Yukka, namentlich die kapselfrüchtigen, keine Früchte und Samen bilden. Da es aber anderseits sichergestellt ist, daß die Raupe der genannten Motte ausschließlich von den jungen Samen dieser Arten von Yukka lebt, so wird man zu dem Schlusse gedrängt, daß die Motte den Pollen in die Narbe der Yukkablüte stopft, damit ihre Raupen die zur Erhaltung der Art nötige Nahrung finden.

Selbstverständlich bedarf diese Schlußfolgerung nicht der Annahme, daß von der Motte die besprochenen Verrichtungen mit Überlegung und kluger Voraussicht ausgeführt werden. Aber es wird nichts dagegen einzuwenden sein, wenn man die Handlungsweise dieser Tiere als eine unbewußt zweckmäßige auffaßt. Das Hineinstopfen des Pollens in den Narbentrichter ist nicht mehr und nicht weniger wunderbar als die Thatsache, daß der Kohlweißling in abgelegenen Gebirgsthälern, wo sich nur spärliche menschliche Ansiedelungen und nur wenige Gemüsegärten neben den zerstreut stehenden Gehöften finden, oft stundenweit herumfliegt, um Kohlpflanzen ausfindig zu machen, auf die er seine Eier legt, damit die

auskriechenden Raupen alsogleich die ihnen zusagende Nahrung finden, daß viele auf Baumrinde sich einspinnenden Raupen das Gespinst, in dem sie sich später verpuppen, mit Flechten und Bruchstücken der Baumborke durchsetzen, damit ihre zeitweilige Ruhestätte von den insektenfressenden Vögeln nicht bemerkt wird, und daß die im Innern harter Pflanzenteile lebenden Raupen vor der Verpuppung einen besondern Ausgang für den später auskriechenden weichen und zarten Schmetterling vorbereiten.

Noch ist zu erwähnen, daß die Raupen der Pronuba yuccasella nicht alle Samen jenes Fruchtknotens aufzehren, in welchen die Motte ihre Eier gelegt hat. Es finden sich in einem Fruchtknoten ungefähr 200 Samenanlagen. Wenn nun auch die Hälfte, ja selbst zwei Drittel davon verzehrt werden, so bleibt noch immer eine genügende Zahl unversehrter Samen übrig, welche nach vollendeter Reife ausgestreut werden können, während ohne Dazwischenkunft der Motte kein einziger keimfähiger Same entstanden sein würde. Ob, abgesehen von jenen Arten der Gattung Yucca, welche Kapselfrüchte haben, auch noch bei den beerentragenden Arten ein Zusammenleben mit Motten vorkommt, ist zwar mit Sicherheit nicht nachgewiesen, aber sehr wahrscheinlich, da an den beerentragenden Arten Yucca aloëfolia, Treculiana ꝛc. wenigstens im Heimatlande (Florida, Carolina, Mexiko, Louisiana, Texas) in allen ausgereiften Früchten Löcher und andre Spuren wahrgenommen werden, welche beweisen, daß daselbst Raupen gehaust haben.

Noch merkwürdiger als das Verhältnis zwischen den kapselfrüchtigen Arten der Gattung Yucca und der mit ihr zusammenlebenden Motte ist jenes zwischen den Feigenbäumen und gewissen kleinen Wespen aus der Gruppe der Chalcidier. Um in dasselbe einen klaren Einblick zu gewinnen, ist es vor allem notwendig, den Bau des Blütenstandes, wie er den Feigen zukommt, kennen zu lernen. Betrachtet man eine der Länge nach aufgeschnittene Feige, wie sie durch die Fig. 6 auf S. 154 dargestellt ist, so bemerkt man, daß sie nicht eine einfache Fruchtanlage, sondern vielmehr eine ganze Sammlung von Fruchtanlagen, ein aus dem betreffenden Zweige des Feigenbaumes hervorgewachsener kurzer, verdickter und ausgehöhlter Seitensproß ist, welcher in der Aushöhlung eine Menge Blüten, beziehentlich Fruchtanlagen birgt. Solche Seitensprosse, welche, von außen gesehen, die Form einer Keule, einer Birne oder einer Kugel zeigen, sind demnach in Wirklichkeit Becher oder Urnen, von deren Innenwand die Blütenstiele als letzte Ausästungen des Sprosses entspringen. Die Mündung der Urne ist sehr eng, und es wird dieselbe noch dazu durch kleine schuppenförmige Blättchen beschränkt. Die Blüten, welche fast den ganzen Innenraum erfüllen, sind zweierlei Art, Fruchtblüten und Pollenblüten. Beide sind sehr einfach gebaut. Jede Pollenblüte besteht aus 1—2, selten 3—6 Pollenblättern, welche von schuppenförmigen Blättchen gestützt und von einem kurzen Stiele getragen werden (s. S. 154, Fig. 12). Die Pollenblätter haben bei manchen Arten, so namentlich bei Ficus pumila, die Gestalt eines Löffels, und in der Aushöhlung dieses löffelförmigen Gebildes sind die Antheren eingebettet (s. S. 154, Fig. 8 und 9). Die Fruchtblüten zeigen einen einfächerigen Fruchtknoten mit einer einzigen Samenanlage. Der Griffel erhebt sich einseitig vom Fruchtknoten und ist durch eine sehr mannigfach gestaltete Narbe abgeschlossen. An der Basis des Fruchtknotens bemerkt man schmale Schuppen in verschiedener Zahl, welche als Perigon aufgefaßt werden (s. S. 154, Fig. 7 und 13). Viele Arten haben in einer und derselben Urne zweierlei Fruchtblüten, solche mit längerm Griffel und entwickelter Narbe und solche mit kürzerm Griffel und verkümmerter Narbe. Die letztern werden aus einem weiterhin zu erörternden Grunde auch Gallenblüten genannt (s. S. 154, Fig. 14). Die Verteilung der Pollenblüten und Fruchtblüten ist bei den verschiedenen Arten sehr verschieden. In den Urnen des in Band I auf S. 713 abgebildeten Gummibaumes (Ficus elastica) stehen die Pollenblüten und Fruchtblüten scheinbar regellos durcheinander, in jenen der Ficus pumila (s. Abbildung,

S. 154, Fig. 6) beobachtet man im Grunde der Urne nur Fruchtblüten und in der Nähe der Mündung nur Pollenblüten. Diese Verteilung ist wohl die gewöhnlichste, aber es besteht wieder ein weiterer Unterschied in betreff der Zahl der Pollenblüten. In den Urnen mancher Arten ist nämlich die Umgebung der Mündung reichlich, in jenen andrer Arten nur sehr spärlich mit Pollenblüten besetzt, ja es kommt auch vor, daß die Pollenblüten in einer oder der andern Urne ganz fehlen, und daß diese nur Fruchtblüten enthält. Bei vielen Arten entwickeln einige Stöcke nur Urnen mit Fruchtblüten, einige Stöcke nur Urnen, in welchen die Umgebung der Mündung mit Pollenblüten ausgestattet ist, und wo tiefer abwärts nur Fruchtblüten stehen. Das merkwürdigste aber ist, daß in den Urnen mancher Arten unterhalb der Pollenblüten alle oder die meisten Fruchtblüten in Gallenblüten umgewandelt sind. Das ist z. B. an dem in Südeuropa vielfach gepflanzten gewöhnlichen Feigenbaume (Ficus Carica) der Fall, von welchem in der That zweierlei Stöcke vorkommen, solche, deren Urnen nur Fruchtblüten enthalten, und solche, welche in ihren Urnen an der Mündung mit Pollenblüten, weiter abwärts mit Gallenblüten besetzt sind (s. Abbildung, S. 154, Fig. 10 und 11). Die erstern sind unter dem Namen Ficus, die letztern unter dem Namen Caprificus bekannt.

Es drängt sich nun zunächst die Frage auf, welche Bedeutung den sogenannten Gallenblüten zukommt. Wie schon der Name andeutet, gehen aus den in Gallenblüten umgewandelten Fruchtblüten keine Früchte, sondern Gallen hervor, und das geschieht auf folgende Weise. Eine kleine Wespe aus der früher erwähnten Gruppe der Chalcidier (s. S. 154, Fig. 16 und 17), welche auf der in Südeuropa gezogenen Feige lebt, und die von den Zoologen Blastophaga grossorum genannt wird, gelangt durch die Mündung der Urne in den Innenraum, führt dort den Legestachel senkrecht in den Griffelkanal einer Blüte ein und setzt in der Nähe des Kernes der Samenanlage ein Ei ab. Die weiße fußlose Larve, welche sich aus dem Ei entwickelt, nimmt rasch an Umfang zu und füllt alsbald den Fruchtknoten ganz aus, die Samenanlage dagegen geht zu Grunde. Der Fruchtknoten ist jetzt zur Galle geworden (s. S. 154, Fig. 14). Wenn die kleinen Wespen ausgereift sind, verlassen sie die Gallen. Die flügellosen Männchen schlüpfen zuerst aus und zwar durch ein Loch, welches durch Zerbeißen in der sie beherbergenden Galle erzeugt wurde. Die Weibchen bleiben noch einige Zeit in ihrer Galle und werden dort durch die Männchen befruchtet. Nachdem das geschehen ist, schlüpfen auch sie aus (s. S. 154, Fig. 15), halten sich aber nur kurze Zeit in dem Hohlraume der Urne auf, suchen vielmehr sobald wie möglich aus der Urne hinaus ins Freie zu kommen. Sie klimmen daher zu der Urnenmündung empor, wobei sie mit den Pollen der dort entwickelten Pollenblüten in Berührung kommen und sich mit denselben den Kopf, die Brust, den Hinterleib, die Beine und Flügel, kurz den ganzen Körper bestäuben. Nachdem sie sich auch noch zwischen den schuppenförmigen Blättchen an der Mündung der Urne durchgezwängt haben, sind sie endlich an der Außenseite der Urne angelangt, lassen hier ihre Flügel trocknen und laufen nun zu andern Urnen desselben oder benachbarter Feigenstöcke hin. Ich sage ausdrücklich laufen; denn von den Flügeln machen sie bei dieser Ortsveränderung nur selten Gebrauch. Sie suchen nunmehr ausschließlich diejenigen Urnen auf, welche sich in einem jüngern Entwickelungsstadium befinden, um dort ihre Eier in die Fruchtknoten zu legen, laufen der Urnenmündung zu und schlüpfen zwischen den dort befindlichen Schüppchen in den Innenraum. Bei dieser Gelegenheit werden bisweilen die Flügel verletzt, ja es kommt vor, daß die Flügel ganz abbrechen und zwischen den Blättchen an der Urnenmündung stecken bleiben.

Im Innenraume der Urne angelangt, machen sich die Wespen sofort an das Eierlegen, wobei sie unvermeidlich mit den Narben der Fruchtblüten in Berührung kommen. Da die Wespen noch immer mit den beim Verlassen ihrer Geburtsstätte aufgeladenen Pollen

beſtäubt ſind, ſo wird dieſer an die Narben abgeſtreift und ſomit Pollen aus der einen in die andre Urne übertragen. Kommt der Pollen auf normale Fruchtblüten, ſo können dieſe keimfähige Samen entwickeln; kommt er auf Gallenblüten, ſo iſt er in der Regel wirkungslos, weil die Narben dieſer Gallenblüten mehr oder weniger verkümmert ſind. Übrigens entſtehen in dieſen Gallenblüten auch aus dem Grunde keine Samen, weil an ihrer Stelle die Eier der Weſpe gelegt werden. Bei jenen Feigenarten, wo Gallenblüten nicht beſonders vorbereitet ſind, werden die Eier in einen Teil der normal ausgebildeten Fruchtblüten gelegt. An der gewöhnlichen Feige (Ficus Carica) hat man aber die Beobachtung gemacht, daß die in normale Fruchtblüten von Blastophaga grossorum gelegten Eier nicht zur Entwickelung kommen, oder mit andern Worten, daß eine ſolche Fruchtblüte auch dann, wenn die genannte Weſpe ihren Legeſtachel in ſie einſenkt und ein Ei abſetzt, nicht zur Galle wird. Der Griffel iſt nämlich bei den normalen Fruchtblüten der Ficus Carica (ſ. S. 154, Fig. 13) ſo lang, oder, was auf dasſelbe hinauskommt, der Legeſtachel der Blastophaga grossorum iſt ſo kurz, daß das Ei nicht bis in die Fruchtknotenhöhle hinabgeſchoben werden kann, ſondern an einem für die weitere Entwickelung ungünſtigen Punkte zurückbleibt und dort zu Grunde geht. Die Gallenblüten dieſer Feigenart dagegen ſind mit ihrem kurzen Griffel (ſ. S. 154, Fig. 14) zur Aufnahme des Eies an Stelle der Samenknoſpenanlage vorzüglich geeignet, hinwiederum für die Ausbildung keimfähiger Samen ungeeignet, weil auf ihren verkümmerten Narben der Pollen keine Pollenſchläuche treibt. Augenſcheinlich findet hier eine Ergänzung der Rollen oder, wenn man es lieber hört, eine Teilung der Arbeit in folgender Weiſe ſtatt. Sowohl zu den kurzgriffeligen Gallenblüten als auch zu den langgriffeligen normalen Fruchtblüten bringen die zum Ablagern der Eier angelockten Weſpen den Pollen herbei, und ſie verſuchen auch in beiderlei Blüten ihre Eier zu legen. Die Gallenblüten ſind eigens für die Aufnahme der Weſpeneier vorbereitet, und es entſtehen in ihnen wirklich junge Weſpen, aber ihre Narben ſind zur Aufnahme des Pollens nicht geeignet, es entwickeln ſich daher keine Pollenſchläuche und demzufolge auch keine keimfähigen Samen. Auf den Narben der langgriffeligen normalen Fruchtblüten dagegen entwickeln ſich Pollenſchläuche, und es kommt in dieſen Blüten zur Ausbildung keimfähiger Samen; der lange Griffel iſt aber ein Hindernis für die paſſende Ablagerung des Weſpeneies, und es entſtehen daher an dieſen Blüten niemals oder doch nur ſehr ſelten Gallen.

Die zahlreichen Abweichungen, welche an andern Feigenarten noch beobachtet wurden, hier ausführlich zu erörtern, würde zu weitläufig werden. Dieſelben ſind auch lange nicht ſo genau bekannt, um ſie überſichtlich darſtellen zu können. Nur ſo viel ſei hier in Kürze bemerkt, daß es ungefähr 600 Arten der Gattung Ficus gibt, welche über die tropiſchen und ſubtropiſchen Gebiete der Alten und Neuen Welt verbreitet ſind, und daß man bisher nahezu ein halbes Hundert Arten kleiner Weſpen aus den Gattungen Blastophaga, Crossogaster, Sycophaga und Tetrapus nachgewieſen hat, welche an den verſchiedenen Feigenarten die Übertragung des Pollens von Urne zu Urne vermitteln. Manche dieſer Weſpen bewohnen mehrere Feigenarten. So z. B. iſt Blastophaga Brasiliensis in den Urnen von ſieben verſchiedenen Feigenbäumen nachgewieſen worden. Meiſtens hat jede Feigenart ihre beſondere Weſpe; äußerſt ſelten wurden in den Urnen einer und derſelben Feigenart zwei verſchiedene Weſpenarten gefunden.

In Unteritalien und auch ſonſt noch in Südeuropa, wo die Feigenkultur ſeit uralter Zeit im großen betrieben wird, pflanzt man in den Gärten vorwaltend Stöcke des Ficus, d. h. Stöcke, deren Urnen nur Fruchtblüten enthalten, weil ſie die beſten und ſaftigſten Feigen liefern. Die Feigenſtöcke, welche in ihren Urnen neben Pollenblüten nur Gallenblüten bergen, alſo der ſogenannte Caprificus, wird nicht gepflegt, weil ſeine meiſten Feigen frühzeitig vertrocknen und abfallen. Nur einzelne Stöcke des Caprificus werden hier und da

gezogen und zwar zu dem Zwecke, um die Urnen desſelben an die Zweige des Ficus zu hängen. Man nennt das die Kaprifikation, und es herrſcht die Meinung, daß dann, wenn aus den Urnen des Caprificus die Weſpen ausſchlüpfen und in die Urnen des Ficus einwandern, die Feigen des letztern beſſer werden. Dieſe Meinung, obſchon bei den Gärtnern und bei dem Landvolke weitverbreitet, iſt aber unrichtig. Damit die Feigen des Ficus ſüß und ſaftig werden, bedarf es nicht der Weſpen. Thatſächlich gehen aus den Urnen des Ficus, in welche keine Weſpen gekommen, und in deren Früchtchen auch keine keimfähigen Samen entſtanden ſind, treffliche Feigen hervor, und ungezählte Mengen der in den Handel kommenden Feigen ſtammen von Bäumen und aus Gegenden, wo die Kaprifikation nicht geübt wird. Es ſcheint daher, daß ſich der Gebrauch der Kaprifikation durch Überlieferung aus ſehr alter Zeit erhalten hat, aus einer Zeit, in welcher es den Gärtnern nicht nur darum zu thun war, gute Früchte, ſondern auch keimfähige Samen zur Vermehrung der Feigenſtöcke zu erhalten. Heutzutage werden die Feigenſtöcke nicht mehr aus Samen, ſondern aus Stecklingen gezogen, und es iſt daher jetzt die Kaprifikation überflüſſig. Dennoch wird der alte Gebrauch, deſſen wahre Bedeutung von dem Landvolke nicht mehr gekannt iſt, gewohnheitsmäßig und beharrlich fort und fort geübt.

Ausſchließlich als Unterſtand während der Nacht, als Obdach bei Regenwetter und als zeitweilige Herberge werden die Blüten und Blütenhüllen verhältnismäßig wenig in Anſpruch genommen. Die meiſten Hummeln, Bienen und Weſpen haben ihre eignen Heimſtätten mit geſicherten Wohnräumen, in die ſie ſich beim Eintritte der Dämmerung und bei Sturm und Regen zurückziehen, die Schmetterlinge aber ſcheuen ſich der Mehrzahl nach, das Innere der Blumenglocken und Blumentrichter für längere Zeit als Unterſtand aufzuſuchen, ſchon mit Rückſicht auf ihre verhältnismäßig großen Flügel, welche in dem engen Raume Schaden leiden könnten, und wohl auch mit Rückſicht auf den Umſtand, daß bei eintretender Gefahr ein raſches Entweichen aus der Höhlung einer Blume kaum möglich wäre. Es bleiben daher nur Käfer, Fliegen und Aderflügler aus den Gattungen Meligethes, Melanostoma, Empis, Andrena, Cilissa und Halictus, durchweg Tiere, welche weder eigne Wohnungen noch überhaupt beſtändige Nachtquartiere haben, ſondern mit dem nächſtbeſten Unterſchlupf zufrieden ſind und gewöhnlich dort übernachten, wo ſie ſich tagsüber aufgehalten haben. Wenn ſie an ſolchen Orten Blüten finden, in deren Höhlung es wie in einer geheizten Stube recht warm iſt, und wo noch dazu eine zuſagende Nahrung ausgeboten wird, deſto beſſer. Ohne Zweifel ſind aus dieſen Gründen die honigführenden Blüten der Glockenblumen (Campanula) ſowie jene des Fingerhutes, in deren Innern die Temperatur im Vergleiche zur Umgebung während der Nacht immer etwas erhöht iſt (vgl. Band I, S. 468), als Herberge in kalten Nächten beſonders beliebt. Auch die großen Köpfchen der Crepis grandiflora und mehrerer andrer Korbblütler, deren äußere Zungenblüten am Abend zuſammenſchließen, werden von Käferchen (Cryptocephalus violaceus, Meligethes aeneus) und dunkeln, kleinen Bienen (Panurgus ursinus) als nächtlicher Unterſtand gern aufgeſucht, weil im Innern der geſchloſſenen Köpfchen während der Nacht eine über die Umgebung erhöhte Temperatur herrſcht. Sobald die Sonne kommt, verlaſſen die genannten Tiere ihre Nachtquartiere, und dabei iſt es leicht möglich, ja in manchen Fällen unvermeidlich, daß der Pollen abgeſtreift, mitgenommen und auf andre weiterhin beſuchte Blüten übertragen wird.

Bisweilen bleiben die Inſekten in ſolchen behaglich eingerichteten Herbergen nicht nur während der Nacht, ſondern auch noch während des Tages, ja mitunter ſogar mehrere Tage. Wenn ſich die kleinen Käfer aus den Gattungen Anthobium, Dasytes und Meligethes im Grunde der Blüten von Magnolien und Gentianen (Magnolia obovata, Yulan, Gentiana acaulis, ciliata, Pneumonanthe ꝛc.) eingeniſtet haben, ſo verlaſſen ſie dieſes warme ſichere Heim nicht vor dem dritten Tage.

Dasſelbe gilt von den Roſenkäfern (Cetonia), welche mit Vorliebe die Blüten der Magnolia grandiflora aufſuchen. Gewöhnlich drängen ſie ſich in die jüngſten Blüten ein, welche eben erſt aufgegangen ſind, und thun ſich da an dem ſüßen Safte gütlich, welcher an und zwiſchen den Narben zu finden iſt. Später verzehren ſie auch noch einen Teil des Pollens, welcher aus den Antheren entbunden wird und auf die ſchüſſelförmig ausgehöhlten Blumenblätter herabfällt. Öffnen ſich die Magnoliablüten am hellen Mittage, ſo bleiben die Cetonien unbeirrt ſitzen und laſſen ſich von den Sonnenſtrahlen erwärmen, kommt der Abend und ſchließen ſich die obern Blumenblätter zuſammen, ſo haben ſie gleichfalls keine Urſache, ihr einmal gewähltes Standquartier zu verlaſſen; denn im abgeſchloſſenen Raume erhöht ſich in der Nacht die Temperatur um 5—10° über die Temperatur der Umgebung, und zudem ſind die Cetonien dort gegen Angriffe von Nachttieren trefflich geſchützt. So verbleiben ſie denn auch in den Magnoliablüten ſo lange, bis ſie beim Abfallen der Blumenblätter ſozuſagen an die Luft geſetzt werden. Die Blüten des Mohnes (Papaver somniferum) werden gleichfalls von einigen Käfern und Fliegen alsbald nach dem Aufblühen aufgeſucht und nicht früher verlaſſen, bis ſich die Blumenblätter ablöſen. Allerdings iſt dieſer Aufenthalt viel kürzer als in den Magnoliablüten, weil ſich die Mohnblume nur einmal über Nacht ſchließt und ſchon am andern Tage abfällt.



Arum conocephaloides; die vordere Wand der Blütenſcheide entfernt. Zu unterſt an den Kolben die Fruchtblüten, darüber die erſte Reuſe, dann die Pollenblüten, dann eine zweite Reuſe. Im Grunde des Keſſels zahlreiche Mücken aus der Gattung Ceratopogon, deren Entſchlüpfen durch die ſtarren abwärts gerichteten Spitzen der untern Reuſe verhindert wird. Vgl. Text, S. 161.

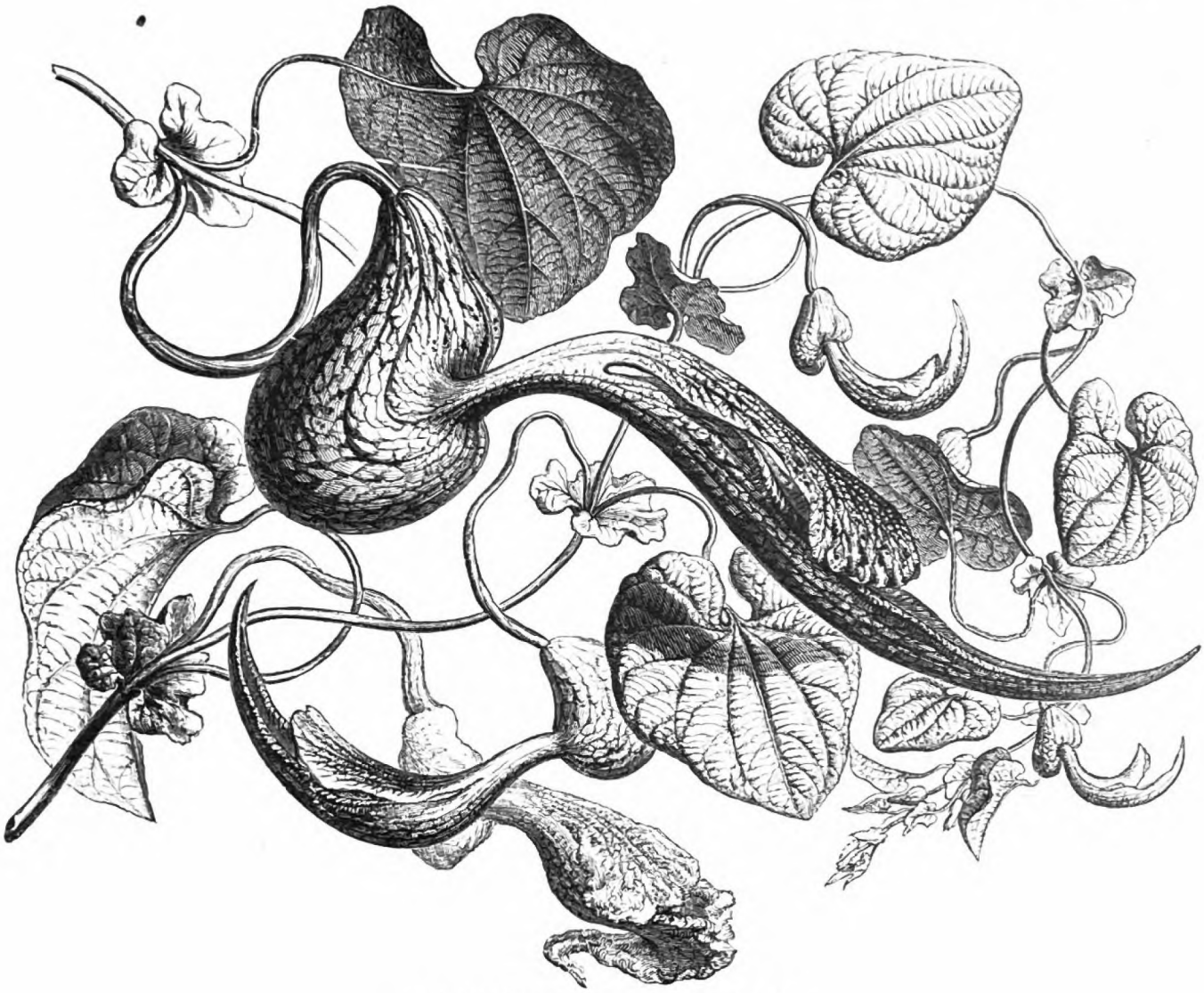
In den bisher beſprochenen Fällen wäre es den Inſekten ein Leichtes, das von ihnen gewählte Standquartier am hellen Tage und bei Sonnenſchein wieder zu verlaſſen; denn zu dieſer Zeit ſind die Blüten der Gentianen, der Magnolien und des Mohnes ſo weit, als überhaupt möglich, geöffnet. Es kommt aber auch vor, daß Inſekten, welche, eine Herberge ſuchend, in den Blütengrund geſchlüpft ſind, dort eine Zeitlang wie in einem Gefängniſſe feſtgehalten werden. Dieſer merkwürdige Fall wird insbeſondere bei den Aroideen und Ariſtolochineen beobachtet. Bei zahlreichen Aroideen (Arum, Dracunculus, Helicodiceros ꝛc.), für welche hier als Vorbild Arum conocephaloides gewählt ſein mag (ſ. nebenſtehende Abbildung), hat die Blütenſcheide eine tütenförmige Geſtalt; nach oben hin iſt ſie weit geöffnet, unterhalb der Mitte zeigt ſie eine auffallende Verengerung oder Einſchnürung, und am Grunde iſt ſie wieder tonnenförmig oder keſſelförmig aufgetrieben. In der Tonne oder dem Keſſel erhöht ſich die Temperatur immer bedeutend über jene der Umgebung, und Temperaturen von 30—36° ſind in dieſen Räumen keine Seltenheit; in den Blütenſcheiden des italieniſchen Aronsſtabes (Arum Italicum) wurde ſogar die Temperatur von 44° beobachtet

(ſ. Band I, S. 468). Alle dieſe Aroideen haben einen widerlichen Duft, der an Aas, faulenden Harn und dergleichen erinnert, aber gerade dadurch zahlreiche auf Kadavern und andern faulenden Stoffen lebende Tiere herbeilockt. Dieſe Tiere ſetzen ſich auf das aus der Tüte emporragende Ende des Blütenkolbens und klettern von da abwärts in die keſſelförmige Erweiterung, wo ſie einen warmen Unterſtand und überdies an den dünnwandigen und ſaftreichen, den Keſſel im Innern auskleidenden Zellen auch Nahrung finden. Dort, wo die Blütenſcheide verengert iſt, gehen ringsum vom Kolben ſteife Borſten aus, welche eine Art Reuſe darſtellen. Da die Spitzen der meiſten Borſten nach abwärts gekrümmt ſind, ſo geſtattet dieſe Reuſe den Inſekten, in den warmen Keſſel hinabzuklettern, verſperrt ihnen aber den Rückweg. Erſt nach einigen Tagen, wenn einmal der aus den Antheren hervorgequollene Pollen jene Region des Zapfens bedeckt, welche die Pollenblüten trägt, und wenn es unvermeidlich geworden iſt, daß Inſekten, welche über den Kolben emporklettern, ſich mit den ihnen in den Weg gelegten Pollen behaften, um ihn weiterhin zu andern jüngern Blüten zu bringen, erſt dann erſchlaffen die Borſten der Reuſe, die Einſchnürung der Blütenſcheide lockert und erweitert ſich, und nun können die Gefangenen ihren zeitweiligen Unterſtand wieder verlaſſen. Bei dem auf S. 160 abgebildeten Arum conocephaloides ſind zwei Reuſen vorhanden, eine untere und eine obere. Die Borſten der obern Reuſe erſchlaffen ſpäter als jene der untern, und wenn die aus dem untern Stockwerke des Keſſels dem Ausgange zu wandernden Mücken nach dem Erſchlaffen der untern Reuſe in das obere Stockwerk kommen, werden ſie dort eine Zeitlang durch die noch ſtarre obere Reuſe aufgehalten, tummeln ſich hier in der Region der Pollenblüten herum und beladen ſich unvermeidlich mit Pollen. Erſt wenn das geſchehen iſt, erſchlafft auch die obere Reuſe, und die Mücken können nun unbehindert entweichen.

Es iſt erſtaunlich, wie viele und wie vielerlei Inſekten in den Aroideenblüten einen Unterſtand ſuchen und finden. Die kleinern Aroideen, ſo z. B. das in den mitteleuropäiſchen Laubwäldern verbreitete Arum maculatum, werden vorzüglich von kleinen Mücken, namentlich von Psychoda phallaenoides, aufgeſucht, und es iſt keine Seltenheit, daß man in einem einzigen Keſſel mehrere Hunderte dieſer Tiere findet. In dem Keſſel der Blütenſcheide des im Wiener botaniſchen Garten gepflanzten Arum conocephaloides hatten ſich drei Arten kleiner ſchwarzer Mücken aus der Gattung Ceratopogon eingefunden und zwar in ſo großer Menge, daß beim künſtlichen Öffnen einer der Blütenſcheiden ein ganzer Schwarm ausflog. In einer zweiten Blütenſcheide desſelben Aronsſtabes, welche in Alkohol verſenkt und nachträglich geöffnet worden war, fanden ſich nahezu tauſend ſolcher Mücken eingeſperrt! Im Grunde der Blütenſcheide des italieniſchen Aronsſtabes (Arum Italicum) fand man gleichfalls Fliegen und zwar bis zu 16 verſchiedene Arten in einem und demſelben Keſſel, vorzüglich aus den Gattungen Chironomus, Limosina, Sciara und Psychoda. Die Aroidee Dracunculus crinitus wird vorwaltend von größern Fliegen, namentlich Somomyia Caesar und Anthomyia scalaris, aufgeſucht. In den Keſſeln des im Wiener botaniſchen Garten zur Blüte gekommenen Dracunculus Creticus hatten ſich neben zahlreichen grünen, goldigglänzenden Fliegen aus den Gattungen Anthomyia, Lucilia und Somomyia auch verſchiedene Aaskäfer (Aleochara fuscipes, Dermestes undulatus, Saprinus nitidulus ꝛc.) eingefunden, und in den Blütenſcheiden des in Italien vorkommenden Dracunculus vulgaris wurden faſt nur Aaskäfer, vorzüglich aus den Gattungen Dermestes und Saprinus, beobachtet. In einer einzigen Blütenſcheide der zuletzt genannten Pflanzenart fanden ſich einmal mehr als 250 Stück Aaskäfer, welche elf verſchiedenen Arten angehörten.

Eine überraſchende Ähnlichkeit mit den Blütenſcheiden der Aroideen haben die Blumen der Gattung Oſterluzei (Aristolochia). Wie bei den Aroideen die Blütenſcheide, gliedert ſich bei den Ariſtolochien das Perigon in drei Abteilungen. Zuvörderſt der Saum, welcher bei

den europäiſchen Arten die Geſtalt einer Tüte hat, bei den tropiſchen amerikaniſchen Arten aber auch viele andre ſeltſame Formen annimmt, insbeſondere an der untenſtehend abgebildeten Aristolochia ringens in eine kahnförmige Unterlippe und eine deckelförmige Oberlippe vorgezogen iſt, zweitens das röhrenförmige Mittelſtück, welches verſchiedene Einrichtungen zeigt, die den obdachſuchenden Tieren zwar den Eingang, aber nicht den Ausgang geſtatten, und endlich drittens der tonnenförmig, keſſelförmig oder blaſenförmig erweiterte Blütengrund, in welchem ſich die Narbe und die Antheren befinden, und der auch das Ziel



Aristolochia ringens. (Nach Baillon.)

der obdachſuchenden Inſekten bildet. Es muß ſpäter ohnedies noch ausführlicher beſprochen werden, in welcher Weiſe die in den Keſſel einkriechenden Inſekten den Pollen aufladen und abladen, und es genügt daher, hier in Kürze zu bemerken, daß die Tiere ſo lange im Keſſel zurückgehalten werden, bis ſich dort die Antheren geöffnet haben. Erſt wenn das geſchehen iſt, treten in dem röhrenförmigen Mittelſtücke Veränderungen ein, welche es den Gefangenen möglich machen, aus ihrem zeitweiligen Verlieſe zu entweichen.

Daß übrigens die Blüten, welche den Inſekten als Zufluchtsſtätte, zumal als geeigneter Platz für die Nachtruhe dienen, nicht notwendig Hohlräume, Tonnen, Keſſel, Glocken und dergleichen ſein müſſen, geht aus folgender Beobachtung hervor. Die im Herbſte zu gleicher Zeit entfalteten Blüten des nordamerikaniſchen riſpentragenden Phlox (Phlox paniculata) und der kanadiſchen Goldrute (Solidago Canadensis) wurden in meinem Garten von

unzähligen Fliegen, namentlich von der großen bienenähnlichen Eristalis arbustorum, besucht, welche sich an dem Pollen, soweit er ihnen eben zugänglich war, gütlich thaten. Tagsüber hielten sie sich ebenso gern auf den Blüten des Phlox als jenen der Goldrute auf. Als nun der Abend heranrückte, zogen sie sich samt und sonders auf die Goldrute zurück. Auf den Blüten des Phlox war nicht eine einzige Fliege mehr zu sehen, während die zu großen Sträußen vereinigten Blütenköpfchen der Goldrute mit Hunderten dieser Tiere besetzt waren. Bei Gelegenheit einer Umschau mit der Laterne in der darauf folgenden windstillen kalten Nacht zeigte sich, daß an den Blüten der Goldrute weniger Tau abgesetzt worden war als an jenen des Phlox, und das führte zur Vermutung, daß sich die Temperatur der Goldrutenblüten in der Nacht über die Temperatur der umgebenden Luft erhöht hatte. Und so war es auch. Das Thermometer, dessen Kugel in die Mitte des reichblütigen Goldrutenstraußes eingeführt wurde, zeigte eine um 2° höhere Temperatur als die Umgebung, und es würde sich wahrscheinlich ein noch größerer Unterschied ergeben haben, wenn nicht die Form und Gruppierung der Köpfchen an den Sträußen der Goldrute für das Zurückhalten der erwärmten, zunächst angrenzenden Luftschicht so außerordentlich ungünstig gewesen wäre. Die Blütenstände des Phlox zeigten keine Erhöhung, sondern eine Erniedrigung der Temperatur um 1,5° im Vergleiche zur umgebenden Luft und waren reichlich mit Tau beschlagen. Die Fliegen hatten sich demnach für die Nachtruhe einen verhältnismäßig warmen Platz ausgewählt, obschon derselbe auf den Namen Obdach eigentlich keinen Anspruch machen konnte. Da in den Blüten der Goldrute über Nacht der Pollen aus den Antherenröhren vorgeschoben wird, so fanden die Fliegen, als sie am nächsten Morgen aus dem Schlafe erwachten, den Tisch wieder neu gedeckt, und es war auch unvermeidlich, daß sie an ihren nächtlichen Ruheplätzen an verschiedenen Stellen des Körpers mit Pollen beklebt wurden.

Anlockung der pollenübertragenden Tiere durch Genußmittel.

Unter den Nahrungsmitteln, welche von den Tieren in den Blüten gesucht werden, hat neben dem Honig der Pollen die größte Bedeutung. Es gibt Pflanzen, in deren Blüten der Honigsaft gänzlich fehlt, und wo den nahrungsuchenden Tieren nur Pollen geboten wird. Als solche sind z. B. der Mohn (Papaver), die Waldrebe (Clematis Vitalba), die Adonis (Adonis), das Leberkraut (Hepatica) und mehrere Windröschen (Anemone alpina, baldensis, silvestris ꝛc.), die zahlreichen Cistrosen und Sonnenröschen (Cistus und Helianthemum) und die Rosen (Rosa) bemerkenswert. Alle stimmen darin miteinander überein, daß ihre Blumen, wenn sie geöffnet sind, aufrecht stehen und eine sternförmige oder schalenförmige Gestalt besitzen, so daß der etwa aus den Antheren herabfallende Pollen nicht verloren geht, sondern auf der konkaven obern Seite der Blumenblätter noch eine Zeitlang abgelagert bleibt, wie das besonders auffallend an den Blüten der mohnartigen Gewächse (Eschscholtzia, Glaucium, Roemeria, Argemone; s. Abbildungen, S. 112, Fig. 1, und S. 164) zu sehen ist. Mit den später zu besprechenden honigführenden Blüten verglichen, erscheinen sie stets sehr einfach gebaut, was sich daraus erklärt, daß bei ihnen besondere Einrichtungen zur Abscheidung und Aufspeicherung sowie zum Schutze des Honigs überflüssig sind.

Mit besonderer Vorliebe werden die Blüten dieser Pflanzen von kleinen Käfern aus den Gattungen Anthobium, Dasytes und Meligethes aufgesucht, und es ist keine Seltenheit, daß in einer einzigen Cistrosen- oder Sonnenröschenblüte ein halbes Dutzend Dasytes gefunden werden, die dort mit Heißhunger Pollen verzehren. Nächst den Käfern kommen

auch zahlreiche Fliegen zu den honiglosen Blüten, um dort Pollen zu fressen, namentlich gewisse Muscideen, Stratiomyideen und Syrphideen, welche die Pollenzellen mit den Endklappen ihrer Mundwerkzeuge erfassen, ihn förmlich zermalmen und partienweise verschlucken. Auch gewisse Aderflügler, wie z. B. die Arten der Gattung Prosopis, weiterhin die Blasenfüße (Thrips) sind Pollenfresser und können, wenn sie in großer Zahl sich einstellen, in kurzer Zeit gewaltig mit dem vorhandenen Pollen aufräumen.

Von den Bienen und Hummeln wird der Pollen bekanntlich in großer Menge gesammelt und als Nahrung für die Larven in den Bau eingetragen. Das Sammeln erfolgt mittels besonderer Haare und Borsten, welche die verschiedenen Teile des Körpers, zumal den Hinterleib und die Schienen und Fersen der Hinterbeine, bekleiden und bald zu einem dichten Pelze, bald zu regelmäßigen Leisten und Säumen oder auch zu förmlichen Bürsten vereinigt sind. Ein Teil der Haare ist weich und biegsam, hat die Gestalt zarter Federchen, und wenn derlei Haargebilde gehäuft nebeneinander stehen, so wirken sie wie ein Federwisch als wahre Staubfänger. Es bleibt nämlich der Pollen, mit dem sie bestreut, oder über den sie hingestreift und hingeschleift werden, zwischen den Federchen hängen, kann aber nachträglich ebenso leicht wieder aus denselben entfernt werden. Andre Haare sind, wie gesagt, kurz und steif, machen den Eindruck von Wimpern und Borsten, ordnen sich in regelmäßigen Reihen und fügen sich so zusammen, daß kleine Bürsten entstehen. Bei den Hummeln und Bienen finden sich Bürsten an den Fersen beider Hinterbeine, während bei den Arten der Gattung Osmia nur eine einzige Bürste an der untern Seite des Hinterleibes ausgebildet ist. Wenn die genannten Insekten über pollenbedeckte Antheren oder über Blumenblätter, auf welche loser Pollen hinabgefallen ist, mit den Beinen oder mit dem Hinterleibe hinstreifen, so kehren sie den Pollen mit den kleinen Bürsten ab, und es erscheinen danach die Räume zwischen den kurzen Börstchen der Bürste mit Pollen ganz vollgepfropft. Auch können die Bienen und Hummeln mit Hilfe der an den Fersen der Hinterbeine angebrachten Bürsten den Pollen, der sich in den weichen Haaren ihres eignen Pelzes verfangen hat, abkämmen und abfegen, und es werden so diese Bürsten zu trefflichen Sammelapparaten des Pollens. Bei diesen Insekten finden sich überdies noch eigentümliche Vorrichtungen, die man mit Körbchen verglichen hat, an den Beinen ausgebildet; es sind glatte, scharf umgrenzte Stellen, welche von steifen, stäbchenförmigen Borsten förmlich eingezäunt sind, und in welche der zu Klumpen und Knäueln vereinigte Pollen eingepfercht, aufgespeichert und nach Hause getragen wird. Viele der in Rede stehenden Aderflügler befeuchten den Pollen, welchen sie einsammeln wollen, zumal dann, wenn er mehlig oder staubförmig ist, mit Honigsaft, um ihn dann in die Körbchen einkneten zu können. Wenn z. B. die Bienen den lockern, aus den Rissen der Antheren hervorgedrängten Pollen des Wegerichs (Plantago) gewinnen wollen, so speien sie auf denselben zuerst aus der vorgestreckten Saugröhre Honig, wodurch die lockere Masse gewissermaßen gebunden und zum Einsammeln geeignet wird. Auch kommt es häufig vor, daß der einzusammelnde lockere Blütenstaub mit Säften aus dem angestochenen, prallen, saftstrotzenden Gewebe der benachbarten Blumenblätter versetzt wird. Ist der Pollen klebrig, so sind derlei Zurichtungen überflüssig. Es genügt dann die leiseste Berührung und das flüchtigste Anstreifen, damit der Pollen an dem



Honiglose, pollenreiche Blüte der Argemone Mexicana. Vgl. Text, S. 163.

Insektenleibe haften bleibt. Sogar ganz glatte, haarlose Stellen der Brust, des Hinterleibes und der Beine können mit solchem Pollen beklebt werden.

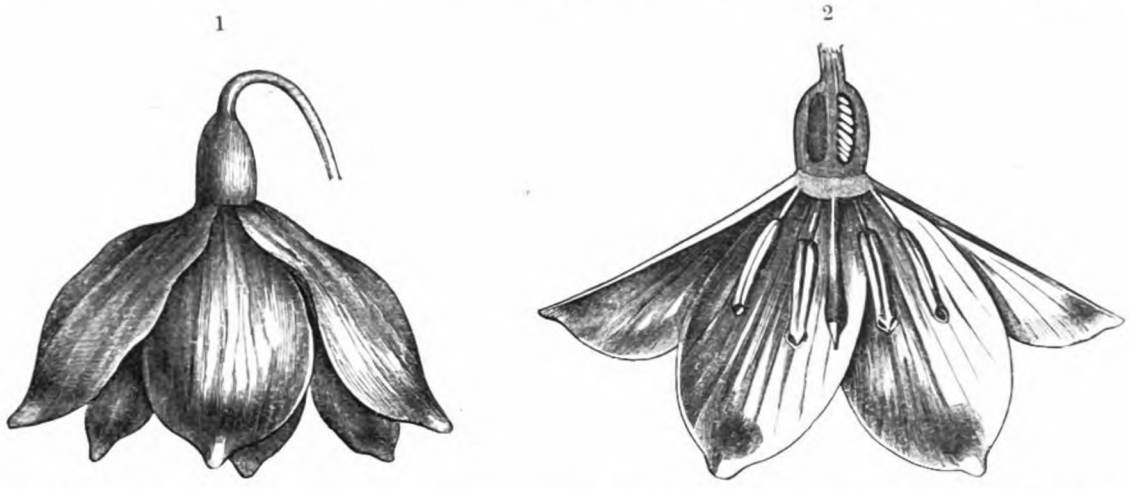
Da der Insektenbesuch für die Blumen nur dann einen Vorteil bringt, wenn dieser Besuch auch eine Übertragung des Pollens von Blüte zu Blüte im Gefolge hat, so muß selbstverständlich die zu weit gehende Vertilgung des Pollens hintangehalten sein. Ein großer Teil des Pollens kann immerhin aus einer Blüte aufgefressen oder als Nahrung für die Larven in die Baue geschleppt werden, aber etwas soll immer an dem Leibe der Besucher hängen bleiben, damit die Narben andrer Blüten mit Pollen versehen werden können. Thatsächlich ist das auch der Fall und wird vorzüglich durch einen Überfluß von Pollen erreicht. Alle jene Blüten, welche keinen Honig enthalten und den Insekten nur Pollen als Nahrung anbieten, wie z. B. jene der Cistrosen und Rosen, des Mohnes und der Waldreben, zeichnen sich durch eine große Menge von Pollenblättern aus, und diese erzeugen so viel Pollen, daß trotz weitgehender Angriffe von seiten der Insekten immer noch der Bedarf zur Belegung der Narben gedeckt ist. Die pollenfressenden Käfer, welche solche Blüten besucht haben, sind stets mit Pollen ganz eingepudert, können sich des an Brust, Hinterleib, Flügeldecken und Beinen haftenden Blütenstaubes bei dem Verlassen der Blüten nicht sofort entledigen und verschleppen diesen daher regelmäßig in andre Blüten. Auch die Bienen und Hummeln, welche in solche Blüten einfliegen, um Pollen zu sammeln, kommen wie mit Mehl bestäubt zurück, und wenn sie auch nachmals mit ihren Fersenbürsten fleißig über den Pelz fahren, um den Pollen abzukehren, so bleibt doch immer noch so viel übrig, als notwendig ist, damit auch die Narben ihren Teil bekommen, wenn nachträglich die genannten Tiere von der einen zur andern Blüte hinüberfliegen.

In den Blüten, welche Honig in ihren Tiefen bergen, ist mit dem Pollen sehr gespart, und es ist auch Vorsorge getroffen, daß derselbe nicht vergeudet und unnützerweise verzettelt wird. Die Tiere, welche sich bei pollenarmen Blüten einfinden, sind ohnedies vorwaltend Honigsauger und gehen nicht darauf aus, Pollen zu fressen oder ihn zu sammeln und für ihre Brut in den Bau zu tragen. Sie werden vielmehr mit dem Pollen bestreut, bestrichen und beklebt, ohne daß sie es wollen, und bisweilen scheint es, daß ihnen diese Belastung nicht gerade sehr angenehm ist. Ebensowenig kann sie ihnen aber widerwärtig sein, denn man sieht Tiere, welche soeben von einer den Pollen ausstreuenden Blüte wie erschreckt davongeflogen sind, im nächsten Augenblicke doch wieder zu einer zweiten Blüte derselben Pflanzenart herankommen und sich der gleichen Behandlung aussetzen. Es wäre auch seltsam, wenn an den Blüten einerseits Einrichtungen getroffen wären, welche Insekten anlocken, damit sie den Pollen von Stock zu Stock übertragen, und wenn dieselben Blüten zugleich auch darauf eingerichtet wären, die eingeladenen und angelockten Gäste zu verscheuchen und sie von weitern Besuchen abzuschrecken. Ein solcher Widersinn kommt im Reiche der Blüten niemals vor, vielmehr zeigen alle Einrichtungen, welche mit der Übertragung des Pollens zusammenhängen, eine Harmonie, welche jeden, der sich mit den einschlägigen Beobachtungen eingehender beschäftigt, mit Staunen erfüllt und zur Bewunderung hinreißt.

Dem Pollen in der äußern Erscheinung sehr ähnlich, in der Entwickelung aber gänzlich verschieden sind die staub- und mehlartigen Belege, welche die Blüten einiger Orchideen, zumal der Gattungen Eleanthus und Polystachya, auszeichnen. Dieselben bestehen aus einem Haufwerke loser rundlicher Zellen und gehen durch Zerfall aus perlenschnurförmigen Reihen hervor, welche sich von der Oberhaut der jugendlichen Blumenblätter erheben. Meistens ist es nur jenes unpaarige Blatt der Orchideenblüte, welches unter dem Namen Lippchen bekannt ist, an dem die Belege entstehen, und dieses präsentiert sich dann

wie ein mit Mehl gefülltes kleines Becken. Die losen Zellen, welche den Eindruck von Mehl oder Staub machen, enthalten Stärke, Zucker, Fett und eiweißartige Verbindungen, bilden daher eine vortreffliche Nahrung und dienen ganz ähnlich wie die Pollenzellen als Anlockungs- und Genußmittel für Insekten.

Im ganzen genommen sind diese staub- und mehlartigen Belege auf den Blumenblättern selten. Desto häufiger kommt es vor, daß Zellenreihen und Zellengewebe, welche von der Oberhaut bestimmter Blütenteile ausgehen und dem unbewaffneten Auge als Papillen, Haare, Schwielen und Warzen erscheinen, den blütenbesuchenden Insekten als Nahrung angeboten werden und insofern auch als Lockmittel zu gelten haben. In den Blüten des Portulaks (Portulaca oleracea) erscheint ein den kugeligen Fruchtknoten überdeckender ringförmiger Wulst ausgebildet, an dessen innerm Rande die Pollenblätter, an dessen Umfang die Blumenblätter entspringen. Zwischen diesen beiden Blattkreisen sieht man den fleischigen Wulst ganz dicht mit glashellen Papillen besetzt, welche



Blüte der Frühlingsknotenblume (Leucojum vernum): 1. Von der Seite gesehen. — 2. Der vordere Teil der Blüte weggeschnitten, der zurückgebliebene Teil des Perigons in eine Ebene ausgebreitet. Rings um den Griffel ein kissenförmiges saftreiches Gewebe, welches keinen Honig abscheidet. Beide Figuren etwas vergrößert.

zwar keinen Saft ausscheiden, aber von den die Blüten besuchenden kleinen Insekten ausgesogen und bisweilen auch förmlich abgeweidet werden. Dasselbe gilt von den zarten Haaren, mit welchen die Träger der Antheren des Gauchheils, der Königskerze und Tradescantie (Anagallis, Verbascum, Tradescantia) besetzt sind, und welche sich unter dem Mikroskop als saftreiche vereinzelte oder reihenweise gruppierte Zellen ausweisen, ebenso von den Haaren, welche den Grund des ausgehöhlten Perigonblattes in der Blüte des Frauenschuhes (Cypripedium) bekleiden. Bei mehreren Arten der Gattung Lysimachia (Lysimachia thyrsiflora, ciliata 2c.) ist der Fruchtknoten mit kleinen Wärzchen besetzt, deren saftreiche Zellen von den Tieren ausgesogen oder verzehrt werden, und in den Blüten der Frühlingsknotenblume (Leucojum vernum; s. obenstehende Abbildung) findet sich ein kissenförmiger, den Griffel umwallender Zellgewebskörper, dessen Bedeutung mit jener der eben erwähnten kleinen Warzen übereinstimmt. Auch zahlreiche Orchideen, namentlich aus den Gattungen Odontoglossum, Oncidium und Stanhopea, tragen an ihrem Perigon fleischige Schwielen, Zapfen und Kämme, welche in demselben Sinne gedeutet werden.

Häufig kommt es auch vor, daß begrenzte Teile der flachen Blumenblätter aus einem Zellgewebe bestehen, welches von den Mundwerkzeugen der Insekten leicht durchbohrt und ausgesogen werden kann. Diese Teile unterscheiden sich gewöhnlich durch lebhaftern Glanz von der Umgebung, und man möchte glauben, daß dort eine dünne Schicht von Flüssigkeit ausgebreitet sei, obschon es in Wirklichkeit nicht der Fall ist. Besonders auffallend sind in

dieſer Hinſicht die Blüten des Centunculus minimus, einer winzigen Primulacee, deren beckenförmige Blumenkrone am Grunde mit ſchwach gewölbten großen ſaftreichen Oberhautzellen tapeziert iſt, die von der Sonne beſchienen wie Silber glänzen. Ähnlich verhalten ſich auch die Blumenblätter der Blutwurz (Sanguinaria), des Hartheus (Hypericum), des Goldregens (Cytisus Laburnum), des Beſenſtrauches (Spartium) und noch vieler andrer Pflanzen. Daß auch die Blumenblätter der Hyazinthen und mehrerer Windröschen, die Blüten des Tauſendgüldenkrautes (Erythraea) ſowie die hohlen, honigloſen Sporne unſrer Wieſenorchideen (Orchis mascula, militaris, Morio ꝛc.) von den Inſekten angeſtochen und ausgeſogen werden, iſt gleichfalls durch wiederholte Beobachtungen nachgewieſen, und es iſt hier am Platze, hervorzuheben, daß zum Anbohren ſaftreicher Zellgewebe nicht nur Fliegen, Bienen und Hummeln, ſondern ſelbſt Schmetterlinge befähigt ſind. Die letztern haben an den Enden der Kieferladen, welche ihren Rüſſel zuſammenſetzen, ſpitzzackige Anhängſel, mit welchen ſie das ſaftreiche Gewebe zuerſt aufritzen und dann des Saftes berauben.

Eine ſeltſame Anlockung jener Inſekten, welche ſaftreiche Gewebe anzuſtechen und auszuſaugen gewohnt ſind, wurde an den im Altai, Kaukaſus und Taurus heimiſchen Arten der Gattung Eremurus (E. altaicus, caucasicus, tauricus) beobachtet. Dieſe zu den Liliaceen gehörigen Gewächſe tragen auf hohem Schafte eine während des Blühens ſich mächtig verlängernde Blütentraube. Wenn ſich die Blütenknoſpen öffnen, ſind die Blumenblätter flach ausgebreitet und umgeben als ein ſechsſtrahliger Stern die noch geſchloſſenen Antheren. Das dauert aber nur kurze Zeit. Sobald die Antheren aufſpringen und ihren haftenden orangefarbigen Pollen ausbieten, rollen ſich die Blumenblätter ein, werden welk und bilden einen kleinen, ſchmutzig rotbraunen Knäuel, von dem ſich ſechs grünliche dicke Schwielen abheben. Dieſe Schwielen, welche nichts andres ſind als die ſaftreichen Kiele an der Rückſeite der Blumenblätter, machen den Eindruck von grünen Blattläuſen. Die Schwebefliege Syrphus pirastri, welche bekanntlich Blattläuſe aufſucht, ſie anſticht und ausſaugt, ſcheint dieſe Schwielen auch für Blattläuſe zu halten; wenigſtens ſtößt ſie auf die eingerollten Blumen des Eremurus gerade ſo los wie auf Blattläuſe, und, was das merkwürdigſte an der Sache iſt, ſie beladet ſich bei dieſem Vorgehen mit den Pollen der vor den Blüten ſtehenden Antheren und überträgt ihn auf die Narben andrer Blüten.

Es wird ſpäter noch wiederholt von Pflanzen die Rede ſein, deren Blüten nur einen Tag, nur eine Nacht, ja ſelbſt nur einige Stunden hindurch geöffnet ſind. Die Blumenblätter dieſer Gewächſe haben die Eigentümlichkeit, daß ſie bei dem Verwelken raſch verfallen, verfärben, zerknittern, ſich einrollen und matſch werden. Der Zellſaft tritt dann aus dem Gewebe hervor und bedeckt die Oberfläche mit einer dünnen Flüſſigkeitsſchicht. Derlei matſche Blumenblätter ſind gleichfalls von Inſekten, zumal von Fliegen, aufgeſucht, welche den Saft lecken und ſaugen und bei dieſer Gelegenheit die Narbe mit dem von andern Blüten mitgebrachten Pollen belegen. So verhält es ſich z. B. bei Calandrinia, Tradescantia und Villarsia. Im ganzen genommen iſt dieſer Vorgang aber ſelten und zwar aus dem einfachen Grunde, weil die Zahl der Pflanzen mit ſo kurzlebigen Blüten eine ſehr beſchränkte iſt.

Dagegen iſt die Ausſcheidung von Säften an die Oberfläche friſcher Gewebe in den mehrere Tage hindurch offen bleibenden Blüten eine weitverbreitete Erſcheinung, und es dürfte nicht viel gefehlt ſein, wenn man annimmt, daß dieſe Ausſcheidung an 90 Prozent der von Inſekten und Kolibris beſuchten Blüten vorkommt. Der ausgeſchiedene Saft enthält mehr oder weniger Zucker und ſchmeckt ſüß. Neben dem Zucker ſind aber auch verſchiedene andre Stoffe in gelöſtem Zuſtande enthalten. Je nach dem wechſelnden Gehalte an dieſen Stoffen wechſelt auch die Konſiſtenz, die Farbe und der Duft des Saftes vielfach ab. Bald iſt derſelbe wäſſerig und farblos, bald dickflüſſig und braun wie Sirup. Der

dunkle Saft, wie er in den Blüten von Melianthus vorkommt, hat einen unangenehmen, ja geradezu widerlichen Duft; in den meisten Fällen stimmt aber der Duft mit jenem des Bienenhonigs überein. Es ist auch der Hauptsache nach der in Rede stehende süße Saft nichts andres als Honig, und dieser Name wird ihm daher jetzt von den meisten Botanikern auch beigelegt. Von den Botanikern früherer Zeit wurde er Nektar genannt, und die ihn zubereitenden und aufspeichernden Teile der Blüte, wenn sie deutlich umgrenzt sind, hat man als Nektarien angesprochen.

Die Ausscheidung des Honigs erfolgt in den meisten Fällen durch Spaltöffnungen, und diese sind entweder gleichmäßig über die Oberfläche des betreffenden Gewebes verteilt oder auf bestimmte Stellen zusammengedrängt. Gewöhnlich sind die Spaltöffnungen groß und von jener Form, welche man Wasserspalten genannt hat. Bei den Weiden (Salix) trägt das zapfenförmige oder tafelförmige Nektarium an seinem abgestutzten Ende nur eine einzige große Wasserspalte, aus welcher farbloser Honig hervorquillt. Es gibt auch Nektarien, welche der Spaltöffnungen ganz entbehren, und wo der süße Saft auf diosmotischem Wege durch die äußere Wand der Oberhautzellen zu Tage tritt. Bisweilen scheint eine innere Schicht dieser Zellwand zu verschleimen, sich in Gummi und weiterhin in Zucker umzusetzen und dann aus den Rissen der blasenförmig emporgehobenen und berstenden Cuticula hervorzuquellen.

Die Menge des zu Tage tretenden Honigs ist sehr verschieden. Bei manchen Pflanzen sind die aus zerstreuten Spaltöffnungen der Blumenblätter hervorkommenden Tröpfchen so klein, daß man sie mit freiem Auge kaum zu erkennen vermag, bei andern bildet der Honig einen äußerst dünnen Überzug, so daß man glauben könnte, es sei das betreffende Gewebe mit einem feuchten Pinsel bestrichen worden. In den meisten Fällen fließen die kleinen Tröpfchen zu größern Tropfen zusammen und erfüllen dann die zu ihrer Aufnahme bereiten Rinnen, Röhren, Gruben und Becher. Mitunter füllen sich diese Behälter bis zum Übermaße, und es träufelt dann bei dem geringsten Anstoße der süße Saft in Tropfenform aus den Blüten herab. So verhält es sich z. B. bei dem im Kaplande vorkommenden Melianthus major, aus dessen mit einem kapuzenförmigen großen Honigbehälter ausgestatteten Blüten bei dem Schütteln des Blütenstandes ein förmlicher Honigregen niedergeht. Von einer tropischen Orchidee, Namens Coryanthes, wird aus zwei kleinen hornförmigen Fortsätzen der Blüte so viel flüssiger Honig abgeschieden, daß er längere Zeit von den Spitzen der Hörner herabtropft. Das untere Ende des sogenannten Lippchens ist ausgehöhlt, und allmählich wird diese Aushöhlung von dem herabträufelnden Honig ganz ausgefüllt. Die Menge süßer Flüssigkeit, welche sich hier ansammelt, beträgt ungefähr 30 g.

In den meisten Fällen erhält sich der für die Anlockung der Insekten wichtigste Bestandteil des Honigs, das ist der Zucker, in gelöstem Zustande, was einerseits von seinen chemischen Verhältnissen, anderseits auch davon abhängt, daß die süße Flüssigkeit in den versteckten Gruben und Röhren der Blüten der Verdunstung weniger ausgesetzt ist. Nur bei einigen Orchideen aus der Gattung Aërides bilden sich aus dem süßen Safte in den Blüten Zuckerkristalle von ansehnlicher Größe. Daß sich außerhalb der Blüten die aus den Hüllschuppen gewisser Korbblütler hervorquellende Zuckerlösung in krümelige kristallinische Klümpchen umwandelt, gehört streng genommen nicht hierher, mag aber doch eine kurze Erwähnung finden. Es wird auf diese Form des Zuckers als vielumworbene Nahrung der Ameisen in einem spätern Kapitel die Rede kommen.

Gewöhnlich verbleibt der Honig unmittelbar an jener Stelle, wo er gebildet und ausgeschieden wurde; es gibt aber auch Blüten, wo das nicht der Fall ist, wo der süße Saft von der Ursprungsstelle abfließt und in besondern Behältern, die man Safthalter genannt hat, aufgespeichert wird. So verhält es sich z. B. in den Blüten von Coryanthes,

WYŻSZA SZKOŁA ROLNICZA
BIBLIOTEKA GŁÓWNA
W SZCZECINIE



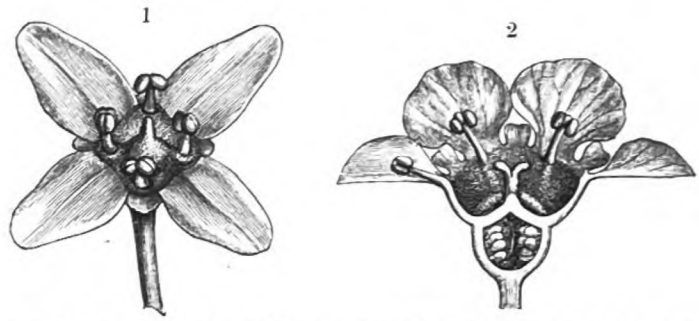
ALPEN-LEINKRAUT (Linaria alpina) IM KALKGEROLLE.

(Nach der Natur von E. Heyn.)


Aster alpinus
Pinus humilis
Potentilla caulescens
Moehringia
Linaria
alpina

Melianthus, Viola und Linaria. Daß bei Coryanthes ein förmliches Sammelbecken vorhanden ist, welches allen von den honigabsondernden hornförmigen Gewebekörpern herabträufelnden Honig aufnimmt, wurde bereits erwähnt. Bei Melianthus sind zwei schmale Kronenblätter vorhanden, von welchen der Honig in das kapuzenartige Kelchblatt fließt. Bei Viola erscheint jedes der zwei untern Pollenblätter mit einem langen, vom Konnektiv ausgehenden Fortsatze geschmückt, und diese Fortsätze scheiden Honig ab, welcher in die sie umhüllende Aussackung des untern unpaarigen Blumenblattes herabsickert. Bei dem Leinkraute, von welchem eine Art, nämlich das in mehrfacher Hinsicht interessante „Alpenleinkraut (Linaria alpina) im Kalkgerölle", auf der beigehefteten Tafel abgebildet ist, wird der Honig von einem Wulste an der Basis des Fruchtknotens abgesondert, fließt aber von dort durch eine schmale Spalte zwischen den beiden längern Staubfäden hindurch in den nach rückwärts sich von der Blumenkrone absenkenden hohlen Sporn.

Nicht nur alle Stufen des Blütenbodens, sondern auch sämtliche aufeinander folgende Hochblätter können Honig ausscheiden. In manchen Blüten erscheinen nur einzelne Glieder, in andern ganze Blattkreise in Nektarien umgewandelt. Häufig beobachtet man auch Gewebekörper, welche bei der unvollkommenen Kenntnis ihrer Entwickelungsgeschichte vom Standpunkte der spekulativen Gestaltslehre schwierig zu deuten sind, und von welchen man nicht anzugeben vermag, ob sie unmittelbar von dem Blütenboden oder von einem Blatte ausgehen. Mit Rücksicht auf diese Schwierigkeit ist es auch nicht leicht, die Nektarien in einer allen Anforderungen entsprechenden Weise zusammenzustellen und vorzuführen. Wenn dennoch im nachfolgenden eine bestimmte Reihenfolge eingehalten wird, so geschieht das nur mit Rücksicht auf das Bedürfnis nach Übersichtlichkeit und nicht in der Überzeugung, daß die unmittelbar nebeneinander gestellten Gebilde auch zweifellos einem und demselben morphologischen Gliede angehören.

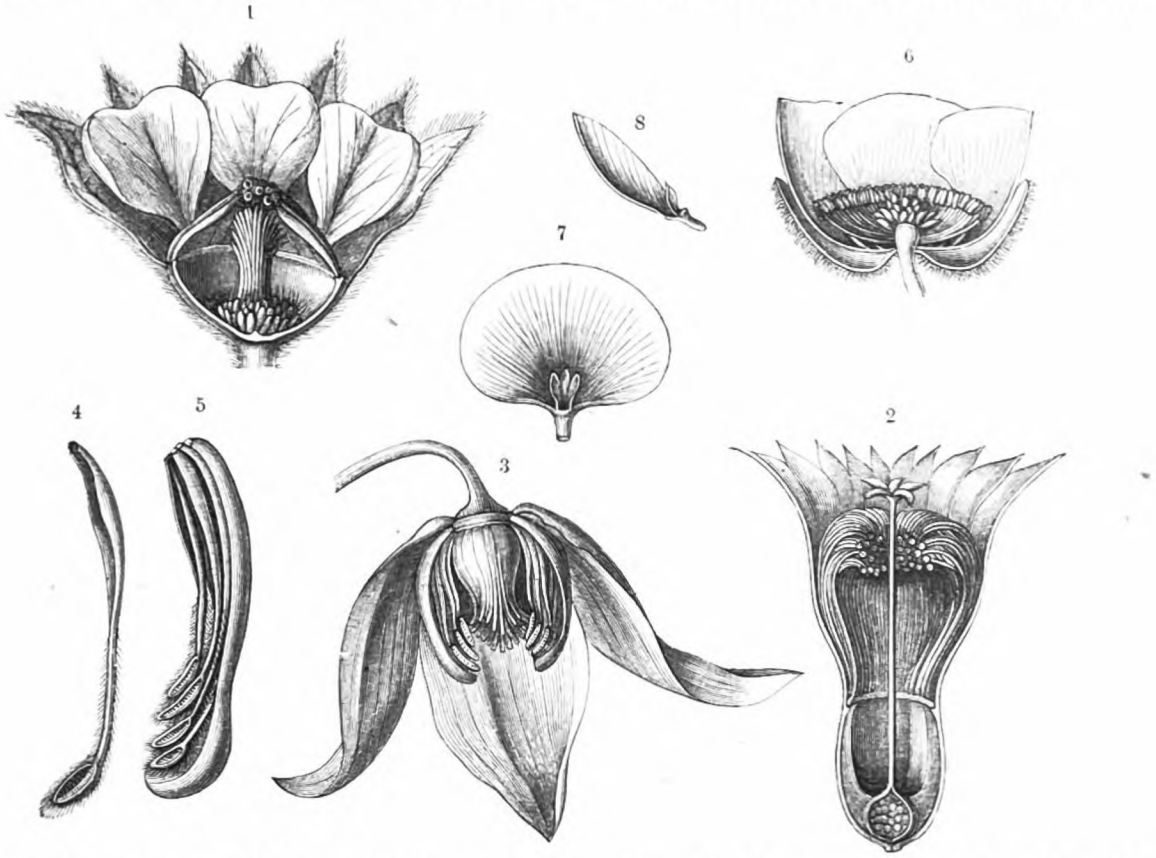


Honigabscheidende Gewebe in den Blüten: 1. Blüte des Spindelbaumes (Evonymus europaeus). — 2. Blüte des Johannisbeerstrauches (Ribes rubrum), der Länge nach durchschnitten. — Fig. 1: 4fach; Fig. 2: 5fach vergrößert.

In den Blüten der meisten Doldenpflanzen, der Hartriegelgewächse, des Epheus, des Milzkrautes, zahlreicher Arten der Gattung Steinbrech und Spindelbaum (z. B. Evonymus europaeus; s. obenstehende Abbildung, Fig. 1), ist ein dem Fruchtknoten auflagerndes Gewebepolster ausgebildet; die Staubfäden und Blumenblätter stehen um dieses Polster im Kreise herum, ohne dasselbe aber zu verdecken, und man sieht in der offenen Blüte inmitten der Blumenblätter den Honig wie einen dünnen Firnisüberzug im Sonnenscheine glänzen. Die Mitte der flach beckenförmigen Blüten des Sumachs (Rhus), des Kreuzdornes (Rhamnus) und des Johannisbeerstrauches (Ribes; s. obenstehende Abbildung, Fig. 2) ist mit einer fleischigen Scheibe ausgekleidet, welche entlang der ganzen Oberfläche flüssigen Honig absondert. Der Buchsbaum (Buxus) zeigt in der Mitte der Blüten, und zwar sowohl der Pollenblüten als der Fruchtblüten, drei zusammenschließende Wülste, deren jeder einen Tropfen Honig aufgelagert hat. Bei dem Frauenmantel (Alchimilla), der Sibbaldie (Sibbaldia) und dem Knäuel (Scleranthus) ist die Blüte in zwei Stockwerke geteilt, ein unteres becherförmiges, in welchem der Fruchtknoten steckt, und ein oberes beckenförmiges, das aus den Blumenblättern gebildet wird. An der Grenze beider Stockwerke ist eine in der Mitte durchlöcherte Scheibe oder, besser gesagt, ein leistenförmig vorspringender Ring eingeschaltet, welchen man mit der Blendung in der Röhre eines Mikroskops vergleichen könnte, und diese

Ringleiſte glänzt an der obern Seite von dem dort als äußerſt dünne Schicht ausgebreiteten Honig. Ganz ſeltſam nehmen ſich auch die honigausſcheidenden Gewebe bei der Wolfsmilch (Euphorbia) aus. Die dicht zuſammengedrängten Blüten ſind von einer Hülle umgeben, welche die Geſtalt eines Bechers hat, und deren Rand mit halbmondförmigen quer-ovalen oder rundlichen Gewebekörpern beſetzt iſt. Alle dieſe Gewebekörper glänzen an der obern Seite von dem dünnen Überzuge aus Nektar, ähnlich ſo wie das Gewebepolſter, welches dem Fruchtknoten der Doldenpflanzen und des Spindelbaumes aufgelagert iſt.

In den Blüten des Schlehdornes, der Mandel- und Pfirſichbäume, der Himbeeren und Erdbeeren, einiger Fingerkräuter und zahlreicher andrer Roſifloreen iſt im Umkreiſe des



Nektarien: 1. Blüte des Fingerkrautes (Potentilla micrantha); der vordere Teil der Blüte weggeſchnitten. — 2. Blüte der Mamillaria glochidiata; der vordere Teil der Blüte weggeſchnitten. — 3. Blüte der Alpenrebe (Atragene alpina); der vordere Teil der Blüte weggeſchnitten. — 4. Ein Pollenblatt der Alpenrebe mit rinnenförmig ausgehöhltem Antherenträger. — 5. Vier ſich deckende rinnenförmig ausgehöhlte Pollenblätter, zuſammengehalten von einem löffelförmigen Blumenblatte; von derſelben Pflanze. — 6. Blüte des Gletſcherhahnenfußes (Ranunculus glacialis); der vordere Teil der Blüte weggeſchnitten. — 7. Ein einzelnes Kronenblatt des Gletſcherhahnenfußes, von oben geſehen. — 8. Dasſelbe Blatt der Länge nach durchſchnitten, von der Seite geſehen. — Fig. 3, 6, 7, 8 in natürlicher Größe; die übrigen Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 172 und 174.

Fruchtknotens oder des Fruchtknotenköpfchens ein fleiſchiges Gewebe ausgebildet, welches, vom Blütenboden ausgehend, gleich einer Tapete dem Grunde des Kelches aufliegt (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 1). Dieſes Gewebe ſondert Honig ab, der aber von außen nicht ſichtbar iſt, weil ihn die im Kreiſe herumſtehenden, meiſt ſehr zahlreichen Pollenblätter überdachen. Auch in den Blüten der Kakteen iſt der unterſte becherförmige oder röhrenförmige Teil der Blüte inwendig mit einer honigabſondernden Gewebeſchicht ausgekleidet (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 2).

Bei den Daphnoideen, Skrofularineen, Gesneriaceen, Aſperifolieen und Labiaten bildet das honigabſondernde Gewebe einen die Baſis des Fruchtknotens ringförmig umſchließenden Wall, während bei den verwandten Rhinanthaceen, zumal den Gattungen Bartsia, Clandestina, Lathraea, Pedicularis, nur ein einſeitig der Baſis der Fruchtknotens angeſchmiegter

Wulſt und bei Rhinanthus und Melamyrum an derſelben Stelle ein fleiſchiger, honigabſondernder Lappen zu ſehen iſt. Auch bei den Schotengewächſen iſt das Gewebe im Umkreiſe des Fruchtknotenſtieles verdickt und gewulſtet, und es erheben ſich von demſelben an beſtimmten Stellen Warzen und Zapfen, welche den Honig ausſcheiden. Bei den Levkojen (Matthiola annua und incana), bei Alyssum, Schiverekia und Thlaspi ſieht man ſolche Warzen rechts und links von den zwei kurzen Pollenblättern, und bei Alliaria und Draba erhebt ſich je eine Warze an der äußern, den Blumenblättern zugewendeten Seite der längern Staubfädenpaare. Ob dieſe Gebilde als Teile des Stammes oder als metamorphoſierte Blätter aufzufaſſen ſind, mag dahingeſtellt bleiben. In manchen Fällen, wie z. B. bei Haberlea, Paederota und Polemonium, wo der ringförmige Wulſt in fünf, und bei Scrophularia, wo er in zwei ſymmetriſch geſtellte Lappen gegliedert iſt, möchte man das letztere glauben. In den Blüten der Windlinge (Konvolvulaceen) iſt die Baſis des Fruchtknotens von fünf dicklichen honigabſondernden gleichgroßen Schuppen umgeben, die zuſammen einen kleinen Becher bilden, ſo daß man an ein im Eibecher ſteckendes Ei erinnert wird, und bei den Kraſſulaceen erhebt ſich von dem ringförmigen Walle des Blütenbodens vor jedem Fruchtblatte ein Knötchen oder eine fleiſchige Schuppe, welche bald ſpatelförmig (Sedum annuum), bald lineal und am freien Ende zerſchlitzt (Sedum atratum), überhaupt ſehr mannigfaltig geſtaltet iſt. In dieſen letztern Fällen ſind die honigabſondernden Gebilde wohl zweifellos als metamorphoſierte Blätter anzuſehen.

Verhältnismäßig ſelten ſind die Fälle, wo die Honigbildung von den Fruchtblättern ausgeht, wie z. B. in den Blüten mehrerer Primulaceen (Androsace, Aretia), wo die flach gewölbte Decke des Fruchtknotens winzige Nektartröpfchen ausſcheidet, und in jenen vieler Gentianen (Gentiana acaulis, asclepiadea, Bavarica, Pneumonanthe, prostrata, punctata ꝛc.), wo die zwiebelförmig verdickte Baſis des Fruchtknotens fünf Wülſte zeigt, welche reichlichen Honig für den Grund des Blumentrichters liefern. In den Blüten einiger Liliaceen und Melanthaceen (z. B. Albuca, Ornithogalum, Tofjeldia) wird der Honig in den ſeitlichen Furchen des Fruchtknotens abgeſondert, und in jenen der Zaunlilie (Anthericum) ſowie des Zwerglauches (Allium Chamaemoly) ſieht man an jeder der drei Verbindungslinien der Fruchtblätter ein kleines Grübchen, aus welchem ein Honigtropfen hervorquillt.

Viel häufiger findet man die Nektarien an den Pollenblättern. Sie ſind da in allen Größen und Formen ausgebildet. Mitunter kommt es auch vor, daß ganze Pollenblätter in Nektarien umgewandelt ſind, was natürlich nur auf Koſten der Antherenbildung erfolgen konnte. Die Pollenblätter der Heidelbeeren und Moosbeeren (Vaccinium Myrtillus und uliginosum), ebenſo jene der Tulpen (Tulipa) haben an der verdickten breiten Baſis der Antherenträger, und zwar an der äußern, gegen die Blumenblätter gewendeten Seite, ein kleines, honigabſonderndes Grübchen. Bei der weitverbreiteten Herbſtzeitloſe (Colchicum autumnale) iſt an den Pollenblättern knapp über jener Stelle, wo ſie mit den violetten Blättern des Perigons verwachſen ſind, ein orangefarbiger honigabſondernder Gewebekörper, und der dort erzeugte Honig erfüllt eine Rinne, welche das ſich anſchmiegende Perigonblatt durchzieht. Ebenſo verhält es ſich bei den andern Zeitloſen und auch bei den Arten der Gattung Trillium. Bei den Storchſchnabelgewächſen, insbeſondere bei Erodium und Geranium, erhebt ſich an der den Kelchblättern zugewendeten Seite von der Baſis eines jeden der äußern fünf Antherenträger ein warzenförmiges, bisweilen etwas ausgehöhltes Nektarium. Einen faſt unerſchöpflichen Reichtum an Formen zeigen auch die Nektarien an der Baſis der fadenförmigen Antherenträger bei den Mieren und Nelkengewächſen. Bald ſind ſämtliche Staubfäden einer Blüte an ihrer Wurzel etwas verdickt und ſondern aus einem gelblichen, dem Fruchtknoten zugewendeten Gewebe Honig ab (wie z. B. bei Telephium Imperati), oder es iſt an der Baſis jedes Staubfadens ein Paar honigabſondernder Warzen

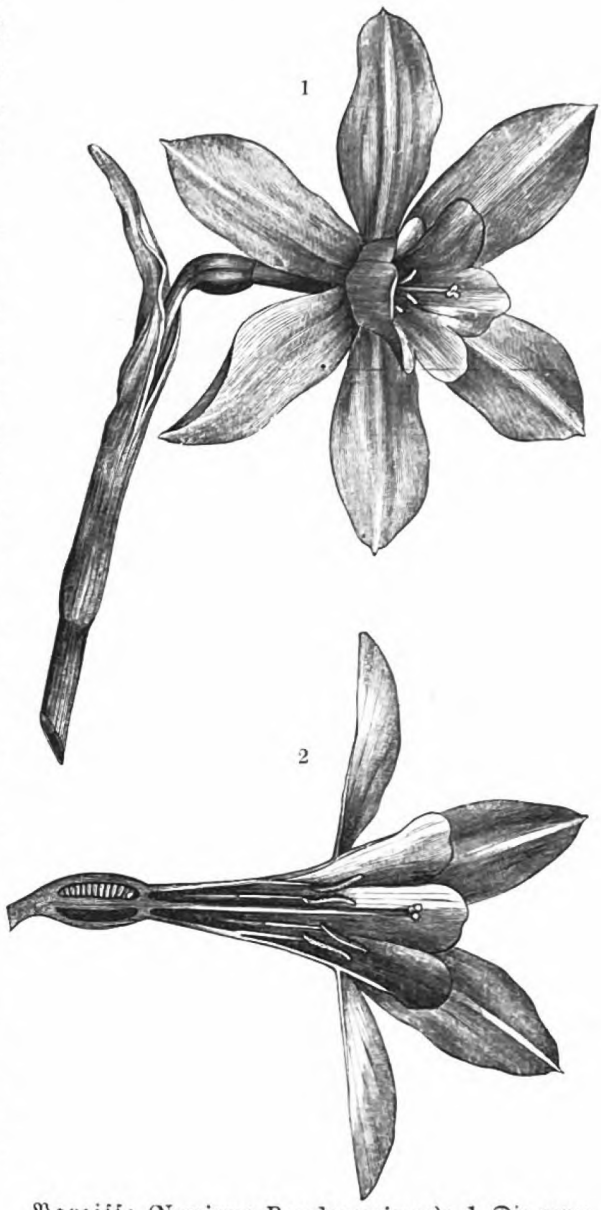
zu ſehen (wie z. B. bei Alsine mucronata und verna), bald wieder ſind es nur die vor den Kelchblättern ſtehenden Pollenblätter, deren Fäden an der Baſis ſchwielenförmig verdickt ſind und an der dem Fruchtknoten zugewendeten grubig vertieften Seite Honig ausſcheiden (wie z. B. bei Cherleria sedoides). In den Blüten der Sagina Linnaei ſieht man jeden vor den Kelchblättern ſtehenden fadenförmigen Träger der Antheren am Grunde von einem becherförmigen Nektarium umwallt. Gar oft ſind die Nektarien der benachbarten Pollenblätter in den Blüten der eben beſprochenen Pflanzen zu einem Ringe miteinander verſchmolzen, was bei den Storchſchnabelgewächſen nur angedeutet iſt, bei vielen Mieren (z. B. bei Spergula) und noch mehr bei den leinartigen und nelkenartigen Gewächſen (Linum, Gypsophila, Dianthus, Lychnis) recht auffallend hervortritt. Auch in den Blüten der meiſten Schmetterlingsblütler ſind es die Pollenblätter, welche den Nektar liefern. Neun miteinander verwachſene Staubfäden bilden eine Rinne, in welcher der Fruchtknoten eingebettet iſt; dieſer Fruchtknoten iſt gegen den Blütengrund zu ſtielartig verſchmälert, die Rinne dagegen etwas erweitert. So entſteht dort ein Hohlraum, und in dieſen Hohlraum wird von dem angrenzenden Teile der Staubfadenrinne Honig abgeſchieden. Nach oben iſt der Hohlraum durch das zehnte Pollenblatt zugedeckt, welches aber keinen Honig liefert. An der zu den Ranunkulaceen gehörigen Alpenrebe (Atragene alpina) iſt es die rinnenförmig vertiefte innere Seite der Staubfäden, in welcher der reichliche, von Hummeln ſehr eifrig aufgeſuchte Honig ausgebildet wird (ſ. Abbildung, S. 170, Fig. 3, 4 und 5).



Blüte des Schneeglöckchens (Galanthus nivalis).

Sehr häufig wird der Nektar von den Blumenblättern ausgeſchieden und zwar ſowohl von den Blättern jener Blumen, die man als Perigon anſpricht, als auch jener, welche Kelch und Krone genannt werden (ſ. Bd. I, S. 601). An dem Schneeglöckchen (Galanthus nivalis; ſ. nebenſtehende Abbildung) ſieht man den Honig in parallelen Längsfurchen an der Innenſeite der drei ausgerandeten Perigonblätter, in den Blüten der Lilien, zumal jener mit nickenden Blüten und bogenförmig zurückgekrümmten Perigonblättern, wie beiſpielsweiſe Lilium Chalcedonicum und Carniolicum und des bekannten Türkenbundes Lilium Martagon, iſt jedes Perigonblatt der Länge nach von einer mit Leiſten oder auch mit geweihartig verzweigten und teilweiſe kolbenförmig verdickten Gewebewucherungen eingefaßten Rinne durchzogen, und dieſe Rinne ſtrotzt von den in ihr abgeſonderten reichlichen Nektar. Mehrere Orchideen, ſo namentlich die Arten der Gattung Zweiblatt (Listera), zeigen auch eine ſolche mit ſüßem Safte erfüllte Rinne, aber nur an einem Blatte des Perigons, nämlich an dem ſogenannten Lippchen (labellum), welches gleichzeitig auch die Anflugſtelle für die honigſuchenden und die Rinne ausleckenden Inſekten iſt. In den Perigonen der Sumpfwurz (Epipactis) iſt das Lippchen grubig vertieft und macht den Eindruck einer mit Honig gefüllten Schale. Bei dem auf der Tafel in Band I, bei S. 103 abgebildeten Ohnblatte (Epipogum) erſcheint das dem Lippchen entſprechende Perigonblatt wie ein Helm oder wie eine phrygiſche Mütze nach oben gewölbt, und dieſe Wölbung birgt den an Ort und Stelle erzeugten reichlichen Honig. Bei vielen andern Orchideen iſt die Unterlippe des Perigons nach rückwärts ausgeſackt, und in dieſe Ausſackung, welche in der beſchreibenden Botanik Sporn genannt wird, birgt ſich gewöhnlich eine Fülle des ſüßen Saftes. Das Perigon der auf S. 177, Fig. 4 abgebildeten Tricyrtes pilosa wird aus ſechs Blättern aufgebaut, von dieſen ſind die drei äußern nahe ihrem Grunde ausgeſackt und ſcheiden daſelbſt reichlichen Nektar ab. In den Blüten der Narziſſen (Narcissus; ſ. Abbildung, S. 173), des

Schwertels und der Schwertlilien (Gladiolus, Iris), ebenso in jenen von Sisyrinchum und Thesium ist die Innenseite des röhrenförmigen Perigonteiles entweder ganz oder wenigstens im untern Drittel in ein honigabsonderndes Gewebe umgewandelt, ohne daß sich dort besondere Aussackungen zeigen würden. Ungemein zierlich sind die Nektarien an den Perigonen der amerikanischen Uvularia grandiflora, an den zahlreichen Arten der Gattung Fritillaria und namentlich an der unter dem Namen Kaiserkrone in den Gärten häufig gepflegten Fritillaria imperialis ausgebildet. Jedes der sechs Perigonblätter zeigt bei diesen Pflanzen an der Innenseite nahe der verdickten Basis ein rundliches, scharf umgrenztes Grübchen, in welchem ein großer Tropfen des Honigs funkelt.



Narzisse (Narcissus Pseudonarcissus): 1. Die ganze Blüte. — 2. Die Blüte halbiert. Vgl. Text, S. 172.

Vergleichsweise selten ist die Honigausscheidung aus dem Gewebe der Kelchblätter. Am auffallendsten ist jene im Grunde der gefärbten, etwas ausgesackten und zugleich fleischigen Kelchröhre bei den verschiedenen Arten der Gattung Cuphea und jene der Kapuzinerkresse (Tropaeolum). Die Arten der zuletzt genannten Gattung haben einen Kelch, dessen obere Hälfte sich nach rückwärts in eine lange, kapuzenförmige Aussackung fortsetzt. In dem verengerten untersten Teile dieser Aussackung wird Honig erzeugt und zwar so reichlich, daß er mitunter bis zur Mündung der Kapuze emporsteigt.

Und nun kommen endlich die Nektarien im Bereiche der Kronenblätter an die Reihe. Wenn schon die honigbildenden Gewebe, welche am Blütenboden entwickelt sind, sowie jene an den Fruchtblättern, Pollenblättern, Perigonblättern und Kelchblättern auffallende Verschiedenheiten zeigen, so sind diese doch noch geringfügig im Vergleiche zu dem Formenreichtum, der sich an den Blättern der Krone kundgibt. Es ist nicht möglich, in diesem Buche eine erschöpfende Darstellung dieser Gebilde zu geben, und es muß genügen, die auffallendsten und für die weiterhin folgenden Schilderungen gewisser Vorgänge im Bereiche der Blüten wichtigsten Formen übersichtlich zusammenzustellen. An den Blumenkronen der Königskerzen, zumal an jenen von Verbascum Blattaria und phoeniceum, erfolgt die Ausscheidung von Honig auf dem untern großen Kronenblatte und zwar in Form zahlreicher über das Mittelfeld dieses Blattes zerstreuter Tröpfchen. Jedes Tröpfchen kommt aus einer Spaltöffnung hervor, und man sieht daher zur Zeit des Öffnens der Blumenkrone dieses Blatt wie mit Tau beschlagen. Das ist aber im allgemeinen der seltenere Fall; gewöhnlich fließen die ausgeschiedenen Tröpfchen zu einer Masse zusammen, und es erscheint dann an irgend einer beschränkten Stelle ein größerer Tropfen aufgespeichert. Von den windenden Arten der Gattung Geißblatt (Lonicera Caprifolium, etrusca, grata, implexa, Periclymenum 2c.), von den

Bärentrauben (Arctostaphylos alpina und Uva ursi), von Allionia und Crucianella, von einer Art des Wintergrüns, nämlich Pirola secunda, sowie noch von zahlreichen andern Gewächsen wird der Honig in der zuletzt geschilderten Weise im untersten Teile der röhrenförmigen oder glockigen Blumenkrone abgeschieden. Bei dem Alpenröschen (Rhododendron ferrugineum und hirsutum) sowie bei dem Fichtenspargel (Monotropa) ist der honigabscheidende Teil der Blumenkrone fleischig verdickt und jedes der miteinander verwachsenen Kronenblätter am Grunde grubig ausgehöhlt. Auch in den radförmigen Kronen der zu den Gentianeen gehörenden Ophelien ist jedes der Blumenblätter an seinem Grunde mit einer Nektargrube ausgestattet. In den Blüten der nicht windenden Geißblattarten (Lonicera alpigena, nigra, Xylosteum ꝛc.) zeigt die Blumenkrone über der Basis eine honigbildende Aussackung, und in den Blüten der Calceolarien (Calceolaria amplexicaulis, floribunda, Pavonii ꝛc.) findet sich die Nektargrube auf dem Ende des eingeschlagenen untern Blumenblattes wie in einem Gehäuse geborgen. Die Blumenkrone der Baldriane (Valeriana globulariaefolia, montana, officinalis ꝛc.) erzeugt ihren Honig in einer kleinen Aussackung, welche seitlich an der Kronenröhre zu sehen ist (s. nebenstehende Abbildung), und in den Blüten des Fettkrautes (Pinguicula) verschmälert sich die Krone nach rückwärts in eine spitze, hohle, spornförmige Aussackung (s. Abbildung auf der Tafel in Band I, bei S. 131). In den Blüten der Balsaminen (Impatiens) ist nur eins der fünf Kronenblätter mit einem honigführenden Sporne versehen, in jenen des Akeleis (Aquilegia) ist dagegen jedes derselben in einen Sporn ausgezogen, welcher in seinem kolbenförmig verdickten Ende Honig entwickelt. Die kleinen weißen Kronenblätter des Sonnentaues (Drosera) sind an der Basis in einen gelben Nagel zusammengezogen, und das Gewebe dieses Nagels scheidet spärlichen Honig aus. Ähnlich verhält es sich in den Blüten des Hahnenfußes (Ranunculus); nur ist bei diesen das honigerzeugende Gewebe scharf umgrenzt und erscheint als Auskleidung eines kreisrunden oder quer-ovalen Grübchens, das in manchen Fällen, wie z. B. bei Ranunculus alpestris, unbedeckt, in andern Fällen dagegen, wie z. B. bei dem Gletscherhahnenfuße (Ranunculus glacialis), von einer Schuppe überdacht ist (s. Abbildung, S. 170, Fig. 6, 7 und 8). Die Blüten der Lappenblume (Hypecoum) zeigen zwei gegenüberstehende, in drei Lappen geteilte Kronenblätter, und am Grunde derselben ist unterhalb des mittlern Lappens eine verhältnismäßig große Grube ausgebildet, welche mit dem dort erzeugten reichlichen Honig erfüllt ist (s. Abbildung, S. 177, Fig. 5 und 6). Ganz eigentümlich sind auch die Nektarien in den Blüten der zu den Gentianeen gehörigen Swertia. Einige Millimeter oberhalb dem Blütengrunde sieht man auf jedem Kronenblatte zwei Gruben, welche von einem festen Ringwalle umgeben sind, und von diesem Ringwalle erheben sich lange Fransen, die eine Art Gitter über der Grube herstellen. Das Gewebe, welches die Auskleidung der Grube bildet, entwickelt reichlichen Honig, und da das Gitter die Grube nicht vollständig verdeckt, so sieht man den Honig zwischen den Fransen mehr oder wenig deutlich durchschimmern.



Blüte des Baldrians (Valeriana officinalis), der Länge nach durchschnitten.

An dieser Stelle ist auch der merkwürdigen Nektarien zu gedenken, welche sich in den Blüten mehrerer Droseraceen, Berberideen und Ranunkulaceen zwischen die Blumenblätter und Pollenblätter eingeschaltet finden, und für welche neuerlich der Name Honigblätter in Vorschlag gebracht wurde. Sie zeigen die seltsamsten Formen und entsprechen nur wenig der Vorstellung, welche man sich gemeinhin von einem Blatte macht. So z. B. haben sie bei dem zu den Droseraceen gehörenden Studentenröschen (Parnassia) die Form einer Hand, an deren hohler Seite sich zwei honigabsondernde Furchen befinden, während die

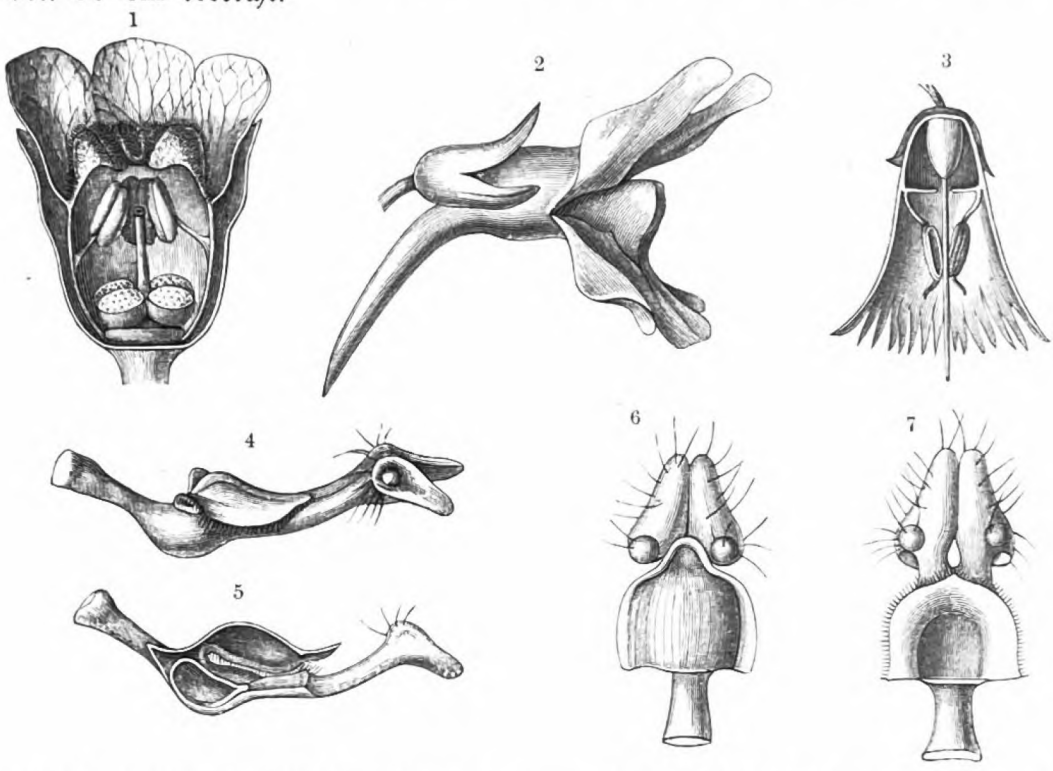
den Fingern der Hand entsprechenden elf dünnen Fortsätze mit rundlichen Knöpfchen abschließen. In den Blüten der zu den Berberideen gehörenden Sockenblume (Epimedium) haben sie die Gestalt eines Pantoffels, in jenen des Schwarzkümmels (Nigella) aus der Familie der Ranunkulaceen präsentieren sie sich als gestielte, zugedeckelte Schalen oder Ampeln (s. Abbildung, S. 176, Fig. 4—7). In den Blüten des Eisenhutes (Aconitum) zeigen sie die Form bald einer phrygischen Mütze, bald einer Kapuze, bald eines Waldhornes, und werden von einem langen aufrechten, der Länge nach rinnig durchfurchten Stiele getragen. In den Blüten des Muschelblümchens (Isopyrum) sowie in jenen des Wanzenkrautes (Cimicifuga) besitzen sie die Gestalt von Schaufeln oder kurzgestielten Löffeln und tragen mitunter am freien Ende zwei in ihrer Bedeutung rätselhafte geknöpfte Spitzen. Die Blüten der Winterblume (Eranthis) sowie jene der Nießwurz (Helleborus) zeigen innerhalb der großen Kelchblätter tütenförmige, becherförmige oder röhrenförmige Nektarien mit schief abgeschnittener Mündung, und jene der Trollblume (Trollius) bergen zahlreiche spatelförmige Nektarien, welche im untern Drittel etwas geknickt und verdickt und dort mit einem honigführenden Grübchen ausgestattet sind (s. Abbildung, S. 110, Fig. 3). In den Blüten der Küchenschellen (Pulsatilla vernalis und vulgaris) sieht man zwischen den großen flachen Blumenblättern und den antherentragenden Pollenblättern in zwei oder drei Schraubenumgängen kleine kolbenförmige Gebilde eingeschaltet, welche reichlichst Honig abscheiden, der die Basis der benachbarten Staubfäden netzt. Alle diese Honigblätter kann man ebensogut als Umwandlungen der Kronenblätter wie der Pollenblätter betrachten. Jene der Sockenblume, des Schwarzkümmels, des Eisenhutes und des Muschelblümchens mahnen mehr an Kronenblätter, jene der Trollblume und der Küchenschelle mehr an Pollenblätter. In Band I, S. 606 wurde der Auffassung Raum gegeben, daß alle Blumenblätter metamorphosierte Pollenblätter seien. Von diesem Standpunkte aus angesehen, ist es selbstverständlich auch müßig, zu fragen, ob die besprochenen Honigblätter als Kronenblätter oder als Pollenblätter zu deuten seien.

Auch mit Rücksicht auf die Beziehungen zu den blütenbesuchenden Tieren sind diese sowie überhaupt alle ähnlichen Fragen der spekulativen Gestaltlehre ohne Belang. Dagegen ist es mit Rücksicht auf die zum Genusse des Honigs angelockten und zugelassenen Insekten von Wichtigkeit, die im vorhergehenden nur beiläufig nach morphologischen Gesichtspunkten geordneten Nektarien in zwei Gruppen zusammenzustellen, nämlich in solche, deren süßer Saft offen zu Tage liegt, und solche, deren Honig in versteckten Winkeln im Grunde der Blüten geborgen ist.

Der offen zu Tage liegende Honig ist zwar für alle blütenbesuchenden Tiere zugänglich, wird aber doch nur von einem Teile derselben mit Erfolg ausgebeutet. Von Schmetterlingen und langrüsseligen Hummeln kann z. B. der firnisartige Überzug aus Honig, welcher dem Gewebepolster über dem Fruchtknoten bei dem Spindelbaume, Epheu und Hartriegel, den Steinbrechen und Doldenpflanzen aufgelagert ist, nicht gesogen werden. Dagegen ist gerade dieser Honig ein Anziehungspunkt für die Käfer, Fliegen, Mücken und andre kurzrüsselige Insekten. Auf den Blüten der genannten Pflanzen wimmelt es förmlich von Käfern aus den Gattungen Anthrenus, Dasytes, Meligethes, Telephorus und Trichius sowie von unzähligen Fliegen und Mücken, welche mit ihrer Zunge oder den platt aufgedrückten Rüsselklappen die flache, dünne Honigschicht ablecken. Auch der in Form großer Tropfen in den Vertiefungen des Lippchens in den Blüten der Sumpfwurz (Epipactis) sowie der in den Blumenkronen der Braunwurz (Scrophularia) ausgebotene Honig wird nur von kurzrüsseligen Insekten, namentlich von Wespen, aufgesucht und von Schmetterlingen und Hummeln gemieden.

Mit dem in versteckten Gruben, Röhren und Rinnen geborgenen Honig verhält es sich gerade entgegengesetzt. Derselbe ist den meisten kurzrüsseligen Insekten

unzugänglich, bildet dagegen die wichtigſte Nahrung für Kolibris, Schmetterlinge, Hummeln und Schwebefliegen. Freilich iſt auch da wieder ein großer Unterſchied je nach der Länge des Rüſſels oder Schnabels und der Tiefe des Verſteckes, in welchem der Honig geborgen iſt. In den Blüten des Frühlingsheidekrautes (Erica carnea) beträgt die Entfernung des honigabſondernden Grundes von der verſchloſſenen Mündung der Blumenkrone nur einige Millimeter, in jenen des Oxyanthus tubiflorus, einer zu den Rubiaceen gehörigen, in der Sierra Leone heimiſchen Pflanze, 16 cm, und an Angrecum sesquipedale, einer durch Größe und Pracht des Blütenſtandes ausgezeichneten, in Madagaskar heimiſchen Orchideenart, zeigt das Perigon einen hohlen, in der Tiefe mit Honig gefüllten Sporn, welcher die Länge von 30 cm erreicht.

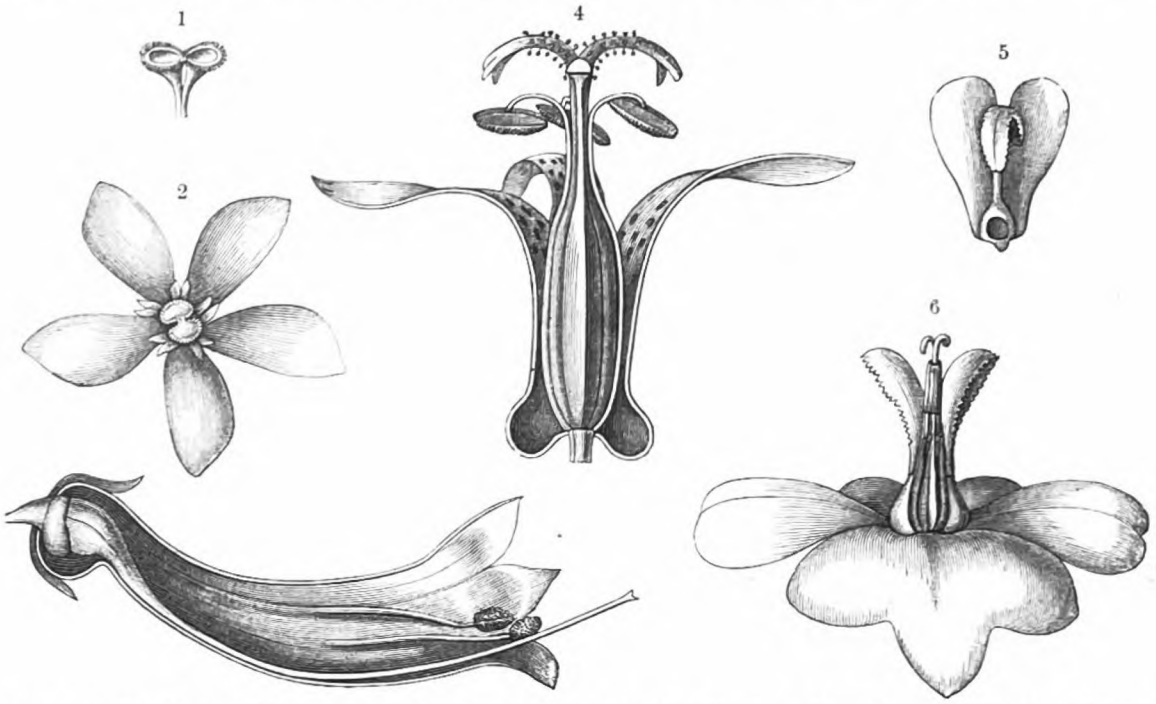


Bergung des Honigs: 1. Blüte von Cynoglossum pictum; der vordere Teil der Blüte weggeſchnitten. — 2. Blüte von Linaria alpina. — 3. Blüte der Soldanella alpina; der vordere Teil der Blüte weggeſchnitten. — 4. Ein Honigblatt der Nigella elata. — 5. Dasſelbe, der Länge nach durchſchnitten. — 6. Ein Honigblatt der Nigella sativa, von oben geſehen. — 7. Dasſelbe; der Deckel, welcher die Nektargrube verſchließt, weggeſchnitten. — Sämtliche Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 175.

Was die Vorrichtungen zur Bergung des Honigs in den Gruben, Röhren und Rinnen der Blütenteile anbelangt, ſo ſind deren zweierlei zu unterſcheiden. Entweder iſt der Zugang zu dem Verſtecke verengert, was durch die mannigfaltigſten Ausbuchtungen, Buckel, Schwielen, Wülſte, Leiſten und Klappen an der Mündung der Blumenröhre erreicht wird (ſ. obenſtehende Abbildung der Blüte von Cynoglossum, Fig. 1), oder es erſcheint die den Nektar führende Höhlung durch einen Deckel oder wie durch eine Thür oder auch wie durch zwei zuſammengepreßte Lippen vollſtändig abgeſchloſſen, ſo zwar, daß diejenigen Tiere, welche den in der Höhlung gewitterten Honig gewinnen wollen, den Deckel aufheben, die Thür öffnen oder eine der Lippen herabdrücken müſſen. Als Beiſpiele für Verſchlüſſe der letztern Art können die Blüten des Lerchenſpornes (Corydalis), des Erdrauches (Fumaria), des Löwenmaules (Antirrhinum) und des Leinkrautes (Linaria; ſ. obenſteheude Abbildung, Fig. 2) aufgeführt werden, und durch beſondere, in der Blumenröhre eingeſchaltete, mit Flügelthüren vergleichbare Schuppen wird der Verſchluß bei einigen Soldanellen (Soldanella; ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 3) und bei den zu den Bromeliaceen gehörigen Gattung Aechmea hergeſtellt.

Bisweilen sind die Pollenblätter so geformt und so zusammengestellt, daß sie eine den honigabsondernden Blütenboden überdachende Kuppel oder einen Hohlkegel bilden, was namentlich an zahlreichen Nachtschattengewächsen, Primulaceen, Asperifolieen und Campanulaceen (z. B. Nicandra, Cyclamen, Borago, Campanula, Phyteuma), besonders schön auch an dem schmalblätterigen Weiderich (Epilobium angustifolium), an dem Schwertel (Gladiolus) und an dem auf S. 170, Fig. 1 abgebildeten kleinblütigen Fingerkraute (Potentilla micrantha), endlich auch an den zu den Nopalen gehörigen Mamillarien (s. Abbildung, S. 170, Fig. 2) zu sehen ist.

In sehr eigentümlicher Weise ist der Verschluß der Nektarhöhlen oder Nektarien durch Häufung der Pollenblätter bei einigen weißblühenden Hahnenfüßen, z. B. dem Ranunculus



Bergung des Honigs: 1. Narbe der Gentiana Bavarica, welche die Röhre der Blumenkrone verschließt, aus der Blüte herausgenommen. — 2. Blüte derselben Pflanze, von oben gesehen. — 3. Blüte des Phygelius capensis; der vordere Teil der Blüte weggeschnitten. — 4. Blüte der Tricyrtes pilosa; der vordere Teil der Blüte weggeschnitten. — 5. Eines der zwei innern Kronenblätter der Lappenblume (Hypecoum grandiflorum), von der innern, dem Fruchtknoten anliegenden Seite gesehen. — 6. Blüte des Hypecoum grandiflorum, in welcher die innern beiden Blumenblätter dem Fruchtknoten anliegen. Vgl. Text, S. 178.

glacialis, hergestellt. Der Honig wird bei diesen Gewächsen in einem kleinen Grübchen, welches auf der obern Seite der Kronenblätter und zwar dicht über dem gelben verdickten Nagel angebracht ist, abgesondert (s. Abbildung, S. 170, Fig. 6, 7 und 8). Vor diesem Grübchen befindet sich eine Schuppe, welche unter einem Winkel von 40—50 Grad von der Ebene des Kronenblattes emporsteht. Auf und neben diese Schuppe kommen nun die zahlreichen, in mehreren Kreisen angeordneten und von der Mitte der Blüte strahlenförmig auslaufenden Pollenblätter zu liegen, und es wird so an der Basis eines jeden Kronenblattes eine kleine Nektarhöhle gebildet, zu welcher nur jene Insekten gelangen können, welche die Kraft haben, die auflagernden Pollenblätter empor und die Schuppe nach abwärts zu drücken. In den Blüten der Alpenrebe (Atragene alpina) sind die Pollenblätter rinnenförmig ausgehöhlt und sondern in dieser Rinne reichlichen Honig ab (s. Abbildung, S. 170, Fig. 4). Da aber in jeder Blüte mehrere Pollenblattwirtel vorhanden sind und die Pollenblätter der äußern Wirtel immer jene der innern decken und sich an den Rücken derselben anlegen (s. S. 170, Fig. 3), da endlich auch noch die sämtlichen Pollenblätter nach außen zu von einem Wirtel aufrechter, steifer, löffelförmiger Blätter zusammengehalten werden (s. S. 170, Fig. 5), so bilden alle

dieſe Rinnen ebenſo viele geſchloſſene kleine Nektarhöhlen, welche nur von kräftigen Inſekten erſchloſſen werden können.

Die Blüten des auf S. 177, Fig. 3 abgebildeten Phygelius capensis zeigen an der Baſis der röhrenförmigen Blumenkrone eine kleine, mit Honig gefüllte Ausſackung, welche dadurch, daß ſich der Fruchtknoten vor ihr herabkrümmt und an die Wand der Kronenröhre dicht anſchmiegt, zu einer geſchloſſenen Höhle wird. In den Blüten der Tricyrtes pilosa (ſ. Abbildung, S. 177, Fig. 4), deren drei äußere Perigonblätter in der Ausſackung am Grunde der Blüte Honig führen, iſt der dreiſeitige Fruchtknoten wie ein Pfropfen zwiſchen die Perigonblätter eingekeilt, und es werden dadurch aus den Ausſackungen drei geſchloſſene Nektarhöhlen gebildet. Ein ähnliches Verhältnis beobachtet man auch in den Blüten von Hypecoum procumbens. Der Honig wird hier in einem Grübchen dicht über dem Nagel der zwei innern Kronenblätter ausgeſchieden (ſ. Abbildung, S. 177, Fig. 5). Ähnlich wie bei dem Gletſcherhahnenfuße erhebt ſich dicht über dieſem Grübchen eine eigentümliche Schuppe, welche dazu beſtimmt iſt, in einem gewiſſen Stadium der Entwickelung den Pollen aufzunehmen, worauf ſpäter nochmals die Rede kommen wird. Dieſe Schuppe iſt aufrecht, dem Fruchtknoten parallel und liegt auch mit ihrem untern Teile dem Fruchtknoten an (ſ. S. 177, Fig. 6). Dadurch aber wird ein vollſtändiger Verſchluß der Nektargrube hergeſtellt.

Schließlich ſei noch bemerkt, daß in manchen Blüten auch die Narbe zum Abſchluſſe der mit Honig erfüllten ausgehöhlten Blüten herhalten muß. So verhält es ſich z. B. bei den Gentianen aus der Gruppe Cyclostigma, von welchen die Blüte und Narbe einer Art, nämlich Gentiana Bavarica, auf S. 177, Fig. 1 und 2 abgebildet ſind.

Die Blütenfarbe als Lockmittel für Inſekten und andre Tiere.

Wenn wir wollen, daß dem Auge beſchränkte Stellen aus der Ferne kenntlich werden, ſo helfen wir uns bekanntlich mit Farbenkontraſten. Wir ſtecken an der Eiſenbahn Signale aus, auf welchen ſich ein rotes Band von weißem Untergrunde abhebt, bringen goldene Lettern auf ſchwarzen Schildern an und malen ſchwarze Kreiſe und ein ſchwarzes Zentrum auf die weiße Scheibe, nach welcher wir den Lauf des Gewehres richten. Ganz ähnliche Farbenkontraſte kommen auch an den Pflanzen zur Geltung, deren Blüten das Ziel anfliegender Tiere ſind.

Nachdem ſich die Blüten in den meiſten Fällen über grünen Laubblättern entfalten, ſo iſt es erklärlich, warum in der Blütenregion die mit Grün kontraſtierenden oder doch von Grün ſich gut abhebenden Farben als Anlockungsmittel am häufigſten vorkommen. Von jenen Pflanzen der baltiſchen Flora, welche in der Blütenregion neben Grün noch eine andre Farbe zur Schau tragen, entfallen auf Weiß 33, auf Gelb 28, auf Rot 20, auf Blau 9, auf Violett 8 und auf Braun 2 Prozent. Aus der Entfernung ſtechen Weiß, Gelb und Rot am beſten, Blau und Violett nur wenig und Braun faſt gar nicht von dem Grün der Laubblätter ab.

Am öfteſten ſind es die Blumenblätter, deren von der Umgebung ſich abhebende Farbe die Blüten ſchon von fern kenntlich macht, und zwar iſt es vorzüglich jene Seite derſelben, welche den anfliegenden Tieren zugewendet iſt, an der ſich die betreffende Farbe am grellſten ausbildet. Sind die Blumenkronen oder Perigone krugförmig oder glockenförmig, nickend oder überhängend, und ſehen die Tiere bei dem Anfluge nicht in das Innere der Blüte, ſo erſcheint die äußere Seite lebhafter gefärbt, iſt dagegen die Blüte ſternförmig oder ſchüſſelförmig und mit ihrer Weitung dem Lichte und den in der Luft herumſchwirrenden Inſekten zugewendet, ſo zeigt die innere Seite lebhaftere Farben. Es gibt ſogar Blüten, deren Blumenblätter an der Außenſeite grün und nur an der Innenſeite gelb, weiß oder rot gefärbt

sind. So z. B. sind jene der Gelbsterne (Gagea) nur an der innern Seite gelb; die äußere Seite erscheint grün. Wenn die Blüten des Gelbsternes geschlossen sind, fallen sie auch nicht in die Augen; nur wenn sie sich im Sonnenlichte geöffnet haben, heben sich die gelben Sterne deutlich von der Umgebung ab. Ähnliches beobachtet man an den Blüten des Milchsternes (Ornithogalum), des Scharbockkrautes (Ficaria), des Gauchheils (Anagallis), des Venusspiegels (Specularia) und noch vieler andrer Gewächse.

In einigen Fällen, wo die Kronenblätter in Nektarien umgewandelt sind, oder wo sie irgend eine andre Funktion auszuführen haben, mit der sich die Ausbildung bunt gefärbter Flächen nicht gut verträgt, wird die Anlockung der Tiere von den Kelchblättern übernommen. Diese sind dann nicht grün, sondern weiß, gelb, rot, blau, violett oder braun gefärbt, wie beispielsweise jene der Schneerosen und des weißen Waldhähnchens (Helleborus niger, Anemone nemorosa), der Trollblume und der Winterblume (Trollius, Eranthis), der Alpenrebe und des Eisenhutes (Atragene alpina, Aconitum Napellus), der Wiesenküchenschelle und des Blutauges (Pulsatilla pratensis, Comarum palustre). Auch bei den Blüten dieser Pflanzen wiederholt sich die früher erwähnte, an den Kronenblättern zu beobachtende Erscheinung: an den hängenden Glocken der Alpenrebe ist die Außenseite, an den sternförmig offenen Blüten des Blutauges die Innenseite der Kelchblätter lebhafter gefärbt.

Weit seltener als durch die Perigone, Blumenkronen und Kelche werden die Tiere durch die eigentümlichen Farben der Pollenblätter auf die Quellen des Honigs und die Fundstellen des Pollens aufmerksam gemacht. In den Landschaften des mittlern und nördlichen Europa sind es insbesondere die Weiden, deren gelbe oder rote Antheren in so großer Zahl und so dicht beisammen stehen, daß die Blütenkätzchen trotz des Fehlens der Blumenblätter und trotz der Unscheinbarkeit der Deckschuppen von fern in die Augen fallen. An einigen zu den Ranunkulaceen gehörigen Pflanzen, namentlich an Actaea, Cimicifuga und Thalictrum, noch mehr an den neuholländischen Akazien und den zu den Myrtengewächsen gehörigen Gattungen Callistemon und Metrosideros, an der japanischen Bocconia sowie an mehreren Arten der Gattung Aesculus (z. B. A. macrostachya) werden die Blüten dadurch recht auffallend, daß die Träger der Antheren, die sogenannten Staubfäden, weiß, violett, rot oder gelb gefärbt sind. Auch die Blütenähren der über den Boden hinkriechenden nordamerikanischen Pachysandra heben sich von dem dunkeln Untergrunde dadurch ab, daß die Träger der Antheren blendend weiß gefärbt sind. An mehreren asiatischen Steppengewächsen, namentlich an den Arten der Gattung Anabasis (s. Abbildung, S. 180, Fig. 10 und 11), erhebt sich über jeder Anthere ein blasenförmiges, bald schwefelgelbes, bald violettes, bald hell-, bald dunkelrotes Anhängsel, das von der graugrünen Umgebung grell absticht, und welches man beim ersten Anblicke leicht für ein Blumenblatt halten könnte.

Sehr oft kommt es vor, daß nicht die Blumen selbst, sondern die sie stützenden und einhüllenden Deckblätter durch ihre von dem Grün der Umgebung abstechenden Farben in die Augen fallen. Beispiele in Hülle und Fülle liefern die Hartriegelgewächse (z. B. Cornus florida und Suecica; s. Abbildung, S. 180, Fig. 12), die Myrtaceen (Genetyllis tulipifera), die Doldenpflanzen (Astrantia, Bupleurum, Smyrnium, Eryngium alpinum), die Lippenblütler (Nepeta reticulata, Salvia splendens), Korbblütler (Cirsium spinosissimum, Gnaphalium Leontopodium, Xeranthemum annuum, Carlina acaulis; s. Abbildung, S. 116), die Wolfsmilchgewächse (Euphorbia polychroma, splendens, variegata), die Aroideen (Richardia aethiopica, Calladium Scherzerianum) und die Bromeliaceen (Nidularia, Lamprococcus, Pitcairnia). Bei einigen Proteaceen, so namentlich Protea globosa, sind die obersten Laubblätter zu einer großen äußern Hülle des kugeligen goldgelben Blütenstandes gruppiert, und damit sich dieser Blütenstand besser abhebt, sind

die zuſammengedrängten obern Laubblätter bläulich gefärbt im Gegenſatze zu dem tiefer ſtehenden, weiter auseinander gerückten Laube, das eine grasgrüne Farbe beſitzt. Selbſt die Stiele der Blüten und Blütenſtände können durch ihre lebhafte, von fern ſicht-



Farbenkontraſte in den Blüten: 1. Doldentraube der Lobularia nummulariaefolia mit Blüten und jungen Früchten. — 2. Eine einzelne junge Blüte derſelben Pflanze. — 3. Eine junge Frucht derſelben Pflanze, deren Breitſeite zwei der vergrößerten weißen Kronenblätter angeſchmiegt ſind. — 4. Blütenähre der Lavandula Stoechas, von einem Schopfe leerer blauer Deckblätter abgeſchloſſen. — 5. Doldentraube des Alyssum cuneatum mit jungen, eben geöffneten Blüten im Mittelfelde und alten geſchloſſenen Blüten am Umfange. — 6. Blumenblatt aus einer jungen, eben geöffneten Blüte derſelben Pflanze. — 7. Blumenblatt aus einer alten, geſchloſſenen Blüte derſelben Pflanze. — 8. Blütentraube des Muscari comosum; die obern langgeſtielten und ſchopfförmig zuſammengedrängten Blüten taub. — 9. Blütenſtand des Trifolium badium; die obern jungen Blüten hellgelb, die untern herabgeſchlagenen alten Blüten dunkelbraun. — 10. Ein Zweig aus dem Blütenſtande der Halimocnemis mollissima; die aus dem unſcheinbaren Perigon herausragenden blaſenförmig aufgetriebenen Anhängſel der Anthere machen den Eindruck von Blumenblättern. — 11. Ein einzelnes Pollenblatt der Halimocnemis mollissima; das Konnektiv erhebt ſich über die Anthere in Form eines blaſenförmigen Anhängſels. — 12. Blütenſtand der Cornus florida von vier großen weißen Hüllblättern umgeben. — 13. Kornblume (Centaurea Cyanus); die kleinen Blüten des Mittelfeldes ſind von großen trichterförmigen tauben Blüten eingefaßt. — 14. Blütentraube der Kernera saxatilis; der Fruchtknoten in der Mitte der alten Blüten dunkel gefärbt und von den vergrößerten Blumenblättern umgeben. — 15. Blütenſtand der Strahldolde (Orlaya grandiflora); die randſtändigen Blüten ſtrahlend. — 16. Eine einzelne ſtrahlende Blüte derſelben Pflanze. — 17. Doldentraube der Schleifenblume (Iberis amara); die nach außen gerichteten Blumenblätter der randſtändigen Blüten doppelt ſo groß als jene, welche der Mitte des Blütenſtandes zugewendet ſind. — Fig. 2, 3 und 11 etwas vergrößert; die andern Figuren in natürlicher Größe. Vgl. Text, S. 179—188.

bare Farbe als Anlockungsmittel dienen, wie das unter andern an mehreren Arten der Gattung Mannstreu (Eryngium amethystinum, creticum ꝛc.) der Fall iſt.

Wenn der Umfang eines farbigen Gegenſtandes unter ein gewiſſes Maß herabſinkt, ſo wird ſelbſt das brennendſte Rot, das lebhafteſte Gelb und das blendendſte Weiß aus der

WYŻSZA SZKOŁA ROLNICZA
BIBLIOTEKA
CZYTELNIA
W SZCZECINIE



VICTORIA REGIA IM AMAZONENSTROME



Entfernung nicht mehr gut gesehen. Die Blütenteile oder Hüllblätter, welchen die Aufgabe zukommt, fliegende Tiere aus der Ferne anzulocken, müssen daher immer auch einen entsprechend großen Raum einnehmen, wenn sie auffallen und als Wegzeiger dienen sollen, und das ist auf sehr verschiedene Weise erreicht. Eins der Mittel zur Erreichung dieses Zweckes besteht darin, daß die einzelnen Blüten zu ansehnlicher Größe heranwachsen. Wer etwa glauben möchte, daß gerade dieses Mittel wegen seiner Einfachheit zu den häufigsten zähle, würde bei näherm Zusehen eine arge Enttäuschung erfahren. In Wirklichkeit kommt dasselbe verhältnismäßig nur selten vor. Kaum der tausendste Teil der Phanerogamen weist Blüten auf, deren Ausmaß 10 cm überschreitet, und von diesen ist wieder die Mehrzahl auf die tropischen Landschaften beschränkt. Die größten Blüten der Welt zeigen die Rafflesien, von welchen eine Art in Band I, S. 188 abgebildet erscheint. Die auf der Insel Mindanao in der Gruppe der Philippinen bei 800 m Seehöhe auf den Wurzeln von Cissus-Reben schmarotzende Rafflesia Schadenbergiana entwickelt Blüten, deren jede ein Gewicht von ungefähr 11 kg und einen Durchmesser von 80 cm besitzt. An die Rafflesiablüten reihen sich dann die Blüten des seltsamen Paphiopedilium caudatum, dessen bandartige Blumenblätter eine Länge von 70 cm erreichen. Von diesen Riesenblumen zu denjenigen, welche in betreff der Größe zunächst kommen, ist dann ein gewaltiger Sprung. Die Blüten der westindischen und brasilischen Aristolochien (Aristolochia gigantea und grandiflora) haben als größtes Ausmaß des Blumensaumes nur 27 cm. Allerdings kommt bei diesen bizarren Blüten in Betracht, daß sie auch verhältnismäßig lang sind, was bei den Rafflesiablüten nicht der Fall ist. Die Blüten der Aristolochia grandiflora, deren ausgebreiteter Saum einer gebogenen Röhre aufsitzt, mißt z. B. 33 cm in der Länge, und es wird erzählt, daß solche Blüten von spielenden Kindern wie Mützen benutzt und auf den Kopf gestülpt werden. Einen nahezu ebenso großen Querdurchmesser der Blüten wie diese tropischen Schlinggewächse weist die im Sikkim (Himalaja) heimische Magnolia Campbellii auf. Wenn sich die aufrechten roten Blumen dieses Baumes im Sonnenscheine geöffnet haben, zeigen sie eine Spannweite von 26 cm, was wohl an keiner andern Baumblüte wieder vorkommt. Eine der Lotusblumen, nämlich Nelumbo speciosum, sowie die australische Nymphaea gigantea haben Blüten mit einem Ausmaße von 25, das in neuerer Zeit auch in europäischen Gärten häufig gepflanzte Lilium auratum Blüten mit 24 cm. Blüten mit 20—22 cm Durchmesser zeigen mehrere Kakteen, namentlich Echinopsis cristata, Cereus grandiflorus, die auf der Tafel in Band I, S. 601 abgebildete Königin der Nacht (Cereus nycticalus), die südamerikanische Datura Knigthii, Nymphaea Devoniensis und die auf der beigehefteten Tafel abgebildete berühmte „Victoria regia im Amazonenstrom“. Blüten im Durchmesser von 16—18 cm haben Nelumbo luteum, Amaryllis solandriflora und der Gartenmohn (Papaver somniferum), Blüten mit 13—15 cm Amaryllis aulica und equestris, Datura ceratocaula und Paeonia Moutan, Blüten mit 10—12 cm mehrere mexikanische Kakteen (z. B. Echinocactus oxygonus und Tetani) und der Kürbis (Cucurbita Pepo).

Das zweite Mittel, die Blüten für das freie Auge auffallend zu machen, ist die Häufung derselben zu Büscheln, Ähren, Trauben, Dolden und Köpfchen. Die Einzelblüte des schwarzen Holders (Sambucus nigra) hat 5—6 mm Durchmesser und würde selbst auf dunklem Grunde in der Entfernung von 10 Schritt kaum mehr gesehen werden. Tausend bis anderthalbtausend solcher Blüten in einen Ebenstrauß von 16—18 cm Durchmesser geordnet, heben sich aber in der angegebenen Entfernung ganz deutlich von dem schwarzgrünen Laube ab. Sogar die Blüten des amerikanischen, in neuester Zeit in Europa eingebürgerten Feldunkrautes Galinsoga parviflora, welche zu den kleinsten der Welt zählen und bei einer Länge von 1 mm nur 0,3 mm Querdurchmesser zeigen, werden dadurch, daß sie in großer Zahl auf einer runden Scheibe dicht beisammen stehen, so auffallend, daß

ſie von dem Auge des Menſchen auf die Entfernung von 15 Schritt noch ganz gut unterſchieden werden können. Die Blüten von ungefähr 10,000 verſchiedenen Korbblütlern, 1300 Doldenpflanzen und ungezählten Baldrianen, Nelken, Sternkräutern, Spierſtauden, Schmetterlingsblütlern, Lippenblütlern und Kugelblumen verdanken es der Häufung ihrer Blüten, das ſie ſchon von fern geſehen werden können. Vereinzelt würden ſie ihrer Kleinheit wegen kaum beachtet werden.

In vielen Fällen iſt nicht ſämtlichen, ſondern nur einem Teile der zu Dolden, Trauben und Köpfchen vereinigten Blüten die Aufgabe zugewieſen, die Geſamtheit auffallend zu machen. An den zu den Schotengewächſen zählenden Arten der Gattung Iberis (z. B. Iberis amara, gibraltarica, umbellata; ſ. Abbildung, S. 180, Fig. 17), an den meiſten Skabioſen (z. B. Scabiosa Columbaria, cretica, graminifolia) und an nicht wenigen Doldenpflanzen (Daucus, Heracleum, Orlaya; ſ. Abbildung, S. 180, Fig. 15 und 16) ſind die am Umfange der Dolde oder der Köpfchen ſtehenden Blumen einſeitig gefördert; jene Blumenblätter, welche von dem Mittelfelde des Blütenſtandes abgewendet ſind, erſcheinen auffallend vergrößert und machen den Eindruck kurzer, von der Peripherie ausgehender Strahlen. Sehr beachtenswert ſind in dieſer Beziehung auch einige Schotengewächſe aus den Gattungen Alyssum, Dentaria und Sisymbrium. Von ihnen kann man nicht ſagen, daß die am Umfange der Doldentraube ſtehenden Blüten einſeitig gefördert ſind, und dennoch nehmen ſich dieſelben ganz wie ſtrahlende Blüten aus. Das kommt daher, daß bei dieſen Pflanzen die Blumenblätter nicht abfallen, nachdem die Belegung der neben ihnen ſtehenden Narben mit Pollen erfolgt iſt, ſondern zurückbleiben, ſich gleich den Blättern eines Buches aufeinander legen und, was das merkwürdigſte iſt, ſogar noch geraume Zeit fortwachſen. Wenn die Blüte der Steinkräuter: Alyssum montanum, Wulfenianum, cuneatum (ſ. Abbildung, S. 180, Fig. 5) den Höhepunkt ihrer Entwickelung erreicht haben, wenn von ihren Antheren Pollen und in ihrem Blütengrunde Honig für die Inſekten ausgeboten wird, zeigen die gelben Platten der Blumenblätter eine Länge von 3—4 mm; wenn einmal die Antheren ihren Pollen abgegeben haben und der Blütengrund des Honigs beraubt iſt, wenn die Narbe vertrocknet iſt und die Fruchtknoten bereits zu kleinen Früchten auswachſen, mißt die Platte der Blumenblätter 6—7 mm (ſ. Abbildung, S. 180, Fig. 6 und 7). Während alſo die auf dem Höhepunkte der Entwickelung ſtehenden Blüten im Mittelfelde der Doldentraube klein und unanſehnlich ſind, erſcheinen die am Umfange der Doldentraube ſitzenden alten Blüten mit vergrößerten Blumenblättern als kurze Strahlen und bringen dadurch den ganzen Blütenſtand mit beſtem Erfolge zur Geltung. Die alten Blüten haben hier thatſächlich zum Vorteile ihrer jüngern Nachbarn die Anlockung der Inſekten übernommen.

Bei zahlreichen Gewächſen beſchränkt ſich die Abweichung der randſtändigen von den mittelſtändigen Blüten eines und desſelben Köpfchens nicht nur auf die Vergrößerung und einſeitige Förderung, ſondern es kommt da zur Ausbildung ganz verſchiedener Blumenformen. Die Blüten des Mittelfeldes erſcheinen bei ihnen aufrecht und haben die Geſtalt kleiner Röhrchen, jene am Rande ſtehen ſtrahlenförmig ab, ſind größer, auch viel augenfälliger gefärbt und haben entweder die Geſtalt kurzer, breiter Platten, wie bei der Schafgarbe (Achillea), oder langer, ſchmaler Zungen, wie bei dem Wohlverleihe (Arnica montana). Bei der Kornblume (Centaurea Cyanus; ſ. Abbildung, S. 180, Fig. 13) und den mit ihr verwandten Arten haben die randſtändigen Blüten die Geſtalt von Trichtern mit geſpaltenem Saume angenommen. Im Innern dieſer trichterförmigen Blumen ſucht man vergeblich nach Antheren und Narben; ſie ſind unfruchtbar oder „taub“ geblieben, und es hat ſich ſo in dem Köpfchen der Kornblume eine vollſtändige Teilung der Funktionen unter die zweierlei Blüten vollzogen. Nur die Blüten des Mittelfeldes ſind mit Pollenblättern und

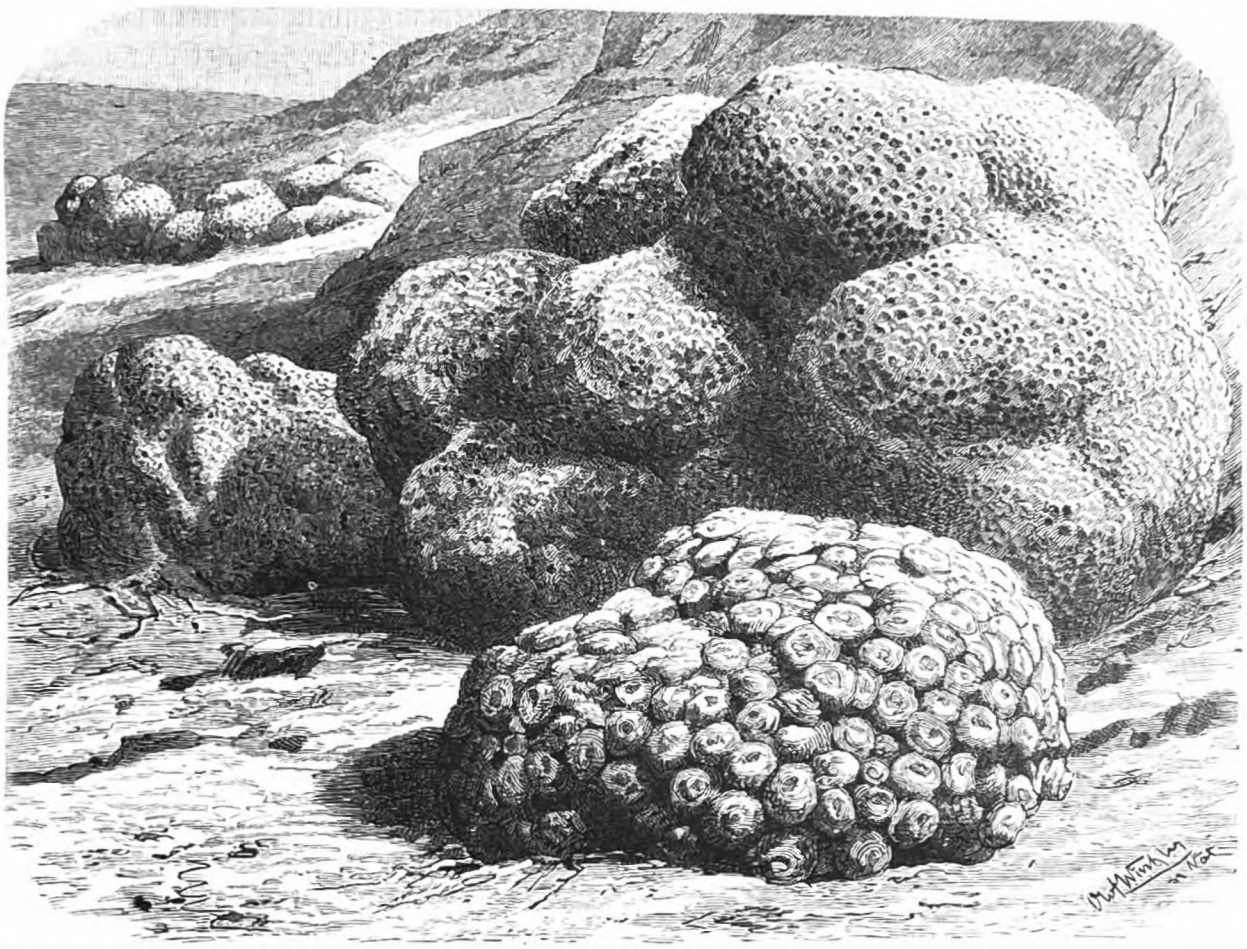
Fruchtanlagen versehen, nur diese bergen im Grunde der kleinen Blumenröhren den süßen Honig, und nur diese können nach erfolgter Befruchtung zu Früchten werden. Sie sind aber sehr unscheinbar und würden schon aus geringer Entfernung nicht bemerkt werden. Da kommen ihnen nun die ringsum abstehenden tauben Trichterblüten zu Hilfe, welche, mit prächtigem Azurblau geschmückt, weithin sichtbar sind und die Aufgabe haben, die Insekten für ihre fruchtbaren Nachbarblüten herbeizulocken. Diese überaus merkwürdige Teilung der Arbeit in der Blüte eines und desselben Köpfchens, wie sie an den Kornblumen vorkommt, findet sich übrigens auch an mehreren cymatischen Blütenständen, wie beispielsweise an dem Schneeballe (Viburnum Opulus) und den Hortensien (Hydrangaea Japonica, quercifolia 2c.; s. Abbildung, S. 112, Fig. 8), allerdings nur an den Blütenständen der wild wachsenden Stöcke; denn der in den Gärten gepflegte Schneeball sowie jene Pflanze, welche von den Ziergärtnern gemeinhin Hortensie genannt wird, haben Blütenstände, deren sämtliche Blüten taub sind, und aus welchen daher keine Früchte hervorgehen können.

Während bei den zuletzt besprochenen Pflanzen die zur Anlockung der Insekten dienenden geschlechtslosen oder tauben Blüten am Umfange des köpfchenförmigen oder ebensträußigen Blütenstandes ausgebildet sind, trifft man bei mehreren Arten der mit den Hyazinthen verwandten Gattung Muscari (z. B. Muscari comosum und tenuifolium; s. Abbildung, S. 180, Fig. 8) am Scheitel des traubenförmigen Blütenstandes ein Büschel tauber Blüten an, welches durch seine lebhafte Farbe sehr auffällt und mit Rücksicht auf die tiefer stehenden, bei weitem weniger auffallenden fruchtbaren Blüten offenbar dieselbe Rolle spielt wie der Kranz der tauben Blüten an dem Köpfchen der Kornblume.

In jenen Fällen, wo die das Blütenköpfchen einhüllenden Stütz- oder Deckblätter die Anlockung der Insekten übernehmen und dem entsprechend weiß, gelb, rot oder blau gefärbt sind, ist jedes einzelne dieser Gebilde gewöhnlich von so geringem Umfange, daß es selbst aus geringer Entfernung nicht gesehen werden könnte, aber durch Häufung dieser kleinen Deckblättchen kann doch eine große Wirkung erzielt und selbst auf bedeutende Entfernung der ganze Blütenstand in Sicht gebracht werden. An den unter dem Namen Immortellen bekannten Arten der Gattung Helichrysum, so beispielsweise an der heiligen Blume, welche die griechischen Wallfahrer vom Berge Athos mitbringen (Helichrysum virgineum), an dem zierlichen, die Gipfel der korsischen Hochgebirge schmückenden Helichrysum frigidum, an den auf Sandheiden in der Rheinebene heimischen gelbköpfigen Helichrysum arenarium und an den zahlreichen, über die felsigen Höhen des Kaplandes verbreiteten Arten, von welchen eine, nämlich Helichrysum eximium, auf der Tafel bei S. 185 abgebildet ist, sind die trockenhäutigen, das Blütenköpfchen umhüllenden Schuppen schneeweiß, goldgelb oder rosenrot gefärbt. Vereinzelt würden diese Schuppen ihrer Kleinheit wegen kaum bemerkt werden; zu Hunderten aneinander gereiht und zu schuppigen Hüllkelchen geordnet, lenken sie schon von fern die Aufmerksamkeit auf die von ihnen eingehüllten unscheinbaren honigführenden Blüten. Begreiflicherweise wird die Wirkung der schuppigen farbigen Hüllkelche noch wesentlich erhöht, wenn die von ihnen eingerahmten Blütenköpfchen zu Hunderten nebeneinander stehen und zu dichten Büscheln und Knäueln vereinigt sind. So kann es geschehen, daß Blütenstände, deren einzelne Teile nur wenige Millimeter Ausmaß zeigen, auf mehrere hundert Schritt Entfernung noch deutlich gesehen werden können. Ein sehr lehrreiches Beispiel bilden in dieser Beziehung die in Neuseeland auf Berghöhen von 1200 bis 2000 m heimischen Haastien (Haastia pulvinaris und Sinklairii), von welchen eine nach der Natur angefertigte Abbildung auf S. 184 eingeschaltet ist. Die zahllosen Blütenköpfchen sind an dieser Pflanze zu halbkugeligen Massen zusammengeballt, welche die Höhe von $^1/_2$ m und den Durchmesser von 1 m erreichen. Sowohl die schuppigen Hüllen als auch die Blüten haben eine weißliche Farbe, und da diese Haastien an Stellen der Bergabhänge

wachſen, wo das dunkle Geſtein und die dunkle Erde bloßliegt, ſo heben ſie ſich um ſo beſſer von der Unterlage ab. Es kommt nicht ſelten vor, daß die Koloniſten die von ihnen „vegetable sheep“ genannten Haaſtien aus der Ferne für verlaufene Schafe halten, weite Wanderungen ausführen, um die vermeintlichen Flüchtlinge zur Herde zurückzubringen, und erſt in nächſter Nähe zu ihrem Verdruſſe den wahren Sachverhalt erkennen.

Auf eine ſeltſame Weiſe ſind die Deckblätter mehrerer im mittelländiſchen Florengebiete heimiſchen Lavendel- und Salbeiarten (Lavandula pedunculata, Stoechas, Salvia viridis ꝛc.) zu Anlockungsmitteln ausgebildet. Die untere Hälfte der Ähre trägt bei dieſen



Zwei neuſeeländiſche Haaſtien (Haastia pulvinaris und Sinklairii), von den engliſchen Koloniſten in Neuſeeland „vegetable sheep“ genannt. Vgl. Text, S. 183.

Pflanzen Blütenbüſchel, welche über unſcheinbare kleine Deckblätter vorragen, an der Spitze der Ähre ſind dagegen die Blüten nicht zur Entwickelung gekommen, aber hier erſcheinen die Deckblätter vergrößert, lebhaft gefärbt, zu einem Schopfe zuſammengedrängt und nehmen ſich da oben gerade ſo aus wie blaue oder rote Fahnen, welche man auf dem Giebel eines Gebäudes aufgeſteckt hat (ſ. Abbildung, S. 180, Fig. 4).

Die Pflanzen, welche bisher als Beiſpiele gewählt wurden, um die Bedeutung der Farbe in der Blütenregion, ſei es nun an der Blüte ſelbſt oder an den Deckblättern derſelben, zu erklären, weiſen dort immer nur einen von dem Grün des Laubes abſtechenden Farbenton auf, d. h. die ganze Blüte, der ganze Blütenſtand oder die ganze Gruppe der Deckblätter erſcheint von einiger Entfernung nur weiß, nur gelb, nur rot, nur violett oder nur blau und hebt ſich mittels dieſer Farbe in auffallender Weiſe von der Umgebung ab. Sehr häufig wird aber der Farbenkontraſt nicht durch eine, ſondern durch zwei oder drei im Bereiche der Blüten entwickelte Farben erreicht. In den Blüten mehrerer

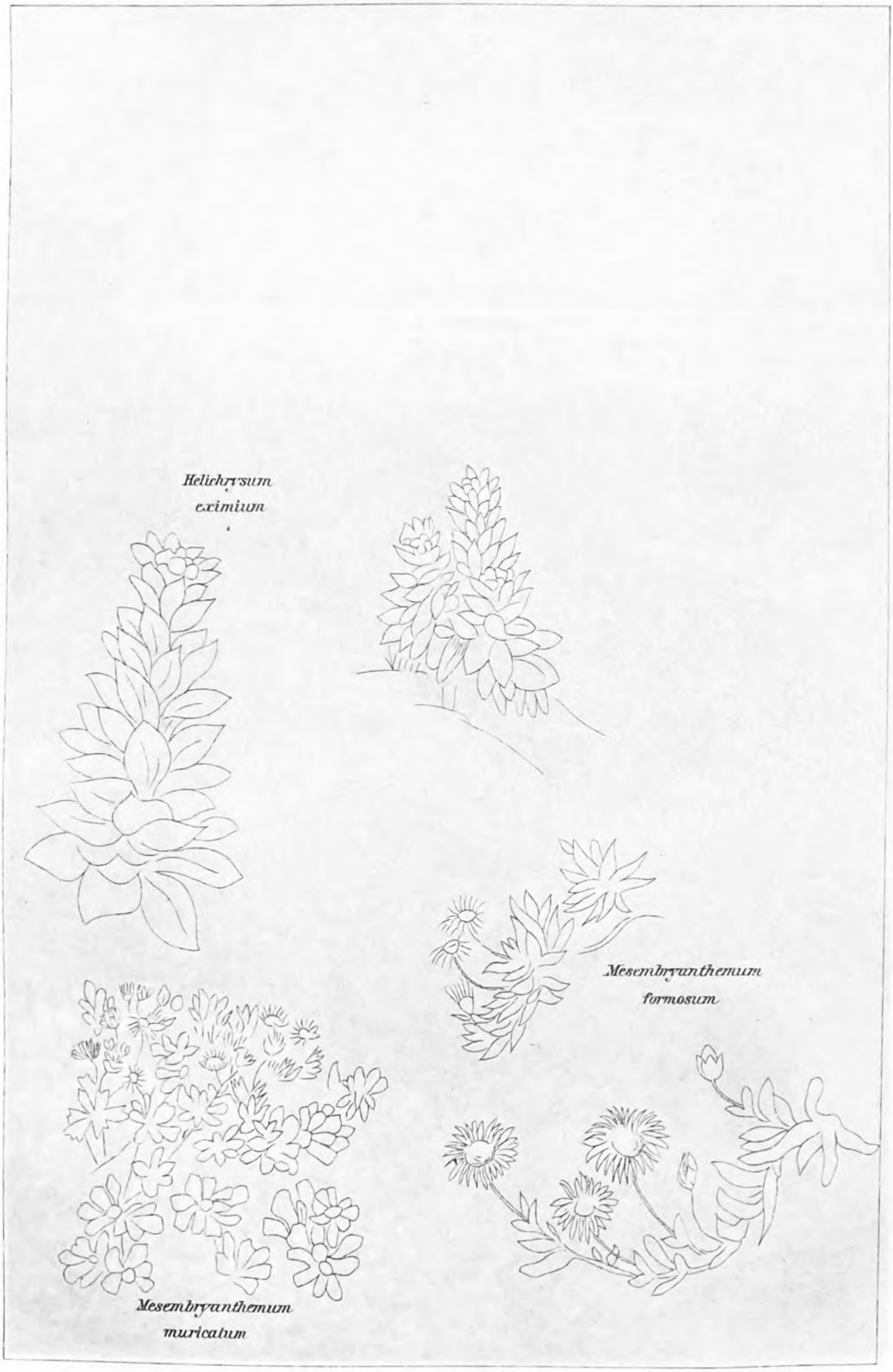




IMMORTELLEN UND KRISTALLKRÄUTER der Kapflora.



[Zur Tafel: »*Immortellen und Kristallkräuter der Kapflora*«.]



Weidenröschen (z. B. Epilobium hirsutum und montanum) erscheint ein aus den Narben gebildetes weißes Kreuz im roten Felde, in jenen der Einbeere (Paris quadrifolia) stehen um den dunkelvioletten großen Fruchtknoten dottergelbe Antheren im Kreise herum. In der Mitte der Blüten des Boretsch (Borago officinalis) erhebt sich ein schwarzer Antherenkegel auf blauem Sterne, in jenen des Bittersüß (Solanum Dulcamara) sowie der Kartoffelpflanze ein gelber Antherenkegel auf violettem Sterne; in den Blüten des Tausendschön (Adonis flammea, aestivalis, autumnalis) bilden die zahlreichen schwarzen Antheren ein dunkles Zentrum auf rotem Grunde, in jenen des Sperrkrautes (Polemonium coeruleum) ein orangefarbiges Zentrum auf blauem Grunde, in jenen des Leberkrautes (Hepatica) einen weißen Mittelpunkt auf blauem Grunde, und in den Blüten mehrerer Königskerzen (Verbascum austriacum, nigrum) sieht man violett behaarte Staubfäden, welche von der hellgelben Korolle und den orangefarbigen Antheren kontrastieren. Die dunkelvioletten Blumenblätter des zweiblütigen Steinbrechs (Saxifraga biflora) umranden ein goldgelbes Mittelfeld, und in den Blüten der im Kaplande so häufigen Kristallkräuter (Mesembryanthemum), von welchen zwei Arten auf beigehefteter Tafel „Immortellen und Kristallkräuter der Kapflora" abgebildet sind, wird das aus den gehäuften Antheren gebildete gelbe Mittelfeld von einer großen Menge roter schmaler, strahlenförmig gruppierter Kronenblätter eingefaßt.



Farbenkontrast in den Blüten der Bohne (Vicia Faba). Die Flügel der schmetterlingsartigen weißlichen Blumenkrone mit großen schwarzen Augenflecken geziert.

In allen diesen Fällen heben sich die Narben und Pollenblätter von den Blumenblättern ab; es kommt aber auch vor, daß die Blumenblätter selbst die Träger der abstechenden Farben sind, wie z. B. an den Blüten der Victoria regia, deren äußere Kronenblätter weiß, deren innere karminrot gefärbt sind (s. die Abbildung auf der Tafel bei S. 181). An Schmetterlingsblüten wird sehr häufig beobachtet, daß das nach aufwärts gebogene Kronenblatt, das man die Fahne nennt, eine andre Farbe besitzt als das sogenannte Schiffchen und die Flügel. Als Beispiele mögen die Wicken und Platterbsen: Vicia picta, Lathyrus odoratus, Baptisia australis angeführt sein. Besonders auffallend sind jene Schmetterlingsblüten, an welchen die beiden seitlichen Flügel dunkelviolett oder fast schwarz gefärbt sind und sich wie zwei dunkle Augen unterhalb der hellen Fahne ausnehmen (z. B. bei Vicia Barbazetae, melanops und Faba; s. obenstehende Abbildung). An tausenden verschiedener Blüten sind die Blumenblätter mit Makeln, Sprenkeln, Bändern, Streifen

und Säumen bemalt und die abſtechendſten Farben nebeneinander geſetzt. Die weißen Perigonblätter der Frühlingsknotenblume (Leucojum vernum; ſ. S. 166, Fig. 1) tragen dicht unter der Spitze einen grünen Makel, die ſcharlachrote Fahne der Schmetterlingsblüte von Clianthus Dampieri trägt in der Mitte einen ſchwarzvioletten Augenfleck, die orangegelben Zungenblüten der Gorteria ringens haben an der Baſis einen ſchwarzen Makel, in welchem weiße Streifen und Punkte eingeſprengt ſind, die zarten Perigone des Sisyrinchum anceps erſcheinen oben blau oder violett, am Grunde gelb oder orange gefärbt, die weißen Nebenkronen der Narziſſe (Narcissus poëticus; ſ. untenſtehende Abbildung) ſind mit einem zinnoberroten Saume eingefaßt, und an den blauen Blüten des Vergißmeinnichts (Myosotis) iſt die Mündung der kurzen Röhre mit einem gelben ſchwieligen Ringe umrandet. Noch möchte ich hier auf jene Pflanzen aufmerkſam machen, welche mit Rückſicht auf die Farben ihrer Blumen den Namen „tricolor“ erhalten haben, wie z. B. der dreifarbige Windling (Convolvulus tricolor), das Stiefmütterchen (Viola tricolor) und die dreifarbige Wicke (Vicia tricolor).



Narziſſe (Narcissus poëticus); die Nebenkrone in der Mitte der Blume iſt von einem zinnoberroten (in der Abbildung ſchwarzen) Saume eingefaßt.

Bisweilen haben die von der Grundfarbe der Blumen ſich abhebenden Makel, Punkte und Streifen die beſondere Aufgabe, den angeflogenen Inſekten den bequemſten und zugleich auch für die Pflanze ſelbſt vorteilhafteſten Zugang zum Honig zu weiſen, worauf ſpäter noch ausführlicher die Rede kommen wird, aber es war zu weit gegangen, wenn man ſeiner Zeit alle derlei Flecken als Wegweiſer gedeutet und „Saftmale“ genannt hat. Sie finden ſich nämlich oft genug in Blüten, denen der Honig gänzlich fehlt, wie beiſpielsweiſe in jenen des Hibiscus Trionum und des Garten- und Klatſchmohnes (Papaver somniferum und Rhoeas), wo ihnen wohl nur die Bedeutung zukommen kann, die Blüten auffallender zu machen. Es iſt hier auch der Thatſache zu gedenken, daß Blüten mit fein punktierten Blumenblättern beſonders gern, ja faſt ausſchließlich von Fliegen aufgeſucht werden. Mehrere Orchideen und Lippenblütler, insbeſondere aber viele Steinbreche (Saxifraga Aizoon, aizoides, bryoides, rotundifolia, stellaris, sarmentosa ꝛc.), ſind hierfür ſehr lehrreiche Beiſpiele. In welchem Zuſammenhange die gelben, roten und violetten Punkte, die bei einigen Arten im Laufe der Blütezeit mitunter auch ihre Farben wechſeln, mit dem Beſuche der Fliegen ſtehen, iſt freilich unaufgeklärt. So viel iſt gewiß, daß durch die winzigen roten und gelben Pünktchen, welche ſich auf den Blumenblättern der genannten Steinbreche finden, die Sichtbarkeit und Auffälligkeit derſelben für das menſchliche Auge nicht erhöht wird.

Ein recht greller Farbenkontraſt wird dadurch erreicht, daß die Blumenkronen andre Farben haben als die nebenan ausgebreiteten Deckblätter und Kelchblätter. In dieſer Beziehung ſind insbeſondere erwähnenswert die Blüten des Acanthus, deren oberes Kelchblatt violett und deren darunter geſtellte Kronenblätter weiß gefärbt ſind, jene des Clerodendron sanguineum mit weißen Kelchen und blutroten Kronenblättern, ebenſo die Blütenſtände mehrerer Arten des Wachtelweizens (Melampyrum arvense, grandiflorum,

nemorosum), deren Blüten gelb, deren Deckblätter blau, violett oder rot erscheinen, endlich auch einige Arten der Gattung Gliedkraut (Sideritis montana, Romana), deren schwarzbraune kleine Blumenkronen sich als dunkle Punkte von den gelben Deckblättern abheben.

In den Köpfchen der Korbblütler, deren Blüten dicht gedrängt beisammenstehen, zeigen die Blüten des Umfanges meistens eine andre Farbe als jene des Mittelfeldes. Die Orakelblume (Leucanthemum vulgare), deren gelbe Scheibenblüten von weißen, das Pyrethrum carneum, dessen gelbe Scheibenblüten von roten, die Rudbeckien und Teufelsaugen (Rudbeckia laciniata, fulgens, Zinnia hybrida 2c.), deren schwarzbraune Scheibenblüten von gelben, und vor allem die zahlreichen Astern, deren gelbe Scheibenblüten von blauen Strahlenblüten eingefaßt sind, können als Beispiele für diese häufige Art des Farbenkontrastes angeführt werden.

Oftmals wird der Farbenkontrast auch dadurch erreicht, daß die Blumenkronen in den verschiedenen Entwickelungsstufen ihre Farbe wechseln. Im Knospenzustande sind sie rot, nach dem Öffnen werden sie violett, dann zur Zeit des Verblühens werden sie blau oder malachitgrün. Stehen solche Blüten gehäuft beisammen, so ist mitunter ein sehr wirksamer Farbenkontrast erzielt. Besonders bemerkenswert sind in dieser Beziehung die Walderbsen (z. B. Orobus vernus und Venetus), dann mehrere zu den verschiedensten Gattungen gehörige rauhblätterige Pflanzen (z. B. Pulmonaria officinalis, Mertensia Sibirica, Symphitum Tauricum) und auch einige Weiden (z. B. Salix purpurea, repens. Myrsinites), an welch letztern die gehäuften Antheren anfänglich purpurrot, dann gelb und endlich schwarz erscheinen. Die Röhrenblüten des flachen, scheibenförmigen Köpfchens der Telekia (Telekia speciosa) sind anfänglich gelb und werden später braun, und da das Aufblühen vom Umfange des Köpfchens gegen den Mittelpunkt erfolgt, so sieht man zur Zeit der vollen Blüte das gelbe Mittelfeld von einem dunkelbraunen Ringe eingefaßt. An mehreren Arten des Klees (Trifolium) beobachtet man, daß die am Ende der Blütezeit verfärbten Blumenkronen nicht abfallen, sondern welken und vertrocknen und dann als ein Mantel die kleine Frucht einhüllen. Die Stiele der zu köpfchenförmigen Dolden gruppierten Blüten schlagen sich bei ihnen stets nach abwärts und ordnen sich zu einem Kranze, welcher die darüber stehenden aufrechten und anders gefärbten jüngern Blüten einfaßt. So sind bei dem Bastardklee (Trifolium hybridum) die dicht zusammengedrängten, aufrechten, jungen weißen Blüten von einem Kranze alter, herabgeschlagener rosenroter Blüten eingefaßt, bei Trifolium spadiceum sieht man das aus den jungen Blüten gebildete hellgelbe Mittelfeld von einer Zone kastanienbrauner alter Blüten umgeben, wodurch ein sehr auffallender Farbenkontrast hervorgebracht wird (s. Abbildung, S. 180, Fig. 9).

Ungemein mannigfaltig sind auch die Kontraste in den Doldentrauben der kleinblütigen Schotengewächse. Dieselben werden zum Teile durch verschiedene Farbenwechsel während des Auf- und Abblühens, zum Teile durch die Vergrößerung, welche die Kronenblätter und zwar merkwürdigerweise erst nach dem Verblühen erfahren, veranlaßt. Bei einer Gruppe dieser Schotengewächse, für welche das Frühlingshungerblümchen, das rundfrüchtige Täschelkraut und die ägyptische Lobularie (Draba verna, Thlaspi rotundatum, Lobularia numularifolia; s. Abbildung, S. 180, Fig. 1, 2 und 3) als Vorbild dienen können, vergrößern sich die anfänglich sehr kleinen weißen Blättchen der Krone um das Doppelte ihrer Länge und schmiegen sich der Breitseite des inzwischen sehr vergrößerten und braun oder violett gewordenen Fruchtknotens an. Die mit den schneeweißen Blumenblättern wie beklebten, zu jungen Früchten anwachsenden Fruchtknoten bilden dann ähnlich wie bei den früher besprochenen Kleearten einen Kranz um die jüngern weißlichen Blüten sowie um die mittelständigen grünen Knospen, was zur Folge hat, daß der ganze Blütenstand nun recht in die Augen fällt, obschon die Blättchen der Krone zur Zeit der vollen Blüte klein und unscheinbar sind.

Bei einer zweiten Gruppe der Schotengewächse, für welche das nach Knoblauch riechende Täschelkraut (Thlaspi alliaceum) und das auf Äckern als Unkraut häufig vorkommende Pfennigkraut (Thlaspi arvense) als Beispiele gewählt sein mögen, verfärben sich die zu Früchten auswachsenden Fruchtknoten nur ganz wenig, dagegen wandelt sich das Grün der Kelchblätter an den alternden Blüten in Gelb, und so erscheinen dann in jeder Doldentraube die Farben Weiß, Gelb und Grün in buntem Durcheinander zusammengestellt. Eine dritte Gruppe, für welche Alyssum calycinum, Draba aizoides und Arabis coerulea als Vorbild zu gelten haben, ist dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Abblühen nicht die Kelchblätter, sondern die Kronenblätter sich verfärben. Die Kronenblätter vom Draba aizoides und Alyssum calycinum, welche während des Blühens goldgelb waren, werden weißlich und schmiegen sich den grünen jungen Früchtchen an; die Kronenblätter der Arabis coerulea sind im Beginne der Blütezeit blau, verbleichen aber später und legen sich platt auf die jungen Früchte, welche inzwischen einen violetten Farbenton bekommen haben. In der ersten, zweiten und dritten Gruppe dient die Breitseite des zur Frucht anwachsenden Fruchtknotens den nach dem Verblühen sich vergrößernden hellen Blumenblättchen zur Folie, und es wird dadurch ein Scheckigwerden des ganzen Blütenstandes veranlaßt. Bei einer vierten Gruppe, für welche die Steinkresse (Aethionema) als Vorbild gelten kann, werden die jungen Früchte von den sich vergrößernden Blumenblättchen gänzlich verhüllt und sind demnach für den Farbenkontrast ohne Bedeutung. Dieser wird bei der Steinkresse in nachfolgender eigentümlicher Weise erreicht. Die jungen Blüten sitzen an aufrechten kurzen Stielen am Ende einer gemeinsamen Spindel beisammen, und ihre ausgebreiteten kleinen Kronenblätter wenden dem Beschauer sämtlich die obere Seite zu. Nach dem Abblühen verlängern sich die Stiele, neigen sich seitwärts und stehen wagerecht von der Spindel des ganzen Blütenstandes ab. Noch immer wachsen die Kronenblätter in die Länge und Breite, legen sich wie die Blätter eines Buches aufeinander und wenden nun dem Beschauer jene Seite zu, welche früher nach unten gekehrt war. Da aber die obere und untere Seite der Kronenblätter verschieden gefärbt sind, so kommt es, daß nun die jungen im Mittelfelde der Doldentraube zusammengedrängten Blüten eine andre Farbe zeigen als die am Rande stehenden alten, von welchen das Mittelfeld eingefaßt wird. Am schönsten kommt diese Erscheinung zum Ausdrucke bei den im Taurus heimischen Arten der genannten Gattung (Aethionema grandiflorum und diastrophis), an welchen das weiße Mittelfeld der Doldentraube von einem schönen roten Kranze aus alten zusammengefalteten Blüten eingerahmt wird. Die Arten der Gattung Schaumkraut (Cardamine), welche zusammen mit mehreren andern Schotengewächsen die fünfte Gruppe bilden, stimmen, was die Vergrößerung und das Zusammenlegen der Kronenblätter anlangt, mit den eben geschilderten Arten der Steinkresse überein, nur wird bei ihnen der in Rede stehende Kontrast nicht durch den Gegensatz der Farbe an der obern und untern Seite der Kronenblätter, sondern durch einen Farbenwechsel der Kelchblätter hervorgebracht. Die anfänglich grünen Kelchblätter färben sich nämlich an den alten, seitlich geneigten Blüten gelb, während die Farbe der Kronenblätter unverändert weiß oder violett bleibt. An den Blüten der sechsten Gruppe endlich, für welche die auf S. 180, Fig. 14 abgebildete Kernera saxatilis als Beispiel dienen mag, legen sich die Kronenblätter der alten Blüten nicht zusammen, schmiegen sich auch nicht dem Fruchtknoten an, sondern erhalten sich in jener Lage, welche sie im Beginne des Blühens innehalten, d. h. sie wenden dem Beschauer zu allen Zeiten die obere Seite zu. Aber wie die Blüten altern, schwillt der Fruchtknoten mächtig an, färbt sich dunkel purpurbraun und schiebt sich zwischen die Kronenblätter vor. Die Kronenblätter, welche sich an den alten Blüten deutlich vergrößert haben, bilden nun eine weiße Einfassung des purpurbraunen Fruchtknotens, und so erhalten die alten Blüten am Umfange der Doldentraube ein gesprenkeltes auffälliges Aussehen.

Es ist hier am Platze, auch jenes Farbenkontrastes zu gedenken, welcher zwischen verschiedenen Pflanzenarten zur Geltung kommt, welche an gleichen Standorten wachsen und zu gleicher Zeit die Blüten entfalten. Wenn auf einer Wiese Tausende von blauen Glocken der Campanula barbata stehen, so werden die zwischen ihnen aufragenden orangefarbigen Sterne des Wohlverleih (Arnica montana) viel mehr auffallen, als wenn jene blauen Glockenblumen nicht vorhanden wären. Dasselbe gilt auch umgekehrt von der Glockenblume, deren blaue Farbe durch die Gegenwart der orangefarbigen Sterne des Wohlverleih wesentlich gehoben wird. Es liegt nahe, anzunehmen, daß das so häufig beobachtete gesellige Wachstum von Pflanzen mit kontrastierenden Farben in der hier angedeuteten Weise begründet ist, und es dürfte sich auch noch eine andre Erscheinung, nämlich das Wechseln der Blütenfarbe an einer und derselben Art in verschiedenen Gegenden, aus dem für die betreffenden Pflanzenarten so vorteilhaften Farbenkontraste erklären. Gesetzt den Fall, es würde sich auf einer Wiese, wo im Sommer eine mit roten Blüten geschmückte Pflanze, etwa eine Nelke, in großer Menge vorkommt, eine blaue Glockenblume angesiedelt haben. Einige Stöcke derselben tragen, wie es bei Glockenblumen nicht gerade selten vorkommt, weiße Blüten. Ohne Zweifel werden sich von den roten Nelken diese weißen Glockenblumen besser abheben als die blauen, und es haben dieselben auch mehr Aussicht, von Insekten besucht zu werden und zur Frucht- und Samenbildung zu kommen als die blauen. Mit der Zeit werden die weißen Glockenblumen in überwiegender Zahl vorhanden sein, und auf der Wiese werden zwischen den Nelken mit roten Blüten vorherrschend Glockenblumen mit weißen Blüten wachsen. Würde sich dieselbe Glockenblume auf einer Wiese angesiedelt haben, auf welcher Pflanzen mit orangegelben Blüten in großer Menge wachsen, so würden nicht die weißblütigen, sondern die blaublühenden Stöcke als die besser in die Augen fallenden von Insekten besucht werden, sich vermehren und schließlich auch vorherrschen.

In der Umgebung des Brenners trägt die nesselblütige Glockenblume (Campanula Trachelium) weiße, in den Thälern der östlichen Kalkalpen blaue Blüten, das langspornige Veilchen (Viola calcarata) zeigt auf den Wiesen der Hochgebirge in den westlichen Zentralalpen blaue, in den östlichen Alpen in Krain gelbe Blumenkronen. Astragalus vesicarius blüht im tirolischen Vintschgau gelb, auf den Kalkbergen in Ungarn violett, Melittis Melissophyllum trifft man in Südtirol nur mit weißen, in Niederösterreich und Ungarn nur mit weißpurpurnen Blüten. Der Alpenmohn (Papaver alpinum) erscheint auf den Schutthalden der niederösterreichischen und steirischen Kalkalpen mit weißen, auf denen der südöstlichen Kalkalpen in Krain mit dunkelgelben Blumen; Anacamptis pyramidalis wurde an der Nordseite der Alpen nur mit tief karminroten Blumen gesehen, auf den dalmatinischen Inseln und in Italien zeigt sie bleiche, fleischfarbige Blumen. Das Alpenwindröschen (Anemone alpina) blüht auf den tirolischen Zentralalpen vorherrschend schwefelgelb, in den östlichen Kalkalpen nur weiß, der kammährige Wachtelweizen (Melampyrum cristatum) zeigt in Südtirol blaßgelbe, in Niederösterreich und Ungarn rote Deckblätter der Blütenähren, und so könnte noch eine lange Reihe von Arten aufgezählt werden, bei welchen es sich ähnlich verhält, wo nämlich in verschiedenen Gegenden entsprechend der wechselnden Gesellschaft und dem wechselnden Zusammenkommen mit andern Pflanzen bald diese, bald jene Blütenfarbe vorteilhafter ist und vorherrschend wurde.

In den bisherigen, die Blütenfarbe betreffenden Erörterungen wurde stets die grüne Farbe als diejenige angesehen, welche den Untergrund und Hintergrund bildet, von dem sich die andern Farben und Farbenverbindungen abheben müssen, wenn sie von den anfliegenden Tieren gut gesehen werden sollen. In der That ist ja auch der Grundton der Pflanzendecke während der Vegetationszeit meistenteils grün. In den Landschaften aber, wo im Herbste die Bäume und Sträucher das Laub abwerfen, und wo sich den Winter und auch

noch den Frühling hindurch im Waldgrunde und am Waldrande eine Schicht dürren braunen Laubes aufspeichert, wo im Herbste auch die Gräser und Kräuter der Wiesen welken und verbleichen, ist im darauf folgenden Lenze der Grundton des mit Pflanzen bekleideten Bodens nicht mehr grün, sondern fahlgelb oder braun, und auf solchem Boden werden sich begreiflicherweise auch die Farbenkontraste etwas anders gestalten. Von einem braungelben Grunde heben sich die blauen Farben jedenfalls weit besser ab als von einer grünen Folie, und damit mag es zusammenhängen, daß die Blüten so vieler Pflanzen, welche sich im Frühlinge über das dürre Laub emporbrängen, blau gefärbt sind. Die Blüten des im Grunde lichter Gehölze wachsenden Leberblümchens (Hepatica triloba) heben sich mit ihrer blauen Farbe von dem gelbbraunen Hasel- und Hainbuchenlaube vortrefflich ab, würden dagegen auf der grünen Wiese kaum in die Augen fallen. Auf dem Karste sieht man die blauen Blüten des Gedenkemeins (Omphalodes verna) schon auf 100 Schritt über dem fahlgelben, verdorrten Grase und Laube des Waldrandes, während sie auf grünem Boden, aus gleicher Entfernung gesehen, viel weniger deutlich hervortreten würden. Dasselbe gilt von den an ähnlichen Standorten wachsenden rauhblätterigen Pflanzen (Pulmonaria angustifolia, officinalis, Stiriaca, Lithospermum purpureocoeruleum), von dem Singrün (Vinca minor), der zweiblätterigen Meerzwiebel (Scilla bifolia) und noch mehreren andern.

Auch an jenen schattigen Plätzen des Waldes, wo sich weithin schwarzbrauner Humus aufgespeichert hat, werden andre Farbenkontraste zur Geltung kommen als auf dem grünen Untergrunde eines mit frischen Laubblättern überkleideten Bodens. Über dem dunkeln Moder in der Waldestiefe genügt die bleiche Farbe, wie sie die Nestwurz (Neottia), der Fichtenspargel (Monotropa), die Schuppenwurz (Lathraea) und andre Verwesungs- und Schmarotzerpflanzen zeigen, um aus der Entfernung gesehen werden zu können. Auf dem grünen Wiesenplane würden diese Gewächse kaum bemerkt werden.

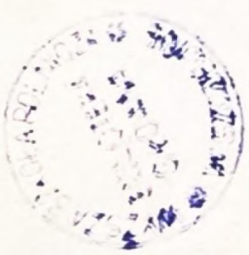
Die Zoologen behaupten, daß die Tiere, insonderheit jene, welche zu den Blüten anfliegen, um dort Honig und Pollen zu holen, ein hochentwickeltes Farbengefühl besitzen, daß die Besuche, welche den Blumen von seiten der Bienen, Hummeln, Falter, Fliegen und Käfer zu teil werden, von den Farben der Blüte wesentlich beeinflußt werden, daß verschiedene Tiere verschiedene Farben vorziehen, und daß es für bestimmte Insekten geradezu „Lustfarben“ und „Unlustfarben“ gebe. Die Lieblingsfarbe der Honigbiene z. B. ist ultravioletthaltiges Blau; auch reines Blau und Violett wirken noch anziehend, Gelb wird weniger aufgesucht, ist aber nicht gemieden, gegen Grün verhalten sich die Bienen gleichgültig, Rot wird dagegen von ihnen verabscheut und gemieden und ist die Unlustfarbe der Bienen. Die Botaniker sind bei ihren Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Blumen und Tieren im großen und ganzen zu ähnlichen Ergebnissen gelangt. Was insbesondere Blau und Violett anlangt, so ist es ganz richtig, daß diese Blütenfarben für Hummeln und Bienen, namentlich für die Honigbiene, als vorzügliche Anlockungsmittel wirken, was um so merkwürdiger ist, als, wie schon früher erwähnt wurde, blaue Blüten nicht zu den häufigsten zählen. Was Rot betrifft, so können wir das von den Zoologen gewonnene Resultat nur mit einer gewissen Einschränkung bestätigen. Blüten mit Purpurrot und Karminrot sowie mit allen weitern Abstufungen zu Violett werden von der Honigbiene sehr gern aufgesucht, und es können daher nur Scharlachrot, Zinnoberrot und die weitern Abstufungen zu Orange als Unlustfarben der Bienen angesehen werden.

Auf einem Gartenbeete dicht vor dem im Sommer von mir bewohnten Hause ist eine Gruppe des Pelargonium zonale gepflanzt, welches die Gärtner Skarlettpelargonium nennen; nebenan, nur durch die Breite eines Gehweges getrennt, wuchert der schmalblätterige

Weiderich (Epilobium angustifolium). Die scharlachroten Blüten des Pelargoniums und die violetten Blüten des Weiderichs öffnen sich zu gleicher Zeit. Bienen und Falter schwirren und flattern kreuz und quer über das Gelände, aber, wie sonderbar, die Falter machen bei beiden genannten Pflanzen Halt und schenken den Blüten des Weiderichs keine größere Aufmerksamkeit als jenen der Pelargonien; die Honigbienen aber fliegen an den scharlachroten Blüten teilnahmlos vorbei und wenden sich samt und sonders nur den violettroten Blüten des Weiderichs zu. Im Wiener botanischen Garten stehen dicht nebeneinander der blaublühende Ysop (Hyssopus officinalis), die blaß violett blühende Monarda fistulosa und die scharlachrot blühende Monarda didyma. Alle drei blühen zu gleicher Zeit um die Mitte des Monats Juli. Die Honigbienen kommen reichlich angeflogen, aber sie besuchen nur den Ysop und die violett blühende Monarde, die scharlachroten Blüten der Monarda didyma werden von ihnen gemieden. Ich sage hier ausdrücklich gemieden und nicht verabscheut, weil es fraglich ist, ob das Ausfallen des Bienenbesuchs bei den scharlachroten Blüten wirklich durch eine förmliche Scheu vor der Scharlachfarbe veranlaßt wird, und ob nicht vielmehr Farbenblindheit hierbei ins Spiel kommt, welche bekanntlich die Ursache ist, daß auch manche Menschen das Rot nicht sehen. Wenn wir annehmen, daß die Honigbiene die scharlachrote Farbe überhaupt nicht sieht, so wäre es auch begreiflich, daß sie den Blüten der Skarlettpelargonien und der scharlachroten Monarde keinen Besuch abstattet. Sie bemerkt diese Blüten nicht, weil ihrem Auge jene Nervenfasern abgehen, welche auf die scharlachrote Farbe gestimmt sind. Das schließt nicht aus, daß wieder andre Tiere diese Farbe gut sehen, ja daß für sie die scharlachrote Farbe sogar ein wichtiges, weithin wirkendes Anlockungsmittel ist. Zu den Blüten der Skarlettpelargonien kommen, wie schon erwähnt, ab und zu Falter angeflogen, die Monarda didyma wird von einer großen Hummel fleißig aufgesucht, und auch zu andern scharlachroten Blüten, zumal in den tropischen Landschaften, sieht man verschiedene Tiere anfliegen. Insbesondere wirken solche Blüten auf die Kolibris, ja es scheint sogar, daß diese nach Honig lüsternen kleinen Vögel ganz besonders gern den Scharlachblüten zufliegen. Vielleicht hängt es hiermit auch zusammen, daß die Pflanzen mit scharlachroten Blumen vorwaltend in jenen Gegenden verbreitet sind, wo die Kolibris ihre Heimat haben. Gewiß ist es auffallend, daß die scharlachrote Farbe in Asien und Europa, zumal in der alpinen, baltischen, pontischen und mittelländischen Flora, nur spärlich vertreten ist, daß dagegen in Amerika, zumal in Carolina, Texas, Mexiko, Westindien, Brasilien, Peru und Chile, eine ausnehmend große Zahl solcher Blüten vorkommt. In den zentralamerikanischen Urwäldern fällt jedem Besucher sofort die große Zahl der Schlinggewächse und Überpflanzen aus den Familien der Akanthaceen, Bignoniaceen, Bromeliaceen, Cyrtandreen und Gesneraceen auf, welche scharlachrote Blüten tragen, und von welchen hier als Beispiele nur Bignonia venusta, Lamprococcus miniatus, Pitcairnia flammea, Nemanthus Guilleminianus, Mitraria coccinea und Beloperone involucrata genannt sein mögen. In dem oben umgrenzten amerikanischen Gebiete ist ja auch die Heimat der Lobelien, Fuchsien und Begonien mit brennendroten Blumenkelchen (Lobelia cardinalis, fulgens, graminea, splendens, Texensis, Fuchsia coccinea, cylindria, fulgens, radicans, spectabilis, Begonia fuchsioides ꝛc.), der von den Kolibris umschwärmten, in Scharlach gekleideten Salbeiarten (Salvia coccinea, cardinalis), der verschiedenen zu den Skrofularineen gehörigen Arten der Gattung Alonsoa und Russelia, der merkwürdigen Erythrinen (Erythrina crista galli, herbacea, speciosa) und der Cäsalpineen aus der Gattung Amherstia und Brownea (Amherstia nobilis, Brownea coccinea und grandiceps), deren Blüten durchweg so gebaut sind, daß ihr Honig kaum anders als von schwebenden Kolibris gewonnen werden kann. Es bleibt weitern Beobachtungen in den tropischen Gebieten vorbehalten, zu ermitteln, ob es neben den Kolibris und Faltern nicht auch noch andre blumenbesuchende

Tiere, zumal Fliegen und Käfer, gibt, welche die ſcharlachroten Blüten ſehen und auf ſie anfliegen; denn gewiſſe Pflanzen, wie z. B. die braſiliſchen, mit einem großen ſcharlachroten Hüllblatte ausgeſtatteten Aroideen (Anthurium Scherzerianum, Andreanum und Lawrenceanum), entbehren des Honigs und ſind weder auf Kolibris noch auf Falter berechnet.

Daß die ſcharlachroten Blüten von den am Abend und in der Nacht fliegenden Schwärmern, Eulen und Spannern nicht beſucht werden, iſt wohl ſelbſtverſtändlich, denn mit beginnender Dämmerung werden die ſcharlachroten geradeſo wie die purpurroten, violetten und blauen Blumen unſichtbar. Zu dieſer Zeit können nur noch diejenigen Blumen geſehen werden, die an der dem Anfluge der Tiere zugewendeten Seite weiß oder blaßgelb gefärbt ſind, wie beiſpielsweiſe die der Nachtkerzen (Oenothera), des Geißblattes (Lonicera Caprifolium), einiger Nyctagineen (z. B. Mirabilis longiflora), mehrerer Nachtſchattengewächſe (z. B. Nicotiana affinis, Datura Stramonium), zahlreicher Nelken aus der Gattung Silene (z. B. Silene nutans, longiflora, Saxifraga), verſchiedener Arten von Yucca und Calonyction und vor allem die großblütigen mexikaniſchen Kakteen aus der Gattung Echinocactus und Cereus, von welchen die unter dem Namen „Königin der Nacht“ bekannte Art Cereus nycticalus auf der Tafel in Band I, S. 601 abgebildet iſt. Wenn mit beginnender Nacht auch dunkel gefärbte Blüten, wie z. B. jene von Hesperis tristis, Pelargonium triste und atrum, von Inſekten aufgeſucht werden, ſo iſt das nicht das Verdienſt der Farbe, ſondern des Duftes der Blüten, worauf ſpäter noch die Rede kommen wird. Ohne Zweifel iſt Weiß diejenige Farbe, welche nicht nur in der Dämmerung am beſten geſehen, ſondern auch am hellen Tage gut unterſchieden und, ſoviel bekannt, auch von keinem einzigen blumenbeſuchenden Tiere gemieden wird. Selbſt ſolche Tiere, welche mit einem ſchlecht entwickelten Farbenſinne begabt ſind und vielleicht nur hell und dunkel unterſcheiden, werden Weiß als die hellſte aller Farben wahrzunehmen im ſtande ſein. Blüten mit Gelb werden erfahrungsgemäß von pollenſammelnden und pollenfreſſenden Inſekten gern aufgeſucht, was damit zuſammenhängen mag, daß auch der Pollen meiſtenteils gelb gefärbt iſt. Auf grünlichgelben und braungelben Blüten, wie z. B. auf jenen der Peterſilie und des Paſtinaks, der Aralien und des Epheus, des Ahorns und des Kreuzdornes, der Raute und des Perückenſtrauches (Petroselium, Pastinaca, Aralia, Hedera, Acer, Rhamnus, Ruta, Rhus), finden ſich beſonders gern diejenigen Fliegen ein, welche ſonſt auf Strohdünger und anderm Unrate ſich herumtreiben (z. B. Lucilia cornicina, Onesia sepulcralis, Sarcophaga carnaria, Scatophaga stercoraria). Man hat dieſe Erſcheinung aus der Ähnlichkeit der genannten Blütenfarben mit der Farbe des Düngers und Kotes zu erklären verſucht. Dunkles Braun muß eine beſondere Zugkraft auf Weſpen ausüben; den braunen Blüten, zumal ſolchen, deren Farbenton an den von faulenden Birnen und anderm Obſte erinnert, fliegen die Weſpen mit großer Haſt zu und laſſen dabei andre für unſre Augen weit auffallendere Farben unbeachtet. Wenn an den Blüten neben Braun auch noch blaſſes, fahles Rot und ſchmutziges Violett vorkommt, ſich ſomit jene Farbenzuſammenſtellung zeigt, welche an faulendem Fleiſche und an Leichen auftritt, und wenn ſolche Blüten auch durch ihren Duft an einen Kadaver erinnern, ſo werden ſie immer von Aasfliegen und Aaskäfern reichlich beſucht. Man könnte glauben, daß der Duft allein ſchon zur Anlockung dieſer Inſekten genügen würde, es muß aber doch wohl anders ſein; denn ſonſt wäre es nicht begreiflich, warum die verſchiedenen nach Aas duftenden Ariſtolochien, Stapelien, Raffleſien und Balanophoreen neben dem Dufte auch noch die Farben des Aaſes an ſich tragen. Wieviel bei dieſer Anlockung auf Rechnung der Farbe, wieviel auf Rechnung des Duftes kommt, iſt freilich ſchwer zu entſcheiden, und es wäre verfrüht, ſchon jetzt hierüber ein endgültiges Urteil abzugeben. Es iſt hier überhaupt die Bemerkung einzuſchalten, daß die zuletzt mitgeteilten Angaben nicht ſo hingenommen werden dürfen, als wären ſie ſämtlich über allen Zweifel erhaben.





ALPINER WASEN AUF DEM BLASER IN TIROL.

(Nach der Natur von E. Heyn.)

Die Untersuchungen über diese Fragen sind sehr schwierig, und der Fehlerquellen gibt es so viele, daß die bisherigen Ergebnisse über kurz oder lang manche Berichtigung erfahren dürften. Diese Bedenken dürfen aber anderseits auch nicht so aufgefaßt werden, als wäre dem, was bisher ermittelt wurde, aller Wert abzusprechen. Das eine ist ja mit Sicherheit festgestellt, daß die einen Blütenfarben von diesen, die andern von jenen Tieren bevorzugt werden, und daß das Fehlen oder Vorkommen, das Zurücktreten oder Vorherrschen einzelner Blütenfarben mit den gleichen Erscheinungen in der Tierwelt in Parallele zu stellen ist.

Höchst wahrscheinlich steht auch das in mehreren Florengebieten beobachtete *Vorherrschen bestimmter Blütenfarben in verschiedenen Jahreszeiten insofern mit der Tierwelt im Zusammenhange, daß im Frühlinge andre Insekten fliegen als im Sommer und im Sommer wieder andre als im Herbste.* Für das Gebiet der baltischen Flora wurde durch Kurvenzeichnung ermittelt, daß im April und Mai die weiße Blütenfarbe vorherrscht, und daß von dem Höhepunkte im Mai die Kurve des Weiß allmählich bis zu dem tiefsten Stande im Spätherbste herabsinkt. Die gelbe Blütenfarbe erreicht einen ersten Höhepunkt im Mai, tritt im Laufe des Sommers etwas zurück und gelangt im Oktober noch zu einem zweiten Höhepunkte. Die Kurve der roten Blütenfarbe hält im ersten Frühlinge einen niedern Stand ein, erhebt sich dann gleichmäßig den Sommer hindurch und erreicht ihren Höhepunkt im September. Die Kurven von Violett und Blau zeigen zwar während der ganzen Vegetationszeit keine großen Schwankungen, doch sind auch an ihnen, ähnlich wie bei Gelb, zwei Höhepunkte zu bemerken, von welchen einer in den Frühling, der andre in den Herbst fällt.

Dieser zeitliche Wechsel der vorherrschenden Blütenfarbe hat übrigens nur für die baltische Flora Gültigkeit; schon in der angrenzenden mitteländischen Flora weicht der Verlauf der Farbenkurven etwas ab, und noch größer scheinen die Abweichungen in den unter gleicher Breite in Nordamerika entwickelten Floren zu sein. In der alpinen Flora kann von dem Vorherrschen bestimmter Blütenfarben im Laufe der Vegetationszeit überhaupt keine Rede sein. Auf den Höhen über der Baumgrenze gibt es eigentlich keinen Frühling und keinen Herbst; es besteht dort nur ein kurzer Sommer, der auf den langen Winter folgt, und es müssen sich alle Pflanzen sputen, in dieser eng bemessenen Zeit zur Blüte zu kommen, sowie dort auch blumenbesuchende Tiere in der kurzen schneefreien Periode fliegen müssen, wenn sie nicht verhungern wollen. Kaum ist der Schnee abgeschmolzen, so kommen nahezu gleichzeitig die violetten Glöckchen der Soldanellen und die goldigen Blüten der Fingerkräuter (Soldanella und Potentilla), die weißen Hahnenfüße und Mannsschilde und die roten Nelken und Primeln (Ranunculus alpestris, Androsace obtusifolia, Silene acaulis, Primula minima), die blauen Gentianen und die gelben Aurikeln (Gentiana acaulis, verna, Primula Auricula), das himmelblaue Vergißmeinnicht und das gelbe Veilchen (Myosotis alpestris, Viola biflora), desgleichen die in allen Farben gekleideten Steinbreche zur Blüte. Wer die mannigfaltigen Blüten überblickt, welche die von E. Heyn unter meiner Führung getreulich nach der Natur abgebildete und auf der hier beigehefteten Tafel „Alpiner Wasen auf dem Blaser in Tirol" dargestellte Pflanzengruppe zeigt, der findet sofort heraus, daß da alle Farben vertreten sind. Weiß und Rot, Gelb und Blau, Braun und Grün stehen da in buntem Gemenge auf der Fläche von der Breite einer Hand dicht beisammen. Auch die Bienen, Hummeln, Fliegen und Falter, welche auf den Honig und Pollen dieser Blüten angewiesen sind, kann man in der alpinen Region gleichzeitig fliegen sehen. Wenn sich das eine oder andre dieser Tiere verspätet, so ist dadurch wegen der Kürze der Vegetationszeit sogar seine Existenz gefährdet; denn wenn nicht zufällig in irgend einer Grube, wo der hoch aufgeschichtete Winterschnee längere Zeit sich erhalten hat, verspätete Blüten zur Entfaltung kommen, so ist das Tier der Gefahr ausgesetzt, an Nahrungsmangel zu Grunde zu gehen.

Der Blütenduft als Lockmittel für Insekten und andre Tiere.

Gleichwie die Farbe, zeigt auch der Duft der Pflanzen die merkwürdigsten Beziehungen zur Tierwelt. Der von dem Laube, den Stengeln und Wurzeln ausgehende Duft dient, wie an andrer Stelle (Band I, S. 400 und 419) ausgeführt wurde, vorwaltend der Abhaltung und Abschreckung der Pflanzenfresser, der von den Blüten entwickelte Duft dagegen hat die Bedeutung der Anlockung von solchen Tieren, welche bei Gelegenheit ihrer Besuche den Pollen von Blüte zu Blüte, von Stock zu Stock übertragen und dadurch den betreffenden Pflanzen einen wichtigen Dienst erweisen. In der Aurikel (Primula Auricula), dem Waldmeister (Asperula odorata), der Raute (Ruta graveolens) und dem Lavendel (Lavandula vera) haben Blüten- und Laubblätter den gleichen Duft, und hier werden durch einen und denselben Stoff die honig- und pollensuchenden Insekten zu den Blüten gelockt und zugleich das Laub und die Blüten vor dem Abgefressenwerden gegen die weidenden Tiere geschützt. Eine solche gleichmäßige Verbreitung der duftenden Stoffe über die verschiedensten Teile derselben Pflanze ist aber verhältnismäßig selten; weit häufiger kommt es vor, daß der Duft der Blüten von jenem des Laubes abweicht. So entwickeln z. B. die Lauche (Allium Chamaemoly, Sibiricum, suaveolens) in ihren Blüten Honigduft, welcher Insekten zum Besuche herbeiführt, die Laubblätter dagegen haben einen starken Lauchgeruch, welcher die weidenden Tiere fern hält. Auch an den meisten Doldenpflanzen haben die Blüten einen andern Duft als die Laubblätter, Stengel und Wurzeln. Die Laubblätter der auf der Tafel in Band I, S. 703 abgebildeten Sumbulstaude (Euryangium Sumbul) duften nach Moschus, der Wurzel des Koriander's (Coriandrum sativum) entströmt ein abscheulicher anwidernder Wanzenduft, und das Kraut des gefleckten Schierlinges (Conium maculatum) besitzt einen abstoßenden Mäuseduft. Und doch haben die Blüten dieser drei Doldengewächse gemeinsam einen zarten Honigduft, welcher Insekten zum Besuche anlockt.

Wenn hier von Mäuseduft und Wanzenduft gesprochen wird, so mag das den Leser im ersten Augenblicke einigermaßen befremden. Gemeinhin werden nämlich alle durch das Geruchsorgan wahrgenommenen Stoffe unter dem Namen Gerüche zusammengefaßt, in gute und üble, in angenehme und unangenehme unterschieden und nur die guten und angenehmen als Düfte bezeichnet. Dieser Sprachgebrauch ist aber nicht richtig. Das Wort Geruch bedeutet ähnlich den Worten Gehör, Gesicht und Geschmack in erster Linie die Erregung des Sinnesorgans, und es ist verwirrend, wenn dasselbe auch noch für die das Geruchsorgan erregenden Körper gebraucht wird. Es empfiehlt sich daher, für die letztern das Wort Duft zu verwenden. Wenn jemand weiterhin von einem unangenehmen Dufte sprechen will, sobald der erregende Körper in ihm ein Unbehagen, von einem angenehmen Dufte, sobald der Riechstoff in ihm ein Wohlbehagen verursacht, so wird nichts dagegen einzuwenden sein; nur darf nicht übersehen werden, daß diese Unterscheidung von angenehm und unangenehm bis zu einem gewissen Grade individuell ist, und daß irgend ein Duft von dem einen anziehend, von dem andern widerlich befunden werden kann. Auch ist es wahrscheinlich, daß Tiere von den Düften ganz andre Eindrücke erhalten als der Mensch. Der für die Menschen so unangenehme Aasduft wirkt auf Aasgeier, Aaskäfer und Aasfliegen offenbar anziehend und kann daher für diese Tiere nicht unangenehm sein.

Die Zahl der Düfte ist sehr groß. Gering gerechnet läßt sich ein halbes Tausend derselben unterscheiden. Wenn man dieselben feststellen und ihre Qualität angeben soll, so kommt man in große Verlegenheit, denn es fehlen unsrer Sprache Bezeichnungen für die verschiedenen Arten, und es bleibt nichts übrig, als zu sagen, die Resedablüte habe den Resedaduft, die Rautenblüte den Rautenduft u. s. f. Es hat sich zwar schon längst das Bedürfnis herausgestellt, in diese Mannigfaltigkeit eine übersichtliche Ordnung zu bringen,

die ähnlichen Düfte zusammenzufassen und Mittelpunkte festzustellen, um welche sich die andern gruppieren, etwa so, wie man Grundtöne und Grundfarben festgestellt hat; aber bisher konnte diesem Bedürfnisse noch nicht genügend Rechnung getragen werden und zwar darum, weil die chemischen Verhältnisse der Düfte, welche doch jeder wissenschaftlichen Einteilung zur Grundlage dienen müßten, nur sehr unvollkommen bekannt sind. Wenn im nachfolgenden dennoch eine Einteilung der Düfte gegeben wird, so macht diese weder den Anspruch auf Vollständigkeit noch auf Unfehlbarkeit, sondern soll lediglich als erster Versuch und Entwurf und als ein Anhaltspunkt dienen, nach welchem man sich auch bei der Benennung der Düfte vorläufig richten könnte.

Es lassen sich füglich fünf Gruppen von Blumendüften unterscheiden und unter den Namen indoloide, aminoide, paraffinoide, benzoloide und terpenoide Düfte zusammenfassen.

In die erste Gruppe gehören die bei der Zersetzung eiweißartiger Verbindungen entstehenden und sich in der atmosphärischen Luft verbreitenden Riechstoffe, in welchen ein oder mehrere Benzolkerne angenommen werden, und die auch Stickstoff enthalten, also beispielsweise das Leucin und Tyrosin, das Skatol und Indol. Nach dem letztern werden sie indoloide Düfte genannt. Es entwickeln sich dieselben aus den Blütenständen zahlreicher Aroideen, aus den Blüten sämtlicher Stapelien des südlichen Afrika, aus jenen der Balanophoreen, Rafflesiaceen und Hydnoreen, aus den Perigonen von ungefähr 200 Aristolochineen und auch aus denen einiger tropischer Orchideen, wie z. B. des Bolbophyllum Beccarii der malayischen Flora. Bald erinnert der Duft an jenen des faulenden Fleisches von Säugetieren, bald an faulende Fische (s. Band I, S. 182), bald wieder an den in Zersetzung begriffenen Harn, an Jauche, Kot und andre unappetitliche Dinge. Die westindische Aristolochia Gigas hat seltsamerweise den Duft alten faulenden Tabaks, und die rotbraunen Blüten des Calycanthus duften ähnlich wie faulender Wein, ganz im Gegensatze zu den sie tragenden holzigen Zweigen, welche bekanntlich einen an Gewürznelken erinnernden angenehmen Duft entwickeln. Daß die mit indoloiden Düften ausgestatteten Blüten in ihrer Färbung an tierische Kadaver erinnern, daß sie meistens livide Flecken, violette Striemen und rotbraune Adern auf grünlichem und fahlgelbem Grunde zeigen, wurde bereits bei früherer Gelegenheit (s. S. 192) hervorgehoben.

An die indoloiden schließen sich die aminoiden Düfte an. Unter diesem Namen werden alle jene in der atmosphärischen Luft sich verbreitenden Riechstoffe begriffen, welchen Amine zu Grunde liegen und zwar entweder primäre oder sekundäre oder tertiäre Amine, wo entweder ein, zwei oder alle drei Wasserstoffatome des Ammoniaks durch ein Alkoholradikal ersetzt sind. Es ist nachgewiesen, daß der eigentümliche Duft der Weißdornblüten (Crataegus) durch Trimethylamin veranlaßt wird. Es läßt sich mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß auch noch in zahlreichen andern ähnlich duftenden Blüten das Trimethylamin oder eine andre zu den Aminen gehörige Verbindung entwickelt wird. Der Duft der Weißdornblüten wiederholt sich mit geringen Abweichungen in den Blüten des Birnbaumes (Pirus), der Mispel (Mespilus), der Vogelbeeren (Sorbus), der strauchartigen Spiräen (Spiraea ulmifolia, chamaedryfolia ꝛc.), des roten Hartriegels (Cornus sanguinea), des Schneeballes (Viburnum Lantana, Opulus), der Kastanie (Castanea), des Hirschholders (Sambucus racemosa), der Waldrebe (Clematis Vitalba) und des Sauerdornes (Berberis). Mehr abweichend ist der Duft, welcher aus den Blüten des Götterbaumes (Ailanthus), der Roßkastanie (Aesculus Hippocastanum), der Mannaesche (Fraxinus Ornus) und der Nachtkerze (Oenothera) entbunden wird. Die Blüten des Epheus (Hedera) entwickeln einen Duft, der an die Heringslake erinnert; die Blüten des Alpenmohns (Papaver alpinum) duften zum Teile wie jene des Weißdornes, zum Teile wie Moschus. Zwei nordamerikanische Pflanzen, nämlich Pachysandra und Sanguinaria, entwickeln aus ihren Blüten einen

entfernt an Ammoniak erinnernden Duft, der sicherlich von einer Aminverbindung ausgeht. In diese Abteilung gehört endlich auch noch jener für das menschliche Geruchsorgan so widerwärtige Duft, welcher den Blüten des schon bei früherer Gelegenheit (s. S. 168) erwähnten Melianthus zukommt.

Die dritte Gruppe bilden jene Düfte, welche von den sogenannten aromatischen Körpern ausgehen. Es sind das Verbindungen mit einem Benzolkerne, wo die verschiedenen Wasserstoffe des Benzols durch Alkoholradikale und Säureradikale ersetzt sind. Sie werden am passendsten benzoloide Düfte genannt. Von genauer bekannten chemischen Verbindungen gehören hierher der Eugenol in den Blüten mehrerer Nelken (Dianthus Caryophyllus, plumarius, superbus), der nach Hyazinthen duftende Cinnamylalkohol, der Salicylaldehyd in den Blüten der Spierstaude (Spiraea Ulmaria), das Kumarin in den Blüten des Waldmeisters (Asperula odorata), das duftende Vanillin in den Blüten des Heliotrops (Heliotropium). Ich nehme keinen Anstand, als hierher gehörig auch noch den Duft des Flieders (Syringa vulgaris), des Maiglöckchens (Convallaria majalis), der Reseda (Reseda odorata), des Jasmins (Jasminum officinale), der Aurikel (Primula Auricula), des Geißblattes (Lonicera Caprifolium), der Akazie (Robinia Pseudacacia), des Veilchens (Viola odorata), des Cyclamens (Cyclamen europaeum), der Paulownie (Paulownia imperialis), des Ylangs (Unona odoratissima) und den an Muscari racemosum und Polygala Chamaebuxus wahrgenommenen Pflaumenduft anzuführen. Es sind das also vorzüglich die für unsern Geruchssinn so angenehmen Düfte, aus welchen die meisten Parfümerien hergestellt werden, und die auch bei den Beschreibungen der Pflanzen füglich in Anwendung gebracht werden könnten. Man würde in diesem Sinne von benzoloiden Düften zu unterscheiden haben: Nelkenduft, Hyazinthenduft, Spierstaudenduft, Waldmeisterduft, Vanilleduft, Flieder duft, Maiglöckchenduft, Resedaduft, Jasminduft, Aurikelduft, Geißblattduft, Akazienduft, Veilchenduft, Cyclamenduft, Paulowniaduft, Ylangduft und Pflaumenduft.

Es ist sehr beachtenswert, daß sich mehrere dieser benzoloiden Düfte an Arten der verschiedensten Pflanzenfamilien wiederholen. So z. B. wird der Nelkenduft nicht nur an den oben genannten Nelken, sondern auch an den Blüten mehrerer Arten der Gattung Sommerwurz (Orobanche caryophyllacea, gracilis, lucorum), an einigen Orchideen (z. B. Platanthera bifolia, Gymnadenia conopea), an den gelben Blüten des Ribes aureum, an der Narzisse (Narcissus poëticus) und etwas modifiziert an den Blüten der Azalea pontica gerochen. Den Hyazinthenduft entwickeln neben den Hyazinthenblüten auch mehrere Leimkräuter (Silene nutans, longiflora ꝛc.), die Trauerviole (Hesperis tristis) und die dunkelblütigen Pelargonien (Pelargonium atrum, glauciifolium, triste ꝛc.). Daß sich der Waldmeisterduft auch in den Blüten mehrerer Gräser (Anthoxanthum, Hierochloa) und mit Honigduft gemengt in den Blüten des Steinklees (Melilotus) findet, ist längst bekannt. Sehr verbreitet ist der Vanilleduft. Abgesehen von dem Heliotrop (Heliotropium Europaeum und Peruvianum), sind auch einige Waldmeisterarten (z. B. Asperula glomerata, cynanchica, longiflora), die Linnäa (Linnaea borealis), der Attich (Sambucus Ebulus), die Ackerwinde (Convolvulus arvensis), einige Orchideen unsrer Berg- und Alpenwiesen (z. B. Gymnadenia odoratissima, Nigritella nigra), die Alpensaussurea (Saussurea alpina), der Alpenseidelbast (Daphne alpina) und die Nardosmie (Nardosmia fragrans) mit bald stärkerm, bald schwächerm Vanilleduft ausgestattet. Einigermaßen abweichend, aber doch am meisten an Vanille erinnernd, ist der Duft der tropischen Orchideen aus der Gattung Stanhopea und der mit diesem vollständig übereinstimmende Duft des in den europäischen Fichtenwäldern vorkommenden Ohnblattes (Epipogum aphyllum). Weniger verbreitet ist der Flieder duft; er findet sich aber deutlich ausgesprochen an mehreren Arten der Gattung

Seidelbast (z. B. Daphne striata und pontica), was um so merkwürdiger ist, als diese Seidelbastarten, obschon mit dem Flieder sonst nicht verwandt, doch beim ersten Anblicke eine überraschende Ähnlichkeit ihrer Blüten mit den Fliederblüten haben. Dagegen stimmt der Duft mehrerer Arten der Gattung Syringa, so z. B. der im Himalaja heimischen Syringa Emodi, mit dem Dufte der Syringa vulgaris nicht überein. Der Maiglöckchenduft ist im ganzen genommen selten und kommt nur noch an einigen mexikanischen Nopalen, namentlich an Echinocactus Tetani, vor. Der Akazienduft findet sich an ziemlich vielen Schmetterlingsblüten, so z. B. an Cladrastis lutea, Cytisus alpinus und Spartium junceum, seltsamerweise auch in den Blüten einer Schwertlilie: Iris odoratissima. Der Aurikelduft wird, abgesehen von mehreren Primeln aus der Verwandtschaft der Primula Auricula, auch noch an den Blüten der Trollblume (Trollius Europaeus) wahrgenommen. Der Geißblattduft entwickelt sich abends aus den Blüten aller mit Lonicera Caprifolium verwandten Arten, aber auch aus den Blüten der Ismene und einer Art des Tabaks, nämlich der in der Dämmerung aufblühenden Nicotiana affinis. Ziemlich verbreitet ist der Veilchenduft. Abgesehen von zahlreichen Veilchenarten (z. B. Viola odorata, mirabilis, polychroma), wird derselbe auch noch von mehreren Schotengewächsen, namentlich von den Levkojen (Matthiola annua, incana, varia 2c.) und dem Goldlacke (Cheiranthus Cheiri), welchen der Volksmund bekanntlich auch „Veigl" nennt, dann noch von der Nachtviole (Hesperis matronalis) entwickelt. Auch die Frühlingsknotenblume (Leucojum vernum), der im Herbste blühende gefranste Enzian (Gentiana ciliata), die grün blühenden Seidelbaste (Daphne Laureola und Philippi), die blaue Seerose des Nils (Nymphaea coerulea) und die tierfangende Sarrazenie (Sarracenia purpurea) entbinden aus ihren Blüten einen ausgezeichneten Veilchenduft. Der Cyclamenduft findet sich wieder in den Blüten eines Wintergrüns, nämlich der Pirola uniflora, der Paulowniaduft in den Blüten der Glycine Chinensis und der Ylangduft in den Blüten der Zaluzianskia lychnidea.

Von den benzoloiden Düften chemisch verschieden sind die Säuren und Alkohole jener Kohlenwasserstoffe, welche man als Paraffine begreift. Es mag für dieselben der Name *paraffinoide Düfte* gewählt werden. In betreff ihrer Zusammensetzung genauer bekannt sind von den hierher gehörigen Verbindungen die Valeriansäure, welche den *Baldrianduft* in den Blüten zahlreicher Baldriane, zumal der Valeriana officinalis, montana und saxatilis, bedingt, die Pelargonsäure, welche mit dem *Rosenduft*e, und zwar insbesondere mit jenem der Zentifolie, im Zusammenhange steht, das Rautenöl, welches sich als *Rautenduft* in den Blüten verschiedener Rutaceen, namentlich der Weinraute (Ruta graveolens), entbindet, der Önanthäther, welcher als *Weinblütenduft* in den Blüten der Weinrebe (Vitis vinifera) und der Gleditschien (Gleditschia triacanthos, Sinensis 2c.) wahrgenommen wird. Hierher gehören auch der *Lindenduft*, welcher mannigfaltig abgeändert aus den Blüten der verschiedenen Linden (Tilia alba, Americana, parvifolia 2c.), aber auch aus jenen der Aesculus macrostachya ausströmt, der sehr verbreitete *Nachtschattenduft* aus den Blüten mehrerer Arten des Stechapfels (Datura), des Alrauns (Mandragora), der Petunie (Petunia) und zahlreicher andrer Nachtschattengewächse, aber auch aus jenen der Päonien (Paeonia) und des amerikanischen Trillium grandiflorum, der *Holunderduft* aus den Blüten von Sambucus nigra und Orchis pallens und der auf die Kapronsäure zurückzuführende *Bocksduft*, der sich aus den Blüten der Riemenzunge (Himantoglossum hircinum) und etwas abgeändert aus jenen der Orchis fragrans entbindet.

Ob auch der dem frischen gelben Bienenwachse und dem Bienenhonige zukommende und aus so vielen Blüten sich entwickelnde *Honigduft* zu den paraffinoiden Düften gehört, mag dahingestellt bleiben. Früher glaubte man annehmen zu können, daß der Myricilalkohol (ein Alkohol der Paraffine) diesen eigentümlichen Duft bedinge, aber nach den

Angaben der Chemiker ist der gereinigte Myricilalkohol duftlos, und es wäre daher möglich, daß der Honigduft durch eine andre Verbindung veranlaßt wird. Jedenfalls reiht sich der Honigduft naturgemäß an die andern oben angeführten Düfte und wird auch am passendsten hier besprochen. Es ist dieser Blütenduft einer der häufigsten, wenn nicht geradezu der häufigste von allen. Der Umstand, daß der Honigduft oftmals mit andern, zumal mit benzoloiden, Düften verbunden vorkommt, bedingt viele Abstufungen desselben. Am meisten übereinstimmend mit dem Dufte frischer, aus dem Bienenstocke genommener honiggefüllter Waben ist der Duft aus den Blüten des Schlehdornes, der Aprikosen-, Kirsch- und Mandelbäume (Prunus spinosa, Armeniaca, avium, Amygdalus communis ꝛc.), ebenso jener des zu den Orchideen gehörigen Herminium, des Wegdornes (Rhamnus pumila ꝛc.) und des Wanzenkrautes (Cimicifuga foetida). Wenig abweichend ist der aus den Blüten der Traubenkirsche (Prunus Padus), der Labkräuter (Galium Cruciata, vernum, verum), des Alpenvergißmeinnichts (Myosotis alpestris), des Phloxes (Phlox paniculata), der Seidenpflanze (Asclepias), der Schwalbenwurz (Cynanchum), des Lerchenspornes (Corydalis cava), mehrerer Wolfsmilcharten (Euphorbia Cyparissias ꝛc.), der Weiden (Salix Caprea, daphnoides ꝛc.), einiger Korbblütler (z. B. Cirsium arvense und brachycephalum), vieler Doldenpflanzen (z. B. Angelica officinalis, Heracleum Sphondylium, Meum Mutellina, Pimpinella magna), zahlreicher Schotengewächse (z. B. Alyssum montanum, Erysimum odoratum), mehrerer Tulpen und Lauche (Tulipa silvestris, Allium Sibiricum, Chamaemoly ꝛc.), des Heidekornes (Polygonum Fagopyrum) und noch vieler andrer. Auch der sogenannte süße Duft des Klees, welcher übrigens nicht nur an dem gewöhnlichen Wiesenklee (Trifolium pratense), sondern auch an andern Kleearten und überhaupt an vielen Schmetterlingsblütlern (z. B. Trifolium resupinatum, Lathyrus odoratus) vorkommt, ist nur eine Abstufung des Honigduftes.

Die letzte Gruppe der Düfte begreift jene sauerstofffreien ätherischen Öle, welche die neuere Chemie Terpene nennt, und welche dem entsprechend als terpenoide Düfte aufgeführt werden können. Die Stoffe, von welchen diese Düfte ausgehen, finden sich bald in besondern Behältern im Pflanzengewebe eingeschaltet, bald in den endständigen köpfchenförmigen Zellen der sogenannten Drüsenhaare, vorwaltend im Bereiche der Stengel und des Laubes, seltener in der Blütenregion. Die bekanntesten in den Blüten vorkommenden terpenoiden Düfte sind der von dem Neroliöle ausgehende Orangenblütenduft, welcher in den Blumen der Orangenbäume (Citrus), in jenen der Gardenien (Gardenia), des Pittosporum Tobira, der sibirischen Pirus baccata und etwas abgeändert in den Blüten einiger Magnolien (z. B. Magnolia obovata und Yulan) wahrgenommen wird, der von dem Zitronenöle ausgehende Zitronenduft, welcher an den Blüten einiger Arten des Thymians (Thymus citriodorus, montanus ꝛc.) und insbesondere auch an den Blüten des Diptams (Dictamnus Fraxinella) gerochen wird, der Lavendelduft, welcher von dem nicht nur im Laube, sondern auch in den Blüten des Lavendels (Lavandula) vorkommenden Lavendelöle herstammt.

Daß bisweilen zweierlei Riechstoffe gleichzeitig aus einer und derselben Blüte entbunden werden, und daß insbesondere der Honigduft nicht selten mit irgend einem andern vereinigt vorkommt, wurde einschaltungsweise schon wiederholt erwähnt. Die Feststellung des Duftes wird durch ein solches Zusammenkommen wesentlich erschwert, zumal dann, wenn von den beiden Düften bald der eine, bald der andre vorherrscht, und wenn dieses Vorherrschen noch dazu nach der Tageszeit wechselt. Man hört nicht selten ganz verschiedene Urteile über den Duft einer Blüte. Der eine Beobachter glaubt den Duft der Vanille, der andre den des Veilchens zu erkennen. Es mögen beide recht haben, insofern nämlich, als thatsächlich zweierlei Düfte derselben Blüte entströmen können und von dem einen Beobachter dieser, von dem andern jener Duft besser wahrgenommen wird.

Die Schwierigkeiten bei der Feststellung des Blütenduftes werden auch noch dadurch erhöht, daß gewisse Sinnestäuschungen bei dem Riechen fast unvermeidlich sind. Sowohl der Geschmack als auch das Gesicht können bei diesen Sinnestäuschungen beteiligt sein. Erblickt man eine Nelke, so kommt sofort der Nelkenduft in Erinnerung. Das kann geschehen, bevor noch der von der Nelke ausgehende Duft zu dem Geruchsorgane gelangte. Es ist darum anzuempfehlen, bei Feststellung des Duftes die betreffende Blüte gar nicht anzusehen und mit geschlossenen Augen die Untersuchung zu machen, etwa so, daß man einem Bekannten die zu prüfende Blüte erst dann vor die Nase hält, wenn dieser vorher die Augen geschlossen hat.

Sehr beachtenswert ist die Thatsache, daß nahe verwandte, äußerlich ähnliche Arten häufig verschiedene Düfte besitzen. Mehrere Beispiele sind bereits in den obigen Verzeichnissen eingeschaltet, unter andern, daß Gymnadenia conopea Nelkenduft, die ihr ungemein ähnliche Gymnadenia odoratissima dagegen Vanilleduft besitzt. Von den Arten der Gattung Seidelbast (Daphne) hat Daphne alpina Vanilleduft, Daphne striata Fliederduft, Daphne Philippi Veilchenduft und Daphne Blagayana Nelkenduft. Die so nahe verwandten Orchis fragrans und coriophora sind gleichfalls an ihrem verschiedenen Blütenduft augenblicklich zu erkennen. Mit Leichtigkeit unterscheidet man auch die Düfte, welche den verschiedenen Arten von Syringa, Tilia und Sambucus zukommen. Noch auffallender verhält es sich in dieser Beziehung mit den Rosen. Wer sich nur einigermaßen mit dieser artenreichen Gattung abgegeben hat, wird die Rosa alpina, pimpinellifolia, arvensis, Indica, moschata, canina, Gallica, cinnamomea, Centifolia und Thea mit geschlossenen Augen sofort am Dufte erkennen. Merkwürdig ist es auch, daß von nahe verwandten Arten die Blüten der einen duften, die der andern duftlos sind. Platanthera montana entbehrt des Duftes, während Platanthera bifolia einen starken Nelkenduft aushaucht. Viola tricolor ist duftlos, Viola polychroma entwickelt starken Veilchenduft. Die Blüten der Primula Lehmanni sind ohne Duft, jene der zum Verwechseln ähnlichen und durch wenig in die Augen fallende Merkmale der Gestalt unterscheidbaren Primula Auricula entbinden starken Aurikelduft. Diese Thatsachen sind als Belege für die Theorie der spezifischen Konstitution des Protoplasmas, von welcher später in dem Abschnitte über die Entstehung der Arten die Rede sein wird, nicht ohne Bedeutung, und es soll hier schon vorläufig auf diesen Umstand aufmerksam gemacht sein.

In betreff der Wahrnehmung des Blütenduftes durch Tiere sind wir vielen Fehlschlüssen ausgesetzt, weil sich unser Urteil vorwaltend auf die eigne Geruchsempfindung stützt und es sehr leicht möglich, ja sogar wahrscheinlich ist, daß das Riechvermögen der blumenbesuchenden Tiere von dem unsern wesentlich abweicht. Dem Geruche des Menschen dient ein scharf umgrenztes Stück der Schleimhaut im obern Teile der Nasenhöhle. In einem eigentümlichen Maschenwerke treffen dort die oberflächlichen Zellen der Schleimhaut mit den letzten Verzweigungen des Riechnervs zusammen, und auf dieses beschränkte Gebiet müssen die Düfte unmittelbar einwirken, wenn sie eine Geruchsempfindung hervorrufen sollen. Das ist aber wieder nur möglich, wenn die Riechstoffe als Düfte in der Luft verteilt sind, und wenn die so geschwängerte Luft über den erwähnten Teil der Nasenschleimhaut hinstreicht. Es wurde in früherer Zeit angenommen, daß die über die Riechschleimhaut hinstreichenden Stoffe dort in einer Flüssigkeit gelöst werden, sich im gelösten Zustande verbreiten und nur so auf die Nervenenden Einfluß nehmen können. Diese Auffassung ist aber mit einer Reihe von Thatsachen im Widerspruche, von welchen die wichtigsten hervorgehoben werden sollen. Bekanntlich riechen wir auch gewisse Metalle, deren feinstverteilte, von der besprochenen Masse abgespaltene Teilchen in die Nase kommen, obschon diese Metalle im Bereiche der Schleimhaut gewiß nicht löslich sind. Ebenso lehrt die Erfahrung, daß wir kurz nacheinander sehr verschiedene Stoffe zu riechen im stande sind, was nicht der Fall

sein könnte, wenn die Geruchsempfindung an eine vorhergehende Auflösung des Riechstoffes in der die Schleimhaut durchtränkenden Flüssigkeit gebunden wäre. Ganz besonders aber fällt hier ins Gewicht, daß die Geruchsorgane vieler Tiere der Schleimhaut ganz entbehren. Die Kolben und Zapfen an der Oberfläche der Fühler, welche die Geruchsorgane der Insekten bilden, stehen zwar an der einen Seite mit gangliösen Nervenenden in Verbindung, aber von einer Schleimhaut oder einem der Schleimhaut ähnlichen Gebilde, welches flüssige Stoffe enthalten oder ausscheiden würde, ist an diesen Geruchsorganen nichts zu finden, und dennoch zeichnen sich die Insekten durch einen ungemein feinen Geruch aus.

Die Erregung der Nervenenden im Geruchsorgane kann daher nicht die Folge einer vorhergehenden Lösung des Riechstoffes sein, sondern muß als Übertragung einer Bewegung gedacht werden. Es liegt nahe, sich vorzustellen, daß die Moleküle der in der Luft verteilten Riechstoffe sich in einer wirbelnden, pendelnden oder wie immer gearteten schwingenden Bewegung befinden, und daß sie diese Bewegung auf die Enden der Geruchsnerven übertragen, sobald sie mit dem Geruchsorgane in Berührung kommen. Da die Nervenenden nicht bloßliegen, so muß diese Übertragung durch die über den Nervenenden gelagerten Teile vermittelt werden, und es wird von dem Baue dieser oberflächlichsten, unmittelbar an die Luft grenzenden Schicht abhängen, ob diese Vermittelung rascher oder langsamer, vollkommener oder unvollkommener erfolgt. Damit die Erregung der Nervenenden, welche wir uns als eine Bewegungsform vorstellen, als Geruch empfunden werde, ist notwendig, daß sie von den Nervenenden zum Zentralorgane fortgepflanzt werde. Nun ergibt sich aber die heikle Frage: Beruhen die verschiedenen Geruchsempfindungen darauf, daß ein Teil der Nervenenden nur von diesem, der andre nur von jenem Riechstoffe erregt werden kann, und daß ein besonderer Duft, wie beispielsweise jener des Lavendelöles, nur dann empfunden wird, wenn die der Bewegungsform der Lavendelölmoleküle angepaßten Nervenenden erregt werden? Oder beruhen die verschiedenen Geruchsempfindungen darauf, daß die den Molekülen eines bestimmten Riechstoffes zukommende Bewegungsform ohne weiteres von jeder beliebigen Nervenfaser des Geruchsorgans zu dem Zentralorgane übertragen werden kann und dort eine bestimmte Geruchsempfindung veranlaßt, so daß also eine und dieselbe Nervenfaser, welche kurz vorher die Bewegungsform des Lavendelöles übertragen hatte, im nächsten Augenblicke auch die den Molekülen des Chloroforms zukommende Bewegungsform auf das Zentralorgan zu übertragen vermag?

Die eine Hypothese setzt voraus, daß begrenzte Teile des Zentralorgans sowie die zu demselben hinleitenden Nervenfasern, obschon sie für unsre sinnliche Wahrnehmung ganz übereinstimmend gebaut sind, dennoch in der Erregungsfähigkeit sich wesentlich voneinander unterscheiden. Ein Teil kann nur von den Molekülen des Lavendelöles erregt werden und wird von Chloroformmolekülen nicht beeinflußt, ein andrer Teil wird nur durch die Schwingungen der Chloroformmoleküle zum Mitschwingen veranlaßt, aber durch die eigentümlichen Schwingungen der Lavendelölmoleküle nicht in Mitleidenschaft gezogen. Wer für diese Hypothese eintritt, muß in Berücksichtigung der unübersehbaren Menge verschiedener Riechstoffe auch eine überaus große Menge verschiedentlich empfänglicher Nervenenden im Geruchsorgane voraussetzen, selbst dann, wenn angenommen werden sollte, daß im Geruchsorgane nicht für jeden einzelnen, sondern nur für Gruppen ähnlicher Riechstoffe eine Stelle ausgebildet ist, und daß die einzelnen Geruchsformen der Gruppe nur durch verschiedene Stärke der Erregung veranlaßt werden. Die andre Hypothese setzt voraus, daß jede Nervenfaser des Geruchsorgans zufolge ihres Baues befähigt ist, verschiedene an ihrem äußern Ende veranlaßte Bewegungsformen auf das Zentralorgan zu übertragen. Die den Molekülen des Lavendelöles eigentümlichen Schwingungen würden nicht nur auf die Nervenenden Einfluß nehmen, sondern sich als spezifische Bewegungsform durch die ganze Nervenfaser bis zum

Zentralorgane fortpflanzen und dort als Lavendelölgeruch empfunden werden, und dieselbe Nervenfaser, welche soeben den Lavendelgeruch vermittelt hatte, vermag im nächsten Augenblicke die von Chloroform ausgehenden Schwingungen weiterzuleiten und den Chloroformgeruch zu veranlassen. Es würde sich eine solche Leitung mit jener des Telephons in Parallele stellen lassen, wenigstens insofern, als durch eine und dieselbe telephonische Leitung die verschiedensten an dem einen Ende gesprochenen Worte unverändert an dem andern Ende zur Geltung kommen. Die Vorstellung einer Fortpflanzung spezifischer, von Riechstoffen angeregter Bewegungsformen von der Peripherie durch die ganze Nervenfaser bis zum Zentralorgane läßt auch die Annahme zu, daß die Nervenfasern des Geruchsorgans von gewissen Stoffen gar nicht erregt werden. Schwingungen, welche durch ihre allzu große Geschwindigkeit die Grenze der Empfänglichkeit des Riechnerven übersteigen, werden keinen Geruch veranlassen.

Mag man nun der einen oder andern Hypothese huldigen, durch beide kommt man zu dem Schlusse, daß bei Menschen und Tieren, entsprechend der verschiedenen Empfänglichkeit der Nervenfasern im Geruchsorgane, eine große Verschiedenheit in betreff des Riechens bestehen kann. Wenn durch die in der Luft verteilten Moleküle irgend eines Stoffes kein einziges Nervenende in der Riechschleimhaut des Menschen erregt, beziehentlich bewegt wird, so schließt das nicht aus, daß in dem Geruchsorgane dieses oder jenes Tieres sich Nerven finden, welche für die Bewegungsform dieser Moleküle empfänglich sind. Es wäre auch erklärlich, daß ein Insekt Hyazinthen, aber keine Rosen, ein andres Rosen, aber keine Hyazinthen röche. Dieses Ergebnis ist aber zur Erklärung der Anlockung gewisser Tiere zu Blüten, welche dem Menschen duftlos vorkommen, sowie zur Erklärung der Erscheinung, daß manche Blüten von der einen Gruppe der Insekten mit Vorliebe aufgesucht, von der andern gemieden oder, besser gesagt, nicht beachtet werden, von Wichtigkeit. Die zur Überkleidung von Lauben, Geländern und Mauern häufig gepflanzte, zu den Reben gehörige Ampelopsis quinquefolia entwickelt im Hochsommer Blüten, welche von den Bienen sehr gern und sehr fleißig besucht werden. Die Farbe hat als Anlockungsmittel in diesem Falle keine Bedeutung; denn die Blüten haben grünliche Kronenblätter, sind unter den Laubblättern versteckt und werden selbst von guten Augen aus geringer Entfernung nicht mehr bemerkt. Dennoch sieht man die Bienen von allen Seiten in einer Weise anfliegen, welche keinen Zweifel übrigläßt, daß die Blüten der Ampelopsis von diesen Tieren aus ziemlicher Entfernung wahrgenommen werden. Da es nicht das Gesicht ist, so muß es wohl der Geruch sein, der bei ihnen diese Wahrnehmung veranlaßt! Für das Geruchsorgan des Menschen sind diese Blüten aber duftlos! Nicht weniger merkwürdig verhält es sich mit den Blüten der Zaunrübe (Bryonia dioica). Dieselben sind auf zweierlei Stöcken verteilt, d. h. der eine Stock entwickelt nur Pollenblüten, der andre nur Fruchtblüten, und da der Pollen nicht stäubend und nicht durch Winde verbreitbar ist, so muß derselbe durch Insekten von Stock zu Stock übertragen werden, wenn die Fruchtanlagen zur Reife kommen sollen. Die Blüten, zumal die Fruchtblüten, sind aber sehr unscheinbar, sie sind zwischen dem Laube halb verborgen, von grünlicher Farbe und schwachem Geruche. Viele Insekten fliegen an ihnen vorbei, ohne sie zu beachten, nur ein Hautflügler, nämlich Andrena florea, besucht sie und weiß sie an den abgelegensten Standorten aufzuspüren, was kaum anders erklärt werden kann als dadurch, daß ein von den Blüten der Zaunrübe ausgeschiedener Duft zwar von dem genannten Hautflügler, nicht aber auch von andern Insekten wahrgenommen wird. Diesen beiden Beispielen von unauffälligen, den Menschen und augenscheinlich auch vielen Tieren duftlos erscheinenden, nichtsdestoweniger von bestimmten Insekten gern aufgespürten Blüten ließen sich die Osterluzei (Aristolochia Clematitis), die Heidelbeere (Vaccinium Myrtillus), die Zwergorchis (Chamaeorchis alpina), das Zweiblatt (Listera ovata) und noch viele andre

anfügen. Es ist wahrscheinlich, daß es auch Blüten gibt, welche abweichend von den eben genannten mit lebhaften, vom grünen Laube kontrastierenden Farben ausgestattet sind und überdies einen eigenartigen, auf bestimmte Tiere anlockend wirkenden Duft ausströmen. Sicheres darüber zu sagen, ist freilich kaum möglich. Begreiflicherweise sind wir bei allen diesen Fragen nur auf die Beobachtungen über das Verhalten der Insekten gegenüber den Blüten in der freien Natur angewiesen, und da bei solchen Beobachtungen im einzelnen viele Fehlerquellen unterlaufen, dürfen die abgeleiteten Schlüsse nur mit Vorsicht aufgenommen werden. Es kann darum die sogenannte „Blumentreue" der Insekten, worunter man die Vorliebe gewisser Arten für bestimmte Blüten versteht, insoweit sie den Duft betrifft, hier nur im großen und ganzen erörtert und nur das Hauptergebnis der diesfälligen Beobachtungen verzeichnet werden.

Als solches kann aber gelten, daß die indoloiden Düfte auf gewisse Fliegen aus den Gattungen Scatophaga, Sarcophaga, Onesia, Lucilia, Pyrellia, Calliphora, Sepsis und Musca und auf Käfer aus den Gattungen Aleochara, Dermestes, Saprinus, welche sich auf Aas und Exkrementen einfinden, anziehend wirken, von den Schmetterlingen, Bienen und Hummeln aber unbeachtet bleiben. Durch die aminoiden Düfte werden insbesondere große und kleine Käfer, zumal Cetonien, und dann Hautflügler, aber kaum jemals Schmetterlinge angelockt. Der Honigduft wirkt in ausgiebigster Weise auf Bienen und Hummeln, aber auch auf Falter, Zygänen und bei Tage fliegende Schwärmer (z. B. den Taubenschwanz, Macroglossa stellatarum) sowie auf kleine Käfer; dagegen werden die durch die indoloiden Düfte angeregten Insekten durch den Honigduft nicht angezogen. Den Blüten mit paraffinoidem Dufte fliegen insbesondere gewisse Hautflügler, die merkwürdigerweise selbst ähnlich duften, namentlich die Arten der Gattung Prosopis, zu. Die Blüten mit Hyazinthenduft sind von kleinen Eulen und Spinnern und die Blüten mit Geißblattduft von großen, in der Dämmerung fliegenden Schwärmern umworben. Weder die einen noch die andern der zuletzt genannten Düfte wirken aber anziehend auf die Käfer. Auch die Falter sieht man an den Blüten mit Geißblattduft ohne Anhalt vorüberfliegen, was zu der Annahme berechtigt, daß dieser Duft von den genannten Schmetterlingen entweder gar nicht wahrgenommen wird oder ihnen unangenehm ist.

Manche Blütendüfte, namentlich die paraffinoiden, haben die Eigentümlichkeit, daß sie an der Stätte ihres Ursprunges bei weitem weniger als in einiger Entfernung von der Quelle wahrgenommen werden, was sich daraus erklären dürfte, daß auf die von den Blüten entbundenen Riechstoffe bei deren weitern Verteilung in die atmosphärische Luft Sauerstoff oder Wasserdampf Einfluß nehmen, und daß sich verschiedentliche molekulare Umlagerungen in ihnen vollziehen. Bei dem Umstande, daß unsre Kenntnisse über die chemischen Verhältnisse der Riechstoffe noch so unvollkommen sind, wäre es aber wieder gewagt, über Vermutungen in dieser Beziehung hinauszugehen. Am auffallendsten tritt die hier berührte Erscheinung an der Linde und der Weinrebe hervor. Nähert man sich einem Lindenbaume, der gerade in voller Blüte steht, so wird man den angenehmen Duft seiner Blüten am stärksten in ungefähr 30 Schritt Entfernung vom Umfange der Krone wahrnehmen; kommt man dann in die unmittelbare Nachbarschaft, und beriecht man die Blüten an den herabhängenden Zweigen, so ist der Duft weder so stark noch so angenehm, als er im weitern Umkreise war. Bei Gelegenheit einer Wasserfahrt in dem von Rebenhügeln besäumten Abschnitte des Donauthales, welcher den Namen Wachau führt, fand ich die Luft des ganzen Thales, sogar jene über dem Wasserspiegel von dem Dufte der Rebenblüten so erfüllt, daß man hätte glauben können, die duftenden Blüten müßten in allernächster Nähe stehen. Und dennoch befanden sich die nächsten Rebenstöcke am Ufergelände 100 m höher als der Wasserspiegel und waren in wagerechter Richtung wenigstens 300 Schritt vom Kahne

entfernt. Auch war bei der nachfolgenden Wanderung durch das mit Weinreben bepflanzte Gelände des Ufers der Duft der Rebenblüten aus nächster Nähe viel schwächer wahrnehmbar als aus der Ferne, so daß man zu der widersinnig scheinenden Annahme gedrängt wurde, der Duft habe mit wachsender Entfernung und zunehmender Verteilung auf größere Räume sich nicht abgeschwächt, sondern verstärkt. Wenn man bedenkt, daß durch die Abgabe des Riechstoffes aus den Rebenblüten eine Abnahme des Volumens an diesen Blüten nicht ersichtlich ist, und daß der Riechstoff aus mehreren tausend Rebenblüten noch immer keine wägbare Menge bilden würde, wenn man ferner das Volumen der Luft in dem weiten Donauthale annähernd berechnet und in Vergleich zieht, so kommt man zu dem Schlusse, daß hier in der Luft, welche bei einmaligem Atemholen durch die Nasenhöhle streicht, nur sehr wenig Moleküle des Riechstoffes enthalten sein können.

Diese Thatsache, daß der Mensch gewisse Riechstoffe in feinster Verteilung und auf unglaublich große Entfernung wahrzunehmen vermag, gibt aber auch einen Anhaltspunkt zur Erklärung des sogenannten Witterns der Düfte von seiten der Tiere. Wir sprechen von Wittern dann, wenn aus andern Wahrnehmungen geschlossen werden kann, daß das beobachtete Tier Düfte riecht, welche von uns bei gleichem Abstande von den duftenden Körpern nicht gerochen werden können. Da nun aus den frühern Auseinandersetzungen über das Riechen erhellt, daß die Tiere Düfte empfinden, welche von unsern Geruchsnerven gar nicht erregt werden, so darf es auch nicht wundernehmen, daß die Bienen zu den Blüten der Ampelopsis aus Entfernungen herbeischwirren, aus welchen sie diese Blüten durch den Gesichtssinn nicht wahrzunehmen im stande sind. Sie riechen die für uns duftlosen Blüten der Ampelopsis auf 300 Schritt gerade so wie wir auf gleiche Entfernung die Blüten der Weinreben.

Aus der Fülle merkwürdiger Beobachtungen über das Witterungsvermögen der Tiere fesseln uns hier nur jene, welche sich auf den Besuch der Blüten durch Insekten beziehen, und es mögen von diesen insbesondere zwei hervorgehoben werden. Vor einigen Jahren wurde die aus Cypern stammende Aroidee Dracunculus Creticus am Rande eines kleinen Nadelholzbestandes im Wiener botanischen Garten gepflanzt. Im Umkreise von mehreren hundert Schritten befand sich weder eine Düngerstätte noch irgend ein in Fäulnis übergegangener tierischer Körper, und auch von Aasfliegen und Aaskäfern war dort weit und breit keine Spur zu finden. Als sich aber einmal im Laufe des Sommers die große tütenförmige Blütenscheide dieser Aroidee geöffnet hatte, so kamen sofort von allen Seiten zahllose Aasfliegen und Aaskäfer herbeigeflogen. Für den Menschen war der aus der Blütenscheide strömende indoloide Duft nur auf die Entfernung von wenigen Metern bemerkbar, die genannten Tiere mußten denselben aber mehrere hundert Meter weit gewittert haben. In eben diesem Garten ist an einer beschränkten Stelle ein Stock des Geißblattes (Lonicera Caprifolium) gepflanzt, und derselbe wird im Sommer, wenn die Dämmerung eintritt, alljährlich von Windlingsschwärmern (Sphinx Convolvuli) gern besucht. Diese Schwärmer pflegen sich, nachdem sie Honig gesogen haben, und wenn die Nacht an Stelle der Dämmerung tritt, in der Nähe des Stockes auf die Borke alter Baumstämme oder auf abgefallenes, am Boden liegendes Laubwerk zu setzen und verharren dort mit zusammengeschlagenen Flügeln wie erstarrt bis zum Abend des nächsten Tages. Im verflossenen Sommer entnahm ich eines der Holzstücke, welches von einem Windlingsschwärmer zum Ruheplatze gewählt worden war, mit aller Sorgfalt vom Boden, betupfte den Schmetterling an einer Stelle mittels Zinnober und brachte ihn mitsamt dem Holzstücke, auf dem er unbeweglich sitzen geblieben war, an einen andern Punkt des Gartens, welcher von dem Geißblattstocke 300 Schritt weit entfernt war. Als die Dämmerung eintrat, schwenkte der Schwärmer die ihm als Riechorgan dienenden Fühler einigemal hin und her, streckte die Flügel und flog wie ein Pfeil nach jener Richtung des Gartens, wo der Geißblattstock stand. Kurz danach traf ich den mit Zinnober

betupften Schwärmer vor den Blüten dieſes Stockes ſchwebend und Honig ſaugend. Er war demnach geradeswegs zu dem Stocke geflogen und mußte den Duft der Geißblattblüten ſelbſt in der Entfernung von 300 Schritt noch deutlich wahrgenommen haben.

Eine der merkwürdigſten Beziehungen des Blütenduftes zu den Tieren, auf welche ſchon früher gelegentlich hingewieſen wurde, iſt das Zuſammentreffen der Entwickelung des Blütenduftes mit der Flugzeit beſtimmter Inſekten. Die vorwaltend von Abendſchmetterlingen beſuchten Blüten verſchiedener Arten des Geißblattes (Lonicera Caprifolium, Periclymenum, Etrusca, grata ꝛc.), der Petunien (Petunia violacea, viscosa ꝛc.), der Platanthera bifolia und noch zahlreicher andrer im Sommer blühender Pflanzen duften tagsüber nur ſehr ſchwach oder gar nicht; erſt nach Sonnenuntergang, von 6 oder 7 Uhr abends angefangen bis gegen Mitternacht, entbinden ſie reichlichſt ihre Riechſtoffe. Noch auffallender verhalten ſich die von kleinen Nachtſchmetterlingen beſuchten Blüten der Trauerviole (Hesperis tristis), der dunkelblütigen Pelargonien (Pelargonium triste, atrum ꝛc.), zahlreicher nelkenartiger Gewächſe (Silene longiflora, nutans, viridiflora ꝛc.), von welchen am Tage gar kein Duft ausgeht, die aber mit beginnender Dämmerung ſtarken Hyazinthenduft aushauchen, desgleichen die Nachtviole (Hesperis matronalis), deren Blüten abends nach Veilchen, und eine Art des Waldmeiſters (Asperula capitata), deren Blüten bei eintretender Dunkelheit nach Vanille duften. Anderſeits ſtellen zahlreiche von Faltern, Bienen und Hummeln im Laufe des Tages beſuchte Blüten die Entwickelung des Duftes ein, ſobald die Sonne untergegangen iſt. Die gelben Blüten des Beſenſtrauches (Spartium scoparium) ſpenden ihren köſtlichen Akazienduft nur zur Zeit, wenn die Sonne hoch am Himmel ſteht und die genannten Inſekten durch die warme Luft ſchwirren. Abends iſt an ihnen keine Spur des Duftes wahrzunehmen. Der zierliche Klee: Trifolium resupinatum, deſſen im Sonnenſcheine von vielen Bienen umſummte Blüten ſtark nach Honig dufteten, wird duftlos, ſobald ſich mit beginnender Dämmerung die Bienen in ihren Bau zurückziehen. Dasſelbe gilt von dem Studentenröschen (Parnassia palustris), das nur im warmen Sonnenſcheine nach Honig duftet und abends duftlos wird. Auch eine in den Pyrenäen heimiſche Art des Seidelbaſtes (Daphne Philippi) zeigt die Eigentümlichkeit, daß ihre Blüten nur tagsüber zarten Veilchenduft entbinden, mit beginnendem Abend aber zu duften aufhören.

Es wurde die Frage aufgeworfen, ob nicht zwiſchen Farbe und Duft der Blüten eine Art Ergänzung oder Stellvertretung ſtattfinde, ſo zwar, daß in jenen Fällen, wo die Anlockung der berufenen Honig- und Pollenfreſſer durch lebhafte Farben der Blumenblätter vermittelt wird, der Duft fehle und umgekehrt. Auf dieſe Idee wurde man durch die Thatſache hingeleitet, daß viele Pflanzen, deren Blumen in den grellſten Farben prangen, und die auch wegen ihrer Größe ſchon von fern in die Augen fallen, beiſpielsweiſe jene der Kornblume (Centaurea Cyanus), des Tauſendſchöns (Adonis aestivalis und flammea), vieler Gentianen (Gentiana acaulis, Bavarica, verna), verſchiedener Arten der Gattung Läuſekraut (Pedicularis incarnata, rostrata ꝛc.), der Kamelie (Camellia Japonica), der indiſchen Azalee (Azalea Indica) und zahlreicher Arten der Gattung Amaryllis und Hemerocallis des Duftes völlig entbehren, während viele Blüten mit unſcheinbaren kleinen Blumen, wie z. B. die Reſeda (Reseda odorata), die Weinrebe (Vitis vinifera), der Epheu (Hedera Helix), die Gleditſchie (Gleditschia triacanthos), der Oleaſter (Elaeagnus angustifolia), einen weithin wahrnehmbaren ſtarken Duft verbreiten. Es wäre hier auch zu verzeichnen, daß die ſchon mehrfach erwähnten Pelargonien (Pelargonium atrum und triste) und die Trauerviole (Hesperis tristis), welche ſchmutzig gelbe und ſchwärzliche, für das beſte Auge in der Dämmerung nicht unterſcheidbare Blüten tragen, ſtarken Hyazinthenduft entwickeln, der zahlreiche kleine Nachtſchmetterlinge anlockt. So beſtechend aber dieſe Beiſpiele ſein mögen, ſo laſſen ſich ihnen anderſeits wieder viele ſolche entgegenſtellen, welche

zeigen, daß lebhafte und auffallende Farben nicht selten auch mit starkem Dufte der Blüten zusammen vorkommen. Die Rosen, Nelken und Levkojen, viele tropische Orchideen, die Magnolien, die Narzissen, die großblütigen Rhododendren des Himalaja zeigen zum wenigsten so viel, daß die erwähnte Annahme eine allgemeine Gültigkeit nicht besitzt.

Eröffnung des Zuganges zum Blütengrunde.

Das Abholen und Übertragen des Pollens durch Tiere kann selbstverständlich nur dann stattfinden, wenn die Blumenblätter, unter deren Schutze sich das Ausreifen des Pollens in den Antheren sowie die Entwickelung der zum Festhalten des Pollens bestimmten Narben vollzog, das Einfahren in den Blütengrund gestatten. Ich habe hier zunächst eine Umschreibung des viel häufigern Ausdruckes „Öffnen der Blüten" gebraucht, weil es Blüten gibt, auf welche das Wort „Öffnen" nicht recht passen will. Die Blumen des Löwenmaules und des Leinkrautes (Antirrhinum und Linaria) öffnen sich eigentlich niemals ganz von selbst, sondern es müssen sich die anfliegenden Insekten, welche Honig gewinnen wollen, das Thor zum Innenraume dieser Blüten selbst aufmachen, indem sie deren Unterlippe herabdrücken. Auch bei den Schmetterlingsblumen kann man eigentlich nicht vom Öffnen, sondern nur von einem Entknospen sprechen. In der Blütenknospe umschließt das obere, unter dem Namen Fahne bekannte Blumenblatt wie ein Mantel die vier andern; erst wenn der Pollen ausgereift und aus den Antheren entlassen ist, schlägt sich die Fahne teilweise zurück, und man sagt nun, die Pflanze sei aufgeblüht. Aber noch immer ist an der Schmetterlingsblüte keine Öffnung zu sehen; der Zugang zum Honig bleibt nach wie vor versteckt, und die Insekten, welche saugen wollen, müssen den Rüssel zwischen den zusammenschließenden Blättern der Blume einschieben. Von diesen und einigen andern Fällen abgesehen, ist aber der Vorgang, um den es sich hier handelt, doch ein wahres Öffnen des in der Knospe bisher verschlossenen Raumes, eine Eröffnung der Zufahrt in die Tiefen der Blüten, und es mag daher die übliche Bezeichnung Öffnen der Blüten immerhin beibehalten bleiben.

Die Gruppierung der Blumenblätter in der noch nicht geöffneten Knospe ist in jedem einzelnen Falle eine genau bestimmte und wird von den beschreibenden Botanikern in vielen Fällen als ein brauchbares Merkmal zur Unterscheidung der Familien und Gattungen hervorgehoben. Man bezeichnet dieselbe als Knospenlage (aestivatio) und unterscheidet von derselben folgende Formen. Zunächst die zerknitterte Knospenlage, wenn die Blumenblätter die Form eines unregelmäßig zerknitterten Papierblattes haben, wie beispielsweise jene des Mohnes, der Cistrosen und des Granatapfelbaumes (Papaver, Cistus, Punica), und die gefaltete Knospenlage, wenn die zu einem Trichter oder einer Glocke verwachsenen Blumenblätter in regelmäßige Längsfalten gelegt sind, wie bei dem Venusspiegel (Specularia). Wenn die bandförmigen, mit fünf kleinen dreieckigen Zipfeln endigenden Blumenkronen gewisser Korbblütler, beispielsweise des Bocksbartes und des Löwenzahnes (Tragopogon, Taraxacum), in der Knospe der Länge nach zusammengerollt sind und die Gestalt einer Röhre haben, welche oben durch die fünf zusammengeneigten Zipfel verschlossen ist, so spricht man von einer zusammengerollten Knospenlage, während die bei den Doldenpflanzen und einigen Nelkengewächsen aus der Gattung Leimkraut beobachtete Form, wo die Blumenblätter von dem freien Ende gegen die Basis eingerollt sind, als eingerollte Knospenlage angesprochen wird. Mitunter sind die flachen oder gefalteten Blätter der Blumenkrone aufeinander gelegt und zwar so, daß jedes derselben das Nachbarblatt auf der einen Seite deckt, während es von dem andern Nachbarblatte selbst gedeckt wird. Die ganze Blumenkrone erscheint zugleich schraubenförmig zusammengedreht. Diese bei dem Sauerklee, dem Singrün und den andern Apocyneen sowie bei Windlingen, Nachtschattengewächsen und Büttneriaceen

vorkommende Knospenlage wird gedreht genannt. Die häufigste Form der Knospenlage ist jene, wo sich die benachbarten Blumenblätter oder die Zipfel des Saumes einer Blumenkrone wie Schindeln auf einem Dache decken, ohne aber gleichzeitig gedreht zu sein. Das äußerste Blatt der ganzen Blume deckt zwar die andern, wird aber selbst weder auf der einen noch auf der andern Seite gedeckt. Bisweilen erscheinen auch zwei gegenüberstehende Blätter als Decke der innern, ohne selbst eine Deckung zu erfahren. Diese Knospenlage, welche man die geschindelte genannt hat, wird insbesondere an den Blüten der Rosen, des Apfelbaumes, der Ranunkeln und Windröschen und eigentümlich abgeändert auch bei den Nelken und Schmetterlingsblütlern beobachtet. In manchen Fällen, wie z. B. an der Haselwurz, am Flieder und an der Weinrebe (Asarum, Syringa, Vitis), erscheinen die Blumenblätter nicht übereinander gelegt, sondern berühren sich nur mit den seitlichen Rändern, sind gegen das freie Ende verschmälert, neigen dort zusammen und bilden so einen Hohlkegel, eine Kuppel oder ein Gewölbe, was als klappige Knospenlage bezeichnet wird. Es kommen auch verschiedene Kombinationen dieser Lagerungen vor, wie z. B. am Mohne, dessen zerknitterte Blumenblätter gleichzeitig geschindelt, und an einigen Nelken (Dianthus neglectus, glacialis ꝛc.), deren geschindelte Blumenblätter gleichzeitig zusammengerollt sind. Auch das kommt vor, daß in derselben Blüte die Blätter des Kelches eine andre Knospenlage haben als jene der Krone. So sind an den schon wiederholt als Beispiel gewählten Mohnblüten die Blätter des Kelches klappig, jene der Krone dagegen geschindelt und zerknittert.

Bei den zweilippigen Blumenkronen, deren einzelne Teile im Zuschnitte und Ausmaße verschieden sind, bemerkt man zwar durchweg eine geschindelte Knospenlage, aber es liegt in der Natur der Sache, daß hier zahlreiche andre, ganz eigentümliche Abänderungen vorkommen, von deren ausführlicher Schilderung hier freilich Umgang genommen werden muß. Nur ein paar besonders häufige Fälle sollen noch in Kürze erwähnt werden, weil sie Pflanzen betreffen, die später noch oftmals genannt werden, nämlich die Lippenblütler und einige Skrofularineen. Bei den erstern ist zunächst der aufgebogene mittlere große Lappen der Unterlippe wie ein Deckel vor die Röhre der Blumenkrone gestellt, auf diesen legen sich die beiden seitlichen Lappen der Unterlippe, und diese werden noch von der herabgebogenen Oberlippe gedeckt. In den Blütenknospen der Gamanders (Teucrium) ist der mittlere Lappen der Unterlippe so weit aufwärts gebogen, daß er wie eine Hohlkugel die Antheren überwölbt, und in den Blüten der zu den Skrofularineen gehörigen Gattung Löwenmaul und Leinkraut (Antirrhinum und Linaria) wird der innerste Verschluß des Blütengrundes durch den emporgewölbten Teil der Unterlippe, den sogenannten Gaumen, gebildet, dieser wird von dem emporgeschlagenen mittlern Zipfel der Unterlippe und dieser von den beiden herabgeschlagenen Zipfeln der Oberlippe gedeckt.

Alle diese den Zugang zum Blütengrunde versperrenden Riegel und verhüllenden Decken werden nun weggeschoben und abgehoben. Kommt den Blumenblättern, nachdem sie als schützende Hüllen gedient hatten, eine weitere Wirksamkeit nicht mehr zu, so werden sie als überflüssig gewordene Organe entfernt, mit andern Worten, sie fallen im Augenblicke des Öffnens der Blüte ab. Das kommt zwar nicht gerade häufig vor, wird aber an einer allbekannten Pflanze, nämlich an der Weinrebe (Vitis), beobachtet. Die Blumenblätter der Weinrebe haben eine klappige Knospenlage und bilden ein Gehäuse, welches kuppelförmig über die Antheren, den Stempel und den Blütenboden gewölbt ist; sie sind grün gefärbt, heben sich von dem grünen Laube nicht deutlich ab und können demzufolge später auch nicht als Anlockungsmittel für Insekten dienen. Auch sonst ist ihnen eine besondere Rolle nicht vorbehalten, ja sie könnten unter Umständen sogar bei den in den Blütenständen sich späterhin abspielenden Vorgängen hinderlich sein, und es ist daher vorteilhaft, wenn sich die Blüten möglichst rasch dieser Blumenblätter entledigen. Das geschieht auch in der That. Die

Blumenblätter lösen sich an ihrer Basis vom Blütenboden ab, und die untere Hälfte rollt sich spiralig nach außen und oben; die Spitzen bleiben dagegen verwachsen, und so entsteht eine Art Mütze, welche zwar noch kurze Zeit auf den Antheren ruht, alsbald aber infolge der Streckung der Antherenträger abgeworfen wird.

Diese Art des Öffnens der Blüte ist, wie gesagt, selten; in der weitaus größten Mehrzahl der Fälle ist den Blumenblättern in den spätern Stadien des Blühens noch eine Rolle vorbehalten, und sie dürfen darum nach der Erschließung des Blütengrundes nicht sofort abgeworfen werden. Der Zugang zum Blütengrunde erfolgt dann dadurch, daß sich die Blumenblätter in ihrer obern Hälfte lösen, so daß dort weite Spalten entstehen, wie bei den verschiedenen Arten der Gattung Rapunzel (Phyteuma), oder, was das gewöhnlichste ist, daß die freien Enden auseinander gehen, sich ausbreiten und bisweilen sogar zurückschlagen. Selbstverständlich erfolgt dieses Auseinandergehen entsprechend der Lage, welche die Blumenblätter in der Knospe eingenommen hatten. War es eine klappige Knospenlage, so schlagen sich die Zipfel der Blumenblätter wie Klappen zurück, waren die Blumenblätter wie Dachschindeln übereinander gebreitet, so schieben sie sich weit auseinander, waren sie in Falten gelegt, so weiten sich die Falten zu flachen Rinnen, waren sie zerknittert, so glätten sich die Unebenheiten der Fläche. Zusammengedrehte röhrenförmige und trichterförmige Blumenkronen rollen sich auf, und oft genug sieht man, daß zwei, ja selbst dreierlei verschiedene Bewegungen zum Behufe des Eröffnens der Blüte stattfinden.

In manchen Fällen entsteht auf diese Weise nur eine beschränkte, von den abstehenden oder zurückgeschlagenen freien Enden der Blumenblätter eingerahmte Eingangspforte, welche zu dem tief ausgehöhlten, mitunter röhrenförmigen dunkeln Blütengrunde führt, in andern Fällen dagegen ist die ganze Blüte weit offen und hat ein beckenförmiges oder schalenförmiges Ansehen, wie bei den Rosen, Windröschen und Päonien.

Das Auseinandergehen der Blumenblätter erfolgt gewöhnlich sehr rasch. An den Blüten des Geißblattes (Lonicera Caprifolium) beginnt das Öffnen mit dem Herabschlagen des untern Blattes der Blumenkrone; daraufhin biegen sich auch die seitlichen und obern Blumenblätter zurück, die Träger der Antheren lockern sich und spreizen wie die Finger einer Hand auseinander. Diese Bewegungen lassen sich mit den Augen verfolgen, und der ganze Vorgang dauert kaum 2 Minuten. Noch rascher spielt sich das Öffnen der Blüte an der Nachtkerze (Oenothera grandiflora) ab. Die Blumenblätter schieben sich ganz plötzlich auseinander, breiten sich binnen einer halben Minute aus, und wenn irgendwo das Wort Aufspringen der Blüten berechtigt ist, so gilt das in diesem Falle. Auch an den Blüten mehrerer tropischer Orchideen schlagen sich die Blumenblätter so rasch zurück, daß man die dabei stattfindenden Bewegungen deutlich sehen kann. Bei dem Öffnen der prachtvollen Blüten von Stanhopea tigrina schnellen zuerst die äußern Blumenblätter 5 cm weit auseinander und machen dann noch in kurzen Zeiträumen ruckweise Bewegungen, welche zur Folge haben, daß sie nach einer Minute im Halbbogen weit zurückgekrümmt sind, danach biegen sich auch die zwei gleichgestalteten innern Blumenblätter zurück, und der Blütengrund ist nun dem Besuche von Tieren geöffnet. Der ganze Vorgang dauert kaum länger als 3 Minuten. Es ist bemerkenswert, daß bei dem Aufspringen der genannten Stanhopea ein deutliches Geräusch gehört wird, nicht unähnlich jenem Klatschen, welches bei dem Zerplatzen der aufgeblasenen Kelche der Klatschnelke vorkommt.

Es gibt Blütenknospen, welche sich schon am frühsten Morgen öffnen, und welche der erste Strahl der aufgehenden Sonne bereits weit geöffnet antrifft. Die als Schlingpflanze in unsern Gärten häufig gezogene Winde Ipomaea purpurea öffnet ihre Blütenknospen schon um 4 Uhr bei anbrechendem Tage. Auch die meisten wilden Rosen öffnen sich zwischen 4 und 5 Uhr morgens. Zwischen 5 und 6 Uhr entfalten die meisten Arten des Leines, namentlich

Linum Austriacum und perenne, ihre Blütenknospen. Zwischen 6 und 7 Uhr öffnen sich die Blütenknospen der Weidenröschen (Epilobium angustifolium und collinum), zwischen 7 und 8 Uhr jene der meisten Winden, namentlich des Convolvulus arvensis und tricolor. Zwischen 8 und 9 Uhr öffnen viele Gentianeen und Ehrenpreisarten, die meisten Arten der Gattung Sauerklee (Oxalis) und das aus dem Himalaja stammende, in den Gärten häufig gepflanzte dunkelblütige Fingerkraut (Potentilla atrosanguinea) die Blütenknospen. Zwischen 9 und 10 Uhr gehen die Blütenknospen der meisten Tulpen und Opuntien (Tulipa, Opuntia) auf; zwischen 10 und 11 Uhr jene des kleinen Tausendguldenkrautes (Erythraea pulchella) und des Kleinlinges (Centunculus minimus) und zwischen 11 und 12 Uhr jene des aufrechten Fingerkrautes (Potentilla recta). Von Mittag angefangen, ist nun eine lange Pause bis zum Abend. Es ist keine Pflanze bekannt, deren Blütenknospen sich in unsern Breiten und unter gewöhnlichen Verhältnissen am Nachmittage öffnen würden. Sobald sich aber die Sonne dem westlichen Horizont nähert, beginnt das hübsche Spiel von neuem. Um 6 Uhr abends oder kurz vorher springen die Blütenknospen des Geißblattes (Lonicera Caprifolium, Etrusca, Periclymenum) auf; kurz darauf öffnen sich die Blütenknospen der Nachtkerze (Oenothera) und jene der Lichtnelken (Lychnis diurna und vespertina). Zwischen 7 und 8 Uhr die Nachtviolen (Hesperis matronalis und tristis), die Nachtblume (Mirabilis Jalappa), einige Arten des Leimkrautes (Silene noctiflora und vespertina) und mehrere Arten des Stechapfels (Datura Metel, Stramonium); zwischen 8 und 9 Uhr wieder einige Leimkräuter (Silene longiflora, Saxifraga, Vallesia), eine Waldmeisterart (Asperula glomerata) und eine Art des Tabaks (Nicotiana affinis), zwischen 9 und 10 Uhr die in Band I, bei S. 601 abgebildete Königin der Nacht (Cereus nycticalus).

So wie der Beginn ist auch das Ende des Blühens in jedem einzelnen Falle an einen festgestellten Zeitpunkt geknüpft, und es ergibt sich für jede Art eine bestimmte Blütendauer. Blüten, welche nur einen Tag offen sind, werden ephemere oder Eintagsblüten genannt. In der nachfolgenden Tabelle findet sich für eine Reihe ephemerer Blüten die Stunde des Öffnens und jene des Schließens verzeichnet.

Name der Pflanze	Öffnet sich um	Schließt sich um	Name der Pflanze	Öffnet sich um	Schließt sich um
Allionia violacea . .	3—4 vorm.	11—12 vorm.	Portulaca grandiflora	8— 9 vorm.	6—7 nachm.
Roemeria violacea. .	4—5 =	10—11 =	Calandrinia compressa	9—10 =	1—2 =
Cistus Creticus . . .	5—6 =	5—6 nachm.	Drosera longifolia . .	9—10 =	2—3 =
Tradescantia Virginica	5—6 =	4—5 =	Arenaria rubra . . .	10—11 =	3—4 =
Iris arenaria . . .	6—7 =	3—4 =	Portulaca oleracea .	10—11 =	3—4 =
Hemerocallis fulva .	6—7 =	8—9 =	Spergula arvensis . .	10—11 =	3—4 =
Convolvulus tricolor .	7—8 =	5—6 =	Sisyrinchum anceps .	11—12 =	4—5 =
Oxalis stricta . . .	8—9 =	3—4 =	Mirabilis longiflora .	7— 8 abds	2 - 3 vorm.
Hibiscus Trionum . .	8—9 =	11—12 vorm.	Cereus grandiflorus .	8— 9 =	2—3 =
Erodium Cicutarium .	8—9 =	4—5 nachm.	Cereus nycticalus . .	9—10 =	2—3 =

Mit Rücksicht auf die Zahl der Stunden, während deren diese ephemeren Blüten offen bleiben, reihen sie sich in folgender Weise:

	Stunden		Stunden		Stunden
Hibiscus Trionum . .	3	Sisyrinchum anceps. .	5	Iris arenaria	9
Calandrinia compressa.	4	Roemeria violacea . .	6	Convolvulus tricolor .	10
Portulaca oleracea . .	5	Oxalis stricta	7	Tradescantia Virginica	10
Drosera longifolia . .	5	Mirabilis longiflora . .	7	Portulaca grandiflora .	10
Arenaria rubra . . .	5	Cereus grandiflorus. .	7	Cistus Creticus . . .	12
Spergula arvensis . .	5	Allionia violacea. . .	8	Hemerocallis fulva . .	14
Cereus nycticalus . .	5	Erodium Cicutarium .	8		

Aus dieſer Tabelle ergibt ſich, daß die Pflanzen mit ephemeren Blüten in zwei Gruppen zerfallen, in ſolche, deren Blumen ſich zwiſchen dem Frühmorgen und Mittag öffnen, und ſolche, die erſt am Abend mit beginnender Dämmerung oder in der Nacht aufgehen, und die man von den ephemeren Blüten im engern Sinne als „epinykte" Blüten unterſcheidet.

An die ephemeren Blüten reihen ſich jene an, deren Blütenknoſpen abends zwiſchen 5 und 7 Uhr aufgehen, die ganze Nacht und auch noch den nächſten Vormittag hindurch offen bleiben und ſich erſt zur Mittagszeit oder erſt am Abend, meiſtens alſo 24 Stunden, nachdem ſie ſich zum erſtenmal geöffnet haben, dauernd ſchließen. Es gehören hierher mehrere Arten des Stechapfels und der Nachtkerze, die Morina, die Nachtblume und einige Kakteen (z. B. Datura Metel, Stramonium, Oenothera biennis, grandiflora, Morina Persica, Mirabilis Jalappa, Echinocactus Tetani).

Eine andre Gruppe von Pflanzen hat das Eigentümliche, daß ihre Blumen im Laufe des Vormittags zum erſtenmal aufgehen, ſobald die Dämmerung anbricht, ſich ſchließen, am nächſten Morgen ſich neuerdings öffnen, aber dann zwiſchen 2 und 5 Uhr nachmittags abfallen oder matſch werden. Dahin gehören insbeſondere mehrere mohnartige Gewächſe, zahlreiche Arten des Leines, die Himbeere, einige Fingerkräuter und Nopale (z. B. Glaucium corniculatum und luteum, Papaver alpinum, Linum tenuifolium, Rubus Idaeus, Potentilla recta und Opuntia nana).

In dem nachfolgenden Verzeichniſſe ſind Pflanzen zuſammengeſtellt, bei welchen ſich das Blühen der einzelnen Blüten über zwei bis viele Tage erſtreckt.

Es liegt zwiſchen dem Anfange und Ende des Blühens der einzelnen Blüte ein Zeitraum von 2 Tagen bei Centunculus minimus, Dianthus prolifer, Epilobium collinum, Geranium pratense, Papaver somniferum, Potentilla atrosanguinea und überhaupt den meiſten Arten der Gattung Potentilla, Rosa arvensis und mehreren andern Roſen, Saponaria Vaccaria, Sinapis arvensis, Veronica aphylla und zahlreichen verwandten Arten der Gattung Veronica; von 3 Tagen bei Lonicera Caprifolium, Potentilla formosa, Agrimonia Eupatorium, Aphyllanthes monspeliensis, Galium infestum und einigen andern Arten der Gattung Galium, Helianthemum alpestre und den meiſten Arten der Gattung Helianthemum; von 4 Tagen bei Lychnis diurna, Sagina saxatilis, Sedum atratum, Scilla liliohyacinthus, Telephium Imperati, Sanguinaria Canadensis; von 5 Tagen bei Eschscholtzia Californica, Fritillaria Meleagris, Scilla Sibirica, Erythraea Centaurium, Linum viscosum; von 6 Tagen bei Digitalis purpurea, Erythraea pulchella, Hemerocallis flava, Lilium album, Oxalis lasiandra; von 7 Tagen bei Ranunculus acer und Pelargonium zonale und verſchiedenen andern Ranunkeln und Pelargonien; von 8 Tagen bei Eranthis hiemalis, Hepatica triloba, Parnassia palustris, Saxifraga bryoides; von 10 Tagen bei Cyclamen europaeum; von 12 Tagen bei Crocus sativus und Saxifraga Burseriana; von 18 Tagen bei Vaccinium Oxycoccos; von 30 Tagen bei Cattleya labiata und Vanda coerulea; von 40 Tagen bei Cypripedium insigne und verſchiedenen Arten von Odontoglossum; von 50 Tagen bei Epidendrum Lindleyanum und Phalaenopsis grandiflora; von 60 Tagen bei Oncidium cruentum; von 70 Tagen bei Cypripedium villosum und von 80 Tagen bei Odontoglossum Rossii.

Die Dauer einzelner Blüten wechſelt demnach bei den verſchiedenen Arten von 3 Stunden bis zu 80 Tagen.

Dieſe auffallende Verſchiedenheit ſteht mit der Menge des Pollens in den einzelnen Blüten ſowie mit der Zahl der Blüten an den einzelnen Stöcken im Zuſammenhange und iſt auch davon abhängig, ob die Narbe der betreffenden Blüte ausſchließlich durch Vermittelung der Inſekten mit Pollen verſehen wird oder nicht. Blüten mit zahlreichen Pollenblättern und reichlichen Pollen, beiſpielsweiſe die des Mohnes, der Ciſtroſen und des Portulaks,

haben immer nur eine kurze Dauer, während umgekehrt diejenigen Blüten, welche nur eine einzige Anthere bergen, wie z. B. die meisten Orchideen, wochenlang frisch bleiben. Wenn die Pflanzenstöcke alljährlich nur eine einzige Blüte entwickeln, wie das Schneeglöckchen (Galanthus), das einblütige Wintergrün (Pirola uniflora), die Einbeere (Paris quadrifolia) und die verschiedenen Arten von Trillium, oder wenn die Zahl der Blüten eines Stockes nur auf zwei bis drei beschränkt ist, wie bei dem Frauenschuhe (Cypipedium Calceolus) und den tropischen Orchideen aus den Gattungen Oncidium, Stanhopea und Cattleya, so bleiben diese vereinzelten oder spärlichen Blüten sehr lange frisch und geöffnet. Es kann ja der Fall eintreten, daß trotz aller den Blüten zu Gebote stehenden Anlockungsmittel infolge ungünstiger Witterungsverhältnisse wochenlang keine Insekten angeflogen kommen. Wenn nun die Blüte so organisiert ist, daß bei dem Ausbleiben pollenbringender Insekten auch die Entwickelung keimfähiger Samen unterbleiben muß, so wäre bei kurzer Dauer des Blühens der Erfolg, welcher mit dem Blühen angestrebt ist, in Frage gestellt, und es könnte dahin kommen, daß der einblütige oder armblütige Pflanzenstock in einem Jahre gar keine Samen zu Tage förderte. Daraus geht aber auch hervor, daß es für solche Blüten sehr vorteilhaft ist, wenn sie möglichst lange ausharren. Je länger sie offen und frisch bleiben, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß denn doch einmal Insekten, mit den Pollen andrer Stöcke beladen, anrücken.

Wenn dagegen ein Pflanzenstock im Laufe des Jahres sehr zahlreiche Blüten entwickelt, noch dazu Blüten, welche sich nicht gleichzeitig öffnen, sondern nacheinander an die Reihe kommen, und wenn überdies in diesen Blüten für den Fall ausbleibenden Insektenbesuches Autogamie stattfindet, so kann auch die Dauer der Einzelblüte sehr kurz bemessen sein. Man sieht trotz der kurzen Dauer der einzelnen Blüten den betreffenden Stock dennoch wochenlang mit offenen Blüten geschmückt. Die Tradeskantien (Tradescantia crassula, Virginica ꝛc.) entwickeln Eintagsblüten, aber sie entwickeln sie zwei Monate hindurch fort und fort, und während dieser langen Zeit sieht man die Stöcke täglich mit neuen offenen Blüten besetzt. Dasselbe gilt von den meisten Schotengewächsen, den Cistrosen (Cistus), den Sonnenröschen (Helianthemum), dem Sonnentaue (Drosera) und noch vielen andern. Die zuletzt genannte Pflanze öffnet ihre Eintagsblüten nur bei günstigem Wetter und, wie es scheint, auch da nur an jedem zweiten Tage. Wenigstens an Drosera longifolia wurde beobachtet, daß selbst bei auffallend schöner Witterung nur an jedem zweiten Tage eine Blütenknospe aufspringt. Auf diese Weise wird von den Stöcken mit zahlreichen ephemeren Blüten und von jenen mit einer einzigen, wochenlang offen bleibenden Blüte in der Hauptsache dasselbe geleistet.

Es wurde an einer andern Stelle dieses Buches (S. 107) auseinandergesetzt, daß in Gegenden, wo reichlicher Tau entsteht, die durch längere Zeit offenen Blüten der Gefahr einer Durchnässung ihres Pollens während der Nacht ausgesetzt sind, und daß zur Abwendung dieser Gefahr sehr viele Schutzmittel zur Ausbildung kommen. Eines der häufigsten unter diesen Schutzmitteln besteht darin, daß sich die Blumen während der Nacht schließen. Die Blumenblätter bewegen sich nach einwärts, falten sich, biegen sich, legen sich übereinander, schieben sich zusammen und nehmen wieder jene Lage an, welche sie im Knospenzustande innehatten. Die offene Blüte ist dann gleichsam wieder zur Knospe geworden. Soll der Vorteil, welcher den Blüten durch den Insektenbesuch erwachsen kann, erreicht werden, so muß sich die am Abend geschlossene Blüte am nächsten Tage, sobald die Gefahr der Durchnässung mit Tau vorüber ist und die Insekten wieder schwärmen, neuerdings öffnen. Das geschieht auch in der That, und zwar findet das nochmalige Öffnen um dieselbe Stunde statt, an welcher sich die Blütenknospe zum erstenmal geöffnet hatte. Bei manchen Blumen wiederholt sich das Öffnen nur noch einmal am nächsten Tage

oder am nächsten Abend, bei andern auch noch am dritten, vierten, fünften, — ja bei einigen im Herbste blühenden Safranarten sogar noch am zwölften Tage. Sobald irgend eine Gruppe von Insekten zu schwärmen beginnt, öffnen sich auch die Blüten, welche vermöge ihres Baues für diese Insekten angepaßt sind. Wenn aber die Insekten zu schwärmen aufhören und sich in ihre Quartiere zurückziehen, wenn zugleich die Gefahr einer Benachteiligung des Pollens eintritt, schließen sich die Blumenblätter der betreffenden Blüte über den Pollen zusammen. Es gibt also Pflanzen, deren Blumen sich periodisch öffnen und schließen.

Diese merkwürdige Erscheinung hat schon vor langer Zeit die Aufmerksamkeit der Botaniker auf sich gelenkt, und der scharfsichtige Linné wurde durch sie angeregt, auf Grund mehrjähriger in Upsala angestellter Beobachtungen eine sogenannte Blumenuhr zu entwerfen. Er gruppierte nämlich die Pflanzen nach Maßgabe der Zeit, zu welcher sie ihre Blüten öffnen und schließen, und ermittelte für jede Stunde des Tages diejenigen Arten, bei welchen entweder das eine oder das andre stattfindet. Da man damals die aus zahlreichen Einzelblüten zusammengesetzten Köpfchen der Korbblütler als zusammengesetzte Blüten auffaßte, so wurden auch diese bei Aufstellung der Blumenuhr in Berücksichtigung gezogen, um so mehr, als ja gerade an ihnen die periodischen Bewegungen recht auffallend hervortreten. Freilich sind es hier nicht die Blätter einer Blume, sondern die Blüten eines Köpfchens, welche periodisch zusammenschließen und wieder auseinander gehen, aber der Vorgang ist doch im Hinblicke auf die Ursachen und Ziele derselbe, und es können daher die Korbblütler mit vollem Rechte in den Kreis der Blumenuhr eingeschaltet werden. Würde man die Pflanzen, deren Blüten und Blütenköpfchen sich periodisch öffnen und schließen, auf einem beschränkten Raume nebeneinander pflanzen, so ließe sich an der gewählten Stelle des Gartens die Stunde des Tages wie an einer Uhr ablesen. Die Herstellung einer solchen Blumenuhr wurde in früherer Zeit in botanischen Gärten wiederholt versucht, der Erfolg ist aber insbesondere aus dem Grunde nicht erreicht worden, weil die ausgewählten Pflanzen nur zum geringsten Teile in der gleichen Jahreszeit zum Blühen gelangen. Auch wurde sie späterhin, als andre Richtungen der Botanik in die Mode kamen, als kindische Spielerei erklärt und ganz aufgegeben. So ist die Linnésche Blumenuhr verschollen und den jüngern Botanikern kaum mehr dem Namen nach bekannt. Meines Erachtens dürfte es aber für mehrere das Pflanzenleben betreffende Fragen immerhin von Wert sein, der Blumenuhr einige Beachtung zu schenken, und ich kann nicht umhin, dieselbe hier wieder in Erinnerung zu bringen und einige Bemerkungen an dieselbe zu knüpfen. Zunächst sei in der nachfolgenden Tabelle die von Linné für die Breite von Upsala (60° nördl. Br.) ermittelte Blumenuhr eingeschaltet.

3—5 Uhr morgens:
Tragopogon pratense . . . auf

4—5 Uhr morgens:
Cichorium Intybus . . . . =
Leontodon tuberosum . . . =
Picris hieracioides . . . . =

5 Uhr morgens:
Hemerocallis fulva . . . . =
Papaver nudicaule . . . . =
Sonchus oleraceus . . . . =

5—6 Uhr morgens:
Crepis alpina . . . . . =
Rhagadiolus edulis . . . . =
Taraxacum officinale . . . =

6 Uhr morgens:
Hieracium umbellatum . . =
Hypochoeris maculata . . . =

6—7 Uhr vormittags:
Alyssum utriculatum . . . auf
Crepis rubra . . . . . =
Hieracium murorum . . . =
Hieracium Pilosella. . . . =
Sonchus arvensis. . . . . =

7 Uhr vormittags:
Anthericum ramosum . . . =
Calendula pluvialis . . . . =
Lactuca sativa . . . . . =
Leontodon hastile . . . . =
Nymphaea alba . . . . . =
Sonchus Lapponicus . . . =

7—8 Uhr vormittags:
Mesembryanthemum barbatum =
Mesembryanthemum linguiforme . . . . . =

8 Uhr vormittags:
Anagallis arvensis . . . . auf
Dianthus prolifer. . . . . =
Hieracium Auricula. . . . =

8—10 Uhr vormittags:
Taraxacum officinale . . . zu

9 Uhr vormittags:
Calendula arvensis . . . . auf
Hieracium chondrilloides . . =

9—10 Uhr vormittags:
Arenaria rubra . . . . . =
Mesembryanthemum crystallinum . . . . . =
Tragopogon pratense . . . zu

10 Uhr vormittags:
Cichorium Intybus . . . . =
Lactuca sativa . . . . . =

Rhagadiolus edulis . . . . zu
Sonchus arvensis . . . . . =

10—11 Uhr vormittags:

Mesembryanthemum nodiflorum . . . . . auf

11 Uhr vormittags:

Crepis alpina . . . . . zu

11—12 Uhr vormittags:

Sonchus oleraceus . . . . =

12 Uhr mittags:

Calendula arvensis . . . . =
Sonchus Lapponicus . . . =

1 Uhr nachmittags:

Dianthus prolifer. . . . . =
Hieracium chondrilloides . . =

1—2 Uhr nachmittags:

Crepis rubra . . . . . =

2 Uhr nachmittags:

Hieracium Auricula . . . =
Hieracium murorum . . . zu
Mesembryanthemum barbatum =

2—3 Uhr nachmittags:

Arenaria rubra . . . . . =

2—4 Uhr nachmittags:

Mesembryanthemum crystallinum . . . . . =

3 Uhr nachmittags:

Leontodon hastile . . . . =
Mesembryanthemum linguiforme . . . . . =
Mesembryanthemum nodiflorum . . . . . =

3—4 Uhr nachmittags:

Anthericum ramosum . . . =
Calendula pluvialis . . . . =
Hieracium Pilosella. . . . =

4 Uhr nachmittags:

Alyssum utriculatum . . . =

4—5 Uhr nachmittags:

Hypochoeris maculata . . . zu

5 Uhr nachmittags:

Hieracium umbellatum . . =
Nyctago hortensis . . . . auf
Nymphaea alba . . . . . zu

6 Uhr nachmittags:

Geranium triste . . . . . auf

7 Uhr nachmittags:

Papaver nudicaule . . . . zu

7—8 Uhr abends:

Hemerocallis fulva . . . . =

9—10 Uhr abends:

Cactus grandiflorus . . . . auf
Silene noctiflora . . . . . =

12 Uhr Mitternacht:

Cactus grandiflorus . . . . zu

An diese für die Breite von Upsala festgestellte Blumenuhr reiht sich eine zweite an, welche das Ergebnis mehrjähriger in Innsbruck (47° nördl. Br.), also um 13 Breitegrade südlicher als Upsala, ausgeführter Beobachtungen ist.

4—5 Uhr morgens:

Rosa arvensis (Juni) . . . auf

5—6 Uhr morgens:

Rosa rubiginosa (Juni) . . =
Solanum nigrum (Juli) . . =

6—7 Uhr morgens:

Anoda hastata (Juli) . . . =
Cichorium Intybus (Juli). . =
Crepis pulchra (Juli) . . . =
Dianthus neglectus (Juli) . =
Gallasia villosa (Juli). . . =
Hieracium amplexicaule (Juli) =
Hieracium aurantiacum (Juli) =
Lactuca perennis (Auguſt) . =
Lampsana communis (Juli) . =
Linum grandiflorum (Juli) . =
Linum viscosum (Juli) . . =
Mulgedium Plumieri (Juli) . =
Ranunculus acer (Juli) . . =
Solanum tuberosum (Juli) . =
Sonchus oleraceus (Juni). . =
Taraxacum officinale (Juni) =
Tragopogon floccosus (Juli) =
Tragopogon orientalis (Juli) =

7—8 Uhr vormittags:

Campanula Trachelium (Juli) =
Carlina acaulis (Auguſt) . . =
Carlina vulgaris (Auguſt) . =
Crepis rubra (Auguſt) . . . =
Gentiana acaulis (Mai) . . =
Geranium lucidum (Juli) . . =
Gilea tricolor (Juli) . . . =
Hedypnois tubiformis (Juli) =
Hieracium Pilosella (Juli) . auf
Hypecoum grandiflorum (Juli) =
Hypochoeris maculata (Juni) =
Lactuca muralis (Juli) . . -
Oxalis Valdiviana (Juli) . . =
Sonchus arvensis (Auguſt) . =
Specularia Speculum (Juli) . =
Tolpis barbata (Auguſt) . . =

8—9 Uhr vormittags:

Adonis vernalis (April) . . =
Brassica oleracea (September) =
Diplotaxis tenuifolia (Septbr.) =
Gentiana asclepiadea (Auguſt) =
Gentiana cruciata (Juli) . . =
Gentiana utriculosa (Juni) . =
Geranium columbinum (Aug.) =
Helianthemum alpestre (Juni) =
Isopyrum thalictroides (April) =
Lactuca sativa (Auguſt) . . =
Lactuca Scariola (September) =
Mamillaria glochidiata (Aug.) =
Nymphaea alba (Auguſt) . . =
Ornithogalum Narbonense (Juli) =
Oxalis lasiandra (Auguſt) . =
Veronica Persica (Juni) . . =

9—10 Uhr vormittags:

Anagallis arvensis (Juli) . auf
Anemone Hepatica (April) . =
Anemone nemorosa (April) . =
Calendula officinalis (Sept.). =
Colchicum autumnale (Sept.) =
Crepis pulchra (Juli) . . . zu
Crocus aureus (März) . . . auf
Draba verna (März) . . . auf
Eranthis hiemalis (März) . =
Eschscholtzia Californica (Juni) =
Gallasia villosa (Juli). . . zu
Oxalis Acetosella (April) . . auf
Tulipa silvestris (Mai) . . =
Tussilago Farfara (April) . =
Veronica Chamaedrys (Mai) =

10—11 Uhr vormittags:

Abutilon Avicennae (Juli) . =
Anemone Pulsatilla (März) . =
Anemone vernalis (März) . =
Centunculus minimus (Auguſt) =
Erythraea pulchella (Auguſt) =
Lampsana communis (Juli) . zu
Tragopogon floccosus (Juli) =
Tragopogon orientalis (Juli) =

11—12 Uhr vormittags:

Crocus laevigatus (Oktober) . auf
Hieracium amplexicaule (Juli) zu
Mesembryanthemum crystallinum (Juli) . . . . . auf
Nicandra physaloides (Juli). =
Sternbergia lutea (Oktober) . =

12—1 Uhr mittags:

Sonchus arvensis (Auguſt) . zu

1—2 Uhr nachmittags:

Hieracium Pilosella (Juli) . =
Lactuca sativa (Auguſt) . . =
Sonchus oleraceus (Juli) . . =

2—3 Uhr nachmittags:

Cichorium Intybus (Auguſt) . =
Hedypnois tubiformis (Juli) . =

Lactuca muralis (Juli) . . zu
Mamillaria glochidiata (Aug.) =
Solanum tuberosum (Juli) . =
Taraxacum officinale (Juni). =

3—4 Uhr nachmittags:

Anagallis phoenicea (Juli) . =
Erythraea pulchella (Auguſt) =
Eschscholtzia Californica (Juli) =
Gentiana utriculosa (Juli) . =
Helianthemum alpestre (Juni) =
Hieracium aurantiacum (Juli) =
Hypecoum grandiflorum (Juli) =
Lactuca Scariola (September) =
Nicandra physaloides (Juli) . =
Ornithogalum Narbonense (Juli) =
Oxalis Valdiviana (Juli) . . =
Specularia Speculum (Juli) . =

4—5 Uhr nachmittags:

Calendula officinalis (Septbr.) zu
Centunculus minimus (Auguſt) =
Crocus aureus (März) . . . =
Crocus laevigatus (Oktober) . =
Diplotaxis tenuifolia (Septbr.) =
Geranium columbinum (Aug.) =
Isopyrum thalictroides (April) =
Linum grandiflorum (Juli) . zu
Linum viscosum (Juni) . . =
Mesembryanthemum crystallinum (Juli) . . . . . =
Oxalis lasiandra (Juni) . . =

5—6 Uhr nachmittags:

Abutilon Avicennae (Juli) . =
Adonis vernalis (April) . . =
Anemone Hepatica (April) . =
Anemone nemorosa (April) . =
Anemone Pulsatilla (März) . =
Anemone vernalis (März). . =
Colchicum autumnale (Septbr.) =
Draba verna (März) . . . =
Gentiana asclepiadea (Auguſt) =
Lactuca perennis (Auguſt) . =
Oxalis Acetosella (April). . =
Sternbergia lutea (Oktober) . =
Tulipa silvestris (Mai) . . =
Tussilago Farfara (April) . =
Veronica Chamaedrys (Mai) =
Veronica Persica (Juni) . . =

6—7 Uhr nachmittags:

Anoda hastata (Juli) . . . =
Campanula Trachelium (Juli) zu
Carlina acaulis (Auguſt) . . =
Crepis rubra (Juli). . . . . =
Dianthus neglectus (Juli) . =
Eranthis hiemalis (März). . =
Gentiana acaulis (Mai) . . =
Hypochoeris maculata (Juni) =
Silene Saxifraga (Juli) . . auf

7—8 Uhr abends:

Carlina vulgaris (Auguſt) . zu
Gentiana cruciata (Juli) . . =
Geranium lucidum (Juli). . .
Gilea tricolor (Juli) . . . =
Nymphaea alba (Auguſt) . . =
Ranunculus acer (Juni) . . =
Silene Vallesia (Juli) . . . auf
Tolpis barbata (Auguſt) . . zu

8—9 Uhr abends:

Brassica oleracea (September) =
Mulgedium Plumieri (Juli) . =
Rosa arvensis (Juni) . . . =
Rosa rubiginosa (Juni) . . =
Silene nutans (Juni) . . . auf
Solanum nigrum (September) zu

In den nachfolgenden Tabellen ſind einige Arten, welche ſowohl in Upſala als auch in Innsbruck in betreff der Zeit des Öffnens und Schließens der Blüten beobachtet wurden, nebeneinander geſtellt.

Öffnen der Blüten in Upſala und Innsbruck:

Name der Pflanze	in Upſala	in Innsbruck	Unterſchied in Stunden
Cichorium Intybus	4— 5 vormitt.	6— 7 vormitt.	2
Hemerocallis fulva	5 =	6— 7 =	1—2
Sonchus oleraceus	5 =	6— 7 =	1—2
Taraxacum officinale	5— 6 =	6— 7 =	1
Hypochoeris maculata	6 =	7— 8 =	1—2
Sonchus arvensis	6— 7 =	7— 8 =	1
Lactuca sativa	7 =	8— 9 =	1—2
Nymphaea alba	7 =	8— 9 =	1—2
Anagallis arvensis	8 =	9—10 =	1—2
Arenaria rubra	9—10 =	10—11 =	1

Schließen der Blüten in Upſala und Innsbruck:

Name der Pflanze	in Upſala	in Innsbruck	Unterſchied in Stunden
Taraxacum officinale	8—10 vormitt.	2—3 nachmitt.	5—6
Cichorium Intybus	10 =	2—3 =	4—5
Lactuca sativa	10 =	1—2 =	3—4
Sonchus arvensis	10 =	12—1 =	2—3
Sonchus oleraceus	11—12 =	1—2 =	2
Arenaria rubra	1— 3 nachmitt.	3—4 =	1
Hypochoeris maculata	4— 5 =	6—7 =	2
Hemerocallis fulva	7— 8 =	8—9 =	1
Nymphaea alba	5 =	7—8 =	2—3

Aus dieser Zusammenstellung erhellt, daß sich in Upsala die Blüten früher am Tage öffnen und auch früher am Tage schließen als in dem um 13 Breitegrade südlicher gelegenen Innsbruck. Der Unterschied beträgt für das Öffnen 1—2, für das Schließen 1—6 Stunden. Dieses Ergebnis, zumal das frühere Öffnen der Blüten, steht augenscheinlich damit im Zusammenhange, daß die Sonne während der Blütezeit der hier in Betracht kommenden Pflanzen in Upsala um fast anderthalb Stunden früher aufgeht als in Innsbruck.

Hiermit stimmen auch die Beobachtungen überein, welche in Gebirgsgegenden an jenen Gewächsen gemacht wurden, die dort von den tiefsten und wärmsten Thalpunkten bis weit hinauf in die kalten Hochthäler verbreitet sind. Das Leberblümchen (Anemone Hepatica) blüht in der Thalsohle bei Innsbruck (560 m) im März zu einer Zeit, wenn dort die Sonne um 6 Uhr aufgeht, und seine Blüten öffnen sich dort täglich zwischen 9 und 10 Uhr morgens. An den Berglehnen südlich von Innsbruck in der Seehöhe von 1560 m blüht das Leberblümchen im Mai, zu einer Zeit, wo die ersten Strahlen der Sonne schon um 5 Uhr morgens anschlagen, und dort öffnet es die Blüten bereits zwischen 8 und 9 Uhr morgens. Lampsana communis und Sonchus arvensis blühen auf den Feldern des Innthales bei 560 m Seehöhe im Juli, auf den Feldern des benachbarten, um 660 m höher gelegenen Gschnitzthales im August. Im Juli geht bei Innsbruck die Sonne um $^1/_{25}$ Uhr auf, und es öffnen sich in diesem Monate die Blütenköpfchen der genannten beiden Pflanzen im Innthale zwischen 6 und 7 Uhr morgens, im August verspätet sich der Sonnenaufgang um ungefähr eine Stunde, und dem entsprechend öffnen sich auch die Blütenköpfchen in dem hoch gelegenen Gschnitzthale um eine Stunde später, nämlich erst zwischen 7 und 8 Uhr.

Gewisse Zierpflanzen der Gärten sind in der Entwickelung von Blüten unermüdlich. Monate hindurch kommen immer und immer wieder neue Blüten zum Vorscheine, und erst der Eintritt des strengen Winters macht dem Blühen ein Ende. Zu diesen Pflanzen gehört beispielsweise Catananche coerulea, welche in Wien von Ende Juni bis Ende Oktober in Blüte steht. Die zu Köpfchen vereinigten Blüten zeigen periodisches Öffnen und Schließen; aber wie verschieden ist der Zeitpunkt, in welchem sich die zungenförmigen Blumenkronen zu bewegen beginnen. Ende Juni und im Juli beginnt die Bewegung zwischen 4 und 5, im August und in der ersten Hälfte des Septembers zwischen 5 und 6 und in der zweiten Hälfte des Septembers und Anfang Oktober zwischen 6 und 7 Uhr morgens. Auch an dem weitverbreiteten Löwenzahne (Taraxacum officinale), der in vereinzelten Stöcken Frühling, Sommer und Herbst hindurch blühend angetroffen wird, kann man Ähnliches beobachten. Im Mai öffnen sich seine Köpfchen zwischen 7 und 8, zur Zeit der längsten Tage, im Juni und Juli, zwischen 6 und 7, im August zwischen 7 und 8 und im September zwischen 8 und 9 Uhr morgens.

Die Zahlen, welche hier für die Stunden des Öffnens und Schließens der Blüten angegeben wurden, jene in der Blumenuhr nicht ausgenommen, beziehen sich nur auf ganz oder doch größtenteils heitere Tage. Wenn der Himmel dicht umwölkt ist, wenn Nebel auf den Fluren lagert, oder wenn es regnet, öffnen sich die Blüten entweder gar nicht oder nur halb, oder aber es findet, wenn Bewölkung, Nebel und Regen vorübergehend waren, eine bedeutende Verspätung des Öffnens und auch des Schließens statt, die wegen ihrer Unregelmäßigkeit durch Zahlen nicht zum Ausdrucke gebracht werden kann. Auch ist beizufügen, daß die mitgeteilten Beobachtungen an Pflanzenstöcken mit möglichst günstiger Stellung zur Sonne ausgeführt wurden, und daß sie sich auf die zuerst auf einem solchen Stocke geöffnete Blüte beziehen. Eine solche Beschränkung bei der Auswahl der zu beobachtenden Blüten ist unbedingt notwendig, wenn man halbwegs verläßliche Zahlen erhalten will. Namentlich bei jenen Gewächsen, deren Blüten sich sehr rasch öffnen, ist die größte Sorgfalt

notwendig. An den faſt plötzlich aufblühenden Gentianen (Gentiana ciliata, Bavarica. verna) kommt es vor, daß die an der Oſt- oder Südſeite einer Hügelkuppe wachſenden Stöcke ihre Blüten ſchon weit geöffnet haben, während an den Stöcken derſelben Art, welche einige Schritte davon entfernt an der nördlichen Böſchung ſtehen, die Blüten noch geſchloſſen ſind. An umfangreichen Stöcken der Opuntien iſt es etwas Gewöhnliches, daß die Blüten an den ſonnenſeitigen Äſten um geraume Zeit früher aufgehen als jene an der Schattenſeite desſelben Stockes und zwar auch dann, wenn ſie ganz gleichalterig ſind.

Alle dieſe Beobachtungen weiſen gleichmäßig darauf hin, daß an dem Öffnen der Blüten in erſter Linie die Sonnenſtrahlen beteiligt ſind. Wie dieſe Beteiligung erfolgt, in welcher Weiſe die mit dem Öffnen der Blüten verbundenen Veränderungen in der Spannung der Gewebe durch den Einfluß der Sonnenſtrahlen zu ſtande kommen, iſt freilich ſchwierig klarzuſtellen, aber anderſeits ſo intereſſant, daß es ſich doch der Mühe lohnt, darauf näher einzugehen. Zunächſt mag man wohl die Frage aufwerfen, ob es das Licht oder die Wärme iſt, welches den Anſtoß zu den merkwürdigen Spannungsänderungen und Bewegungen der Blumenblätter gibt. Zur Löſung dieſer Frage wurden Pflanzenſtöcke, deren Blüten erfahrungsgemäß bald nach dem Anſchlagen der Sonnenſtrahlen am Vormittage ſich öffnen, nämlich Gentiana Rhaetica und asclepiadea, in einen umfangreichen Glascylinder gegeben und die Luft in dieſem Glascylinder bei gleichmäßiger niederer Temperatur erhalten. Zu dieſem Zwecke genügte es, den einen Cylinder mit einem zweiten von größerm Durchmeſſer zu umgeben und durch den Raum zwiſchen beiden Cylindern fortwährend Quellwaſſer von der gleichmäßigen Temperatur von 7° fließen zu laſſen. Die Blüten der zur Beobachtung in den innern Cylinder geſtellten Pflanzen waren alſo zunächſt von Luft mit einer Temperatur von 7° und weiterhin von einer dieſelbe Temperatur zeigenden Waſſerſchicht wie von einem Mantel umgeben. Da eine ſolche Waſſerſchicht nur Lichtſtrahlen durchläßt, dagegen die Wärmeſtrahlen zurückhält, ſo konnten nur die erſtern bewirken, daß ſich die zum Verſuche gewählten Blüten öffnen. Im Dunkel der Nacht und auch noch am frühen Morgen waren die Blüten der Gentianen im Glascylinder geſchloſſen. Nun wurden ſie von den Strahlen der Morgenſonne getroffen, und ſiehe da, bald danach gingen ſie weit auseinander! Und doch hatte ſich die Temperatur der die Blüten umgebenden Luft nicht erhöht, und alle Wärmeſtrahlen waren von dem Waſſermantel zurückgehalten worden. Geſtützt auf dieſes Ergebnis, iſt man gewiß berechtigt, anzunehmen, daß die Lichtſtrahlen das Öffnen der Gentianablüten veranlaſſen können. Wie ungerechtfertigt und einſeitig es aber wäre, behaupten zu wollen, daß nur das Licht dieſe Blüten zum Öffnen bringe, geht aus folgenden, mit denſelben Gentianen angeſtellten Kontrollverſuchen hervor. Die abends geſchloſſenen Blüten blieben die Nacht hindurch einer Temperatur von 7° ausgeſetzt und wurden hierauf im dunkeln Raume über die erhitzten, Wärme ausſtrahlenden Eiſenplatten eines Herdes an eine Stelle gehalten, wo das Thermometer 42° anzeigte. Binnen 3 Minuten waren ſie vollſtändig geöffnet.

Dieſer ſcheinbare Gegenſatz findet ſeine Erklärung durch die Annahme, daß das Licht, welches die im Glascylinder ſtehenden geſchloſſenen Blüten der Gentianen traf, in Wärme umgeſetzt wurde. Bekanntlich können ja Lichtſtrahlen, ſobald ſie einen Körper treffen und nicht vollſtändig reflektiert werden, dieſen Körper erwärmen (ſ. Bd. I, S. 483). Das war zweifellos auch bei dieſen Gentianablüten der Fall, und man könnte ſich den ganzen Vorgang in folgender Weiſe zurechtlegen. Die Bewegung der Lichtſtrahlen wird auf die Blüten übertragen und in jene Bewegungsform umgeſetzt, welche wir Wärme nennen. Durch die Wärme aber werden in dem Gewebe der Blüten wieder Änderungen des Turgors, Änderungen in der Spannung der Gewebe und gewiß auch im Wachstum veranlaßt. Es wird alſo die Wärme wieder in andre Bewegungsformen umgeſetzt, und das ſchließliche Ergebnis iſt jene Änderung in der Lage der Blumenblätter, welche unſerm Auge als Öffnen der Blume

erscheint. Diese Erklärung verträgt sich auch mit der Vorstellung, daß durch den Einfluß von Licht und Wärme der Wassergehalt bestimmter Zellen in abgestorbenen Geweben eine rasche Änderung erfahren kann, und daß auch noch in Blütenteilen, deren Zellen kein lebendiges Protoplasma umschließen, Spannungsänderungen, beziehentlich Bewegungen veranlaßt werden können. Sie verträgt sich weiterhin mit der Vorstellung, daß das periodische Öffnen und Schließen der Blüten mit jenen chemischen Umsetzungen und molekularen Umlagerungen, welche Atmung, Stoffwechsel und Wachstum genannt werden, im Zusammenhange steht. Thatsache ist, daß die Blumen, welche sich periodisch öffnen und schließen, nach dem erstmaligen Öffnen das Wachstum noch nicht abgeschlossen haben, sondern sich fort und fort noch verlängern und verbreitern. Die Blumenblätter der Winterblume (s. S. 114), der Zeitlosen, der Windröschen und Gentianen, die Zungenblüten an den Köpfchen von Bellis, Calendula und Doronicum wachsen in jeder folgenden Nacht um ein gutes Stück in die Länge. Nur solange sie wachsen, findet ein periodisches Öffnen und Schließen statt, sobald sie zu wachsen aufhören, haben auch diese merkwürdigen Bewegungen ihr Ende erreicht.

Mit der Vorstellung, daß in dem Gewebe der Blumenblätter Licht in Wärme umgesetzt werde, steht auch die in Band I, S. 485 vorgebrachte Hypothese über die Bedeutung des Anthokyans im Einklange. Es wurde dort wahrscheinlich gemacht, daß der in allen Abstufungen von Rot zu Blau in den Pflanzenzellen auftretende eben genannte Farbstoff unter anderm auch die Fähigkeit besitze, Licht in Wärme umzusetzen. Nun ist es gewiß von hohem Interesse, zu erfahren, daß die weißen Blumenblätter der sich periodisch öffnenden und schließenden Blüten der Windröschen (Anemone alpina, baldensis, nemorosa, silvestris, trifolia ꝛc.) an der Rückseite durch Anthokyan einen blauen, violetten oder rötlichen Anhauch zeigen. Auch die Zungenblüten an den periodisch sich öffnenden und schließenden Köpfchen zahlreicher Korbblütler (z. B. Anacyclus officinarum, Bellis perennis, Calendula pluvialis, Hieracium Pilosella) sind an der Rückseite durch Anthokyan rot, violett oder bläulich gefärbt. An den geschlossenen Blüten und Blütenköpfchen ist natürlich nur die Rückseite der Blumenblätter und randständigen Zungenblüten sichtbar, und die Blüten und Köpfchen sieht man daher im geschlossenen Zustande bläulich, violett oder rötlich, während die offenen Blüten und Blütenköpfchen weiß und bei Hieracium Pilosella gelb erscheinen. Die ersten Sonnenstrahlen am kühlen Morgen treffen zunächst nur auf die durch Anthokyan gefärbten Zellenschichten an der Rückseite der zusammenschließenden Blumenblätter, und es liegt nahe, anzunehmen, daß hier dem Anthokyan bei der Umsetzung von Licht in Wärme eine hervorragende Rolle zugeteilt ist.

Wenn sich das Öffnen der Blüten und Blütenköpfchen am Morgen zur Beleuchtung und Erwärmung durch die Sonne wie Wirkung zur Ursache verhält, so wäre weiterhin zu folgern, daß abnehmende Beleuchtung und Erwärmung am Abend ein Schließen der Blüten nach sich ziehe, und es wäre auch zu erwarten, daß geschlossene Blüten und Blütenköpfchen durch Beleuchtung und Erwärmung zu beliebiger Zeit zum Öffnen und offene Blüten und Blütenköpfchen durch Verdunkelung und Abkühlung zu beliebiger Zeit zum Schließen gebracht werden könnten. Für einige hier in Rede stehende Pflanzen trifft das auch wirklich zu. Von Gentiana nivalis wurde bereits früher einmal (S. 116) erzählt, daß sie sich im Verlaufe einer Stunde mehrmals öffnet und schließt, wenn die Sonne wiederholt durch die Wolken bricht und sich immer wieder hinter den Wolken versteckt. Auch mehrere andre Gentianen, die Tulpen, Zeitlosen, Safrane und der Wiesenflachs (Linum catharticum) können in der angegebenen Weise im Laufe eines Tages mehrmals veranlaßt werden, ihre Blüten zu öffnen und zu schließen; sie sind es auch, an welchen der Einfluß des frühern

Aufganges und ſpätern Unterganges der Sonne in höhern Breiten in überraſchendſter Weiſe hervortritt. Aber bei der Mehrzahl der periodiſch ſich öffnenden und ſchließenden Blüten und Blütenköpfchen iſt die Sache nicht ſo einfach. Die meiſten Arten von Flachs (Linum) und Sauerklee (Oxalis), ebenſo die randſtändigen Blüten an den Köpfchen der Korbblütler führen zwar die der Beleuchtung und Erwärmung entſprechenden Bewegungen pünktlich aus, wenn ſie nach längerer nächtlicher Ruhe von den Sonnenſtrahlen getroffen werden, mag das nun um 6 Uhr oder 7 Uhr oder 8 Uhr morgens geſchehen, aber wenn ſie ſich ſpäterhin einmal geſchloſſen haben, ſo gelingt es nicht mehr, ſie am ſelben Tage durch Beleuchtung und Erwärmung neuerdings vollſtändig zum Öffnen zu bringen. An der Mehrzahl dieſer Pflanzen ſchließen ſich die Blüten und Blütenköpfchen auch nicht bei abnehmender Beleuchtung und Erwärmung am Abend, ſondern bei hohem Sonnenſtande zur Mittagszeit, ja am Rainſalate und Bocksbarte (Lampsana und Tragopogon) ſind die Köpfchen ſchon wieder geſchloſſen, ehe die Sonne im Zenith ſteht und mehrere Stunden, bevor die höchſte Tagestemperatur erreicht iſt. Und nun erſt die Nachtviolen und die zahlreichen Nelkengewächſe, welche ihre Blüten erſt bei beginnender Dämmerung und ſinkender Temperatur öffnen und ſich in den Strahlen der aufgehenden Sonne und bei zunehmender Temperatur ſchließen! Die Erſcheinung des Öffnens und Schließens dieſer Blüten als eine unmittelbare Folge von Beleuchtung und Erwärmung deuten zu wollen, wäre gleichwertig dem Verſuche, den Schlaf der Tiere und des Menſchen als unmittelbare Wirkung der eintretenden Dämmerung zu erklären. Einen entfernten mittelbaren Zuſammenhang mit dem Wechſel von Hell und Dunkel, von Warm und Kalt wird man immerhin auch in dieſen Fällen gelten laſſen können, aber dieſer Zuſammenhang kann doch nur ſo gedacht werden, daß die Aſſimilation, der Stoffwechſel und das Wachstum in den Pflanzen gerade ſo wie in den Tieren eine durch den Wechſel von Tag und Nacht beeinflußte Periodizität einhalten. Nur ſo kann man ſich vorſtellen, wie es geſchieht, daß gewiſſe Folgeerſcheinungen der Aſſimilation, des Stoffwechſels und des Wachstumes an verſchiedenen Organismen zu verſchiedenen Zeiten zum Ausdrucke kommen, wobei daran feſtzuhalten ſein wird, daß die Zeitpunkte, an welchen die Folgeerſcheinungen zur Geltung gelangen, ſich nach Vorteilen richten, welche den betreffenden Lebeweſen zu gute kommen. Für den Menſchen iſt die Nacht die vorteilhafteſte Zeit zum Schlafen, für die Spanner und Eulen iſt ſie es nicht. Für den Rainſalat (Lampsana communis) iſt es mit Rückſicht auf die ſpäter zu beſprechende ſchließliche Autogamie von Vorteil, daß ſich ſeine Köpfchen ſchon im Laufe des Vormittags ſchließen, für die Nachtviolen und zahlreiche Nelkengewächſe aus der Gattung Leimkraut (Silene) iſt es mit Rückſicht auf die ihre Blüten beſuchenden kleinen Nachtſchmetterlinge von Vorteil, wenn ſich dieſe Blüten erſt bei eintretender Dämmerung öffnen (ſ. S. 151).

Eine ganz befriedigende Erklärung iſt mit dieſen Andeutungen freilich nicht gegeben. Es bleibt völlig rätſelhaft, wie das pünktliche Einhalten der aus äußern Einflüſſen nicht unmittelbar hervorgehenden periodiſchen Erſcheinungen, insbeſondere das Einhalten des Zeitpunktes für das Öffnen und Schließen der Blüten, an den verſchiedenen Pflanzenarten erblich geworden iſt. Für diejenigen Wißbegierigen, welche ſich damit zufrieden geben, wenn ſie ſtatt einer Erklärung einen griechiſch oder lateiniſch klingenden Namen zu hören bekommen, ſei hier noch beigeſetzt, daß man die zuletzt beſprochenen Bewegungen der Blumenblätter autonome Bewegungen genannt hat.

Empfang der Tiere an der geöffneten Pforte der Blüten.

In einer vor Jahren veröffentlichten Abhandlung habe ich die Tiere, welche sich zu den mit Honig, Pollen und andern Genußmitteln gedeckten Tischen im Innern der Blüten als Gäste herandrängen, in zwei Gruppen geteilt, in berufene und unberufene. Die erstern bringen den Pflanzen durch ihre Besuche große Vorteile, und es ist dem entsprechend eine Fülle von Einrichtungen getroffen, welche den Zweck haben, diese Tiere anzulocken; die letztern würden dagegen nicht nur keinen Vorteil, sondern in vielen Fällen entschiedenen Nachteil bringen, sind daher nicht willkommen und müssen, wenn sie sich dennoch einfinden, abgewiesen und abgewehrt werden. Die Anlockungsmittel der Blüten für berufene Gäste wurden bereits in den vorhergehenden Kapiteln dieses Buches besprochen. Im Anschlusse hieran ist nun zu schildern, wie die willkommenen und wie die unwillkommenen Besucher an der Pforte der Blüten empfangen werden.

Zunächst wird die Frage zu erörtern sein, welche Anordnungen getroffen sind, damit den berufenen Gästen die gesuchte Nahrung ohne Zeitverlust, ohne große Anstrengung und, was besonders betont werden muß, zum Vorteile für die bewirtende Pflanze zu teil werde. Es wäre widersinnig, wenn die angelockten und berufenen Gäste bei ihrer Ankunft die mit Honig und andrer Nahrung ausgestatteten Blüten nicht zugänglich fänden, und ebenso wäre es unpassend, wenn in jenen Blüten, wo von der gesuchten Nahrung nichts mehr vorrätig, und wo der Tisch sozusagen schon abgeräumt ist, die Pforte noch weit aufgesperrt bliebe.

Diesen praktischen Grundsätzen entsprechend sind sowohl die noch im Knospenzustande befindlichen Blüten, für welche der Besuch von seiten der Tiere verfrüht wäre, als auch die Blüten, in welchen die Tiere nichts mehr zu thun haben, entweder geschlossen und unzugänglich oder der Anlockungsmittel beraubt. Das Gewöhnlichste ist, daß sich die als Anlockungsmittel dienenden, duftenden und durch ihre Färbung weithin auffallenden Blumenkronen und Perigone ablösen und abfallen, nachdem die von ihnen umgebenen Narben mit Pollen belegt wurden; es gibt aber auch Fälle, wo die Blumenblätter, wenn sie als Anlockungsmittel ihre Schuldigkeit gethan haben, nicht sofort fallen gelassen werden, sondern kürzere oder längere Zeit noch haften bleiben, weil sie noch irgend eine andre Funktion zu übernehmen haben. Solche zurückbleibende Blumen dürfen freilich nicht störend wirken, sie sollen insbesondere den andern nach ihnen an die Reihe kommenden jüngern Blüten nicht die Besucher abwendig machen, mit einem Worte, sie müssen für die Insekten unzugänglich gemacht werden. Das geschieht nun am häufigsten dadurch, daß die Blumenblätter wieder jene Lage einnehmen, welche sie im Knospenzustande hatten, und es kommt gar nicht selten vor, daß eine solche alte Blüte einer geschlossenen Blütenknospe täuschend ähnlich sieht, wie das beispielsweise an der auf S. 154 abgebildeten Yukka der Fall ist. Zuweilen schlägt sich auch ein Lappen des Blumensaumes oder der Blütenscheide wie ein Vorhang über den Eingang zum Blütengrunde, wofür mehrere Aroideen und namentlich auch die europäische Osterluzei ein hübsches Beispiel bieten (s. Abbildung, S. 223, Fig. 8). Eine der häufigsten Erscheinungen ist, daß sich die alten Blüten, in welchen die Insekten nichts mehr zu thun haben, herabbiegen und den jüngern sozusagen aus dem Wege gehen, was man an einer Unzahl Schmetterlingsblütler und Asperifolieen sehr gut sehen kann (s. Band I, S. 702). An Morina Persica und an der brasilischen Rubiacee Exostemma longiflorum sind diese alten Blumen nicht nur herabgeschlagen, sondern auch noch eigentümlich verfärbt, damit sie von den Insekten nicht mehr beachtet werden. Zur Zeit der vollen Blüte sind nämlich die langröhrigen, auf den Besuch von Abend- und Nachtschmetterlingen berechneten Blumenkronen dieser Pflanzen weiß und selbst in der Dämmerung noch auf ziemliche Entfernung deutlich sichtbar, sobald aber die Narben mit Pollen

belegt ſind, welken die Blumenkronen, ſinken etwas herab und erhalten bis zum nächſten Abend eine trübrote Farbe, ſo daß man ſie in der Dämmerung ſelbſt aus geringer Entfernung nicht mehr bemerken kann.

So ließen ſich noch zahlreiche Belege dafür erbringen, daß die mit Anlockungsmitteln für Tiere verſehenen Blüten nur nach dem Eintritte jenes Entwickelungszuſtandes leicht auffindbar und zugänglich ſind, in welchem der Beſuch der Tiere auch wirklich einen Vorteil bringt. Dann wird allerdings die Zugänglichkeit für die berufenen Gäſte ſoviel wie möglich erleichtert. Nicht nur, daß die Blüten weit offen oder leicht zu öffnen ſind, ſondern auch *die Einſtellung der Eingangspforte in der offenen Blüte iſt in dieſer Periode des Blühens nach jener Seite gerichtet, von welcher ein Beſuch der am meiſten willkommenen Gäſte erwartet werden kann.* Bei vielen Pflanzen, für welche als Beiſpiele die Kaiſerkronen (Fritillaria), der Fingerhut (Digitalis) und die meiſten Glockenblumen (Campanula barbata, persicifolia, rapunculoides) gelten können, krümmen ſich die anfänglich aufrechten Blütenſtiele kurze Zeit vor dem Auseinandergehen der Blumenblätter ſo ſtark nach abwärts, *daß die Eingangspforte der Blüte dem Erdboden zugewendet iſt.* Für Tiere, welche, vor den Blüten ſchwebend, den Honig ſaugen wollen, für Fliegen, welche gewohnt ſind, den Honig von einer ebenen Scheibe abzulecken, für alle jene Inſekten, die viel zu ſcheu und vorſichtig ſind, als daß ſie ſich in den Grund einer ausgehöhlten Blüte wagen würden, endlich auch für Käfer, welche große Mengen abgelagerten Pollens verlangen, iſt dieſe Einſtellung unbequem und unpaſſend. Für Hummeln und Bienen iſt ſie das nicht, dieſe fliegen von untenher zur Mündung der hängenden Glocken, erfaſſen die in der Mitte vorragenden Narben, Griffel und Pollenblätter, bisweilen auch die Haare, welche eigens zu dieſem Zwecke im Innern der Höhlung angebracht ſind, und klettern an dieſen mit Leichtigkeit zur honigführenden Kuppel der Glocke empor. Augenſcheinlich finden ſich die honigſaugenden Hummeln und Bienen bei den glockenförmigen Blumen auch darum mit Vorliebe ein, weil ſie dort keine nennenswerten Mitbewerber treffen. Die reichliche Einkehr von ſeiten der eifrigſten aller Blütenbeſucher hat aber weiterhin den Vorteil, daß die angeſtrebte Übertragung des Pollens von Stock zu Stock ſehr regelmäßig zu ſtande kommt, und inſofern kann man wohl ſagen, daß die hängenden Glockenblumen nach jener Seite gerichtet ſind, von welcher die willkommenſten Gäſte angeflogen kommen. Es darf übrigens nicht vergeſſen werden, hier daran zu erinnern, daß die Einſtellung der Blütenmündung gegen den Boden auch noch verſchiedene andre Vorteile mit ſich bringt, von welchen ſchon früher die Rede war, namentlich den Vorteil, daß durch die geſtürzte Lage der Blumenkrone der Pollen am beſten gegen Näſſe geſchützt iſt (ſ. S. 118), und daß die Glockenblumen als Nachtquartier von kleinen pollenübertragenden Aderflüglern gern benutzt werden (ſ. S. 159).

Bei ſehr zahlreichen Gewächſen ſieht man die Blütenknoſpen an aufrechten Stielen und mit dem verſchloſſenen Ende dem Himmel zugewendet; ſobald aber die Blüten für den Empfang der Tiere bereit ſind, krümmen ſich die Stiele ſo weit herab, *bis die Eingangspforte der Blüte ſeitlich gerichtet iſt.* Wenn ſchließlich ein Beſuch der Tiere nicht mehr nützlich iſt, welken die Blumenblätter, ſchrumpfen und fallen ab, oder es wird die ganz alte Blüte hinabgeſchlagen und dem Erdboden zugewendet. Dieſer Richtungswechſel kommt z. B. in ſehr auffallender Weiſe vor an dem Geißblatte (Lonicera), der Nachtkerze (Oenothera), dem Akanthus (Acanthus), an den Balſaminen (Impatiens), der Geißraute (Galega), dem Steinklee (Melilotus) und insbeſondere an zahlreichen Arten des Klees (Trifolium; ſ. Abbildung, S. 180, Fig. 9).

In ganz eigentümlicher Weiſe vollzieht ſich die Einſtellung an einigen Schmetterlingsblütlern, für welche als Vorbild der Goldregen (Cytisus Laburnum) gewählt ſein mag (ſ. Abbildung, S. 220). Solange die ſämtlichen Blüten einer Traube noch geſchloſſene

Knospen darstellen, ist die Spindel des Blütenstandes aufrecht, und die einzelnen Blüten sind so gestellt, daß das unter dem Namen Fahne bekannte Blumenblatt nach oben und das Schiffchen nach unten gekehrt erscheint (Fig. 1); später wird die Spindel des Blütenstandes überhängend, und die Spitze der Traube ist dem Boden zugewendet. Die Blütenknospen sind dadurch in die entgegengesetzte Lage gekommen, die Fahne erscheint jetzt nach unten und das Schiffchen nach oben gekehrt. Bevor sich aber die Fahne von den andern Kronenblättern abhebt und die Blüte dadurch dem Insektenbesuche zugänglich wird, dreht sich der Blütenstiel um 120°; die Fahne erscheint jetzt wieder nach oben



Einstellung der Blüten für den Besuch der Insekten an dem Goldregen (Cytisus Laburnum): 1. Aufrechte Traube; sämtliche Blüten noch geschlossen. — 2. Hängende Traube; ein Teil der Blüten geöffnet. Vgl. Text, S. 219.

und das Schiffchen nach unten gewendet, wie es die Fig. 2 der obigen Abbildung aufweist. In dieser Lage bietet das Schiffchen den geeignetsten Anflugsplatz für die besuchenden Insekten. Merkwürdigerweise erfolgt die Drehung des Blütenstieles nicht oder nur sehr unvollkommen, wenn die jugendliche Traube des Goldregens mittels eines Bindfadens in aufrechter Stellung erhalten wird. Ebenso unterbleibt die Drehung an den Blüten des mit dem Goldregen nahe verwandten Cytisus Alschingeri, dessen Traubenspindel aber stets aufrecht bleibt, und der sich gerade durch dieses Merkmal von dem Cytisus Laburnum unterscheidet.

Auch die Orchideen bieten in dieser Beziehung eine Menge interessanter Beispiele; nur vollziehen sich bei ihnen die Drehungen und Krümmungen nicht an gewöhnlichen Blütenstielen, sondern an dem stielartigen unterständigen Fruchtknoten. Bekanntlich ist in den





WESTINDISCHE ORCHIDEEN.

(Oncidium Papilio und Stanhopea Devoniensis)

Blüten der Orchideen jenes Blatt, welches die ältern Botaniker Lippchen oder Honiglippe nannten, durch Gestalt und Größe besonders auffallend und bietet bei mehr als zwei Dritteln aller Arten den Landungsplatz für die anfliegenden Insekten. In der Knospe ist dieses Blumenblatt nach oben gewendet, und bei einem kleinen Teile der Orchideen, wie z. B. bei dem Kohlröschen (Nigritella) und dem Ohnblatte (Epipogum; s. Abbildung, S. 223, Fig. 10), bleibt diese Lage auch beibehalten. Aber bei den meisten Orchideen, namentlich den auf Wiesen wachsenden Arten mit aufrechten Blütenähren, erfährt der Fruchtknoten eine schraubige Drehung, die so stark ist, daß das, was früher oben stand, nach unten gekehrt erscheint, und daß dann insbesondere die Honiglippe einen trefflichen Anflugsplatz für die Insekten abgibt. Wie erwähnt, erfolgt diese Drehung bei den meisten Orchideen unsrer Wiesen; sie kommt aber auch vor an jenen Arten, welche als Überpflanzen auf der Borke alter Bäume oder auf humusbedeckten Felsterrassen in den Tropen wachsen, wenn diese aufrechte blütentragende Stengel haben, wie z. B. das auf der beigehefteten Tafel „Westindische Orchideen" abgebildete Oncidium Papilio. Ein großer Teil der tropischen baumbewohnenden Orchideen hat freilich keine aufrechten, sondern überhängende blütentragende Stengel, und insbesondere die Arten der Gattung Stanhopea, von welchen eine, nämlich Stanhopea devoniensis, auf der eben angeführten Tafel neben dem Oncidium Papilio abgebildet ist, zeigen die Blüten an herabhängender Spindel ährenförmig angeordnet. Solche Blüten brauchen sich nicht mehr zu drehen, um die Honiglippe in die für den Anflug geeignetste Lage zu bringen, und in der That unterbleibt auch bei Stanhopea und den meisten andern ähnlichen Orchideen jene Drehung des Fruchtknotens, welche sich an dem Oncidium Papilio vollzieht. Bindet man dagegen eine junge Ähre von Stanhopea mittels eines Fadens künstlich in die Höhe, so daß die Spindel des Blütenstandes gerade emporgerichtet ist, so drehen sich alle Blüten derselben binnen 24 Stunden um 180°, so daß also an den aufrechten Ähren die Blüten schließlich genau dieselbe Stellung im Raume einnehmen wie jene der herabhängenden Ähren.

Auf eine ganz eigentümliche Weise erfolgt die Einstellung der Blüten an Gongora galeata, einer im tropischen Amerika heimischen, in den europäischen Gewächshäusern häufig gezogenen Orchidee, deren Ähren ähnlich wie jene der Stanhopea von den Ästen der zum Wohnsitze auserkorenen alten Bäume herabhängen. Zufolge ihrer Form ist bei dieser Pflanze die Honiglippe, wenn sie die ursprüngliche Lage beibehalten würde, als Anflugsplatz nicht benutzbar; daher krümmt sich der stielartige unterständige Fruchtknoten in einem Halbkreise empor, so daß jene Blütenteile, welche früher zur Erde sahen, nun gegen den Himmel gewendet sind, wodurch auch die Honiglippe eine Lage erhält, welche sie zum Anflugsplatze der Fliegen geeignet macht.

Interessant ist auch der Umstand, daß sich bei vielen Pflanzen sämtliche von der aufrechten Spindel ausgehende Knospen nach derselben Seite wenden, so daß dadurch einseitige Ähren und Trauben entstehen, wie man sie besonders bei den Wicken, dem Fingerhute, dem Lerchensporne und den Arten der Gattung Penstemon (Vicia, Digitalis, Corydalis, Penstemon) beobachtet. Stets wendet sich die Eingangspforte der Blüten jener Seite zu, von welcher der Anflug der Insekten oder Kolibris zu erwarten ist. Wenn z. B. eine Fingerhutstaude an der Grenze von Wald und Wiese steht, so sind sämtliche Blüten von dem an Insekten armen schattigen Walde weg und der mit Hummeln und Bienen reichlich bevölkerten sonnigen Wiese zugewendet. Gewisse Lippenblütler aus der Gattung Salvia und Satureja wenden die Mündung ihrer sämtlichen Blüten nur dann nach derselben Seite, wenn sie dicht vor einer steilen Wand stehen. Sobald sie nach allen Seiten frei auf ebenem Boden aufwachsen konnten, sind ihre Blüten nach allen Richtungen der Windrose eingestellt. Ebenso verhält es sich mit jenen Gewächsen, deren gewöhnlicher

Standort die schmalen Gesimse alter Mauern in Ruinen oder die Terrassen steiler Felsabstürze bilden, wie z. B. dem Löwenmaule (Antirrhinum majus) und der im Balkan einheimischen Haberlea (Haberlea rhodopensis), deren Blüten mit der Eingangspforte stets von der Mauer oder vom Felsen abgewendet sind, und zwar auch dann, wenn diese Hinterwand von den Sonnenstrahlen gut durchwärmt und grell beleuchtet sein sollte.

Zu den Besuchern der mit ihrer Eingangspforte seitlich gerichteten Blüten zählen Schwebefliegen, kleine Eulen, Schwärmer, Kolibris und überhaupt alle die Tiere, welche, vor den Blüten schwebend, den Honig saugen. Dieselben bedürfen keines Stützpunktes, und darum entbehren auch die von ihnen vorzüglich oder ausschließlich aufgesuchten Blüten jedweder Einrichtung, welche als Stützpunkt oder Anflugsplatz gedeutet werden könnte.

Die von Honigvögeln und Kolibris umschwärmten seitlich gerichteten Blüten, ebenso die ausschließlich von Abend- und Nachtschmetterlingen besuchten Blumen zeigen weder Platten, Leisten und Fransen noch Stangen, Zapfen und Höcker, auf welche sich die anfliegenden Tiere niederlassen, und an welchen sie sich festhalten könnten. Die Zipfel des Saumes, welche in der Knospenlage die Blütenpforte verschließen, nehmen in der geöffneten Blüte bei dem Geißblatte (Lonicera Caprifolium), bei der von Schwärmern besuchten Stendel (Platanthera bifolia) und bei der von kleinen Honigvögeln ausgesogenen Honigblume (Melianthus major) eine solche Lage an, daß sie als Anflugsstangen und Anflugsplatten ganz ungeeignet wären, ja sie biegen sich von der Einfahrtstelle sogar weg und schlagen sich förmlich zurück, damit sie den vor den Blüten schwebenden und mit dem Rüssel oder Schnabel zum Honig einfahrenden Tieren nicht hinderlich im Wege stehen, wie das aus den Abbildungen auf S. 224, Fig. 9, 10, 11, 12 und 13 gesehen werden kann. Wenn an den von Abendschmetterlingen und Kolibris umworbenen Blüten ein mächtig entwickelter Saum vorhanden ist, wie beispielsweise an Mirabilis longiflora, Nicotiana affinis, Posoqueria fragrans, Narcissus poeticus, Oenothera biennis, so eignet sich derselbe zufolge seiner Zartheit und seiner Richtung niemals als Anflugsplatz, sondern dient mit seiner weißen oder gelben, in der Dämmerung auf ziemliche Entfernung sichtbaren Farbe nur als Anlockungsmittel.

Anders verhält es sich in jenen Fällen, wo die den Blüten zufliegenden Tiere sich zuerst nächst der Eingangspforte niederlassen, um von dort aus zu den versteckten honigführenden Stellen vorzudringen. Ähnlich den Tauben, die in den Taubenschlag kommen wollen, brauchen solche Tiere einen besondern Anflugsplatz, und in der That ist auch für sie an den mit der Eingangspforte seitlich gerichteten Blüten in dieser Beziehung Vorsorge getroffen.

An dem Ohnblatte (Epipogum aphyllum) bildet für die anfliegende Hummel (Bombus lucorum) die aus der Blütenmitte schräg nach abwärts vorragende breite Befruchtungssäule (s. Abbildung, S. 223, Fig. 10, 12 und 13) einen bequemen Anflugsplatz. Im ganzen genommen ist es aber eine seltene Erscheinung, daß die Befruchtungssäule in solcher Weise benutzt wird. Dagegen kommt es oftmals vor, daß die aus der Eingangspforte mehr oder weniger weit über den Saum der Blume vorgestreckten Staubfäden und langen Griffel als Anflugsstange eine Bedeutung erlangen, wie das z. B. an der Roßkastanie (Aesculus), an zahlreichen Liliaceen (Funkia, Anthericum, Paradisia, Phalangium), an dem Natterkopfe, dem Diptam und den Päderoten (Echium, Dictamnus, Paederota), desgleichen an den großblütigen Arten der Gattung Ehrenpreis (Veronica; s. Abbildung, S. 223, Fig. 1) der Fall ist. Noch viel öfter ist es der Saum des Perigons oder der Blumenkrone, welcher zu diesem Zwecke eine eigentümliche Ausbildung erfahren hat. Vor allen sind in dieser Beziehung die Aristolochien bemerkenswert, an deren Blumen eine fast unerschöpfliche Reihe bald flächenförmig ausgebreiteter plattenförmiger, bald stangenförmiger Anflugsplätze beobachtet wird. An der auf S. 162 abgebildeten Aristolochia

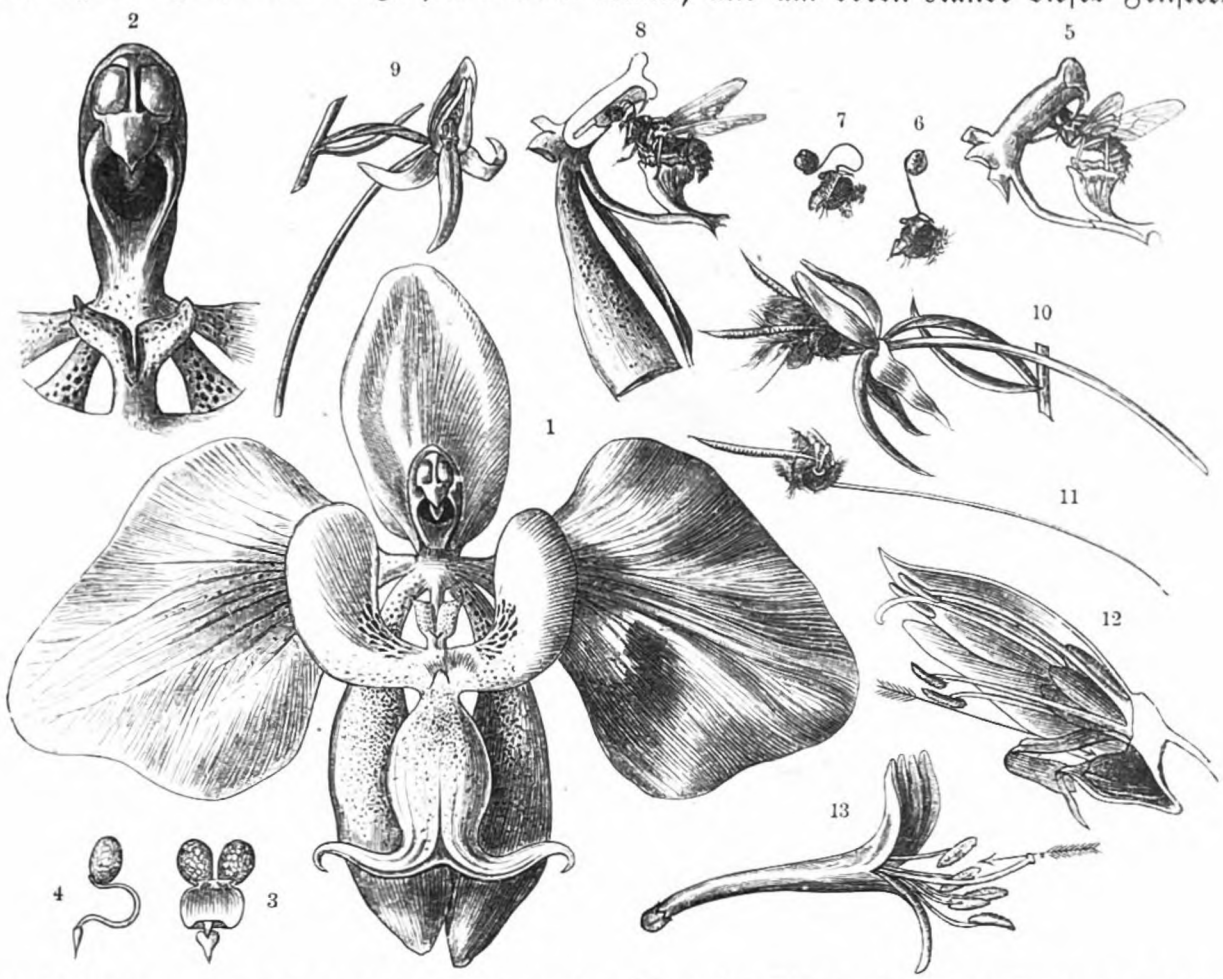
ringens endigt die an der Baſis tonnenförmig aufgetriebene Blume in einen ſchaufelförmigen Anflugsplatz; die in Braſilien heimiſche Aristolochia labiosa (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 6) zeigt eine breite Platte vor der ſchmalen Spalte, welche in die Blütenhöhle führt; an Aristolochia cordata (ſ. Fig. 7) erhebt ſich für die als Gäſte willkommenen kleinen Fliegen eine lange dünne Anflugsſtange, und die europäiſche Aristolochia Clematitis (ſ. Fig. 8 und 9) zeigt eine etwas vertiefte ſtumpfe Lippe, auf welche ſich die Mücken zunächſt niederlaſſen, wenn ſie in das Innere der Blüte gelangen wollen.



Einrichtungen zum Empfange der Inſekten an der Pforte der Blüten: 1. Veronica Chamaedyrs. — 2. Ophrys cornuta. — 3. Corydalis lutea, von vorn, 4. von der Seite geſehen. — 5. Galeopsis grandiflora. — 6. Aristolochia labiosa. — 7. Aristolochia cordata. — 8. Aristolochia Clematitis; eine der drei Blüten im Welken begriffen und herabgeſchlagen; die Lippe des Perigons krümmt ſich an dieſer Blüte vor die Eingangspforte zum Blütengrunde. — 9. Längsſchnitt durch eine Blüte der Aristolochia Clematitis. In dem tonnenförmig aufgetriebenen Blütengrunde zwei Mücken (Ceratopogon), welchen durch die ſteifen Haare im Blütenhalſe der Ausgang verwehrt iſt. — 10. Blüte des Epipogum aphyllum. — 11. Pollinien dieſer Blüte. — 12. Befruchtungsſäule dieſer Blüte mit dem herzförmigen Skutellum. — 13. Infolge des Anſtreifens mit der Spitze eines Bleiſtiftes klebt das Skutellum an und es werden die beiden Pollinien aus ihrem Verſtecke herausgezogen. — Fig. 9, 11, 12, 13 etwas vergrößert; die andern Figuren in natürlicher Größe. Vgl. Text, S. 218, 221, 222, 225, 226 und in ſpätern Kapiteln.

Auch die Perigone der Orchideen ſowie die Blumenkronen der Lippen- und Rachenblütler zeigen eine an das Unglaubliche grenzende Mannigfaltigkeit von Einrichtungen, welche den Anflug willkommener Gäſte zu den Blüten erleichtern ſollen. Da finden ſich die verſchiedenartigſten Buchten, Lappen, Franſen, Höcker und Zapfen an der Unterlippe, welche den heranſchwirrenden Fliegen, Weſpen, Bienen, Hummeln und Schmetterlingen als einladender Landungsplatz und als Stützpunkt bei dem Einfahren in die honigbergende Höhlung dienen. An der herrlichen Orchidee Phalaenopsis Schilleriana, deren Blüte auf S. 224, Fig. 1 abgebildet erſcheint, trägt die zierlich ausgeſchweifte flache Unterlippe nahe

ihrer Baſis einen Aufſatz, welcher die Geſtalt eines Schemels beſitzt und den auf die Blüten kommenden Fliegen wirklich auch als Schemel dient. Hinter dem Schemel erhebt ſich die Befruchtungsſäule, deren Scheitel von der Anthere eingenommen wird, und die etwas tiefer abwärts eine Höhlung, die Narbenhöhle, zeigt. In die Narbenhöhle, deren Innenwand mit Honig überzogen iſt, führt eine rundliche Öffnung, welche mit einer offenen Fenſterluke verglichen werden könnte, und am obern Rande dieſes Fenſters



Einrichtungen zum Empfange der Inſekten an der Pforte der Blüten: 1. Blüte der Phalaenopsis Schilleriana. — 2. Befruchtungsſäule dieſer Phalaenopsis; vor und unterhalb der Narbenhöhle erhebt ſich von dem Labellum ein Auswuchs, welcher die Geſtalt eines Schemels hat. — 3. Pollinien der Phalaenopsis mit dem herzförmigen Skutellum; von vorn geſehen. — 4. Dasſelbe, in ſeitlicher Anſicht. — 5. Eine Fliege, welche ſich auf den Schemel geſetzt hat, ihren Kopf in die Narbenhöhle einführt und ſich hierbei das Skutellum anklebt. — 6. Kopf dieſer Fliege mit den darauf geklebten Pollinien. — 7. Derſelbe Kopf; die Stiele der Pollinien haben ſich ſchwanenhalsförmig gebogen. — 8. Eine Fliege, welche die angeklebten Pollinien in die Narbenhöhlung einer andern Blüte einführt; die letztere der Länge nach durchſchnitten. — 9. Blüte der Platanthera bifolia. — 10. Dieſelbe Blüte von dem Tannenpfeile (Sphinx pinastri) beſucht. Von Sphinx pinastri iſt nur der Kopf ſichtbar, der vorgeſtreckte Rüſſel iſt in den langen Sporn der Blüte eingeführt. — 11. Kopf des Sphinx pinastri mit vorgeſtrecktem Rüſſel. — 12. Blüte von Melianthus major in ſeitlicher Anſicht; die vordern Blumenblätter weggeſchnitten. — 13. Blüte der Lonicera Etrusca. — Fig. 2, 3, 4, 6, 7 etwas vergrößert; die andern Figuren in natürlicher Größe. Vgl. Text, S. 222—225 und in ſpätern Kapiteln.

ſieht man das ſogenannte Roſtellum als eine dreieckige Spitze oder, beſſer geſagt, ähnlich dem Schnäbelchen eines Vogels in die Luke des Fenſters hineinragen (Fig. 2). Wenn eine Fliege den Honig in der Narbenhöhle lecken will, ſo ſetzt ſie ſich auf den Schemel und ſteckt den Kopf in die Fenſterluke (Fig. 5). Dabei berührt ſie die äußerſt klebrige Spitze des Roſtellums, welche ſofort an den obern Teil des Kopfes anklebt. Sobald die Fliege nach genoſſenem Mahle ihren Sitzplatz verläßt, zerrt ſie die beiden mit dem Roſtellum verbundenen Pollinien aus der Anthere, und ihr Kopf erſcheint jetzt wie mit zwei geſtielten gelben Kugeln beſetzt (Fig. 6). Die Fliege ſucht jetzt eine andre Blüte auf und ſetzt ſich dort neuerdings auf den Schemel der Unterlippe. In der kurzen Zeit, welcher es hierzu

bedarf, krümmen sich die Stiele der beiden kugelförmigen Pollinien wie ein Schwanenhals nach vorn herab (s. Abbildung, S. 224, Fig. 7), und wenn nun die Fliege ihren Kopf wieder in die Fensterluke steckt, so werden dabei auch die Pollinien in die Narbenhöhle gestopft (s. Abbildung, S. 224, Fig. 8), wo sie an der Innenwand kleben bleiben.

Sehr auffallend sind auch die Stützpunkte, welche sich für die anfliegenden Insekten auf der Unterlippe der gehörnten Ragwurz (Ophrys cornuta) und des gemeinen Hohlzahnes (Galeopsis Tetrahit) ausgebildet haben. Die Unterlippe der einen zeigt zwei vorstehende Hohlkegel, welche der ganzen Blüte ein gehörntes Aussehen geben (s. Abbildung, S. 224, Fig. 2), jene der letzteren weist zwei Zapfen auf, die sich wie Elefantenzähne ausnehmen, aber im Innern hohl sind und dieser Pflanze den Namen Hohlzahn eingetragen haben (s. Abbildung, S. 224, Fig. 5). An den Blüten des allbekannten Löwenmaules (Antirrhinum) und der mit diesen verwandten zahlreichen Arten der Gattung Leinkraut (Linaria; s. Abbildung auf der Tafel bei S. 169) erheben sich von der Unterlippe zwei auffallende Höcker als Anflugsplätze, und es ist hier noch die weitere Einrichtung getroffen, daß diejenigen Insekten, welche als Gäste willkommen sind, durch den Druck, welchen sie beim Anfliegen auf den geschlossenen Rachen der Blüte ausüben, die Unterlippe herabdrücken und ein Öffnen des Rachens veranlassen. Es ist in der That ergötzlich zuzusehen, wenn eine Hummel zu dem Löwenmaule summend heranschwirrt, um sich auf die gelben Höcker der Unterlippe niederzulassen, wie dann der Rachen unter Mitwirkung scharnierartiger Gelenkbildungen an beiden Seiten der Blumenkrone weit aufgesperrt wird und die Hummel mit Blitzesschnelle in der Höhlung der Blume verschwindet, um dort den für sie vorbereiteten Honig zu holen. Bei den Calceolarien ist der Vorgang noch merkwürdiger. Die Hummel setzt sich auf den Rücken der pantoffelförmig ausgehöhlten Unterlippe und bringt es durch geringes Andrücken an die Oberlippe dahin, daß der Rachen weit aufgesperrt wird. Dabei kommt rückwärts ein in der pantoffelförmigen Höhlung bisher versteckter Honigbehälter zum Vorscheine, ein Lappen, der grubig vertieft und reichlich mit Honig gefüllt ist. Dieser Honigbehälter wird thatsächlich der auf die Unterlippe angeflogenen Hummel wie eine gefüllte Schüssel vor den Mund gesetzt. Allerdings nur so lange, als der pantoffelförmige Teil der Unterlippe hinabgedrückt bleibt; sobald die Blüte von der Hummel verlassen wird, schnellt die Unterlippe wieder in die Höhe, die Blüte schließt sich, und der Honigbehälter ist wieder in der Aushöhlung versenkt.

Eine sehr beachtenswerte Einrichtung, welche hier besprochen zu werden verdient, und welche durch die Fig. 3 und 4 in der Abbildung auf S. 223 dargestellt ist, findet man an der Blüte des gelben Lerchenspornes (Corydalis flava). Die Blumenkrone wird bei dieser Pflanze aus vier Blättern gebildet, einem oberen, einem unteren, einem rechten und linken. Die beiden zuletzt genannten sind in der Größe und Form übereinstimmend und schließen ungefähr so zusammen wie zwei hohle Hände. Das untere ist auffallend klein und spatelförmig gestaltet; das obere ist größer als alle übrigen, verlängert sich rückwärts in einen hohlen Sack, in welchem Honig geborgen ist, und erscheint vorn verbreitert und wie eine Hutkrempe aufgestülpt. Unter dem aufgestülpten Teile des oberen Blattes ist der Zugang zum Honig, und dort müssen auch die Insekten, welche Honig gewinnen wollen, einfahren. Um das bewerkstelligen zu können, setzen sich die anfliegenden Tiere auf die seitlichen, wie zwei hohle Hände zusammenschließenden Blätter. Damit aber dieser Anflugsplatz einen guten Halt gewähre, sind wagerecht abstehende Leisten oder Lappen an demselben ausgebildet, welche sich am besten mit Steigbügeln an den Seiten eines Sattels vergleichen lassen. Diese Steigbügel dienen auch wirklich dem angedeuteten Zwecke; denn die anfliegenden Bienen stützen sich auf sie mit ihren Beinen und reiten gewissermaßen auf den beiden zusammenschließenden seitlichen Blumenblättern wie

auf einem Sattel. Obschon erst später auf die weiteren Vorteile, welche mit dieser Einrichtung verbunden sind, die Rede kommen wird, so ist es doch passend, schon hier zu erwähnen, daß durch ein eigentümliches Hebelwerk der Pollen auf die untere Seite des Hinterleibes der aufsitzenden Insekten gestreut wird.

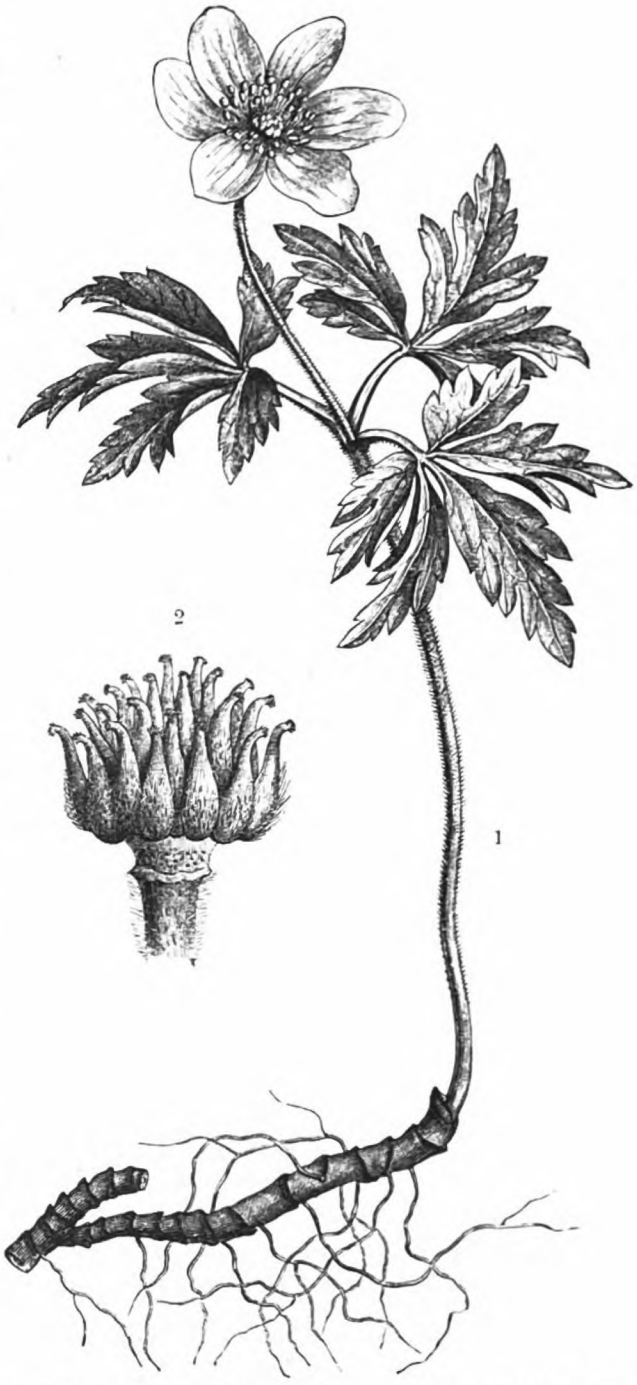
Mit den Lerchensporn blüten haben jene vieler Schmetterlingsblütler eine auffallende äußere Ähnlichkeit, obschon ihrem Aufbaue ein ganz andrer Plan zu Grunde liegt. Da sind nämlich fünf Kronenblätter vorhanden, von welchen die zwei unteren zusammenschließen und das Schiffchen bilden, zwei mittlere, die von den älteren Botanikern mit Flügeln verglichen und auch als solche bezeichnet wurden, und das obere unpaarige, welches an seinem freien verbreiterten Ende als Fahne aufgestülpt ist. Diese Fahne überdeckt den Zugang zu dem im Hintergrunde der Blüte versteckten Honig, und die Insekten, welche diesen Honig erbeuten wollen, müssen sich entweder auf das Schiffchen oder auf die Flügel setzen. An den Blüten der Esparsette (Onobrychis) sind die Flügel sehr klein und unscheinbar, und hier dient das verhältnismäßig große, weit vorgestreckte Schiffchen als Anflugsstange; bei vielen andern dagegen, wie z. B. bei der Kronenwicke (Coronilla), der Walderbse (Orobus), dem Hornklee (Lotus) und dem Besenstrauche (Spartium), wölben sich die beiden Flügel über das Schiffchen, schließen in der Mitte der Blüte zusammen und bilden eine Art Kissen, das einen bequemen, geräumigen Anflugsplatz darstellt.

Alle diese Blüten haben das Eigentümliche, daß ihre Blätter nicht gleichmäßig nach allen Seiten ausgebildet sind. Nur die rechte und linke Blütenhälfte stimmen in Größe und Form miteinander überein, die obere und die untere Hälfte dagegen weichen voneinander ab. Es verhält sich etwa so wie mit dem Antlitze des Menschen, dem Kopfe eines Wirbeltieres und dem Körper eines Insektes, und manche dieser Blüten erinnern ja geradezu an Tierköpfe oder an Schmetterlinge, Fliegen, Spinnen und dergleichen (s. Oncidium Papilio und Stanhopea devoniensis auf der Tafel bei S. 221 und Ophrys cornuta und Galeopsis versicolor in der Abbildung auf S. 223, Fig. 2 und 5). Ich nehme keinen Anstand, dieses bei den Botanikern unter dem Namen Zygomorphismus bekannte Symmetrieverhältnis an den mit der Eingangspforte seitlich gerichteten Blüten mit der Herstellung geeigneter Anflugsplätze für bestimmte Insekten in unmittelbaren Zusammenhang zu bringen.

An den Blüten, deren Eingangspforte nach oben zu gerichtet ist, gleichgültig ob diese als Mündung einer engen Röhre oder als Saum einer flachen Schale erscheint, ist der Zygomorphismus überflüssig, und diese sind auch samt und sonders gleichmäßig nach allen Seiten ausgestaltet. Die Blätter nehmen sich an ihnen aus wie die Speichen eines Rades oder wie die Strahlen, welche von dem Mittelpunkte eines Kreises zur Peripherie verlaufen, und man hat solche Blüten mit Rücksicht auf diesen letzten Vergleich auch aktinomorph genannt.

Solche aktinomorphe, mit ihrer Eingangspforte dem Himmel zugewendete Blüten bieten den anfliegenden Tieren sowohl am Saume als auch im Zentrum geeignete Anflugsplätze. Die Hummeln, welche die aufrechten offenen Blüten der Gentianen (z. B. Gentiana asclepiadea, pannonica, Pneumonanthe, punctata) besuchen, setzen sich zuerst auf den Saum und klettern von dort in die weite Röhre hinab, wo sie mitunter während des Honigsaugens völlig verschwinden. In der Mehrzahl der Fälle aber ist der Saum der Blumenblätter sehr zart und besitzt eine so geringe Tragfähigkeit, daß schwerere anfliegende Insekten, namentlich Käfer, nicht genügenden Halt finden würden, und dann wird regelmäßig die Mitte der Blüte von den heranschwirrenden Insekten vorgezogen. Insbesondere ist es in der Mitte der Blüte die ausgebreitete schildförmige, scheibenförmige oder sternförmige Narbe, welche als trefflicher Anflugsplatz benutzt wird, wie beispielsweise in den Blüten der Tulpen, der Einbeere, der Opuntien, des Mohnes und der

mexikanischen Argemone (Tulipa, Paris, Opuntia, Papaver, Argemone; s. Abbildung, S. 164). Bei den Rosen, Hahnenfüßen und Windröschen sind in der Mitte der aufrechten, dem Himmel zugewendeten Blüten mehrere Stempel zu einem Knopfe oder Büschel vereinigt, wodurch gleichfalls ein brauchbarer Anflugsplatz hergestellt ist (s. nebenstehende Abbildung). Mitunter ist der Griffel, beziehentlich die Narbe gegabelt, und einer der Gabeläste hält eine schräge oder wagerechte Richtung ein, so daß er einer Anflugsstange gleicht, wie man sie an den Nistkasten der Vögel anzubringen pflegt, wofür als Beispiele die Blüten mehrerer Windlinge (z. B. Convolvulus arvensis und Siculus) angeführt werden können. Auch die in der Mitte der aktinomorphen aufrechten Blüten gebüschelten Staubfäden bilden an manchen Blüten, beispielsweise an jenen der Myrten, des Hartheus (Hypericum), der neuholländischen Akazien und verschiedener Malvaceen (wenigstens im ersten Blütenstadium), einen gern benutzten Anflugsplatz.



Hainwindröschen (Anemone nemorosa): 1. Ganze Pflanze in natürlicher Größe. — 2. Die gehäuften Stempel aus der Mitte der Blüte, vergrößert.

Bei den Korbblütlern, Dipsaceen, Proteaceen, Corneen und Doldenpflanzen, ebenso bei vielen Nelken, Baldrianen und Wolfsmilchgewächsen sind zahlreiche kleine Blüten dicht zusammengestellt und zu Büscheln, Köpfchen und Dolden vereinigt, welche den Eindruck einer einzigen großen Blüte machen. Auf solche Blütenstände kommen die Tiere gerade so angeflogen wie auf große Einzelblüten und lassen sich bald am Rande, bald in der Mitte, mitunter auch auf den Hüllblättern nieder, welche bei manchen Arten, wie z. B. bei Cornus florida (s. Abbildung, S. 228), zugleich zu Anlockungsmitteln und Anflugsplatten ausgestaltet sind.

Die Nelken und Skabiosen unsrer Gegenden, deren zu Büscheln oder Köpfchen vereinigte Blüten Honig in ihren Tiefen bergen, werden mit Vorliebe von Faltern, Zygänen und Kleinschmetterlingen, die Blumen der Doldenpflanzen und Wolfsmilchgewächse, deren Honig offen und sichtbar zu Tage liegt, von Fliegen, Wespen und andern kurzrüsseligen Aderflüglern besucht. Zu den Blütenständen der Korbblütler und Proteaceen kommen, entsprechend der Form und Einstellung des ganzen Blütenstandes und je nach der Tiefe, in welcher Honig geborgen und Pollen zu gewinnen ist, die verschiedenartigsten Tiere angerückt. Eine eingehende Schilderung dieser Beziehungen ist aber mit Rücksicht auf den in diesem

Buche gebotenen Raum unthunlich und auch aus dem Grunde nicht unbedingt notwendig, weil zum großen Teile schon Gesagtes wiederholt werden müßte. Nur einer einzigen Pflanze, einer Proteacee, deren Blütenstand eine sehr auffallende Gestalt hat, möge hier noch mit wenigen Worten gedacht sein. Dieselbe heißt Dryandra, ist ein niederer Strauch und bildet einen Bestandteil der unter dem Namen Scrub bekannten Gebüschdickichte Neuhollands. Die Blüten dieser Dryandra sind so gruppiert, daß sie die Umrandung eines Beckens bilden, dessen nach oben gerichtete Weitung 4 cm Durchmesser zeigt. Der Boden dieses Beckens ist



Cornus florida; die zahlreichen kleinen gehäuften Blüten, von vier großen weißen Hüllblättern umgeben, welche zugleich als Anlockungsmittel und Anflugsplatten für die Insekten wirksam sind. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 227.

nur mit Schüppchen besetzt, und es lagern dort Tropfen einer von den angrenzenden Blüten ausgeschiedenen Flüssigkeit, deren Geruch an fette, sauer werdende Sahne erinnert. Um den Rand dieses seltsamen Beckens stehen, Stecknadeln vergleichbar, die starren, etwas einwärts gebogenen Träger der Stempel. Auf den Scheiteln der Stempel ist in der ersten Zeit des Blühens Pollen aufgelagert, späterhin werden dort die Narben ausgebildet und zwar so, daß sie zur Aufnahme fremden, von Tieren herbeigebrachten Pollens geeignet sind. Auf Insekten ist diese Anordnung der Blüten und des Saftes allem Anscheine nach nicht berechnet. Dagegen ist es sehr wahrscheinlich, daß Känguruhs, welche sich in den Gebüschdickichten des neuholländischen Scrubs aufhalten, herankommen, die Schnauze in den beckenförmigen Blütenstand stecken, den in der Tiefe befindlichen Saft auslecken und bei dieser Gelegenheit unabsichtlich das eine Mal die Umgebung des Mundes mit Pollen behaften, das andre Mal wieder den Pollen an die Narben anstreifen. Die Höhe des Buschwerkes aus Dryandra, zusammengehalten mit der Größe der Känguruhs, ebenso die Form und der

Umfang des beckenförmigen Blütenstandes, verglichen mit der Form und Größe der Schnauze der Känguruhs, machen diese Annahme sehr wahrscheinlich.

Die Anordnungen und Vorkehrungen, welche getroffen sind, um die als Gäste der Blüten willkommenen Tiere ohne Zeitverlust, ohne große Anstrengung und zum Vorteile für die bewirtende Pflanze die gesuchte Nahrung gewinnen zu lassen, werden naturgemäß ergänzt durch *Einrichtungen, welche die Aufgabe haben, nachteilige und daher unwillkommene Besucher aus der Tierwelt von den Blüten zu verscheuchen und abzuwehren.* Nachteilig und unwillkommen sind aber alle Tiere, durch deren Besuch die rasche Übertragung des Pollens von Blüte zu Blüte und die Vorteile der dadurch eingeleiteten Kreuzung beeinträchtigt oder verhindert werden. Als unberufene Gäste haben in erster Linie die *kleinen flügellosen Tiere* zu gelten, welche den Weg über die Stammgebilde einschlagen, über die Stengel emporklettern und über die Blumenhülle schreiten müssen, um den Honig und Pollen zu erreichen. Gesetzt den Fall, es würde ein solches auf den Landweg angewiesenes Tier in das Innere einer Blüte gelangt sein, hätte sich dort Pollen angeheftet und würde nun mit diesem beladen die Blütenpforte wieder verlassen: dasselbe müßte, um den Pollen in die Blüte eines andern Stockes bringen zu können, über den Stengel und das Laub der ersten besuchten Pflanze herabklettern, über den Boden hinschreiten, von da an einem zweiten Pflanzenstocke emporklimmen, oben angekommen in die Blüte einkehren und hier den mitgenommenen Pollen an eine Narbe abladen. Abgesehen von dem Zeitverluste, der hiermit verbunden ist, welchen Fährlichkeiten ist bei dieser Übertragung der Pollen ausgesetzt! Wie leicht wird derselbe auf dem Wege an Laubblättern, Stengeln und Haaren abgestreift und geht durch die Einflüsse von Wind und Wetter auf der Reise zu Grunde, und wie unwahrscheinlich ist es auch, daß eine zweite Blüte, zu welcher das flügellose Insekt trotz aller Gefahren der Reise vielleicht noch etwas Pollen von der zuerst besuchten Blüte mitbringt, gerade die zur Aufnahme des Pollens geeignete ist! Wie ganz anders verhält es sich in dieser Beziehung mit den leichtbeschwingten Insekten und mit den flüchtigen Honigvögeln, namentlich den Kolibris! Mit erstaunlicher Schnelligkeit durchmessen sie die Luft, schwirren von Stock zu Stock, kehren binnen einigen Minuten in 2, 3, 4 und noch mehr Blüten ein und können so die volle mitgenommene Ladung von Pollen ganz frisch und in kürzester Frist weithin übertragen. Ohne Zweifel sind daher Honigvögel und geflügelte Insekten die besten Vermittler der Kreuzung und insofern die berufensten Gäste der Blüten. Und dennoch, auch in betreff dieser rasch vermittelnden, auf dem Luftwege ankommenden Besucher ist eine wichtige Beschränkung zu verzeichnen. Was hilft die flinke Übertragung des Pollens von Stock zu Stock, von Blüte zu Blüte, wenn die übertragenen mit Spermatoplasma erfüllten Zellen nicht an der richtigen Stelle abgeladen werden, wenn mit denselben nicht die Narbe belegt wird, auf der sie keimen und Pollenschläuche treiben sollen? Gesetzt den Fall, eine kleine Fliege würde zur Blüte des roten Fingerhutes angeflogen kommen, sich auf den unteren Rand der Blumenkrone setzen und von hier aus zu dem Honig des Blütengrundes vordringen, ohne dabei die unter der Oberlippe der Blumenkrone geborgene Narbe und die pollenbeladenen Antheren zu streifen. Wir wollen auch annehmen, der Fliege sei der Honig nicht verwehrt gewesen, sie habe sich an demselben gütlich gethan und verlasse nun die Blüte auf demselben Wege, auf welchem sie Einkehr gehalten. Welchen Vorteil hätte die betreffende Pflanze von dem Besuche eines solchen Gastes? Keinen. Ja es würde sich noch der Nachteil ergeben, daß nun der süße Saft, das wichtigste aller Anlockungsmittel, der Blüte fehlt, und daß fürderhin auch jene Insekten, welche zufolge ihres größern Körperausmaßes bei der Einfahrt in die Fingerhutblüte unvermeidlich die Narbe und die pollenbedeckten Antheren zu streifen gezwungen sind, ausbleiben. Durch die Zulassung von Fliegen mit geringem Körperausmaße würde demnach die Übertragung des Pollens von

einer Fingerhutblüte zur anderen und somit die Kreuzung, welche das Ziel all dieser wunderbaren Einrichtungen ist, nicht erreicht werden. Daraus erklärt es sich aber, daß nicht alle Tiere, welche auf dem Luftwege zu den Blüten heranschwirren, als willkommene Besucher zu gelten haben, daß es unter ihnen auch unwillkommene Gäste gibt, und daß insbesondere jenen anfliegenden Insekten und Vögeln, welche zufolge ihrer Gestalt und ihres Körperausmaßes die Kreuzung verschiedener Blüten einzuleiten nicht im stande sein würden, der Zutritt zum Honig verwehrt ist.

Es fehlt auch nicht an Blüten, welche der Gestalt großer und kleiner Insekten zugleich angemessen sind. An der Pforte derselben finden sich besondere Falten, Wülste, Wälle, Gitter, Reusen und Haardickichte, welche den Zugang zwar verengern, beschränken und erschweren, aber nicht vollständig verhindern. Größere kräftige Tiere werden durch die am Eingange aufgeworfenen Wälle, eingeschalteten Falten und vorgeschobenen Gitter nicht beirrt; denn es genügt ein mäßiger Druck, um die Unebenheiten auszugleichen, die Stäbe des Gitters umzubiegen, mit dem Rüssel die weichen Haardickichte zu durchdringen und so die Eingangspforte zu erweitern; kleine schwächere Insekten aber sind angewiesen, die Falten, Wälle und Gitter, welche sie nicht verschieben können, zu überklettern und zu umgehen. Gerade darin liegt aber auch die Bedeutung zahlreicher an der Eingangspforte aufgeworfener Barrikaden. Indem nämlich die kleinen Tiere über sie hinüberzukommen oder ihnen auszuweichen suchen, nähern sie sich so sehr den pollenbedeckten Antheren, beziehentlich den Narben, daß eine Berührung mit denselben unvermeidlich ist. Mittelbar werden also durch diese merkwürdigen Gebilde an der Pforte der Blüten die kleinen Insekten auf den Weg zum Honig hingelenkt und hingewiesen, und in diesem Sinne könnte man sie auch als Wegweiser bezeichnen.

Eine eingehendere Würdigung wird diesen zu teil werden, wenn die Vorgänge bei dem Beladen der blütenbesuchenden Tiere mit Pollen zur Verhandlung kommen. Aber auch hier ist die Besprechung derselben nicht ganz zu umgehen. Es würde schwer halten, die Vorrichtungen, durch welche angeflogene Tiere gezwungen werden, einen bestimmten Weg in das Innere der Blüten einzuschlagen, von denjenigen zu scheiden, welche einen unüberwindlichen Schutzwall gegen unberufene Besucher bilden. Dasselbe gilt auch im Hinblicke auf die Unterscheidung der Schutzmittel in solche, welche gegen die flügellosen, und solche, welche gegen die geflügelten Insekten errichtet sind. Auch diese lassen sich in manchen Fällen nicht streng auseinander halten, und wenn dennoch im nachfolgenden eine Gruppierung und Einteilung derselben vorgenommen wird, so geschieht das nur in der Überzeugung, daß hier sowie in vielen andern ähnlichen Fällen das Verständnis wesentlich gefördert wird, wenn man bei Behandlung des Stoffes eine gewisse Einseitigkeit walten läßt.

Zunächst sollen nun die Einrichtungen, welche als Schutzmittel der Blüten gegen die nachteilige Ausbeutung durch flügellose, vom Boden her aufkriechende Tiere zu gelten haben, geschildert werden. Unter diesen ist eine der merkwürdigsten der mittelbare Schutz des in den Blüten erzeugten Honigs durch den in der Region der Laubblätter ausgeschiedenen Honig, wie er an mehreren Balsaminen, namentlich an der im Himalaja heimischen Impatiens tricornis, beobachtet wird. An dieser Pflanze sind die an der Basis eines jeden Laubblattes stehenden zwei Nebenblättchen in Drüsen umgewandelt. Eine dieser Drüsen ist sehr klein und verkümmert, die andern dagegen auffallend stark entwickelt. Die letztere hatte die Gestalt einer fleischigen, nach oben schwach, nach unten stark gewölbten Scheibe, ist zum Teile der Basis des Laubblattes, zum Teile der Oberhaut des Stengels angewachsen und so gestellt, daß alle Insekten, welche von untenher am Stengel heraufkommen, unvermeidlich an ihr vorüber müssen. Der in dem Gewebe dieser Scheibe gebildete und ausgeschiedene Honig sammelt sich am Scheitel der halbkugeligen nach unten

gewendeten Wulstung dieser Scheibe in Tropfenform an. Auf diese Weise ist den Insekten, welche vom Boden her über den Stengel zu den honigreichen Blüten gelangen wollten, an der Basis eines jeden Laubblattes ein großer Honigtropfen in den Weg gestellt, und sie finden das, was ihnen in den Blüten so begehrenswert erscheint, in reichlicher Menge und viel bequemer und näher schon in der Region der Laubblätter. Die Insekten, namentlich die nach süßen Säften so begierig fahndenden Ameisen, sind auch nicht spröde, sondern greifen eifrig zu, lassen sich den hier angebotenen Honig munden und bemühen sich nicht weiter aufwärts zu den Blüten. Thatsächlich findet man auch in den Blüten der Impatiens tricornis niemals Ameisen, während die am Wege zu den Blüten eingeschalteten Nebenblätter von ihnen förmlich belagert sind. In den Blüten wären diese kleinen Tiere sehr unwillkommene Gäste, indem sie dort zu dem honigführenden ausgesackten Kronenblatte im Hintergrunde der Blume gelängen, ohne Pollen und Narbe zu streifen. Und nicht genug, daß sie dort den Honig rauben könnten, ohne eine Kreuzung zu vermitteln, würden sie auch die geflügelten Insekten vertreiben, für welche dieser Honig vorbereitet ist, für jene nämlich, welche beim Saugen des Honigs aus dem ausgesackten Blumenblatte an die Antheren streifen, sich den Kopf mit Pollen bekleben und diesen dann in andern Blüten wieder auf die Narben bringen. Man ist auf Grund dieser Beobachtung vollauf berechtigt, diese *Ablenkung der unwillkommenen Gäste als ein Schutzmittel des Blütenhonigs, beziehentlich der Blüten* anzusehen, wenn auch nicht als ein unmittelbares, so doch gewiß als ein mittelbares, ebenso wie man auch im Leben der Menschen die Ablenkung der Begierde nach einem bestimmten Gegenstande als Schutz dieses Gegenstandes betrachtet.

Die Honigabsonderung an den Nebenblättchen, durch welche die Ablenkung der nach süßen Säften so lüsternen Ameisen von den Blüten erfolgt, beginnt bei Impatiens tricornis immer erst, wenn diese Pflanze ihre Blütenknospen öffnet. Es verdient das hier ganz besonders hervorgehoben zu werden, weil man auf die Mutmaßung verfallen ist, daß der Honig aus den Nebenblättchen die Aufgabe habe, mittelbar die grünen Laubblätter vor den gefräßigen Raupen, Schnecken, Käfern ꝛc. zu schützen. Man hat nämlich an mehreren, zumal tropischen, Pflanzen die merkwürdige Beobachtung gemacht, daß sie mit gewissen kleinen, sehr bissigen Ameisen in einem genossenschaftlichen Verbande leben. Die Pflanzen bieten den Ameisen in besonderen Aushöhlungen Unterstand und geben ihnen durch Ausscheidung von zuckerhaltigen und eiweißartigen Substanzen auch Nahrung; die Ameisen dagegen schützen das Laub gegen die Angriffe der gefräßigen Tiere. Sobald sich der Pflanze, welche den Ameisen Unterstand gibt und sie mit Nahrung versieht, einer der genannten Angreifer des Laubes nähert, setzen sich die Ameisen wie die Besatzung einer Festung zur Wehre und wissen durch ihre Bisse und durch das Ausspritzen von Ameisensäure die Angreifer zu verscheuchen. Auf diese Weise wird z. B. das Laub von Acacia spadicigera und sphaerocephala, Cecropia peltata, Clerodendron fistulosum, Rosa Banksiae und mehrerer anderer Gewächse, für welche man den Namen *myrmekophile Pflanzen* eingeführt hat, gegen laubfressende Tiere verteidigt, und es wird sich am Schlusse des Kapitels die Gelegenheit ergeben, auch einen Fall zu besprechen, in welchem die Blütenknospen einiger Korbblütler durch Ameisen gegen gefräßige anfliegende Käfer geschützt werden. Für das Laub der Impatiens tricornis bilden aber die Ameisen keine Schutzwehr; zur Zeit der Laubentwickelung ist überhaupt noch kein Honig ausgeschieden und daher auch keine einzige Ameise an der genannten Pflanze zu sehen, und auch später, wenn einmal die Laubblätter ausgewachsen sind und an den scheibenförmigen gedunsenen Nebenblättchen große Honigtropfen hängen, werden die bei diesem leckern Mahle sitzenden Ameisen durch die Berührung der benachbarten Blattspreiten nicht beirrt und setzen sich auch dann, wenn man etwa die Blattspitze abkneipt, nicht zur Wehre.

An das einzige bisher bekannt gewordene Schutzmittel der Blüten gegen flügellose Ameisen durch Ablenkung mittels des Honigs in der Region der Laubblätter reihen sich nun mehrere Vorkehrungen und Einrichtungen, welche als unmittelbare Schutzmittel gegen die vom Boden her zu den Blüten ankriechenden Tiere zu gelten haben. Der flüchtigste Blick auf dieselben offenbart eine merkwürdige Ähnlichkeit mit jenen Vorrichtungen, welche von den Gärtnern in Anwendung gebracht werden, wenn sie die Gewächse ihrer Treibhäuser und die Bäumchen ihrer Baumschulen gegen Raupen, Schnecken, Asseln, Ohrwürmer und anderes Ungeziefer schützen wollen. Um insbesondere das Aufkriechen dieser kleinen zudringlichen Gäste aus der Tierwelt von den in Gewächshäusern gezogenen Pflanzen hintanzuhalten, stellen die Gärtner jene Töpfe, in welchen die schutzbedürftigen Pflanzen enthalten sind, auf leere umgestürzte Gefäße, welche wieder in einem mit Wasser gefüllten Becken so angebracht werden, daß sie ungefähr um eines Daumens Breite über den Wasserspiegel emporragen. Die zu schützenden Pflanzen sind auf diese Weise wie auf eine Insel gestellt, und es wird dadurch die Belästigung derselben von seiten der oben genannten das Wasser scheuenden flügellosen Tiere vollständig beseitigt. In den Baumschulen hinwiederum suchen die Gärtner ihre Bäumchen gegen das ankriechende Ungeziefer dadurch zu schützen, daß sie den Stamm unterhalb der Krone mit einem klebrigen Lappen umgürten oder die Borke an den gefährlichsten Zugängen mit Vogelleim oder irgend einem andern klebrigen Stoffe beschmieren, an welchem die Tiere haften bleiben, wenn sie unvorsichtig genug sind, die klebrigen Ringwälle zu beschreiten. Gegen das Aufkriechen von Raupen, Schnecken und andern mit weicher Oberhaut versehenen Tieren wird auch ein die Stämmchen umgürtender Kranz aus Stacheln und Dornen mit Vorteil in Anwendung gebracht.

Vergleicht man nun diese von den Gärtnern ausgesonnenen Schutzwehren mit jenen Einrichtungen, welche an den wild wachsenden Pflanzen von selbst ausgebildet sind, um die Blüten und zwar insbesondere den Pollen und den Honig in denselben gegen unvorteilhafte Angriffe von seiten aufkriechender Tiere zu verteidigen, so zeigen sie, wie schon bemerkt, eine überraschende Ähnlichkeit. Absperrung mittels Wasser, Behinderung des Zuganges durch Klebestoffe, Ringe und Säume aus stechenden, den anlaufenden oder herankriechenden Tieren entgegenstarrenden Dornen und Stacheln, das sind im wesentlichen die Schutzmittel, durch welche auch von den Blüten der wild wachsenden Pflanzen die nach Honig und Pollen lüsternen, ihren Weg über den Boden, die Stengel und Blütenstiele nehmenden Tiere abgehalten werden.

Was insbesondere die Isolierung durch Wasser anbelangt, so kommt dieselbe den Blüten unzähliger Sumpf- und Wasserpflanzen zu statten. Die Blüten der Seerosen, für welche die auf der Tafel bei S. 181 dargestellte Victoria regia des Amazonenstromes als Vorbild gelten kann, ebenso die Blüten und Blütenstände der Wasserviole (Butomus), des Pfeilkrautes (Sagittaria), des Froschlöffels (Alisma), der Wasserfeder (Hottonia), des Wasserschlauches (Utricularia), der Sumpfblume (Villarsia), des Froschbisses (Hydrocharis), der Wasserschere (Stratiotes) und noch zahlreicher andrer könnten nicht besser gegen die ankriechenden nach Honig und Pollen oder auch nach dem saftreichen Gewebe der Blumenblätter fahndenden Tiere geschützt sein, als dadurch, daß ihre Stengel und Stiele von Wasser rings umgeben sind. Fliegen und Käfer, welche auf dem Luftwege herbeikommen, um Honig zu lecken und Pollen zu fressen, sind gern gesehene Gäste und vermitteln auch thatsächlich bei allen den genannten Pflanzen unzählige Kreuzungen, die flügellosen Insekten, Schnecken und Asseln ꝛc. sind aber durch das Wasser zurückgehalten. In ähnlicher Weise wirken auch die Wasseransammlungen in den zusammengewachsenen Blattscheiden der Kardendistel (Dipsacus) und des amerikanischen Silphium perfoliatum, welche in Band I, S. 221 besprochen und abgebildet sind, desgleichen die Wasseransammlungen in den

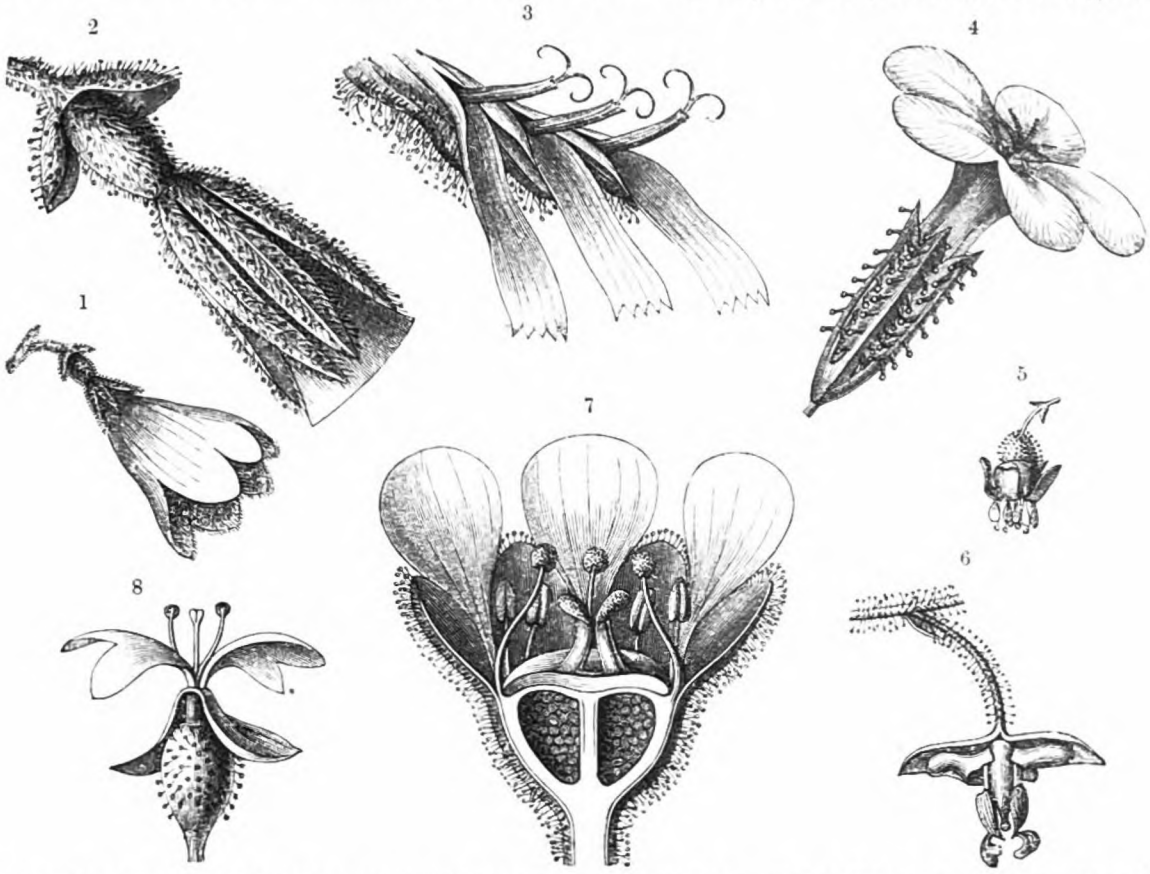
trichterförmig geſtalteten Scheiden der roſettenförmig gruppierten Blätter vieler Bromeliaceen (Aechmea, Billbergia, Lamprococcus, Tillandsia ꝛc.), wobei aber nicht überſehen werden darf, daß den betreffenden Pflanzen durch die mit Waſſer erfüllten Becken und Trichter auch noch andre Vorteile erwachſen (ſ. Band I, S. 223).

Noch viel häufiger als durch Waſſer kommt die Behinderung des Zuganges zu den Blüten durch Klebeſtoffe zum Ausdrucke. Gewöhnlich iſt der von den Pflanzen ausgebildete und an den Zugängen von der Landſeite her zu Tage tretende Klebeſtoff eine dem Vogelleime ähnliche Subſtanz, deren chemiſche Zuſammenſetzung noch nicht genauer ermittelt iſt, bisweilen iſt es ein dem arabiſchen Gummi oder Kirſchgummi nahe verwandter Körper, und mitunter ſind es harzige Stoffe oder Gemenge aus Harz und Schleim, die man mit dem Namen Blaſtocolla belegt hat. Am ſeltenſten iſt es Milchſaft, welcher aus den brüchigen Wänden des Zellgewebes leicht hervorquillt, an der Luft raſch erhärtet und ſo zu einem Klebemittel wird. Das letztere wird insbeſondere an den Asklepiadeen und an vielen Arten der Gattung Lattich (z. B. Lactuca angustana, sativa, Scariola) beobachtet. Die kleinen oberſten Laubblätter, die Köpfchenſtiele und die wie Dachziegel zuſammengeſtellten Blättchen, welche die Hülle der honigführenden Blüten dieſer Pflanzen bilden, ſtrotzen von Milchſaft, ſind prall und glatt, und nichts hält die flügelloſen kleinen Tiere, namentlich die Ameiſen, ab, vom Boden her emporkletternd die Höhenſtufe der Blütenköpfchen zu erreichen. Sobald ſie aber dort angelangt ſind und, in der Richtung der Blüten fortſchreitend, die prallen Zellenſchichten der Oberhaut berühren, ſo durchſchneiden ſie mit den endſtändigen Krallen ihrer Füße die Wände der Zellen, und ſofort quillt aus den gebildeten feinen Riſſen Milchſaft hervor. Nicht nur die Füße, ſondern auch der Hinterleib ſind alsbald mit dem weißen Milchſafte beſudelt, und wenn die wehrhaften Ameiſen mit den Kiefern in das Gewebe beißen, was regelmäßig geſchieht, ſo werden auch die Freßwerkzeuge mit Milchſaft ganz überzogen. Die Ameiſen werden dadurch in ihren Bewegungen ſchwerfälliger; der Milchſaft iſt ihnen läſtig, ſie ſuchen ſich von demſelben zu befreien, ziehen die Füße durch die Mundwerkzeuge und bemühen ſich, auch den Hinterleib, wenn er mit Milchſaft beſtrichen wurde, zu reinigen. Aber infolge der Bewegungen, welche mit dieſen Reinigungsverſuchen verbunden ſind, entſtehen immer wieder neue Riſſe in der Epidermis, und es quillt neuerdings Milchſaft hervor, welcher den Zuſtand der Ameiſen nur noch ungünſtiger macht. Manche dieſer Tiere ſuchen ſich zwar dadurch zu retten, daß ſie ſo raſch wie möglich dem Rande der oberſten Blätter zueilen und ſich auf die Erde hinabfallen laſſen, für die meiſten iſt aber dieſe Rettung nicht mehr möglich; der Milchſaft erhärtet nämlich an der Luft in kurzer Zeit zu einer braunen zähen Maſſe, und alle Anſtrengungen der Ameiſen, ſich dieſes Klebemittels zu entledigen, ſind fruchtlos; die Tiere bewegen ſich immer ſpärlicher und ſchwächer und erſcheinen ſchließlich an den Hüllblättchen oder den oberſten Stengelteilen regungslos als Leichen angekittet.

Die andern erwähnten Klebeſtoffe entſtehen auf zweifache Weiſe. Entweder bilden für ſie beſtimmte Zellen der ebenen Oberhaut des Stengels den Ausgangspunkt, oder es erheben ſich über die Oberhaut beſondere, aus ihren endſtändigen Zellen klebrige Stoffe ausſcheidende Gebilde, welche unter den Namen Drüſen, Drüſenhaare, Stieldrüſen und dergleichen bekannt ſind. Im erſten Falle hebt ſich von den Zellen der ebenen Oberhaut die Cuticula ab, und es wird in die dadurch entſtehenden Klüfte ein Teil des klebrigen Zellinhaltes ausgeſchieden. Allgemach wird die Cuticula blaſenförmig emporgetrieben, bis ſie ſchließlich platzt und den klebrigen Stoff hervorquellen läßt. Die betreffenden Stellen des Stengels und der Blütenſtiele ſehen dann gerade ſo aus, als hätte man ſie mit dem Klebeſtoffe beſtrichen, und machen den Eindruck von Leimſpindeln. Im zweiten Falle gelangt die klebende Subſtanz durch Diffuſion an die Außenfläche

jener Zellen, welche man Drüſenzellen nennt. Mitunter erfolgt die Befreiung des klebrigen Zellinhaltes auch dadurch, daß die ungemein zarte Haut der Drüſenzellen bei geringem Drucke birſt, wobei dann der Klebeſtoff auf den drückenden Körper übergeht und ihm anhaftet.

Am häufigſten trifft man die als Schutzmittel der Blüten gegen ankriechende Tiere ausgebildeten Klebeſtoffe an den Blütenſtielen und an den Spindeln der Blütenſtände. Hier treten ſie ſo auffallend hervor, daß die Erſcheinung ſelbſt dem flüchtigſten Beobachter nicht entgehen kann. Mehrere Pflanzen führen ſogar im Volksmunde Namen, welche auf die Klebrigkeit der Stengel und auf die Ähnlichkeit derſelben mit Leimſpindeln

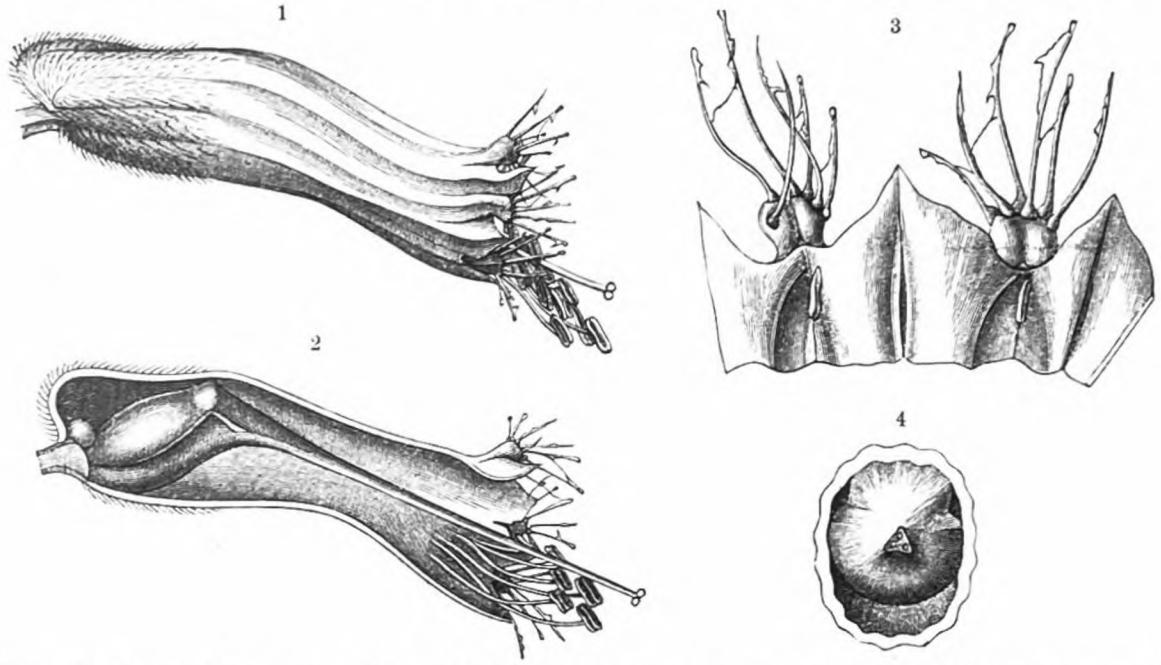


Klebrige Drüſen als Schutzmittel der Blüten gegen aufkriechende kleine Tiere: 1. Blüte der Linnaea borealis. — 2. Kelch, unterſtändiger Fruchtknoten und Deckblätter derſelben Pflanze. — 3. Drei Zungenblüten aus dem Köpfchen der Crepis paludosa mit den darunter ſtehenden drüſigen Schuppen der Hülle. — 4. Blüte der Plumbago europaea; die Kanten des Kelches mit geſtielten klebrigen Drüſen beſetzt. — 5. Blüte der Ribes Grossularia; die klebrigen geſtielten Drüſen an dem unterſtändigen Fruchtknoten. — 6. Blüte des Epimedium alpinum; die geſtielten klebrigen Drüſen an den Blütenſtielen. — 7. Blüte der Saxifraga controversa; der vordere Teil derſelben weggeſchnitten; die klebrigen geſtielten Drüſen am Blütenſtiele und an der äußern Seite des Kelches. — 8. Blüte der Circaea alpina; der unterſtändige Fruchtknoten mit klebrigen Stieldrüſen beſetzt. — Fig. 5 in natürlicher Größe; die andern Figuren 2—10fach vergrößert. Vgl. Text, S. 235.

hinweiſen, wie beiſpielsweiſe das Leimkraut (Silene) und die Pechnelke oder Picknelke (Lychnis Viscaria). Auch die Botaniker früherer Zeiten haben viele Pflanzen mit Rückſicht auf ihre an Leimſpindeln erinnernden Stengel ſowie im Hinblicke auf die Thatſache, daß an dieſen Stengeln ſo häufig kleine Tiere kleben bleiben, benannt, wie die Namen Silene muscipula, Roridula muscipula und die Bezeichnungen viscidus, viscosus, viscosissimus, glutinosus ꝛc. zeigen, welche insbeſondere in den Familien der Skrofularineen, Lippenblütler, Alſineen und nelkenartigen Gewächſe ſowie bei den Gattungen Ledum, Cistus, Linum, Aquilegia und Robinia oftmals wiederkehren. An den nelkenartigen Gewächſen aus der Gattung Dianthus, Lychnis und Silene, an welchen leimſpindelartige Stengel beſonders häufig angetroffen werden, iſt auch ſehr hübſch zu ſehen, daß die klebrige Schicht wirklich die Aufgabe hat, die Blüten gegen die Angriffe aufkriechender Tiere zu

ſchützen. Der untere Teil des Stengels, welcher keine Blüten trägt, iſt bei dieſen Pflanzen (z. B. bei Dianthus viscidus, Lychnis Viscaria, Silene muscipula) grün und zeigt keine Spur des rotbraunen klebenden Überzuges; dieſer beginnt immer erſt unter jenem Blattpaare, aus deſſen Achſeln blütentragende Zweiglein hervorgehen. Auch iſt an der Spindel des Blütenſtandes jedes Glied nur an der oberen Hälfte, alſo nur in der unmittelbarſten Nähe der Blüten, als Leimſpindel ausgebildet (ſ. Abbildung, S. 150).

Noch häufiger als der Überzug aus klebrigen, den Riſſen der geplatzten Cuticula entquollenen Stoffen iſt die Bekleidung der Blütenſtiele mit Drüſen und Drüſenhaaren, welche ſich ſchmierig anfühlen, und an welchen die kleinen Tiere bei der leiſeſten Berührung kleben bleiben. Als Beiſpiel der vielen hierher gehörigen Pflanzen möge nur die auf S. 234, Fig. 6



Klebrige Borſten am Saume des Kelches als Schutzmittel der Blüten gegen kleine aufkriechende Tiere: 1. Blüte der Cuphea micropetala. — 2. Längsſchnitt durch dieſelbe Blüte. — 3. Querſchnitt durch dieſelbe Blüte, in der Höhe der Baſis des Griffels. — 4. Ein Stück des Blumenſaumes derſelben Pflanze, mit den von rundlichen Knöpfen ausſtrahlenden klebrigen Borſten. — Fig 1, 2, 3: 2fach; Fig. 4: 8fach vergrößert. Vgl. Text, S. 236.

abgebildete Sockenblume (Epimedium alpinum) hervorgehoben werden. An den Hüllſchuppen der Blütenköpfchen und Blütenbüſchel ſowie an den Kelchen und unterſtändigen Fruchtknoten findet man klebrige und ſchmierige Überzüge an der Gattung Grindelia und Clandestina, Drüſenhaare und Stieldrüſen insbeſondere an Linnaea, Crepis, Ribes, Circaea, Saxifraga und Plumbago, für welche auf S. 234 mehrere Arten als Beiſpiele zur Anſchauung gebracht ſind (Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 7 und 8).

Eine hierher gehörige ſeltſame Ausbildung zeigt auch die obenſtehend abgebildete Cuphea micropetala. Wie aus Fig. 3 dieſer Abbildung zu erſehen iſt, ſind hier die Kronenblätter zu winzigen lanzettlichen Blättchen verkümmert, welche der Kelchröhre am oberen Ende niſchenförmiger Vertiefungen eingefügt ſind. Der Kelch iſt bunt gefärbt, röhrenförmig, 22—28 mm lang und 6—7 mm breit, an der Baſis, hinter dem Fruchtknoten, ausgeſackt und ſondert von der Innenfläche dieſer Ausſackung reichlich Honig ab. Der ſchräg geſtellte Fruchtknoten iſt verhältnismäßig groß und zeigt dort, wo er in den Griffel übergeht, nach oben zu einen Wulſt, der dicht an die obere Wand der Kelchröhre anſchließt (Fig. 2). Da auch die beiden Seitenwände des Fruchtknotens der Kelchröhre dicht anliegen, ſo iſt der Honig in der Ausſackung des Kelches wie durch einen Pfropf abgeſperrt. Es findet ſich aber an dem Fruchtknoten, wie an Fig. 4 der obenſtehenden Abbildung zu ſehen iſt, rechts und links je eine

nach vorn trichterförmig erweiterte Furche, und es entstehen auf diese Weise zwei 0,5 mm weite Kanäle, welche zu der hinter dem Fruchtknoten angebrachten, mit Honig gefüllten Höhle führen und auch selbst mit dem aus der Höhle zufließenden Honig größtenteils erfüllt sind. Anfliegende Insekten, welche Honig gewinnen wollen, und welche durch ihren Besuch vorteilhafte Kreuzungen der Blüten veranlassen, müssen ihren Rüssel in diese Kanäle einführen. Daß es ihnen hierbei sehr unwillkommen wäre, die Mündung der Kanäle von Honig leckenden Ameisen belagert und so den Zugang behindert zu finden, ist natürlich, und es wäre insofern für diese Pflanze ein Nachteil, wenn der Honig ihrer Blüten auch flügellosen aufkriechenden Ameisen zugänglich sein würde. Und dennoch muß gerade der Honig der Cuphea micropetala für die Ameisen eine besondere Anziehungskraft haben, da sich so viele Opfer dieser doch sonst in betreff des Betretens der Klebestoffe äußerst vorsichtigen Tiere an der genannten Pflanze finden. Die Kelchröhre ist zudem so weit, daß die meisten kleineren Arten der Ameisen zu der Mündung der honigführenden Kanäle an den Seitenwänden des Fruchtknotens leicht gelangen könnten. Es wird aber hier der Zugang zu dem Innenraume der Blüte durch ganz eigentümliche Vorrichtungen sowohl den Ameisen als auch allen andern ankriechenden Insekten unmöglich gemacht. Über den verkümmerten Blättchen der Krone erheben sich nämlich am Saume des Kelches knopfförmige Gebilde, deren jedes 4—6 spreizende, reichlich Klebestoff ausscheidende, am besten mit Leimspindeln zu vergleichende Borsten aufsitzen hat (s. S. 235, Fig. 1, 2 u. 3). Diese Leimspindeln bilden zusammengenommen eine Reuse, welche den Saum der Kelchröhre krönt, und welche keine flügellose, von der Basis des Kelches her ankriechende Ameise betreten kann, ohne unrettbar verloren zu sein. Anfliegende Tiere dagegen, welche sich vor der Blüte beim Saugen des Honigs schwebend erhalten, sowie auch solche kleinere anfliegende Tiere, welche etwa die über den Saum des Kelches hinausragenden Pollenblätter sowie den Griffel als Anflugsstange benutzen, werden durch die vom Kelchsaume etwas schräg nach auswärts abstehenden Leimspindeln nicht beirrt, und diese Gäste sind dann auch den Blüten der Cuphea micropetala in hohem Grade willkommen.

Es gibt auch Pflanzen, welche nicht nur an Kelchen, Hüllblättern und Blütenstielen, sondern auch an den Stengelblättern, ja selbst an den rosettenförmig gruppierten grundständigen Blättern mit klebrigen Haaren und Stieldrüsen besetzt oder mit leimartigen Überzügen versehen sind, wie namentlich verschiedene Primeln (Primula glutinosa, viscosa, villosa), Steinbreche (Saxifraga controversa und tridactylites), Crassulaceen (Sedum villosum, Sempervivum montanum) und verschiedene Steppengewächse (Cleome ornithopodioides, Bouchea coluteoides 2c.). Daß diese Pflanzen durch ihre klebrigen Überzüge gegen nachteilige flügellose Besucher der Blüten geschützt werden, unterliegt keinem Zweifel. Man wird auch durch den Augenschein belehrt, daß nicht selten kleine Tiere, welche unvorsichtig genug waren, den gefährlichen zu den Blüten führenden Weg über die Blätter und Stengel zu betreten, kleben bleiben und zu Grunde gehen. Bei manchen derselben dürfte aber auch noch in Betracht kommen, daß die Leichen der angeklebten kleinen Insekten den betreffenden Pflanzen einen Zuschuß zu ihrer Nahrung liefern, und daß sich die sogenannten Drüsenhaare dieser Gewächse ähnlich verhalten wie die analogen Gebilde an den Blättern des im I. Bande auf S. 143 abgebildeten Drosophyllum lusitanicum und der auf Seite 130—137 behandelten Arten des Sonnentaues und Fettkrautes (s. Band I, S. 144—145).

Es ist hier auch der geeignetste Platz, auf die wachsartigen Überzüge an den Blütenstielen und blütentragenden Zweigen hinzuweisen, welche zwar der Mehrzahl nach andern Zwecken dienen, bei gewissen Pflanzen aber auch als Schutzmittel gegen die zu den Blüten aufkriechenden, nach Honig verlangenden kleinen Insekten eine Rolle spielen. Für den Wachsüberzug, welcher als bläulicher Reif die mit Blütenkätzchen besetzten Zweige

der Lorbeerweide (Salix daphnoides) und der kaspischen Weide (Salix pruinosa) bedeckt, ist wenigstens diese Rolle über allen Zweifel erhaben. Für die genannten Weiden, welche als zweihäusige Gewächse in betreff der Übertragung des Pollens geradezu auf die rasch fliegenden Bienen angewiesen sind, ist es von größter Wichtigkeit, daß ihr Honig nur diesen Tieren erhalten bleibe und nicht in nutzloser Weise anderweitig verbraucht werde. Flügellose Ameisen sind als nutzlos von dem Genusse des Honigs ausgeschlossen. Wenn dennoch diese Tiere, von den honigreichen, duftenden und weithin wahrnehmbaren Blütenkätzchen angezogen, über die Stämme und Zweige der genannten Weiden emporklettern, so gelangen sie unterhalb der Blütenkätzchen auf die mit Wachs überzogenen Stellen. In ihrer Begierde, den so nahen Honig zu gewinnen, suchen sie auch diese Stellen zu überschreiten, glitschen aber regelmäßig aus und büßen ihren Versuch, zu dem gewitterten süßen Safte zu kommen, mit einem mehrere Meter hohen Sturze auf die Erde.

Obschon bestimmte Beobachtungen nicht vorliegen, ist es doch wahrscheinlich, daß sich auch an Melianthus, Dentaria, Sanguinaria, Fritillaria und verschiedenen andern Pflanzen, deren langgestreckte, infolge des Wachsüberzuges schlüpfrige Stengel und Zweige honigreiche Blüten tragen, Angriff und Abwehr in ähnlicher Weise abspielen.

Durch die mit Wachs und klebrigen Stoffen belegten Zugänge werden vor der Pforte der Blüten insbesondere jene aufkriechenden Insekten zurückgehalten, welche eine ziemlich feste Chitinhülle haben, und unter diesen wieder vorzugsweise die nach süßen Säften so begierigen flügellosen Ameisen. Eine geringere Sicherheit gewähren diese Stoffe gegen Schnecken. Diese Tiere scheuen die Klebestoffe nicht sonderlich. Sie wissen die gefährlichen Stellen dadurch zu überschreiten, daß sie dort Schleim ausscheiden, welcher das Ankleben verhindert. Dagegen sind die Schnecken, wie überhaupt alle Tiere mit weicher Oberhaut, gegen Dornen, Stacheln und steife Borsten sehr empfindlich, und während es den Ameisen gelingt, über die stachligen Laubblätter und über die mit scharfen Spitzen bewehrten Hüllen der Distelköpfe ohne Schaden hinüberzukommen, machen die Tiere mit weichem Körper an solchen Stellen Halt und suchen jede Berührung mit den stechenden Gebilden zu vermeiden. Gegen diese Tiere gibt es keinen bessern Schutz als *Stacheln, spitze Zähne und starre, stechende Borsten, welche den Weg besetzen, der zu den Blüten hinführt.* Nur ist zu bemerken, daß die weichen Tiere, namentlich Schnecken und Raupen, weder Honig noch Pollen aufsuchen, sondern den Blüten dadurch gefährlich werden, daß sie die ganzen Blumenblätter, Pollenblätter und Fruchtblätter verzehren. Insofern fällt aber die Bedeutung der Stacheln als Schutzmittel der Blüten mit jener als Schutzmittel der Laubblätter teilweise zusammen, und es kann deshalb auf die Schilderung verwiesen werden, welche im I. Bande, S. 399 gegeben wurde. Nur zwei Dinge verdienen in betreff dieser Schutzwehren noch hervorgehoben zu werden, erstens daß in allen jenen Fällen, wo nicht nur das Laub, sondern auch die Blüten gegen aufkriechende Tiere geschützt werden sollen, die Zahl der stachelförmigen Gebilde desto mehr zunimmt, je näher zu den Blüten die betreffende Stelle der Pflanze gelegen ist, und zweitens, daß in sehr vielen Fällen die um die Blüten herumstehenden Stacheln nicht nur als Schutzmittel gegen unberufene Gäste, sondern gleichzeitig auch als Wegweiser zu gelten haben, durch welche anfliegende honigsuchende Tiere veranlaßt werden, in den Blüten dort einzukehren, wo sie sich Pollen aufladen oder den von andern Blüten mitgebrachten Pollen an die Narbe anstreifen müssen.

Die letztere Bemerkung bezieht sich insbesondere auf *die aus zahlreichen, dicht zusammengedrängten Deckblättern gebildeten Hüllen der Blüten*, welche von den Insekten überschritten werden müssen, wenn der mit Honig gedeckte Tisch erreicht werden soll. Die kleinen, zu Köpfchen und Büscheln vereinigten Blüten der Korbblütler, Skabiosen und Nelken sind bekanntlich sehr reich an Honig. In vielen derselben reicht er über die Röhre

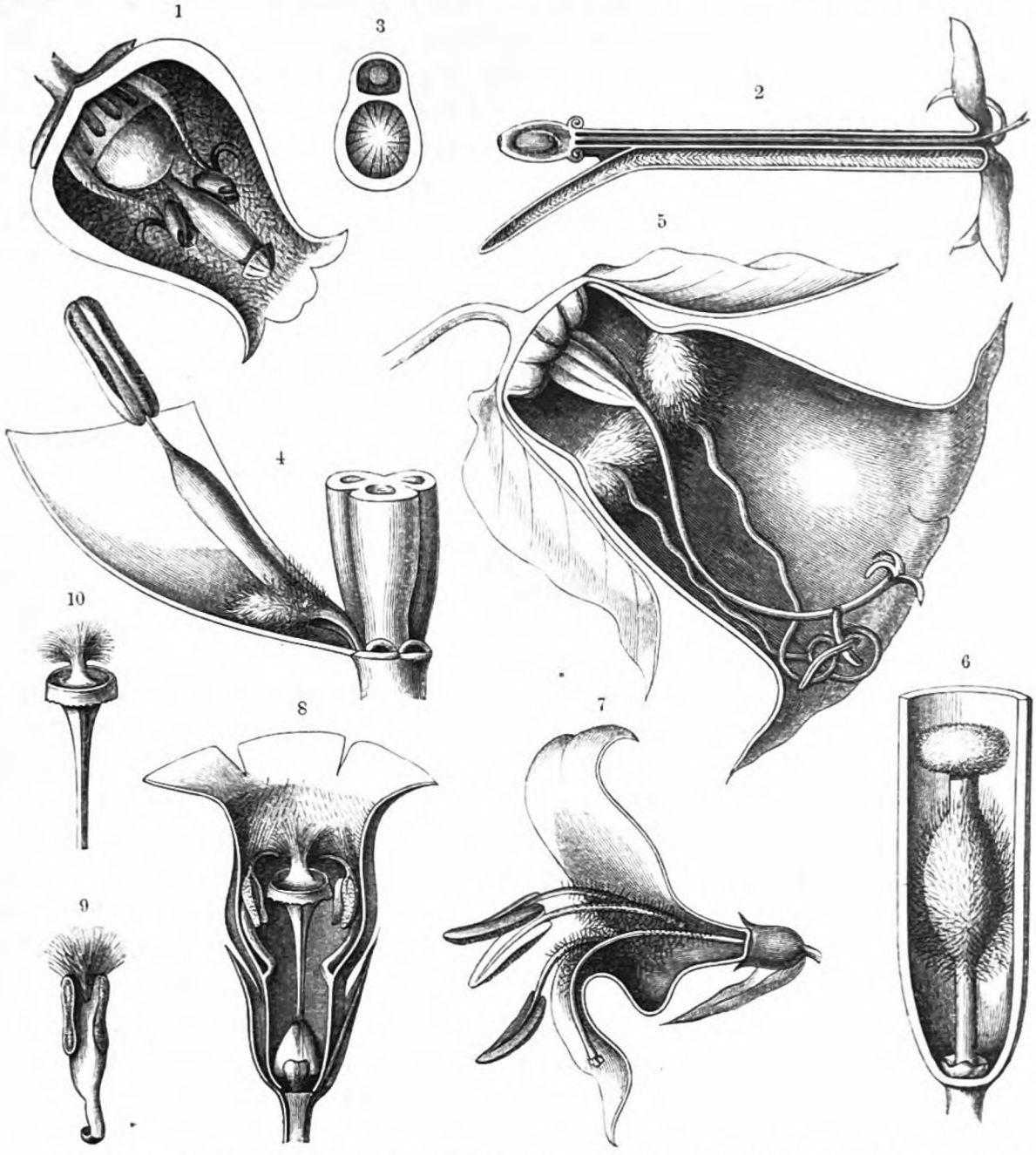
bis zu dem erweiterten Teile der Blumenkrone herauf. Der süße Saft ist aber nur für Insekten ausgeboten, welche von obenher zu den Blüten kommen, wo pollenbedeckte Antheren und Narben am Wege stehen. Die Ausbeutung des Honigs auf anderm Wege, etwa von unten oder von der Seite her, muß vermieden werden. Nun gibt es aber viele Insekten, zumal Bienen und Hummeln, welche, wenn sie Honig unter einer dünnen Hülle wittern, diese Hülle durchbeißen und sich durch eine selbst gebildete Hinterthür in den Genuß des Honigs setzen. Gegen diese muß eine den untern honiggefüllten Teil der Blüten schützende, schwer durchdringbare Hülle angebracht sein, welche einen Angriff von unten oder von der Seite her ausschließt oder doch ziemlich aussichtslos macht. Thatsächlich sind auch in jenen Fällen, wo die aufkriechenden flügellosen Insekten nicht schon tiefer unten am Stengel durch irgend ein Schutzmittel zurückgehalten wurden, die Hüllen als mächtige unüberschreitbare Barrikaden ausgestaltet. Da auch geflügelte Insekten herankommen könnten, um den Honig von der Seite her auszubeuten, so muß auch in dieser Beziehung vorgesorgt sein. Man betrachte nur einen Distelkopf oder das Blütenbüschel einer Nelke und besehe den mächtigen, mehrschichtigen Wall aus dicken, starren und festen, dachziegelförmig aufeinander gelagerten Schuppen, welche die Hülle der gehäuften kleinen honigreichen Blüten bilden. Die kräftigste Hummel würde sich vergeblich bemühen, diesen Wall zu durchbeißen und sich den Zugang zum Honig von der Seite her zu erzwingen. Will sie nicht auf die Ausbeute verzichten und unverrichteter Dinge davonfliegen, so bleibt ihr nichts andres übrig, als über den Schutzwall emporzuklettern und in die honiggefüllten Blüten von obenher einzufahren.

Daß auch ausgeweitete, aufgeblähte und zu blasenförmigen Hüllen verwachsene Hochblätter die Aufgabe haben können, den von ihnen umwallten Honig gegen die Ausbeutung von der Seite her zu schützen und die honigwitternden Insekten auf den Weg durch die mit Antheren und Narben umstellte Pforte der Blüten zu weisen, wird allgemein angenommen und ist auch in einigen Fällen gewiß richtig. Wenn z. B. der Honig von der ihn verhüllenden dünnen Wand eines aufgeblasenen Kelches 20 mm entfernt ist, so würde er von Hummeln, deren Rüssel nur 8 mm lang ist, durch die in die Wand des aufgeblasenen Kelches gebissenen Öffnungen nicht erreicht werden können, es würden diese Hummeln auf dem gewöhnlichen Wege durch die offene Blütenpforte den Honig leichter erreichen und gewiß auch diesen bequemeren Weg einschlagen. Aber ein solches Verhältnis zwischen der Rüssellänge und der Entfernung des Honigs von der dünnen, häutigen Kelchwand kommt nur selten vor; in vielen Fällen beträgt der Abstand kaum 8 mm, so daß die meisten Hummeln durch Anbeißen der aufgetriebenen, zu einer blasenförmigen Hülle verwachsenen Hochblätter den Honig von der Seite her leicht erreichen können. Es darf auch nicht verschwiegen werden, daß es wirklich den meisten Hummeln bequemer ist, den Honig durch Anbeißen solcher Blumen von der Seite her als durch die offene Pforte zu gewinnen, daß thatsächlich die aufgeblasenen Hüllen, Kelche und Kronen als Schutzmittel des Honigs nur für aufkriechende flügellose Insekten, namentlich die Ameisen, eine Bedeutung haben, daß sie aber als Wegweiser für die anfliegenden Hummeln nur in seltenen Fällen ausreichen. Ich zähle unter den Pflanzen der europäischen Flora mehr als 300 Arten, aus deren Blüten der Honig dadurch entnommen wird, daß die Hummeln auf die aufgeblasenen Blumen anfliegen, die dünne, häutige Seitenwand des Kelches oder der Krone anbeißen, durch das gebildete Loch den Rüssel einführen und die bewirtende Pflanze auf diesem Wege des Honigs berauben. Für mehrere dieser Arten, bei welchen die Belegung der Narben nur durch Vermittelung der Insekten erfolgt, wird ein solcher Einbruch und eine solche Beraubung verhängnisvoll. Die Befruchtung bleibt aus, die Samenanlagen gehen zu Grunde, und eine Vermehrung durch Samen ist unmöglich. Solche Pflanzen haben dann sozusagen umsonst geblüht. Darin liegt ein Widerspruch zu der sonst so auffallenden Harmonie

zwiſchen der Geſtalt der Tiere und jener der Pflanzen, und dieſer Widerſpruch iſt nur durch die Annahme zu löſen, daß die Pflanzen, deren Honig von Hummeln gewonnen werden kann, ohne daß dadurch der Vorteil der Übertragung des Pollens, beziehentlich der Kreuzung erreicht wird, aus einer Zeit herſtammen, in welcher dieſe Hummeln, wenigſtens im Bereiche der betreffenden Flora, nicht vorhanden waren. Auf der Tauernkette in den öſtlichen Alpen wächſt ein Leimkraut (Silene Pumilio), deſſen honigreiche Blüten von Hummeln fleißig beſucht werden. Die meiſten dieſer Tiere verſchmähen es aber, durch die offene Pforte der Blüten einzufahren; regelmäßig ſetzen ſie ſich auf den aufgeblaſenen Kelch, beißen denſelben durch und gewinnen ſo in kürzeſter Friſt den darunter geborgenen Honig. Dieſes Leimkraut trägt nur ſelten Früchte mit keimfähigen Samen, und man beobachtet mitunter Gruppen von mehr als 100 Stöcken mit Fruchtblüten, welche, obſchon ſie im Sommer reichlich geblüht hatten, dennoch keinen einzigen Samen zur Reife bringen. Dieſes Leimkraut wächſt gegenwärtig nur in einem engbegrenzten Teile der Alpen, findet ſich dort nur an ſehr zerſtreuten Orten und zeigt nur ſehr ſpärlichen Nachwuchs. Ähnlich verhält es ſich mit dem in den Südalpen an beſchränkter Stelle vorkommenden Leimkraute Silene Elisabethae und mit mehreren Arten der Gattung Eiſenhut und Ritterſporn. Wer das ſieht, muß ſelbſt dann, wenn er gewagten Hypotheſen über die Geſchichte der Pflanzenwelt abhold iſt, zu der Anſicht kommen, erſtens, daß dieſe endemiſchen Gewächſe in den Alpen im Ausſterben begriffen ſind, zweitens, daß an dieſem Ausſterben die Hummeln ſchuld tragen, welche den Honig nicht durch die offene Pforte der Blüten, ſondern durch eine ſelbſt gebildete Hinterthür rauben, und drittens, daß dieſe Pflanzen aus einer Zeit herſtammen, in welcher dort, wo ſie wuchſen, die Hummeln noch nicht um die Wege waren, und in welcher die Blüten nur des Schutzes gegen flügelloſe ankriechende Tiere bedurften.

Während die bisher beſprochenen Einrichtungen vorwaltend die Aufgabe haben, die Blüten gegen die vom Boden her ankriechenden Tiere zu ſchützen, und dem entſprechend entlang dem Wege ausgebildet ſind, welchen die Tiere über den Stengel, die Blütenſtiele, Hüllblätter und Kelche einſchlagen müſſen, um den Honig des Blütengrundes zu erreichen, ſind die Schutzmittel gegen die als unberufene Gäſte anfliegenden kleinen Tiere vorwiegend im Innern der Blüten angebracht. Von hervorragendem Intereſſe ſind in dieſer Beziehung zunächſt die im Inneren der Blüten ausgebildeten Haare und Franſen. Dieſelben gruppieren ſich entweder zu unregelmäßigen Dickichten, welche Baumwollpfröpfen, Flocken und Vließen ähnlich ſehen, oder ſie ſind regelmäßig nebeneinander geſtellt und aneinander gereiht und erſcheinen dann als Gitter und Reuſen. Im erſtern Falle erfüllen ſie entweder den ganzen Innenraum der glocken- oder krugförmigen Blumenkrone, wie z. B. an den Blüten der Bärentrauben (Arctostaphylos alpina und Uva ursi; ſ. Abbildung, S. 240, Fig. 1), oder ſie beſchränken ſich nur auf den röhrenförmigen Teil der Krone, wie bei der kleinen Primel der Hochalpen (Primula minima). An den Alpenröschen (Rhododendron hirsutum und ferrugineum) ſowie an mehreren Arten der Gattung Geißblatt (Lonicera nigra, Xylosteum und alpigena; ſ. Abbildung, S. 240, Fig. 7) iſt die Blumenkrone unterwärts mit Haaren beſetzt, welche ſich mit jenen, die von den Pollenblättern ausgehen, zu einem die Honiggrube verhüllenden Dickichte verbinden. In vielen Fällen iſt die Innenſeite der Blumenkrone glatt und nur die Baſis der Pollenblätter mit Haarflocken beſetzt, welche ſich vor die Nektarhöhle lagern, wie z. B. bei der Tollkirſche, dem Bocksdorne und dem Speerkraute (Atropa Lycium, Polemonium). An der bekannten Schlingpflanze Cobaea scandens (ſ. Abbildung, S. 240, Fig. 5) iſt die Baſis eines jeden Pollenblattes wie in einen weißen Pelz gehüllt, und es bilden die fünf pelzigen Haargewirre zuſammen einen förmlichen Pfropf, welcher die Blütenglocke in eine hintere honigführende und eine vordere, die Antheren und Narben bergende Kammer teilt. In den Blüten der Tulpen (ſ. Abbildung, S. 240, Fig. 4)

wird der Honig von den Pollenblättern abgesondert. Jedes Pollenblatt ist zu unterst an der dem Perigon zusehenden Seite ausgehöhlt, und diese Aushöhlung ist mit Honig erfüllt. Diese Honiggrube wird aber durch ein darüberstehendes Haardickicht vollständig verhüllt, und Insekten, welche den Honig gewinnen wollen, müssen sich unter diesen Haarpfropf eindrängen



Dickichte aus Haaren als Schutzmittel der Blüten gegen unberufene Gäste: 1. Längsschnitt durch die Blüte der Bärentraube (Arctostaphylos Uva ursi). — 2. Längsschnitt durch die Blüte des Centranthus ruber. — 3. Querschnitt durch dieselbe Blüte. — 4. Ausschnitt aus der Blüte einer Tulpe (Tulipa silvestris). — 5. Längsschnitt durch die Blüte der Cobaea scandens. — 6. Längsschnitt durch die Blüte von Daphne Blagayana. — 7. Längsschnitt durch die Blüte von Lonicera alpigena. — 8. Längsschnitt durch die Blüte der Vinca herbacea (die Zipfel des Saumes teilweise weggeschnitten). — 9. Ein einzelnes Pollenblatt derselben Pflanze. — 10. Griffel und Narbe derselben Pflanze. — Fig. 5 in natürlicher Größe; die andern Figuren 3—10fach vergrößert. Vgl. Text, S. 239—241.

und das ganze Pollenblatt emporheben. An der Königsblume (Daphne Blagayana; s. obenstehende Abbildung, Fig. 6) ist der gestielte Fruchtknoten in Haare eingehüllt und dadurch der im Blütengrunde von einem fleischigen Ringwalle reichlich abgeschiedene Honig gegen den Raub durch unberufene Gäste abgesperrt. In den Blüten der auf den pontischen Steppen heimischen Vinca herbacea (s. obenstehende Abbildung, Fig. 8, 9 und 10) sind die Scheitel der Pollenblätter ebensowohl wie der Scheitel des scheibenförmigen Griffelkopfes mit

Haarbüſcheln beſetzt, die gegenſeitig ineinander greifen und dadurch einen Verſchluß der Kronenröhre herſtellen, der ganz den Eindruck macht, als hätte man einen Propfen aus Baumwolle in die Mündung der Röhre eingefügt. Eine der abſonderlichſten, hier noch zu erwähnenden Bildungen findet ſich in den Blüten der Spornblume (Centranthus; ſ. Abbildung, S. 240, Fig. 2 und 3). Hier iſt nämlich die 12 mm lange und kaum 1 mm weite Röhre der Blumenkrone durch ein häutiges, dünnes Zwerchfell der Länge nach in zwei Abteilungen gebracht, von welchen die obere engere den fadenförmigen Griffel eingebettet enthält, während die etwas weitere untere nach rückwärts zu in eine ſackförmige Verlängerung ausläuft, in welcher Honig ausgeſchieden wird. Dieſe untere Abteilung iſt nun von der vorderen Mündung angefangen bis zu dem honiggefüllten Sacke ganz dicht mit Härchen beſetzt, welche wohl die Einführung eines Rüſſels geſtatten, aber kleineren Inſekten das Einkriechen bis zum Honig unmöglich machen. Da dieſe Härchen mit ihren freien Enden ſämtlich gegen die Mittellinie der Röhre gerichtet ſind (ſ. S. 240, Fig. 3), ſo bilden ſie gewiſſermaßen den Übergang zu den Haarkränzen, Reuſen und Gittern, welche oben als zweite Form der im Innern der Blüten entwickelten Haargebilde aufgeführt wurden.

Am häufigſten ſind die Reuſen, Gitter und Kränze aus geraden, elaſtiſch biegſamen Haaren oder Franſen zuſammengeſetzt, welche von einer ringförmigen Leiſte an der Innenſeite des röhrenförmigen Teiles der Blumenkrone ausgehen und, wie geſagt, mit ihren freien Enden gegen die Mitte der Kronenröhre gerichtet ſind. Bald trifft man dieſe Reuſen oder Haarkränze unmittelbar an der Mündung der Röhre, wie bei dem Ehrenpreiſe (Veronica officinalis), bald etwas hinter dem vorderen Ende des Schlundes, wie bei dem Eiſenkraute (Verbena officinalis), bald wieder tief unten im Grunde der Röhre, wie bei dem Akanthus, dem Phlox, dem Drachenmaule und der Braunelle (Acanthus, Phlox, Horminum, Prunella). Mit Franſen beſetzte, ringförmig gruppierte Schuppen in einfacher, doppelter oder dreifacher Reihe ſind in den Blüten vieler Gentianen und Paſſifloren zu ſehen. Bei einigen Rautengewächſen, ſo namentlich bei Haplophyllum, wird aus den von der Baſis der Pollenblätter abſtehenden Haaren ein Gitter im Blütengrunde gebildet, und bei einer Art des Fichtenſpargels (Monotropa) gehen von einem beſonderen Wulſte unterhalb der Narbe ſtrahlenförmig gruppierte Haare aus, welche bis zu den Kronenblättern reichen und ſich als zierliches Gitter darſtellen. An der Swertia (Swertia perennis) wird der Honig in kleinen, nahe der Baſis der Blumenblätter ſtehenden Näpfen ausgeſchieden, und es erheben ſich von dem ringförmigen Walle, welcher dieſe Näpfe umgibt, zahlreiche Franſen, deren Spitzen zuſammenneigen, ſich kreuzen, verſchlingen und zuſammendrehen und ſo, einem Käfige vergleichbar, die mit Honig gefüllten Vertiefungen überdecken. Mit dieſer Aufzählung ſind die Formen der Reuſen, Gitter und Haarkränze zwar noch lange nicht erſchöpft, aber ſie dürfte genügen, um ein annäherndes Bild der großen Mannigfaltigkeit, welche in dieſer Beziehung beſteht, zu geben.

Noch abwechslungsreicher ſind übrigens die gegen unberufene Gäſte ausgebildeten Schutzmittel, welche durch *Krümmung, Einrollung und gleichzeitige Häufung verſchiedener Blütenteile und die dadurch bedingte Einſchließung des Honigs in enge Kanäle und beſondere Höhlungen* zu ſtande kommen. Es gehören hierher die langen, engen Röhren, in welche zwar die pollenübertragenden Schmetterlinge ihren ſehr dünnen Rüſſel einführen, aber die zur Übertragung des Pollens ungeeigneten Tiere nicht hineinkriechen können, ferner die verſchiedenen Höcker und Wülſte ſowie die von den Blumenblättern ausgehenden Lappen und Leiſten, welche den Zugang verengern oder denſelben in mehrere beſondere, ſehr ſchmale Zugänge teilen. weiterhin die nur von großen, kräftigen Inſekten aufhebbaren Deckel, welche über die Honiggruben gelegt ſind, die Schlagbäume, welche ſich den unberufenen Beſuchern im Innern der Blumen entgegenſtellen, endlich auch das dichte

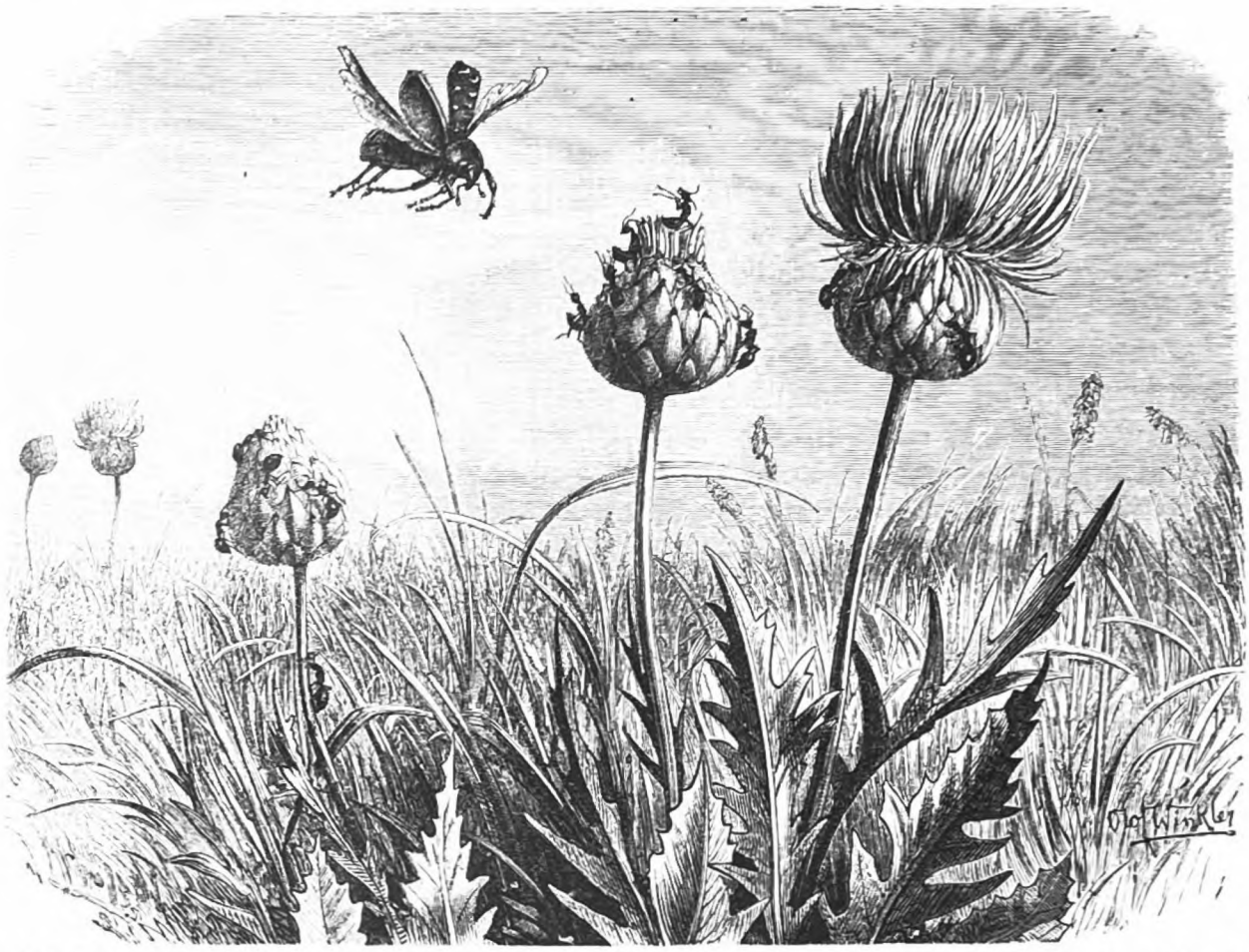
Zusammenschließen und Aufeinanderlegen zahlreicher Pollenblätter und anderer Blütenteile, wodurch allen den Blüten unbequemen Tieren der Zugang zum Honig unmöglich gemacht wird. Diese Ausbildungen eingehender zu besprechen, würde hier viel zu weit führen. Ein Teil derselben wurde übrigens bereits an anderer Stelle (s. S. 176 und 177) beschrieben und dort auch durch Abbildungen erläutert.

Daß das an mehreren Blumen beobachtete periodische Aussetzen der Anlockung gleichfalls als Schutz gegen den Besuch gewisser unliebsamer Gäste aus der Insektenwelt aufzufassen sei, wurde gleichfalls schon bei früherer Gelegenheit (S. 152) ausführlich geschildert. Hier wäre in dieser Beziehung nur noch zu bemerken, daß sich dieselben Vorgänge, welche an den von kleinen Nachtschmetterlingen besuchten nelkenartigen Gewächsen beobachtet werden, auch an einer zu den Skrofularineen gehörigen Pflanze des Kaplandes, nämlich an Zaluzianskia lychnidea, abspielen. Auch diese Pflanze, welche, nebenbei bemerkt, viel hübscher ist als ihr Name, zeigt Blüten mit langer, honigführender Röhre und einem an die Blüten der Leimkräuter erinnernden Saume, dessen zehn Zipfel an der Rückseite schwarzpurpurn, an der Innenseite blendend weiß gefärbt sind. Am Tage sind die Zipfel eingerollt, so daß nur die unscheinbare dunkle Außenseite gesehen werden kann. Auch sind zu dieser Zeit die Blüten vollständig duftlos, entbehren also jedweder Anlockungsmittel und bleiben demzufolge von den am Tage fliegenden Insekten unbeachtet und verschont. Sobald die Dämmerung eintritt, rollen sich aber die Zipfel des Saumes auf, und die dem Himmel zugewendete Innenseite derselben wird auf weithin sichtbar. Auch entströmt jetzt den Blüten ein starker Ylangduft, welcher Abend- und Nachtschmetterlinge anzieht. Diese kommen in der That in großer Menge angeflogen und sind als Übertrager des Pollens in hohem Grade willkommen. Bei der Trauerviole (Hesperis tristis) sowie bei mehreren Pelargonien (z. B. Pelargonium atrum und triste) ist der hier an Zaluzianskia geschilderte Vorgang insofern abgeändert, als nur eins der Anlockungsmittel, nämlich nur der Duft, in Betracht kommt. Die Blumenblätter sind an diesen Pflanzen beiderseits von unscheinbarer Farbe, gelblichgrün mit schmutzig roten Adern oder olivengrün mit großen schwarzen Flecken. Sie rollen sich am Tage nicht ein und breiten sich am Abend nicht aus, spielen mit einem Worte als Anlockungsmittel zu keiner Zeit eine besondere Rolle. Wohl aber ist der Duft in dieser Hinsicht von großer Bedeutung. Am hellen Tage sind sowohl die Blüten der Trauerviole als auch jene der genannten Pelargonien duftlos und von den Insekten nicht beachtet; sobald aber die Dämmerung eingetreten ist, hauchen sie einen köstlichen Hyazinthenduft aus, welcher viele kleine Nachtschmetterlinge herbeilockt. Insbesondere die Trauerviole ist dann von kleinen Eulen aus der Gattung Plusia viel umworben, und diese Tiere vermitteln auch die Übertragung des Pollens von Blüte zu Blüte.

Die Trauerviole und ebenso das oft genannte, auf S. 150 und 151 abgebildete nickende Leimkraut (Silene nutans), welch letzteres als Vorbild für die ganze Gruppe der hier in Rede stehenden Pflanzen angesehen werden kann, sind auch insofern bemerkenswert, als an ihnen gleichzeitig zweierlei Schutzmittel gegen unwillkommene Honigfreunde ausgebildet sind. Indem die Blumenblätter während des Tages die Anlockung einstellen, sind sie gegen die anfliegenden Tagtiere verwahrt, und indem die Spindeln des Blütenstandes zufolge ihres Überzuges aus Drüsenhaaren und zerflossenen Klebestoffen als Leimspindeln wirken, sind sie gegen die vom Boden her ankriechenden Insekten, namentlich gegen die Ameisen, geschützt.

Es dürfte befremden, wenn nun in diesem Kapitel, wo die Ameisen so oft als unberufene Gäste der Blüten dargestellt worden sind, dieselben Tiere zum Schlusse auch noch als willkommene und vorteilhafte Besucher gewisser Pflanzen aufgeführt werden. Und dennoch scheint mir gerade diese Stelle des Buches am besten geeignet, um über die merkwürdige Rolle der Ameisen als Wächter und Beschützer der Blüten zu sprechen. Ich knüpfe dabei

an die Bemerkungen an, welche über die Ablenkung der Ameiſen von den Blüten durch die Ausſcheidung von Honig in der Region der Laubblätter und über das genoſſenſchaftliche Zuſammenleben von Ameiſen und Pflanzen zu beiderſeitigem Vorteile auf S. 231 gemacht worden ſind. In betreff dieſes Zuſammenlebens ſei hier in Kürze wiederholt, daß jene Ameiſen, welchen von den Wirtpflanzen in beſonderen Kammern der Stengel, Stacheln und Dornen eine geſicherte Heimſtätte und an den Laubblättern in Form eigentümlicher krümeliger Maſſen eine ergiebige Nahrung geboten wird, die Aufgabe haben, die Laubblätter dieſer Pflanzen gegen die Angriffe anderer gefräßiger Tiere zu ſchützen. Dieſer Schutz iſt nun



Die Blütenköpfe der Serratula lycopifolia gegen die Angriffe eines gefräßigen Käfers (Oxythyrea funesta) durch Ameiſen (Formica exsecta) verteidigt. Vgl. Text, S. 242—244.

freilich ein Gegendienſt, welchen die Ameiſen den betreffenden Pflanzen nicht aus ſelbſtloſer Gefälligkeit, ſondern nur im eigenſten Intereſſe leiſten. Durch die Zerſtörung der Laubblätter und das dadurch veranlaßte Hinſiechen und Abſterben der ganzen Pflanzenſtöcke würden den Ameiſen zwei wichtige Lebensbedingungen benommen, und wenn ſie ſich bemühen, die dem Laube ihrer Wirtpflanzen gefährlichen Tiere zu vertreiben, ſo verteidigen ſie eigentlich nur ihre Futterplätze und Wohnſtätten.

Etwas Ähnliches kommt nun auch an den Blütenköpfchen mehrerer im ſüdöſtlichen Europa einheimiſchen Korbblütler, namentlich an Centaurea alpina und Ruthenica, Jurinea mollis und Serratula lycopifolia, vor, von welchen die zuletzt genannte Art obenſtehend abgebildet iſt. Die Blütenköpfchen dieſer Korbblütler ſind im jugendlichen Zuſtande den verderblichen Angriffen gefräßiger Käfer ſehr ausgeſetzt. Insbeſondere finden ſich auf ihnen gewiſſe mit dem Maikäfer und den Goldkäfern verwandte Arten, wie z. B. Oxythyrea funesta, ein, welche ohne viele Umſtände tiefe Löcher in die Köpfchen freſſen und außer den

grünen, saftreichen Schuppen der Hülle und den kleinen noch geschlossenen Blüten bisweilen auch den Blütenboden ganz oder teilweise zerstören. Durch ein solches Vernichtungswerk wäre selbstverständlich die weitere Entwickelung der Blütenköpfchen und die Ausbildung von Früchten unmöglich gemacht, und um dieser Gefahr zu begegnen, erscheint eine Besatzung aus wehrhaften Ameisen herangezogen. An den grünen, dachziegelförmig aneinander gereihten Hüllschuppen der noch geschlossenen Blütenköpfchen wird aus großen Spaltöffnungen Honig ausgeschieden und zwar in so reichlicher Menge, daß man am frühen Morgen auf jeder Schuppe einen Tropfen des süßen Saftes und, wenn das Wasser dieses Tropfens verdunstet ist, ein krümeliges Klümpchen Zucker, ja bisweilen auch kleine Zuckerkristalle hängen sieht. Den Ameisen ist dieser Zucker, sei er in flüssiger oder fester Form angeboten, in hohem Grade willkommen, und sie finden sich reichlich bei dem leckeren Mahle ein. Selbstverständlich bewahren sie aber auch den gut besetzten Tisch gegen anderweitige Angriffe. Nähert sich einer der erwähnten gefräßigen Käfer, so nehmen sie sofort eine kampfbereite Stellung ein, halten sich mit dem letzten Fußpaare an den Hüllschuppen fest und strecken den Hinterleib, die Vorderbeine und insbesondere die kräftigen Kiefer dem Feinde entgegen, wie es durch die Abbildung auf S. 243 naturgetreu dargestellt ist. Sie verweilen in dieser Stellung so lange, bis sich der Angreifer, dem, wenn es nötig ist, auch eine Ladung von Ameisensäure entgegengespritzt wird, zurückzieht, und erst wenn dies geschehen, setzen sie sich wieder ruhig zu dem Mahle hin. Kämpfe der zu einer Art gehörenden Ameisen untereinander wurden auf den genannten Korbblütlern niemals beobachtet, obschon es vorkommt, daß auf einem einzigen Köpfchen der Jurinea mollis 10—15 Stück der Ameise Camponotus Aethiops und auf einem Köpfchen der Serratula lycopifolia ebenso viele Stück von Formica exsecta begierig den Honig lecken.

Merkwürdig ist, daß die Zuckerausscheidung aus den Spaltöffnungen der Hüllschuppen abnimmt und endlich ganz aufhört, sobald die Blüten des Köpfchens sich zu öffnen beginnen, die Angriffe von seiten der gefräßigen Käfer ausbleiben und ein Schutz für die Köpfchen nicht mehr nötig ist. Dann zieht sich auch die Besatzung zurück, d. h. die Ameisen verlassen die Blütenköpfchen und klettern wieder auf den Boden herab. Diesen Tieren war es ja nur um die Verteidigung ihres ergiebigen Futterplatzes zu thun, und ohne es zu wissen und zu wollen, wurden sie zu Wächtern und Schützern der jungen Blüten!

Aufladen des Pollens.

Nachdem im vorhergehenden Kapitel die Einrichtungen, welche sich auf die Ankunft und den Empfang der Tiere an der Blütenpforte beziehen, eine übersichtliche Darstellung gefunden haben, können nun auch die Vorgänge geschildert werden, durch welche die in den Bereich der Blüten gelangten Tiere mit Pollen beladen werden.

Der einfachste Vorgang bei dem Aufladen des Pollens besteht darin, daß die Tiere bei dem Herumklettern und Herumlaufen im Bereiche der Blüten ringsum mit Pollen beladen und förmlich eingepudert werden. Es kommt das vor an zahllosen Doldenpflanzen, Skabiosen und nelkenartigen Gewächsen, deren Einzelblüten zwar nur wenig Pollenblätter enthalten, wo aber durch Vereinigung zahlreicher Blüten zu Dolden, Büscheln, Ähren und Köpfchen ein umfangreicher, mit schlanken, fadenförmigen, leicht ins Wanken zu bringenden Pollenblättern besetzter Tummelplatz für die Insekten hergestellt ist, auf welchen der Pollen aus den Antheren von allen Seiten leicht abgeschüttelt und abgestreift werden kann. Auch in den mit Pollenblättern gut ausgestatteten Einzelblüten der Rosen, Windröschen, Päonien, Mohne, Magnolien und Opuntien werden die Insekten, wenn sie sich

zwischen den Antheren herumtreiben oder an dem auf die Blumenblätter herabgefallenen Pollen gütlich thun, an Kopf, Brust und Hinterleib, an Flügeln und Füßen mit dem mehligen Pollen eingestäubt. Dasselbe gilt von den Blütenscheiden der Aroideen und den Urnen der Feigen, in welchen sich Mücken und Käfer herumtreiben, die beim Verlassen ihrer zeitweiligen Herberge den Pollen abstreifen, worüber die Mitteilungen auf S. 156—158 dieses Buches zu vergleichen sind. An der angezogenen Stelle wurde auch erwähnt, daß die Tiere, welche in den Osterluzeiblüten in Gefangenschaft geraten, nach einiger Zeit ganz mit Pollen beladen ins Freie kommen. Der dort nur angedeutete Vorgang ist so merkwürdig, daß es sich lohnt, denselben an einem besondern Falle etwas ausführlicher zu besprechen. Bei der weitverbreiteten und in der Abbildung auf S. 223, Fig. 8 dargestellten Osterluzei, Aristolochia Clematitis, führt der Weg in den blasenförmig aufgetriebenen Blütengrund über eine bequeme zungenförmige Anflugsplatte durch einen dunkeln, verhältnismäßig engen Gang, der an der Innenwand mit Haaren ausgekleidet ist. Das freie Ende dieser Haare richtet sich nach einwärts, d. h. gegen die blasenförmig erweiterte Kammer, und gestattet den Besuchern aus der Insektenwelt, kleinen schwarzen Mücken aus den Gattungen Ceratopogon und Chironomus, daß sie den Gang durchschreiten und die Kammer betreten. Einmal dort angelangt, müssen sie sich aber gefallen lassen, ein paar Tage eingesperrt zu bleiben. Die erwähnten Haare erlauben zwar das Hineinschlüpfen, versperren aber den Rückweg, indem sich ihre Spitzen den kleinen Mücken, welche aus der Kammer entweichen möchten, entgegenstellen (s. Abbildung, S. 223, Fig. 9). In der ersten Zeit wird übrigens die Gefangenschaft von den Mücken gern ertragen, da ihnen die im Gefängnisse herrschende erhöhte Temperatur zusagt und anderseits die saftreichen Zellen, mit welchen die Kammer im Innern austapeziert ist, etwas Nahrung bieten. Am zweiten oder dritten Tage der Gefangenschaft öffnen sich die den Seitenwänden der Befruchtungssäule angewachsenen Antheren und lassen ihren mehligen Pollen auf den Boden der Kammer herabfallen. Auch dieser Pollen ist für die Mücken eine willkommene Nahrung, und man sieht, daß sie sich an demselben gütlich thun. Endlich aber werden die Gefangenen doch unruhig, sie suchen einen Ausgangspunkt zu gewinnen, treiben sich lebhaft in der Kammer umher und beladen sich bei dieser Gelegenheit an ihrer ganzen Körperoberfläche mit Pollen. Sobald dies geschehen, naht für sie die Stunde der Befreiung; die Haare im Innern des engen Ganges welken und fallen schlaff zusammen, die Bahn nach außen ist nun frei, und die mit Pollen eingepuderten Mücken verlassen rasch die Blüte der Osterluzei, in welcher sie ein paar Tage hindurch Obdach und Nahrung gefunden hatten. Daß den Mücken die zeitweilige Gefangenschaft nicht in unangenehmer Erinnerung bleibt, geht daraus hervor, daß sie, kaum der einen Blüte entschlüpft, sofort in eine zweite hineinkriechen, die eben erst zugänglich geworden ist. Dieser letztere Umstand muß ganz besonders betont werden, wenn die Bedeutung des seltsamen, soeben geschilderten Fangspieles zum Verständnisse gebracht werden soll. Sobald die Blüte zugänglich geworden ist, kann die Narbe bereits Pollen aufnehmen, aber die Antheren sind noch geschlossen. Wenn nun die kleinen Mücken aus ältern Blüten in jüngere kommen und dort auf die Narbe treffen, welche gerade vor der innern Mündung des dunkeln Ganges steht, so streifen sie an diese den mitgebrachten Pollen ab und können dadurch eine vorteilhafte Kreuzung verschiedener Blüten veranlassen.

In vielen Fällen werden die in den Blütengrund kommenden Insekten nur an der oberen oder unteren Seite, oder nur an bestimmten Punkten des Körpers mit Pollen behaftet und zwar dadurch, daß sie an Antheren streifen, welche entlang des von den Insekten bei der Einfahrt oder Ausfahrt eingehaltenen Weges stehen. Dieser Vorgang spielt sich in der mannigfachsten Weise ab. Das eine Mal wird nur der Rüssel, das andere Mal der Kopf, das dritte Mal die Schulter oder der Rücken, das vierte Mal

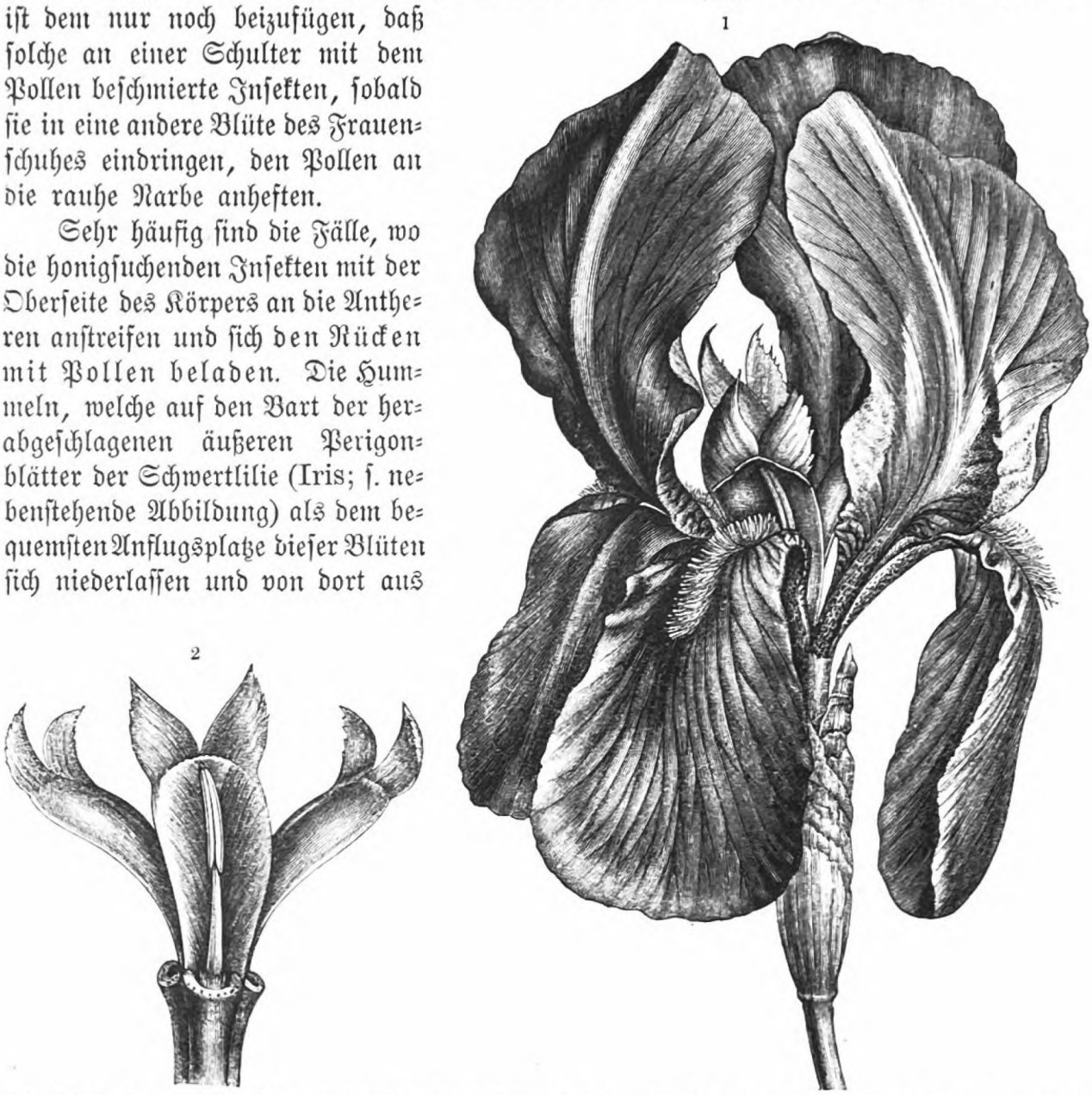
die obere, das fünfte Mal die untere Seite des Hinterleibes mit Pollen behaftet. Es kommt auch vor, daß der Pollen nur mit den eigentümlichen, in dem früheren Kapitel beschriebenen, an den Beinen angebrachten Sammelkörbchen von den Bienen abgestreift und eingeheimst wird. Auf S. 153 wurde auch des merkwürdigen Falles gedacht, daß bei einer kleinen Motte (Pronuba yuccasella) das erste Glied der Kiefertaster in ein Greiforgan umgewandelt ist, mit dessen Hilfe die genannte Motte den Pollen der Yucca sammelt, aus ihm einen Ballen bildet und diesen Pollenballen an der unteren Seite des Kopfes festhält (s. Abbildung, S. 154, Fig. 5).

Wenn den Insekten die aus der Eingangspforte vorragenden oder hart an die Schwelle dieser Pforte gestellten Pollenblätter als Anflugsplatz dienen, wie beispielsweise an den Blüten der Funkien, des Natterkopfes, der Braunwurz und des Eisenhutes (Funkia, Echium, Scrophularia, Aconitum), so wird schon im Augenblicke des Niederlassens und noch mehr beim Vorschreiten gegen den Blütengrund das Insekt an der untern Seite des Körpers mit Pollen behaftet. An einer Art der Alpenrosen (Rhododendron Chamaecistus) und an dem Gamander-Ehrenpreis (Veronica Chamaedrys; s. Abbildung, S. 223, Fig. 1) erfassen die zu den seitlich eingestellten Blüten kommenden Insekten mit den Vorderbeinen die weit vorstehenden Staubfäden als Anflugstangen. Diese aber sind so eingerichtet, daß sie sich infolge der Berührung nach abwärts und einwärts drehen. Im Nu sind sie der unteren Seite des angeflogenen Insektes angeschmiegt und ist dort auch sogleich der Pollen angeheftet. Ein massenhaftes Abstreifen des Pollens an die untere Körperseite der Insekten findet auf den scheibenförmigen Blütenständen der Korbblütler statt. Aus den kleinen, das Köpfchen eines Korbblütlers zusammensetzenden Röhren- oder Zungenblüten werden kurz nach dem Öffnen der Kronen die an der Außenseite mit Pollen bedeckten Griffel vorgeschoben, und da stets ganze Wirtel solcher Blüten zugleich sich öffnen, so ragen auch zahlreiche pollenbeladene Griffel knapp nebeneinander von der Scheibe des Köpfchens wie ein kleiner Wald empor. Ein auf das Köpfchen anfliegendes größeres Insekt kann daher schon im Augenblicke des Aufsitzens mit dem Pollen zahlreicher Blüten auf einmal behaftet werden. Dreht und wendet sich überdies das Insekt auf der Scheibe des Blütenstandes, indem es bald hier, bald dort seinen Rüssel in die Tiefe der kleinen Blüten einsenkt, so streift es bei dieser Gelegenheit mit der Unterseite des Hinterleibes noch viel mehr Pollen ab und verläßt dann, reichlichst mit demselben behaftet, das Blütenköpfchen.

In eigentümlicher Weise vollzieht sich das Aufladen des Pollens bei den unter dem Namen Frauenschuh (Cypripedium) bekannten Orchideen. Bei diesen ist es nämlich immer nur eine der beiden Schultern des besuchenden Insektes, welche mit der schmierigen Pollenmasse beklebt wird. Wie das zugeht, soll hier in Kürze von dem europäischen Frauenschuh (Cypripedium Calceolus) erzählt werden. Die Blume dieser Orchidee, von welcher auf S. 249, Fig. 1 eine Abbildung eingeschaltet ist, besteht aus sechs Blättern, von welchen eins die Form eines Holzschuhes hat, tief ausgehöhlt ist und am Boden einen Besatz aus saftreichen „Haaren" trägt. Mitunter werden von den Zellen, aus welchen sich diese Haare aufbauen, auch kleine Nektartröpfchen ausgeschieden. An diesen Haaren wollen sich gewisse kleine Bienen aus der Gattung Andrena gütlich thun und suchen in die Höhlung zu gelangen. Drei Wege stehen ihnen hierzu offen, entweder eins der beiden kleinen Löcher im Hintergrunde rechts und links neben der Befruchtungssäule oder die große ovale Öffnung in der Mitte vor der Befruchtungssäule. Sie wählen den letzteren Zugang und schlüpfen unterhalb der breiten rauhen Narbe auf den Boden der Höhlung hinab. Dort angekommen, weiden sie die saftreichen Zellen der Haare ab, suchen aber nach einiger Zeit wieder ins Freie zu kommen. Das gelingt freilich nicht so leicht. Die Ränder der großen mittleren Öffnung sind nach einwärts übergebogen (s. Abbildung, S. 249, Fig. 2) und so geformt, daß ein Erklettern

derselben unmöglich ist, und es bleibt den Bienen daher nichts anderes übrig, als einen der beiden kleinen Auswege im Hintergrunde der Höhlung aufzusuchen. Auch dort ist übrigens das Entkommen nicht gerade leicht, und die Bienen müssen sich durch die enge Öffnung förmlich durchzwängen, wobei sie mit der einen Schulter an den weichen, schmierigen Pollen derjenigen Anthere anstreifen, welche den inneren Rand des betreffenden Ausganges bildet. Es ist dem nur noch beizufügen, daß solche an einer Schulter mit dem Pollen beschmierte Insekten, sobald sie in eine andere Blüte des Frauenschuhes eindringen, den Pollen an die rauhe Narbe anheften.

Sehr häufig sind die Fälle, wo die honigsuchenden Insekten mit der Oberseite des Körpers an die Antheren anstreifen und sich den Rücken mit Pollen beladen. Die Hummeln, welche auf den Bart der herabgeschlagenen äußeren Perigonblätter der Schwertlilie (Iris; s. nebenstehende Abbildung) als dem bequemsten Anflugsplatze dieser Blüten sich niederlassen und von dort aus

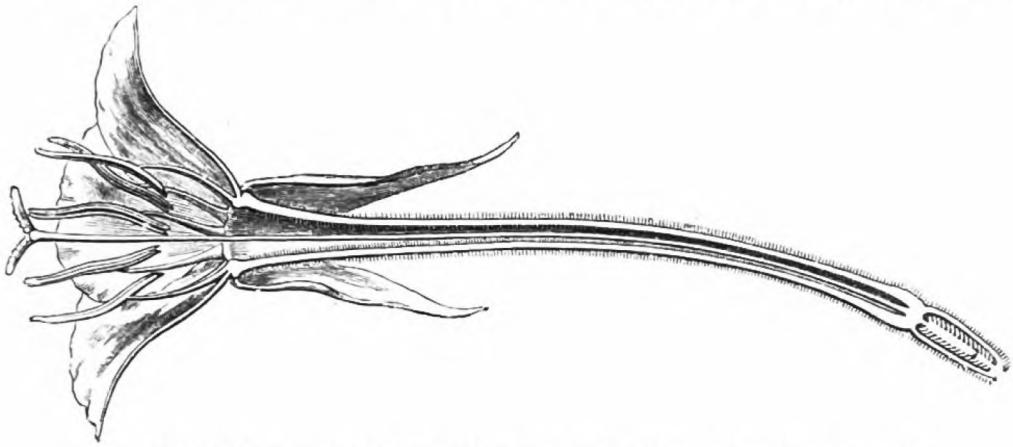


Einrichtungen zum Aufladen des Pollens: 1. Blüte einer Schwertlilie (Iris Germanica); drei Perigonblätter sind aufwärts, drei abwärts geschlagen. Die letzteren tragen einen aus gelben Haaren gebildeten, von dem Violett der Perigonblätter sich deutlich abhebenden Bart, welcher als Wegweiser für die in die honigerfüllte Perigonröhre einfahrenden Insekten dient. — 2. Die obere Hälfte der Perigonröhre mit den drei Zugängen zum Honig. Über jedem Zugange steht ein Pollenblatt mit langer linealer, auswärts gewendeter Anthere, und über jedes Pollenblatt ist eine der drei blumenblattartigen Narben gewölbt.

zu den mit Honig gefüllten Kanälen der Perigonröhre vorschreiten, kommen dabei unter das Dach der blattartigen Narben und zugleich unter das Pollenblatt, welches so gebogen und so gestellt ist, daß es genau der Krümmung des Rückens und Hinterleibes der Hummel entspricht. Regelmäßig wird auch der Pollen auf den Rücken des Tieres gestreift und aufgeladen. In ähnlicher Weise streifen Bienen, welche in die aufgesperrte Blume des Schwertels (Gladiolus), der Taubnessel (Lamium) und anderer Lippenblütler einfahren, die Antheren, welche dicht unter der Oberlippe geborgen sind, mit dem Rücken an und werden auch nur dort mit

Pollen beladen. Dasſelbe gilt von den Hummeln, welche in die großen Glocken der Gloxinia ſchlüpfen, in den Blüten des Fingerhutes (Digitalis) zum Honig emporklettern oder ſich in den Rachen der Blüten des Löwenmaules und Leinkrautes (Antirrhinum, Linaria) wagen. In den zuletzt genannten Blüten ſind zwei Paare großer Antheren dicht unter dem Dache der Oberlippe angebracht, und der aus ihnen entbundene Pollen bildet zwei rundliche Ballen, welche von den einfahrenden Inſekten auf einmal aus den Niſchen der Antheren gelöſt, auf den Rücken geladen und zu anderen Blüten verſchleppt werden.

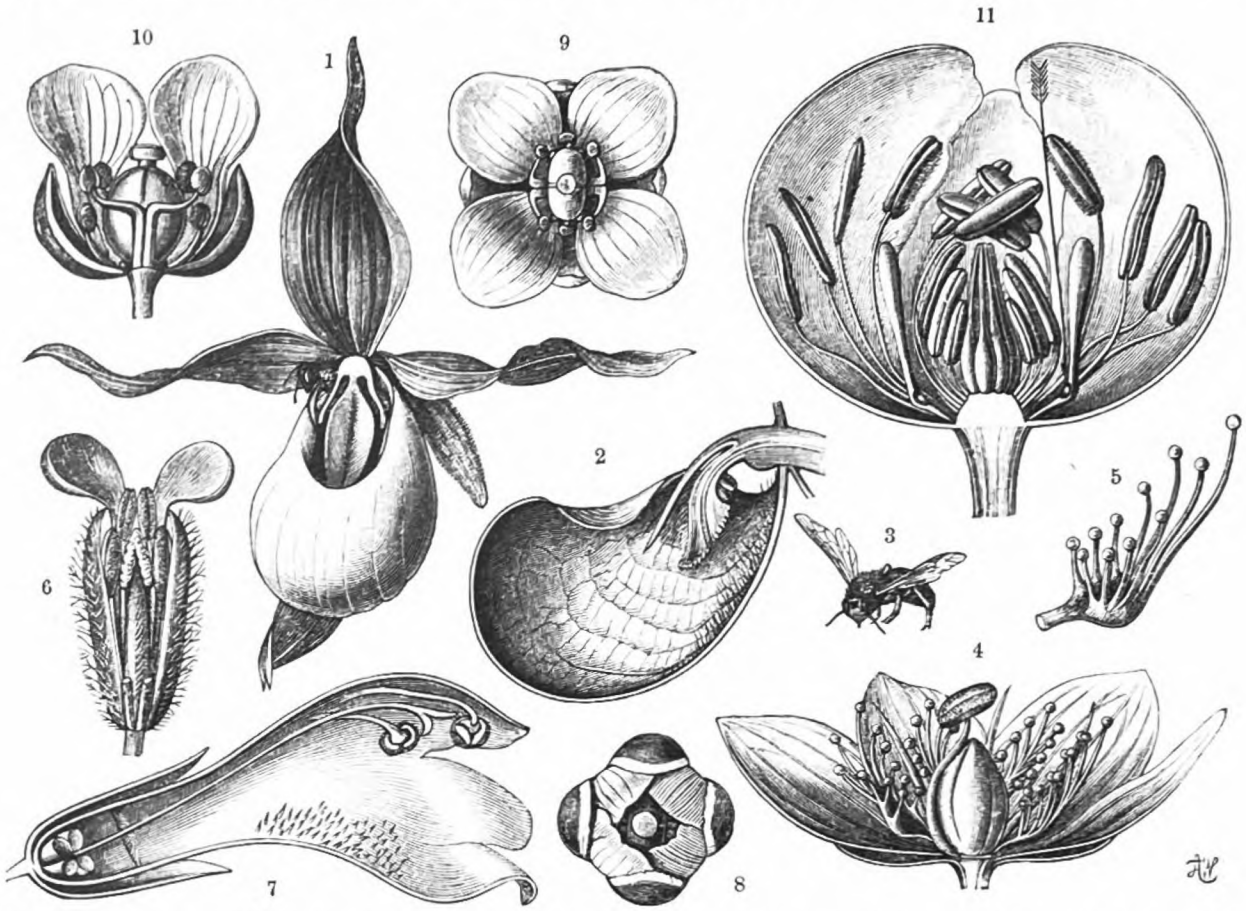
Die Schmetterlinge, welche, vor den nach der Seite eingeſtellten Blüten der Nachtkerzen (Oenothera; ſ. untenſtehende Abbildung) ſchwebend, ihren Rüſſel in die lange Blumenröhre einführen, ſtreifen dabei mit dem Kopfe an die Antheren, welche den Eingang zur Blumenröhre umgeben, und werden auch vorwaltend an dieſem Körperteile mit Pollen behaftet. Dasſelbe gilt von den Honigvögeln, welche den braunen Nektar aus dem becherförmigen unteren Kelchblatte der Melianthusblüten (ſ. Abbildung, S. 224, Fig. 12) gewinnen wollen und dabei die darüber geſtellten Antheren mit dem Kopfe berühren.



Längsſchnitt durch die Blüte der Nachtkerze (Oenothera biennis).

Die Blüten, deren Einrichtung zum Zwecke hat, daß die zum Honig des Blütengrundes einfahrenden Inſekten mit dem Bauche, dem Rücken, der Schulter, dem Kopfe oder auch nur mit dem Rüſſel den Pollen abſtreifen, ſind übrigens ſo mannigfaltig, daß es in Berückſichtigung des in dieſem Buche gebotenen Raumes unmöglich iſt, alle vorzuführen. Es ſollen daher nur noch einige der auffallendſten geſchildert werden, was um ſo raſcher erledigt werden kann, als gerade dieſe Einrichtungen mit den ſchon bei früherer Gelegenheit beſprochenen Schutzmitteln des Honigs teilweiſe zuſammenfallen. In erſter Linie wäre der in ihrem Innern mit Dörnchen oder ſteifen, ſpitzen Börſtchen ausgeſtatteten Blüten zu gedenken. Es iſt bekannt, daß die honigſaugenden Inſekten, namentlich die Hummeln, um ihren Rüſſel ſehr beſorgt ſind, daß ſie ihn, wenn er nicht gerade in Gebrauch iſt, ſorgfältig in beſonderen Furchen ihres Körpers verwahren und es auch dann, wenn ſie ihn benutzen, vermeiden, an feſte Spitzen anzuſtoßen, weil er dadurch leicht verletzt werden könnte. Durch ſpitze Dörnchen oder Börſtchen im Bereiche der Blüten wird daher den mit dem Rüſſel einfahrenden Inſekten der Weg genau vorgezeichnet. Sie weichen den Spitzen aus; indem ſie das thun, werden ſie abgehalten, dort einzufahren, wo ein Abſtreifen des Pollens nicht erfolgen würde, und gelangen ſo auf jene Bahn, wo ſie ihren Rücken, Kopf oder Rüſſel unvermeidlich mit Pollen beladen. So verhält es ſich z. B. in den Blüten einiger Schotengewächſe (Braya alpina, Malcolmia Africana, maritima; ſ. Abbildung, S. 249, Fig 6), wo die Inſekten durch zwei Gruppen aufrecht abſtehender, ſtarrer ſpitzer Börſtchen, deren Träger der Fruchtknoten iſt, auf jenen Weg zum Honig verwieſen werden, bei deſſen Benutzung ſie mit dem Rüſſel und Kopf die pollenbedeckten Antheren ſtreifen müſſen. Dasſelbe

gilt von der Blumenkrone eines Lippenblütlers, Namens Leonurus heterophyllus (s. untenstehende Abbildung, Fig. 7), welche im Schlunde dicht hinter der Unterlippe einen Besatz aus spitzen Dörnchen aufweist. Insekten, welche den Honig im Blütengrunde gewinnen und dabei die Berührung der Dörnchen vermeiden wollen, sind genötigt, mit dem Rüssel dicht unter der Oberlippe einzufahren, wobei sie an die dort befindlichen pollenbedeckten Antheren anstreifen. In den Blüten mehrerer kleiner Gentianen der Hochalpen, so namentlich der Gentiana glacialis und nana, ist der Eingang in den Blütengrund durch vier



Einrichtungen zum Aufladen des Pollens auf die blütenbesuchenden Insekten: 1. Blüte des europäischen Frauenschuhes (Cypripedium Calceolus). Aus einer der Lücken an der Seite der Narbe drängt sich ein Hautflügler (Andrena) hervor, welcher sich an der Schulter mit Pollen beklebt. — 2. Längsschnitt durch das Labellum und die Befruchtungssäule des Frauenschuhes. — 3. Eine fliegende Andrena. — 4. Blüte des Studentenröschens (Parnassia palustris); die vordern Blumen-, Honig- und Pollenblätter weggeschnitten; von den sichtbaren Pollenblättern sind drei ihrer Antheren beraubt, das vierte hat sich so gestellt, daß die Anthere in die Mitte der Blüte zu stehen kommt. — 5. Ein einzelnes Honigblatt aus der Blüte der Parnassia. — 6. Blüte der Malcolmia maritima; das vordere Kelchblatt, die zwei vorderen Kronenblätter und zwei Pollenblätter weggeschnitten; der sichtbare Teil des Fruchtknotens mit einer Längsreihe steifer aufrechter Börstchen besetzt. — 7. Längsschnitt durch die Blüte des Leonurus heterophyllus. — 8. Blüte der Kernera saxatilis im ersten Entwickelungsstadium (von oben gesehen). — 9. Dieselbe Blüte in späterem Entwickelungsstadium (von oben gesehen). — 10. Dieselbe Blüte in seitlicher Ansicht; das vordere Kelchblatt und die zwei vorderen Kronenblätter weggenommen. — 11. Längsschnitt durch die Blüte des Trollius europaeus. — Fig. 1 und 2 in natürlicher Größe; die andern Figuren 2—8fach vergrößert. Vgl. Text, S. 248—251.

Klappen verdeckt, deren zerschlitzte Ränder so biegsam sind, daß das Einfahren kräftiger Insekten leicht möglich wäre. Bei dem Einhalten dieses Weges würde aber der Rüssel an keine Anthere streifen, was verhindert werden muß. Das geschieht nun dadurch, daß die Fransen der Schlundklappen mit winzigen Dörnchen dicht besetzt sind. Die Insekten vermeiden diesen gefährlichen Weg und fahren lieber zwischen den Ansatzpunkten der Schlundklappen ein, wo sie entsprechend weite und ganz ungefährliche Zugänge zum Honig finden. Indem die Tiere aber diese Zufahrt benutzen, streifen sie die pollenbedeckten Antheren, welche knapp nebenan aufgestellt sind. In vielen Fällen ist für die Insekten die Nötigung, den Pollen mit dem Rüssel und gelegentlich auch mit der Oberseite des Kopfes und der Vorderbrust

abzustreifen, dadurch gegeben, daß zum Honig ein einziger Kanal führt, dessen äußere Mündung durch kallöse Ränder oder auch durch Schuppen und Klappen sehr verengert ist, und daß um diese verengerte Mündung oder dicht unterhalb derselben die Antheren stehen. So verhält es sich z. B. bei vielen Asperifolieen, Oleaceen, Primulaceen und Polemoniaceen. Wenn der Taubenschwanz im Herbste den Honig aus den Blüten des zu den Polemoniaceen gehörenden Phlox, oder wenn die Falter im Frühlinge den süßen Saft aus den Fliederblüten saugen, so wird dabei nur der in die enge Röhre eingeführte Rüssel mit Pollen beladen, weil zufolge der Form und Stellung der Blütenteile nur dieser mit den Antheren in Berührung kommt.

Bei den sogenannten Revolverblüten kommt dieselbe Einrichtung zur Geltung. Als Revolverblüten werden jene angesprochen, in welchen innerhalb der allgemeinen Blumenpforte die Mündungen von engen Röhren zu sehen sind, welche sich ganz so wie die Mündungen der Läufe eines Revolvers ausnehmen. Diese Röhren werden in der verschiedensten Weise hergestellt. Bei den Windlingen und Gentianen (Convolvulus, Gentiana) springen die an die Kronröhre angewachsenen Träger der Antheren als Leisten gegen den in der Mitte stehenden Fruchtknoten vor, und es wird dadurch die Hauptröhre in vier oder fünf besondere Röhren geteilt. Bei einigen Geranien und mehreren Arten der Gattung Lein (z. B. Geranium Robertianum, Linum viscosum) springt von der Mitte eines jeden Blumenblattes eine Leiste gegen die Mitte der Blume vor, und es wird dadurch der Blütengrund in fünf Röhren geteilt, welche um den Fruchtknoten und die Antherenträger im Kreise herumstehen. Bei anderen Leinen, namentlich jenen aus der Gruppe Cathartolinum, ist jedes Blumenblatt in der Mitte gewulstet und gegen die Ränder zu verdünnt, verflacht und vertieft. Indem die vertieften Ränder der benachbarten Blumenblätter zusammenstoßen, entsteht ein zum Blütengrunde führender Halbkanal. In den Blüten der Judenkirsche (Physalis) finden sich in der Kronenröhre fünf Rinnen, welche sich dadurch zu Röhren gestalten, daß sie gegen die Mitte der Blüten zu von den zottigen Antherenträgern eingefaßt sind. In allen diesen Revolverblüten sind die Antheren mit der pollenbedeckten Seite so vor die Mündung der Röhre gestellt, daß die Insekten bei dem Einführen des Rüssels unvermeidlich an sie anstreifen und sich mit Pollen beladen.

In den Blüten des Ackersenfes (Sinapis arvensis), des Doppelsamens (Diplotaxis) und noch mehrerer anderer Schotengewächse vollführen die aufgesprungenen Antheren schraubige Drehungen, welche den Zweck haben, die pollenbedeckte Seite von der Narbe wegzuwenden und dorthin zu stellen, wo die Insekten mit dem Rüssel zum Honig einfahren. Bei anderen Schotengewächsen, deren Blüten im Aufbaue eine gewisse Ähnlichkeit mit den Revolverblüten haben, wenn auch die Zufahrt zum Honig nicht gerade durch eine Röhre erfolgt, zeigen die Pollenblätter eigentümliche Biegungen der Antherenträger, welche zum Ziele haben, die Antheren knapp neben die Zufahrt zum Nektar zu stellen. So z. B. findet man im Grunde der Blüten von Kernera saxatilis (s. Abbildung, S. 249, Fig. 8, 9 und 10) den Honig nur an den zwei Schmalseiten des Fruchtknotens angesammelt, obschon die Pollenblätter rings um den Fruchtknoten gestellt sind. Gesetzt den Fall, es wären die fadenförmigen Träger der Antheren sowohl vor den Schmalseiten als vor den Breitseiten gerade emporgewachsen, so würde von den honigsaugenden Insekten nur der Pollen der ersteren aufgeladen werden. Damit nun auch die pollenbeladenen Antheren, welche vor der honiglosen Breitseite des Fruchtknotens stehen, gestreift werden, sind die Träger dieser Antheren unter einem rechten Winkel gebogen, wie es die Figuren 9 und 10 in der Abbildung auf S. 249 zur Anschauung bringen. Dadurch sind alle pollenbedeckten Antheren der Blüte an jene Stelle gebracht, wo sie von den honigsaugenden Insekten gestreift werden müssen. Bewegungen der Pollenblätter, welche dasselbe Ziel anstreben, beobachtet

man auch an zahlreichen Nelkengewächsen, Ranunkulaceen, Steinbrechen, Krassulaceen und Droseraceen. Die Blüten der hier in Betracht kommenden Nelkengewächse haben einen ähnlichen Bau wie die Revolverblüten; die Glieder ihrer Blumenkrone sind genagelt, d. h. sie werden aus einem unteren sehr schmalen, in dem röhrenförmigen Kelche steckenden Teile, dem Nagel, und dem über dem Kelche flächenförmig ausgebreiteten Teile, der Platte, zusammengesetzt. Durch die Mitte des Nagels zieht eine Furche oder Rinne zum Blütengrunde hinab, und am oberen Ende der Rinne, dort, wo die Falter ihren Rüssel einführen sollen, sieht man auf der Platte lebhaft gefärbte Makel oder Sprenkel, mitunter auch paarweise angeordnete Schuppen und dergleichen angebracht, welche die Einfahrtstelle ersichtlich machen und das Einführen des Rüssels erleichtern und regeln sollen. Bei diesen Nelken werden jene Antheren, welche kurz vorher aufgesprungen sind und Pollen ausbieten, so vor und neben den Eingang gestellt, daß die Falter, welche mit dem Rüssel in die Furchen einfahren, sich notwendig den Pollen an den Rüssel und Kopf ankleben. Ist das geschehen, so biegen sich die Antherenträger seitwärts oder krümmen sich unter die Platte der Blumenblätter hinab, und es kommen nun andere Pollenblätter an die Reihe, deren Antheren neuerdings vor die erwähnten Furchen und Eingänge gestellt werden. Bei den Ranunkulaceen, namentlich bei Eranthis, Helleborus, Isopyrum, Nigella, Trollius (s. Abbildung, S. 249, Fig. 11), stehen um die mehrblätterige, die Mitte der Blüte einnehmende Fruchtanlage zahlreiche in mehrere Wirtel gruppierte Pollenblätter. Diese sind von einem Kranze sehr kleiner tütenförmiger oder röhrenförmiger, mit Honig gefüllter Blumenblätter, den sogenannten Nektarien, eingefaßt, und diese sind wieder umgeben von großen gelben, weißen, roten oder blauen Blättern, welche die beschreibenden Botaniker als kronenartige Kelchblätter angesprochen haben. Kurz nachdem sich diese Blumenblätter geöffnet haben und das Innere der Blüte zugänglich geworden ist, öffnen sich die Antheren des äußersten Wirtels von Pollenblättern. Die fadenförmigen Träger derselben haben sich gestreckt und neigen, drehen und krümmen sich so, daß die Antheren genau über die Mündung der mit Honig gefüllten Becher zu stehen kommen. Insekten, welche den Honig saugen wollen, müssen unvermeidlich an diese Antheren anstreifen. Am nächsten Tage bewegen sich die Glieder des ersten Wirtels von Pollenblättern nach außen gegen die blumenblattartigen Kelchblätter, und zugleich treten an ihre Stelle die Pollenblätter des nächsten Wirtels, jenes Wirtels nämlich, der noch weiter einwärts gegen die Mitte des Blütenbodens entspringt. Am dritten Tage sind auch diese nach außen gerückt und durch die Glieder des dritten Wirtels ersetzt. So geht das fort, bis nachgerade sämtliche Pollenblätter der Reihe nach ihre Antheren über die Nektarbecher gestellt haben! Das alles vollzieht sich mit einer Genauigkeit und Pünktlichkeit, die das Staunen des Beobachters in höchstem Grade hervorzurufen geeignet ist.

Auch in den schüsselförmigen offenen Blüten des Studentenröschens (Parnassia palustris) kann man den hier geschilderten Vorgang beobachten. Nur ist da die Zahl der Pollenblätter auf fünf beschränkt und jedesmal nur eine Anthere den anfliegenden Insekten in den Weg gestellt, wie es in der Abbildung auf S. 249, Fig. 4 zu sehen ist. Der Honig wird in zwei kleinen, länglichen Aushöhlungen an der Innenseite von seltsam geformten, gefransten Blattgebilden abgesondert, welche zwischen Pollenblätter und Kronenblätter eingeschaltet sind. Wenn die nach dem Honig lüsternen Insekten von obenher über der Mitte der Blüte Einkehr halten, so bleibt ihnen nichts anderes übrig, als mit ihrem Rüssel jene Anthere zu streifen, welche gerade an diesem Tage ihren Pollen entbunden hat und knapp neben der Zufahrtslinie steht. An diesem Studentenröschen ist übrigens noch eine andere, sehr interessante Einrichtung getroffen, welche zu besprechen gerade hier der geeignetste Platz ist. Man muß sich nämlich die Frage stellen, wie verhalten sich jene Insekten, welche nicht von obenher dem Honig zusteuern, sondern auf den Rand der Blumenblätter anfliegen?

Wenn sie sich vom Rande der schüsselförmig ausgebreiteten Blumenblätter gegen die oben geschilderten Honigbehälter bewegen, so finden sie daselbst eine Schranke in Form eines Gitters, welches von den strahlenförmig auslaufenden Fransen der honigführenden Blätter gebildet wird. Dieses Gitter ist aber nicht unübersteiglich; die Fransen, welche das Gitter bilden, scheiden keinen Klebestoff aus, endigen auch nicht mit stechenden Spitzen, sondern sind durch kugelige gelbe Knöpfchen abgeschlossen und erinnern insofern an Stecknadeln oder auch einigermaßen an die Zehen eines Froschfußes (s. Abbildung, S. 249, Fig. 5). Die vom Rande der Blumenblätter herschreitenden Insekten überklettern dieses Gitter mit Leichtigkeit und ohne jedweden Nachteil und gelangen so an die dem Mittelpunkte der Blüte zugewendete Seite der gefransten Honigblätter, wo sie das finden, was sie suchen, nämlich den Honig. Aber bei dem Überklettern des Gitters nähern sie sich so sehr der Mitte der Blüte, daß sie dort die Anthere streifen, welche gerade Dienst hat, d. h. welche sich an dem betreffenden Tage öffnete und nun, den Pollen ausbietend, durch die entsprechende Bewegung des Staubfadens an die Seite des Zuganges zum Nektar gestellt wurde. Es liegt hier einer jener merkwürdigen Fälle vor, wo die Blüte für verschiedene Besucher zugleich angepaßt ist, für Insekten, welche von obenher zum Nektar kommen, und solche, welche von der Landungsstelle am Rande der Blumenblätter vordringen. Auf dem einen wie auf dem anderen Wege sind sie gezwungen, die in der Mitte der Blüte stehende Anthere zu streifen und sich mit dem Pollen derselben zu beladen.

In allen diesen Fällen ist der Pollen aus den Antherenfächern stark hervorgequollen und bildet entweder gedunsene Massen, welche den weit geöffneten Fächern auflagern, oder er umhüllt als klebriger Beleg die schlanken Griffel, von welchen er aus den Antherenröhren hervorgebürstet wurde. Die Insekten, welche die betreffenden Blüten besuchen, kommen unmittelbar mit ihm in Kontakt, er ist in keiner Weise verdeckt und verhüllt und so dicht an den Weg gestellt, daß ein Abstreifen desselben unvermeidlich wird. Bei den nun zu besprechenden Pflanzen ist das teilweise anders. *Da ist der abzustreifende Pollen nicht unmittelbar zugänglich, sondern in Röhren und Nischen versteckt, und es muß die Hülle vorher entfernt werden, wenn das die Blüte besuchende Insekt mit Pollen beladen werden soll.* In den zu Köpfchen vereinigten Blumen der Korbblütler aus den Gattungen Krebsdistel und Flockenblume (Onopordon und Centaurea), zu welchen unter anderen auch die bekannte Kornblume (Centaurea Cyanus) gehört, bilden die von zarten Staubfäden getragenen Antheren, wie bei allen anderen Korbblütlern, eine Röhre, in welcher der obere Teil des Griffels steckt. Die Antheren öffnen und entleeren sich nach innen, und der Pollen ist nun dem in der Röhre steckenden Griffel aufgelagert. Bei der Mehrzahl der Korbblütler wächst hierauf der Griffel in die Länge und preßt und schiebt den Pollen über die Mündung der Röhre empor. Nicht so in den Blüten der Krebsdistel (Onopordon) und der Flockenblume (Centaurea). Da findet keine Verlängerung des Griffels statt, und der Pollen bleibt in der Röhre versteckt. Betritt aber ein Insekt das Mittelfeld des Köpfchens und berührt, auf den Scheibenblüten herumkletternd, die Staubfäden, von denen die Antherenröhre getragen wird, so ziehen sich diese sofort zusammen und verkürzen sich, die Röhre wird wie ein Futteral hinabgezogen, der auf dem Griffelende lagernde Pollen wird dadurch entblößt, und jenes Insekt, welches diesen Vorgang durch die Berührung der reizbaren Staubfäden veranlaßte, streift den entblößten Pollen an die untere Seite seines Leibes an. Derselbe Erfolg, wenn auch mit anderen Mitteln, wird an gewissen Schmetterlingsblütlern erzielt. An einer Gruppe derselben, für welche der Geißklee und Steinklee, der gewöhnliche Klee und die Esparsette (Cytisus, Melilotus, Trifolium, Onobrychis) als bekannte Beispiele dienen können, stellt das unter dem Namen Schiffchen bekannte und den Insekten als Anflugsplatz dienende untere Blumenblattpaar eine Nische dar, welche nach oben eine

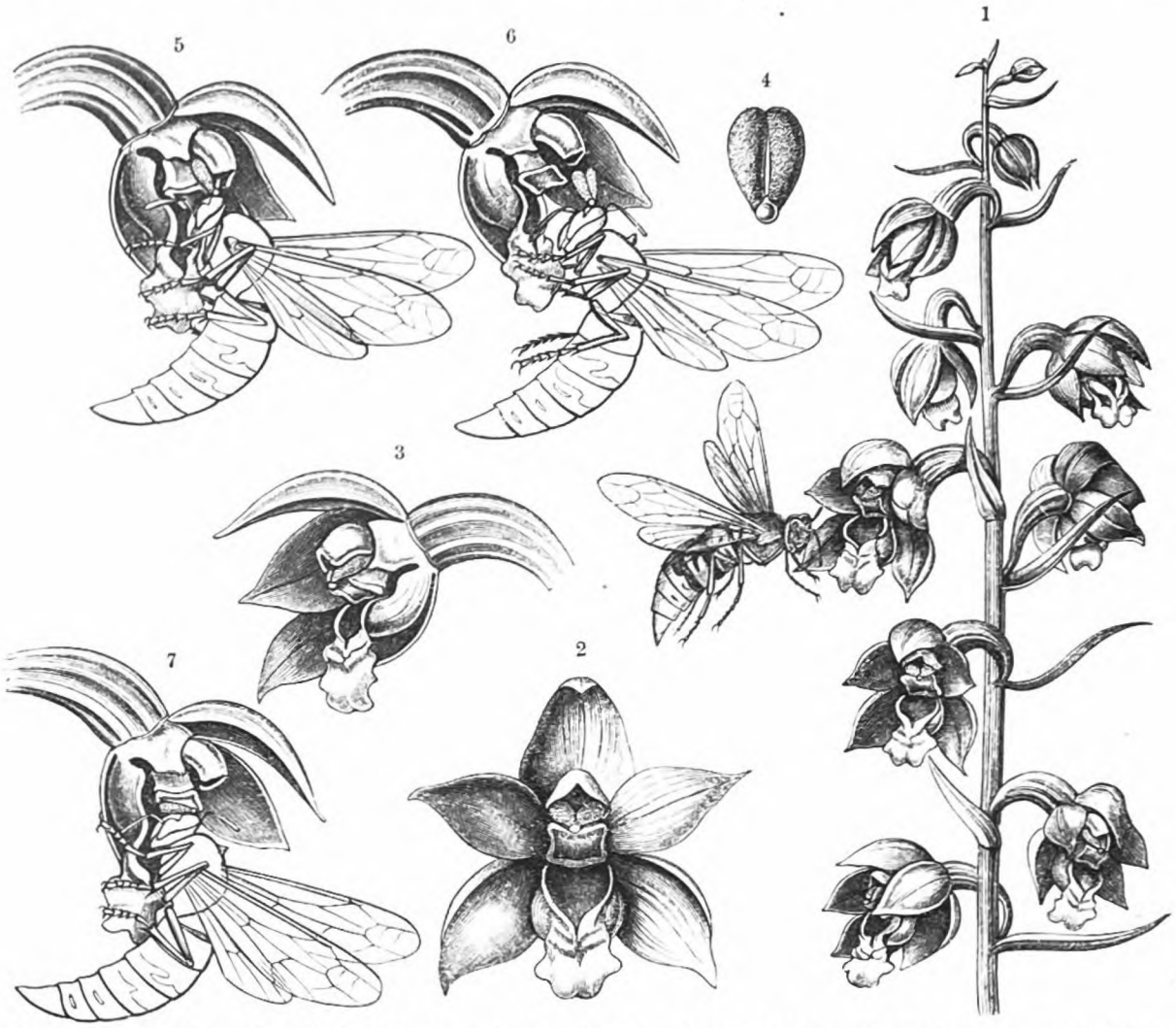
sehr schmale Spalte zeigt. In dieser Nische sind die zehn steifen, teilweise miteinander verwachsenen Staubfäden und die von ihnen getragenen, mit Pollen bedeckten Antheren geborgen. Wenn nun eine Hummel anfliegt, sich auf das Schiffchen niederläßt und den Rüssel in den honigführenden Blütengrund einschiebt, so wird dadurch das Schiffchen herabgedrückt, die in dem Schiffchen geborgenen Antheren werden entblößt, und der von ihnen getragene Pollen wird an die untere Seite des einfahrenden Insektes und zwar zumeist an die unteren Teile des Kopfes und der Brust angestrichen. Sobald das Insekt die Blüte verläßt, kehrt das Schiffchen in seine frühere Lage zurück und birgt wieder die Antheren, welche gewöhnlich nur einen Teil ihres Pollens abgegeben haben. Kommt ein neuerlicher Insektenbesuch, so wiederholt sich der eben geschilderte Vorgang, und es können zwei, drei, vier verschiedene Insekten nacheinander mit dem Pollen aus derselben Blüte beladen werden. Bei den Platterbsen und Walderbsen, den gewöhnlichen Erbsen und den Wicken (Lathyrus, Orobus, Pisum, Vicia) ist der Vorgang der Hauptsache nach der gleiche, doch wird hier der innerhalb des Schiffchens aus den Antheren entbundene Pollen durch ein eigentümliches, am Griffelende befindliches Organ, das man Griffelbürste genannt hat, in demselben Augenblicke aus der Nische des Schiffchens gefegt, als sich das Insekt auf die Blüte setzt. Dabei ist es unvermeidlich, daß der Pollen auf die untere Seite des angeflogenen Insektes übertragen, beziehentlich angestreift oder angedrückt wird.

Ein seltsamer Vorgang spielt sich auch bei dem Aufladen des Pollens in den Blüten des Hohlzahnes (Galeopsis) und der Maskenblume (Mimulus) ab, von welch letzterer ein Pollenblatt auf S. 89, Fig. 19 abgebildet ist. Die Blumenkrone dieser Blüte ist zweilippig, und unter dem Dache der Oberlippe befinden sich vorn die zweilappige, infolge von Berührung zusammenklappende Narbe und dahinter zwei Paare von Pollenblättern. Die Antheren der letzteren haben die Gestalt von Büchsen, welche durch eine Querwand in zwei Fächer geteilt sind, und wo jedes Fach durch einen Deckel verschlossen ist. Wenn man eine Nadel in die Blüte einführt und dabei die Antheren streift, so werden die Deckel aufgeklappt, der Pollen wird dadurch entblößt und klebt an die vorbeistreichende Nadel an. Dasselbe geschieht auch dann, wenn Insekten in die Blüte einfahren, wobei übrigens auch noch das bei späterer Gelegenheit zu besprechende Zusammenklappen der Narbe erfolgt.

Nicht weniger merkwürdig als diese Fälle, wo der Pollen durch das Eingreifen blütenbesuchender Insekten erst entblößt werden muß, bevor er abgestreift und aufgeladen werden kann, sind jene, wo die in Nischen geborgenen Pollenmassen durch Vermittelung eines besonderen Organs an die Körper der besuchenden Insekten geklebt und sodann aus ihren Verstecken hervorgezogen werden. Diese Art des Aufladens von Pollen, welche vorzugsweise bei den Orchideen vorkommt, ist überaus merkwürdig. Es verlohnt sich, dieselbe etwas näher ins Auge zu fassen und an einigen bekannten Vorbildern zu schildern, wozu freilich notwendig ist, daß hier zunächst eine übersichtliche Darstellung des eigentümlichen Baues der Orchideenblüte eingeschaltet wird. Bekanntlich haben alle Orchideen einen unterständigen Fruchtknoten, welcher zur Blütezeit den Eindruck eines Blütenstieles macht. Da an dem Aufbaue des Fruchtknotens die Achse einen wesentlichen Anteil nimmt (s. S. 73), so ist es eigentlich auch vom morphologischen Standpunkte aus nichts weniger als ungereimt, den Fruchtknoten als Stiel der Blüte zu bezeichnen. In allen Fällen trägt derselbe auf seinem Scheitel zwei dicht übereinander stehende dreigliederige Wirtel aus Blumenblättern. Je zwei Blätter eines Wirtels sind gleichgestaltet, während das dritte unpaarige Blatt von ihnen abweicht. Besonders auffallend tritt diese Abweichung an dem unpaarigen Blatte des innern Wirtels hervor, das man Lippe oder Lippchen (labellum) genannt hat. Manchmal ähnelt dieses Blatt wirklich einer Lippe, vielfach nimmt es aber auch die Form eines Holzschuhes, eines Kahnes oder Beckens an, oder es ähnelt einer vorgestreckten Zunge,

mitunter auch dem Leibe einer Spinne oder eines Insektes (s. Abbildung, S. 223, Fig. 2, und auf Tafel bei S. 221). Häufig ist die Lippe am Rande gelappt, oft auch gefranst oder in lange, lockenförmig gewundene Bänder zerschlitzt, zeigt überhaupt eine unerschöpfliche Mannigfaltigkeit in Umriß, Größe und Form und ist die Hauptursache der eigentümlichen bizarren Gestalt, welche für die Orchideen sprichwörtlich geworden ist. Das Achsengebilde des Fruchtknotens erstreckt sich bei den meisten Orchideen noch über die beiden Wirtel der Blumenblätter hinaus und erhebt sich inmitten der Blüte als sogenannte Befruchtungssäule. Dieses Gebilde, das man auch kurzweg Säule nennen kann, trägt die Pollenblätter und die Narbenflächen, erscheint vom Mittelpunkte der Blüte etwas weggerückt und ist der Lippe stets so gegenübergestellt, daß der Zugang zum Blütengrunde zwischen beiden in der Mitte liegt. Von Pollenblättern sind bei jener kleinen Abteilung der Orchideen, für welche der Frauenschuh (Cypripedium; s. S. 249, Fig. 1 und 2) als Vorbild dienen kann, zwei zur Entwickelung gekommen, bei den meisten anderen ist nur ein Pollenblatt in jeder Blüte vollständig ausgebildet. Der Träger der Anthere ist erst bei genauer Untersuchung und Zergliederung der Blüte zu erkennen, bei äußerlicher Besichtigung ist derselbe nicht wahrzunehmen. Gewöhnlich erscheint die Anthere, beziehentlich das Antherenpaar, in Nischen und Gruben der Säule eingebettet oder einer Seite oder auch dem Scheitel der Säule angeschmiegt und angewachsen. In den Blüten mancher Orchideen, wie beispielsweise der auf S. 255 abgebildeten Sumpfwurz, sieht man neben dem einen Pollenblatte mit vollständig entwickelter zweifächeriger Anthere rechts und links noch je ein verkümmertes Pollenblatt in Form eines dreieckigen Zahnes. Neben den Pollenblättern trägt die Säule auch noch die den Spitzen der drei Fruchtblätter entsprechenden Narben. Bei der oben erwähnten Gruppe der Orchideen, als deren Repräsentant der Frauenschuh (Cypripedium) gelten kann, sind alle drei zur Aufnahme des Pollens geeignet, bei den anderen Orchideen sind nur zwei Narben hierzu befähigt, und diese sind gewöhnlich zu einer einzigen Scheibe oder Platte miteinander verschmolzen; die dritte Narbe ist in das sogenannte Rostellum umgewandelt, ein Gebilde, welches bei den weiterhin zu beschreibenden Vorgängen eine sehr wichtige Rolle spielt. Bald ist das Rostellum kappen- oder klappenförmig, bald wieder hat es die Gestalt eines Säckchens oder einer Tasche, eines schiefen Daches, einer Leiste oder eines Blättchens, jedesmal steht dasselbe mit der Anthere in eigentümlichen Beziehungen und ist über ein Ende derselben gedeckt oder ausgespannt. Durch Zerfall gewisser Zellenschichten und Zellennester entsteht in diesem Rostellum eine zähe, äußerst klebrige Masse, welche lebhaft an Vogelleim erinnert und in den meisten Fällen die Form einer Warze annimmt. Die Anthere ist zweifächerig. Ihre Fächer, deren jedes ein Pollenkölbchen oder Pollinium enthält, reißen schon sehr zeitig auf, gewöhnlich schon zur Zeit, wenn die Blüte noch geschlossen ist. Man sieht dann aus den zwei der Länge nach aufgeschlitzten Fächern die Pollenkölbchen herauslugen und bemerkt, daß die schmäleren Enden derselben mit dem Klebekörper des Rostellums in Verbindung stehen. Wie diese Verbindung hergestellt wird, ist je nach den Arten sehr verschieden und kann ausführlicher hier nicht behandelt werden; genug an dem, die Verbindung ist jedesmal eine so gediegene, daß die beiden Pollenkölbchen aus ihrem Bette herausgezogen und entführt werden, sobald der Klebekörper, von einem vorüberstreifenden Gegenstande berührt, anhaftet und von seiner Bildungsstätte abgehoben wird. Die in Europa weitverbreitete breitblätterige Sumpfwurz (Epipactis latifolia), welche als besonders geeignetes Beispiel zur Erläuterung des merkwürdigen Blütenbaues und des noch merkwürdigeren Aufladens der Pollenkölbchen auf den Leib der besuchenden Insekten gewählt wurde, zeigt alle bisher geschilderten Eigenheiten der Orchideen in ausgezeichneter Weise (s. S. 255, Fig. 2 und 3). Die Lippe ist im oberen Teile beckenförmig vertieft und enthält dort reichlichen Honig. Über der Lippe folgt die von der Säule getragene viereckige Narbe, über dieser das warzenförmige Rostellum und über

dem Rostellum die Anthere. Die zwei in der Anthere ausgebildeten Pollenkölbchen sind mit der klebrigen Warze des Rostellums verbunden. Wie das aus der Anthere herausgezogene Paar der Pollenkölbchen aussieht, wird durch Fig. 4 der untenstehenden Abbildung anschaulich gemacht. Der Honig, welcher in der beckenförmigen Vertiefung abgesondert wird, ist kurzrüsseligen Insekten leicht zugänglich, und es werden daher die Blüten der Sumpfwurz mit Vorliebe von Wespen aufgesucht. Kommt eines dieser Tiere — ich wählte für das Bild



Aufladen und Abladen der Pollenkölbchen in den Blüten einer Orchidee: 1. Blütenähre der breitblätterigen Sumpfwurz (Epipactis latifolia), auf welche eine Wespe (Vespa Austriaca) zufliegt. — 2. Eine Blüte dieser Pflanze von vorn gesehen. — 3. Dieselbe Blüte in seitlicher Ansicht; die dem Beschauer zugewendete Hälfte des Perigons weggeschnitten. — 4. Die beiden Pollenkölbchen, durch das Rostellum verbunden. — 5. Dieselbe Blüte von einer Wespe besucht, welche sich beim Lecken des Honigs das Rostellum mit den beiden Pollenkölbchen an die Stirn klebt. — 6. Die Wespe verläßt mit den angekitteten, aufrecht stehenden Pollenkölbchen die Blüte. — 7. Die Wespe besucht eine neue Blüte und drückt die der Stirn angeklebten, inzwischen herabgeschlagenen Pollenkölbchen an die Narbe an. — Fig. 1 in natürlicher Größe; die andern Figuren 2fach vergrößert.
Vgl. Text, S. 254—256.

Vespa Austriaca, welche ich oftmals an den Blüten beobachtete — auf die Lippe angeflogen, so hält es sich mit seinen Beinen an den Buckeln der Unterlippe fest und leckt das mit Honig gefüllte Becken von unten nach oben zu allmählich aus. Oben angekommen berührt es mit der Stirn unvermeidlich den Klebekörper des Rostellums. Sofort ist dieser der Berührungsstelle angekittet (s. obenstehende Abbildung, Fig. 5). Verläßt nun die Wespe nach vollendetem Schmause die Blüte, so zieht sie die mit dem Klebekörper verbundenen beiden Pollenkölbchen aus den Antherenfächern heraus und sucht, mit diesem seltsamen Kopfputze versehen, das Weite. Es sei hier noch erwähnt, daß sich solche Wespen mit einer Schüssel Honig, beziehentlich mit dem Mahle aus einer Blüte nicht bescheiden, sondern auch

noch andere Blüten aufsuchen und sich dort in derselben Weise benehmen, wie es eben geschildert wurde. Während des Fluges von der einen zur anderen Blüte haben sich die an der Stirn klebenden Pollenkölbchen gegen die Mundwerkzeuge herabgeschlagen, und wenn nun das honigleckende Tier am oberen Ende des Beckens einer zweiten Blüte anlangt, so werden die Pollenkölbchen an die viereckige Narbe gedrückt (s. Abbildung, S. 255, Fig. 6).

Im wesentlichen wiederholt sich der hier an den Blüten der breitblätterigen Sumpfwurz erläuterte Vorgang an den meisten Orchideen, deren Lippe nach abwärts gewendet ist, und die in jeder Blüte nur eine einzige Anthere bergen; in Nebensachen herrscht allerdings eine große Verschiedenheit, was mit Rücksicht auf die weitgehende Mannigfaltigkeit der Blütenformen und der Blütenbesucher auch nicht anders erwartet werden kann. Ein paar der auffallendsten Abweichungen mögen hier mit kurzen Worten noch Erwähnung finden. Die meiste Abwechselung zeigt, wie schon früher erwähnt, die Lippe und das Rostellum. Bei einigen Gattungen, wie z. B. bei dem Zweiblatte (Listera), ist der honigführende Teil der Lippe nicht beckenförmig, sondern stellt eine lange, schmale Rinne dar, welche von kleinen Käfern ausgeleckt wird; in anderen Fällen ist die Lippe nach rückwärts ausgesackt und setzt sich in den sogenannten Sporn fort, dessen mit süßem Safte gefüllte Zellen von den Insekten angebohrt und ausgesaugt werden, was z. B. bei der Gattung Knabenkraut (Orchis) der Fall ist. Oder es wird in die enge Röhre des Spornes Honig ausgeschieden, welcher insbesondere für Schmetterlinge als Anlockungsmittel dient, wie bei den Gattungen Nacktdrüse (Gymnadenia) und Stendel (Platanthera; s. Abbildung, S. 224, Fig. 9).

An dem Rostellum entstehen sehr häufig zwei getrennte Klebekörper, von welchen sich jeder nur mit einem Pollenkölbchen in Verbindung setzt. Die Insekten ziehen daher beim Verlassen der Blüten nicht immer beide, sondern häufig nur eins der Pollenkölbchen aus der Anthere. Bei den Arten der Gattung Zweiblatt (Listera) ist das Rostellum blattartig, ragt wie ein Schirm über die Narbe, ist aber mit den Pollenkölbchen im Beginne des Blühens nicht verbunden. Sobald dasselbe jedoch berührt wird, quillt aus ihm augenblicklich ein Tropfen zäher Flüssigkeit hervor, der sich einerseits an den berührenden Körper, anderseits an die über dem Rostellum liegenden Pollenkölbchen anhängt, binnen 2—3 Sekunden erhärtet und so den berührenden Körper mit den Pollenkölbchen verkittet. Wenn die kleinen Schlupfwespen aus den Gattungen Cryptus, Ichneumon und Tryphon und noch mehr die kleinen Käfer aus der Gattung Grammoptera auf der Unterlippe landen und die mit Honig gefüllte Rinne von unten nach oben zu auslecken, so kommen sie am Schlusse ihrer Mahlzeit mit der vorspringenden Kante des Rostellums in Berührung; im Nu werden ihnen auf die soeben geschilderte Weise die Pollenkölbchen angekittet, und wenn die genannten Tiere dann wieder fortfliegen, müssen sie unvermeidlich auch die an der Stirn festsitzenden Pollenkölbchen als Bescherung mitnehmen.

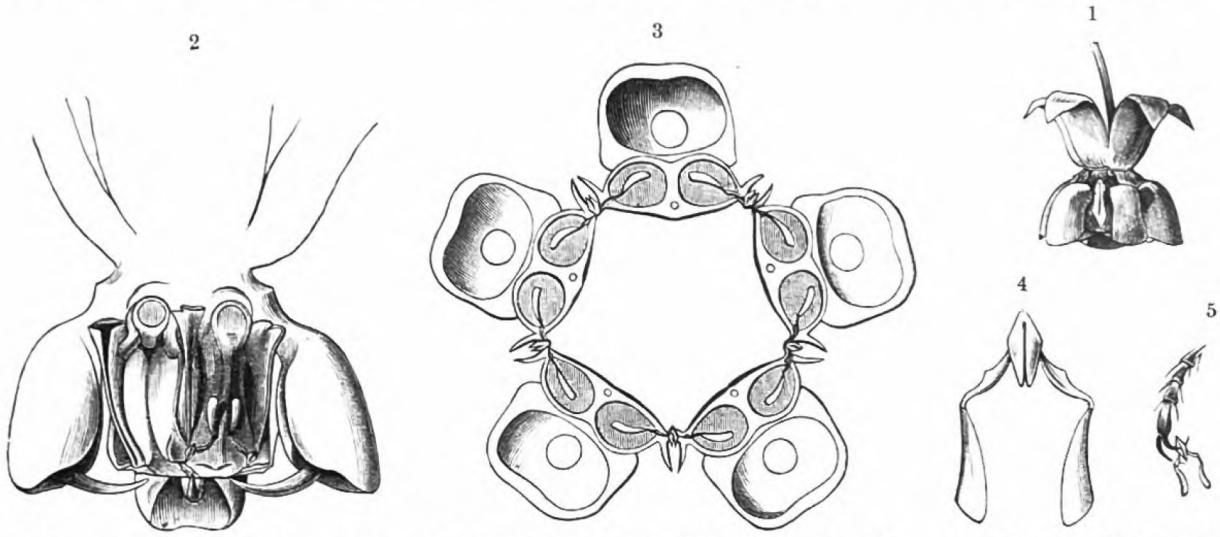
Merkwürdigerweise werden mitunter auch an die Augen der Insekten die Klebekörper angekittet, was jedenfalls eine Beschränkung des Sehvermögens zur Folge hat. Es geschieht das insbesondere in jenen Orchideenblüten, deren Antherenfächer und Pollenkölbchen nach unten zu auseinander weichen und sich mit zwei getrennten Klebekörpern des Rostellums in Verbindung setzen. In den Blüten der Bergstendel (Platanthera montana) weichen die beiden Pollenkölbchen so stark auseinander, daß sie einen Winkel von 70° einschließen, und sie bilden gewissermaßen ein Joch, unter welchem die Schmetterlinge ihren Kopf einführen müssen, wenn sie Honig aus dem langen Sporne saugen wollen. Da ist es unvermeidlich, daß sich die Klebekörper und mittels dieser die Pollenkölbchen rechts und links am Kopfe anheften, und daß dabei häufig auch die Augen beklebt werden. Die Gattung Platanthera, zu welcher die oben genannte Art gehört, ist übrigens auch insofern sehr interessant, als sie zeigt, daß jenen kleinen Abweichungen im Baue der Blüten, welche als Anhaltspunkte zur

Unterscheidung ähnlicher Arten benutzt werden, stets auch eine besondere Bedeutung mit Rücksicht auf den Insektenbesuch zukommt. Die Platanthera Hookeri der Neuen Welt weicht von der Platanthera montana der Alten Welt dadurch ab, daß in der Mitte der Narbe ein Lappen vorspringt, durch welchen zwei Einfahrten zur honigführenden Röhre des Spornes hergestellt werden. Da nun die anfliegenden Schmetterlinge ihre Rüssel nur durch einen dieser beiden Zugänge einführen können, so kommen sie auch nur mit einem Klebekörper in Berührung, und es werden daher diese Tiere auch nur einseitig mit einem Pollenkölbchen am Kopfe behaftet. Wieder anders verhält es sich bei Plantanthera bifolia, welche durch Europa und Asien weitverbreitet ist. Die Pollenkölbchen liegen bei ihr über der Einfahrt nahezu parallel und kleben gewöhnlich zugleich an ein Auge der besuchenden Schwärmer (s. Abbildung, S. 224, Fig. 11) oder an der Basis des Rüssels der besuchenden Nachtschmetterlinge (Spanner aus der Gattung Anaitis und Eulen aus den Gattungen Agrotis, Hadena und Plusia) an. Bei den verschiedenen Arten der Gattung Nacktdrüse (Gymnadenia) bleiben die Pollenkölbchen an den Seiten des Rüssels der saugenden kleinen Eulen, bei der Herminie (Herminium Monorchis) dagegen an den Vorderfüßen der honigleckenden kleinen Aderflügler und Käfer kleben. So ließe sich noch eine lange Reihe von Einrichtungen vorführen, welche die wunderbaren Beziehungen zwischen Gestalt der Blüten und Form der blütenbesuchenden Tiere darlegen.

Zur Zeit des Insektenbesuches ist bei den zuletzt besprochenen Orchideen, welche sämtlich aufrechte Blütenstände haben, die Lippe infolge einer Drehung des stielartigen unterständigen Fruchtknotens der Erde zugewendet (s. Tafel, S. 221). Nur eine kleine Gruppe der Orchideen behält die von den Blütenteilen in der Knospe eingenommene Lage auch dann noch bei, wenn sich die Knospe geöffnet hat und Insekten zum Besuche erwartet werden. Als Vorbild für diese Gruppe der Orchideen mag hier das Ohnblatt (Epipogum aphyllum) gewählt werden, jene merkwürdige Pflanze, welche mit Rücksicht auf ihre eigentümliche Lebensweise schon früher wiederholt besprochen und auch bildlich dargestellt wurde (s. Text und Tafel in Band I, S. 103). Wie an diesem Bilde und auch in der Abbildung auf S. 223, Fig. 10 zu ersehen ist, sind in jeder Blüte dieser Orchidee fünf Zipfel des Perigons lang, schmal und etwas aufwärts gebogen und umschließen, ähnlich den ausgesperrten und zugleich gekrümmten Fingern einer hohlen Hand, einen Raum, in dessen Mitte sich die Befruchtungssäule als eine sanft ansteigende Anflugsplatte zeigt. Obenauf wölbt sich das sechste Blatt des Perigons in Gestalt einer Mütze oder eines Helmes, und so erinnert die ganze Blüte einigermaßen an die Blüte des Eisenhutes. Im Innern des mützen- oder helmförmigen Blattes ist Honig geborgen, und die Hummeln, welche diesen Honig gewinnen wollen, müssen über die Anflugsplatte nach aufwärts vordringen, wobei ein Kontakt der unteren Leibesseite und der Platte unvermeidlich ist. Nun wird aber die Anflugsplatte bei dem Ohnblatte aus der Befruchtungssäule gebildet, welche die Narbe und die Anthere trägt. Im Vergleiche zu jenen Orchideenblüten, deren Lippe nach abwärts geschlagen ist, folgen daher hier die einzelnen Teile in umgekehrter Ordnung. Das nach unten gewendete Ende der Säule trägt bei dem Ohnblatte die Anthere, dann folgt das Rostellum, welches eine sehr klebrige Warze erzeugt, und noch weiter aufwärts die als steile Wand sich aufböschende Narbe (s. Abbildung, S. 223, Fig. 12). Die Pollenkölbchen, welche eine eiförmige Gestalt haben, sind mittels langer, zäher Fäden an die klebrige Warze des Rostellums gekettet (s. Abbildung, S. 223, Fig. 11) und von einer häutigen Kappe, welche der Anthere angehört, überdeckt. Wenn nun die in den schattigen Wäldern schwärmende Hummel Bombus lucorum auf der Befruchtungssäule des Ohnblattes landet und vom unteren Rande derselben zu dem Honig des helmförmigen Perigonblattes vordringt, so kommt sie mit den verdeckten Pollenkölbchen nicht sogleich in unmittelbare Berührung, wohl aber wird ihr bei dieser Gelegenheit die klebrige Warze des

Rostellums an die untere Seite des Leibes angekittet, und wenn dann das Insekt die Blüte verläßt, wird die Antherenkappe zurückgeschlagen, die beiden an dem Klebekörper hängenden Pollenkölbchen werden aus ihrem Verstecke herausgerissen und aus der Blüte entführt (s. Abbildung, S. 223, Fig. 13). Wie sie dann später zu den Narben anderer Blüten gelangen, wird im nächsten Kapitel zu besprechen sein.

Eine entfernte Ähnlichkeit mit den eben beschriebenen, in den Blüten der Orchideen sich abspielenden Vorgängen bei dem Aufladen des Pollens auf den Leib der angeflogenen Tiere hat auch das Anheften der Pollenkölbchen mittels besonderer Klemmkörper an die Füße der Insekten, wie solches in den Blüten der Asklepiadeen beobachtet wird. Der Pollen erscheint hier auch wieder in Form von Pollenkölbchen oder sogenannten Pollinien, die zu zwei und zwei miteinander verbunden sind, und man wird beim Anblicke eines solchen Paares von Pollinien (s. untenstehende Abbildung, Fig. 4) unwill-



Vorrichtung zum Anheften der Pollinien einer Asklepiadee (Asclepias Cornuti) an die Füße der Insekten mittels Klemmkörper: 1. Blüte der Asclepias Cornuti, von der Seite gesehen. — 2. Dieselbe Blüte vergrößert; die vorderen zwei Blumenblätter sowie die vordere Wand einer Anthere weggeschnitten. — 3. Querschnitt durch dieselbe Blüte. — 4. Klemmkörper mit zwei Pollinien. — 5. Insektenfuß mit Pollinien behaftet. — Fig. 1 in natürlicher Größe; die anderen Figuren 2—5fach vergrößert. Vgl. Text, S. 259.

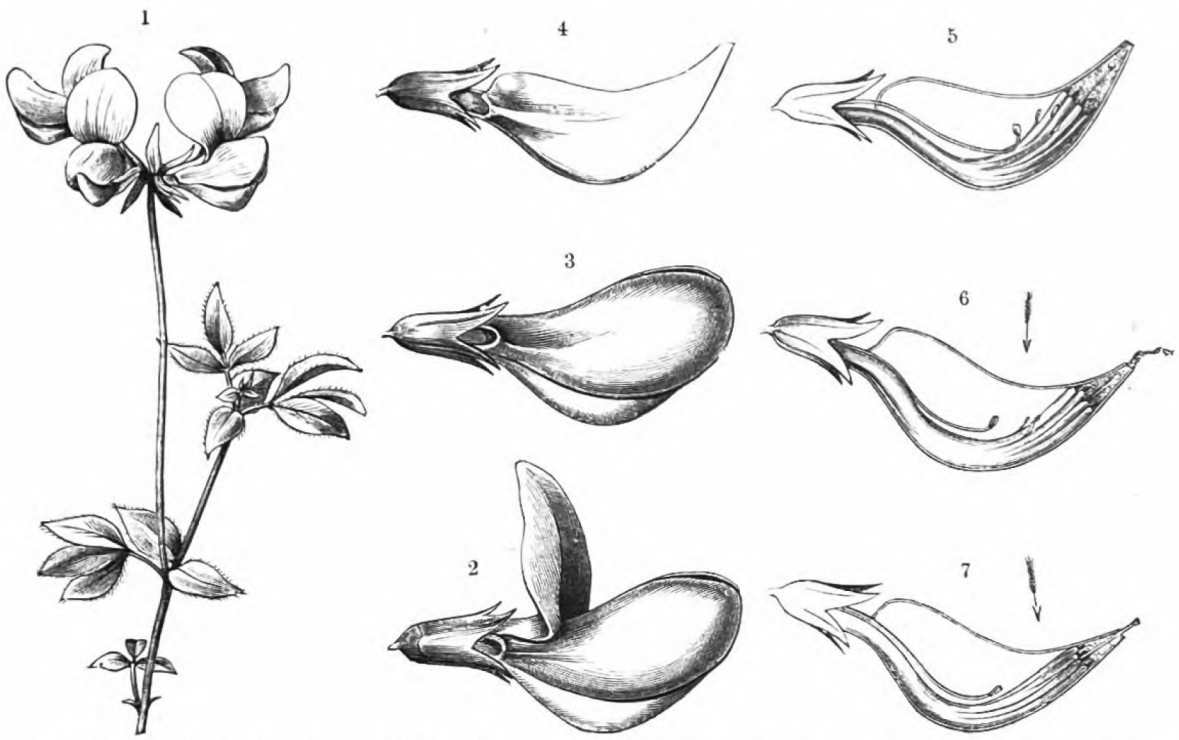
kürlich an die analogen Gebilde in den Orchideenblüten erinnert. Bei näherem Zusehen ergeben sich aber doch sehr erhebliche Unterschiede. Erstens ist das Knötchen, durch welches die beiden Pollinien zusammenhängen, nicht weich und klebrig, sondern ein trockner und fester Klemmkörper mit zwei Armen, von welchem dünne eingeschlossene Gegenstände wie von den Armen einer Pinzette festgehalten werden, zweitens sind die Pollinien nicht keulenförmig und teigartig, sondern stellen glänzende hornartige Blättchen dar, und drittens gehören die beiden an den Klemmkörper mittels bandartiger Stränge gehefteten Pollinien nicht einem, sondern zwei benachbarten Pollenblättern an. Wie der Querschnitt durch die Blüte der Seidenpflanze (Asclepias Cornuti; s. obenstehende Abbildung, Fig. 3) zeigt, wird die Mitte der Blüte von einer fünfseitigen Säule eingenommen. Jeder der fünf Seiten dieser Säule ist ein gedunsenes zweifächeriges Pollenblatt aufgelagert, an dessen seitlichen Rändern häutige Säume herablaufen. Diese häutigen Säume liegen der Säule nicht an, sondern sind auswärts gestülpt, und je zwei und zwei derselben stehen nebeneinander, wie etwa die aufgebogenen Ränder zweier benachbarter, auf einem Tische liegender Papierbogen. Dadurch wird der Eindruck hervorgebracht, als wäre die aus den Pollenblättern gebildete Hülle der fünfseitigen Mittelsäule vor den Kanten dieser Säule der Länge nach aufgeschlitzt. Da der gedunsene Teil der Pollenblätter von den tütenförmig ausgehöhlten, mit Honig erfüllten und in der Mitte mit einem hornförmigen Fortsatze geschmückten Blumenblättern überdeckt

ist, so sieht man von den Pollenblättern äußerlich nur die aufgestülpten häutigen Säume, beziehentlich die fünf Schlitze, was durch die Abbildung auf S. 258, Fig. 1 und 2 anschaulich gemacht ist. In der Tiefe eines jeden dieser fünf Schlitze findet sich je ein Klemmkörper, und von diesem gehen bandförmige Stränge aus, die ihn mit den Pollinien in den benachbarten Fächern der Pollenblätter verbinden. So sind demnach durch jeden Klemmkörper zwei Pollinien miteinander verbunden, von welchen sich das eine in dem linken Fache des vom Schlitze rechts liegenden, das andere in dem rechten Fache des vom Schlitze links liegenden Pollenblattes entwickelt hat. Der reichliche Honig in den erwähnten tütenförmigen Blumenblättern und der weithin wahrnehmbare Honigduft führen unzählige Insekten zu den Blüten der Asklepiadeen. Da der Honig sehr oberflächlich liegt und daher auch von kurzrüsseligen Tieren gewonnen werden kann, kommen neben den Bienen und Hummeln insbesondere auch Wespen und Sphegiden angeflogen, und es gewährt ein großes Vergnügen, diese schön bemalten glatten Insekten, zumal die prächtigen Skolien (Scolia haemorrhoidalis, quadripunctata, bicincta), sich auf den Blüten herumtreiben zu sehen. Die Blüten, welche zur Zeit, wann sie am reichsten mit Honig versorgt sind, nicken oder überhängen, bieten den Insekten keinen bequemen Anflugsplatz und Halteplatz zum Honiggenusse. Alle Teile der Blüte sind glatt und schlüpfrig, und nur in den oben beschriebenen Schlitzen zwischen den honigführenden Blumenblättern finden die Insekten gute Stützpunkte. In diese führen denn auch die angeflogenen Tiere die bekrallten Fußspitzen ein, streifen von dem einen bis zum anderen Ende hindurch und heften sich bei dieser Gelegenheit an eine der Krallen den Klemmkörper an. Wenn sie dann bei dem Verlassen der Blüte den betreffenden Fuß aus dem Schlitze herausziehen, so werden die an dem Klemmkörper befestigten zwei Pollinien aus ihren Höhlungen gezerrt und an das Tageslicht befördert. Der Insektenfuß zeigt nunmehr eine der Krallen in den Klemmkörper eingezwängt, und an dem Klemmkörper hängen die beiden Pollinien, wie es durch die Abbildung auf S. 258, Fig. 5 dargestellt ist.

Was nun mit den Pollinien weiterhin geschieht, gehört zwar streng genommen nicht mehr in dieses Kapitel; dennoch scheint es mir passend, die weiteren Schicksale derselben schon hier zu besprechen. Die Pollinien sollen zu den Narben und zwar zu den Narben an der Fruchtanlage anderer Blüten kommen. Wo sind nun diese Narben? Die fünfseitige, von den fünf Pollenblättern umgebene Mittelsäule, von welcher früher die Rede war, enthält in ihrem Innern eingelagert die Fruchtanlage. Der Zugang zu dieser Fruchtanlage aber wird durch die sogenannten Narbenkammern hergestellt, welche dicht unter dem knopfartigen Ende der Mittelsäule liegen und nach außen zu geöffnet sind. Diese Zugänge liegen so wie die Klemmkörper in den Schlitzen versteckt, und Insekten, welche in die Schlitze treten, kommen mit ihren Fußenden gelegentlich auch in diese Narbenkammern. Hatten die Insekten schon früher eine andere Blüte besucht und wurden ihnen dort Pollinien mittels des Klemmkörpers angeheftet, so werden diese zu den neubesuchten Blüten verschleppt. Indem die Tiere, daselbst angekommen, festen Halt suchen und in den Schlitz einfahren, stopfen sie die Pollinien in die unter dem Schlitze versteckten Narbenkammern. Ziehen sie dann den Fuß wieder zurück, so reißen die Bänder, durch welche die Pollinien mit dem Klemmkörper verbunden sind, ab, die Pollinien bleiben in der Narbenkammer, die Klemmkörper an den Füßen der Insekten zurück. Bei dieser Gelegenheit kann auch ein neuer Klemmkörper mit Pollinien angeheftet werden, und es kann sich dieser Vorgang überhaupt mehrmals wiederholen. Beim Einfangen von Insekten, welche die Blüten von Asclepias Cornuti besuchten, wurden manchmal an einem und demselben Fuße 5 — 8 Klemmkörper gefunden.

Das Anklemmen der Pollinien an die Füße der Insekten gehört zu dem Merkwürdigsten, was man im Bereiche der Blüten von dergleichen Vorgängen beobachtet hat, und es wäre nicht zu verwundern, wenn diejenigen, welche das alles nicht mit eignen Augen gesehen

haben, die betreffenden Schilderungen für Erfindungen der erhitzten Phantasie eines Botanikers halten würden. Es reihen sich aber an die geschilderten Vorgänge noch vier andere an, welche das Erstaunen des Beobachters in nicht geringerem Grade zu erregen vermögen, und die insbesondere auch darum sehr beachtenswert sind, weil bei ihnen das Aufladen des Pollens auf den Leib der besuchenden Insekten durch besondere Bewegungen der Blütenteile geschieht. Die Insekten heften sich den Pollen nicht selbst durch unmittelbare Berührung an, sondern sie veranlassen nur bei Gelegenheit des Einfahrens in die Blüte gewisse Veränderungen in der Lage der Blütenteile, welche zur Folge haben, daß der Pollen an bestimmte Stellen des Leibes gestreut, angepreßt oder hingeworfen wird.



Pumpwerk zum Aufladen des Pollens: 1. Lotus corniculatus. — 2. Eine Blüte dieser Pflanze, 2fach vergrößert. — 3. Dieselbe Blüte; die Fahne weggenommen. — 4. Dieselbe Blüte; die Fahne und die Flügel weggenommen, so daß das Schiffchen entblößt ist. — 5. Ein Blatt des Schiffchens weggenommen; im Innern des Schiffchens sieht man die Pollenblätter, von welchen die längeren gegen ihr freies Ende zu keulenförmig verdickt sind. Der Hohlkegel oberhalb der entleerten Antheren ist mit Pollen erfüllt, und in diesen Pollen ist der Griffel mit der Narbe eingebettet. — 6. Das Schiffchen ist in der Richtung des Pfeiles herabgerückt; infolgedessen wird an der Mündung des Hohlkegels durch das Bündel der keulenförmigen Antherenträger Pollen hinausgepumpt. — 7. Das Schiffchen in der Richtung des Pfeiles noch mehr herabgerückt, so daß die Narbe vor die Mündung des Hohlkegels zu stehen kommt. Vgl. Text, S. 261.

Ich vergleiche derlei Einrichtungen an den Pflanzen nicht gern mit den Erzeugnissen menschlicher Kunstfertigkeit; wenn man aber diese verschiedenen Pumpen und Hebel sieht, so liegt der Vergleich mit gewissen von den Menschen erfundenen und verwendeten Gerätschaften und Maschinen so nahe, daß es gesucht und unnatürlich wäre, ihn abzuweisen. Ja, es erleichtert sogar wesentlich das Verständnis dieser Einrichtungen, wenn für sie Namen gewählt werden, welche die Ähnlichkeit mit einfachen, im Haushalte des Menschen gebrauchten Gerätschaften und Maschinen andeuten. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, sollen die noch zu besprechenden Einrichtungen bei dem Beladen der Tiere mit Pollen auch in der angedeuteten Weise bezeichnet und als Pumpwerke, Schlagwerke, Schleuderwerke und Streuwerke vorgeführt werden.

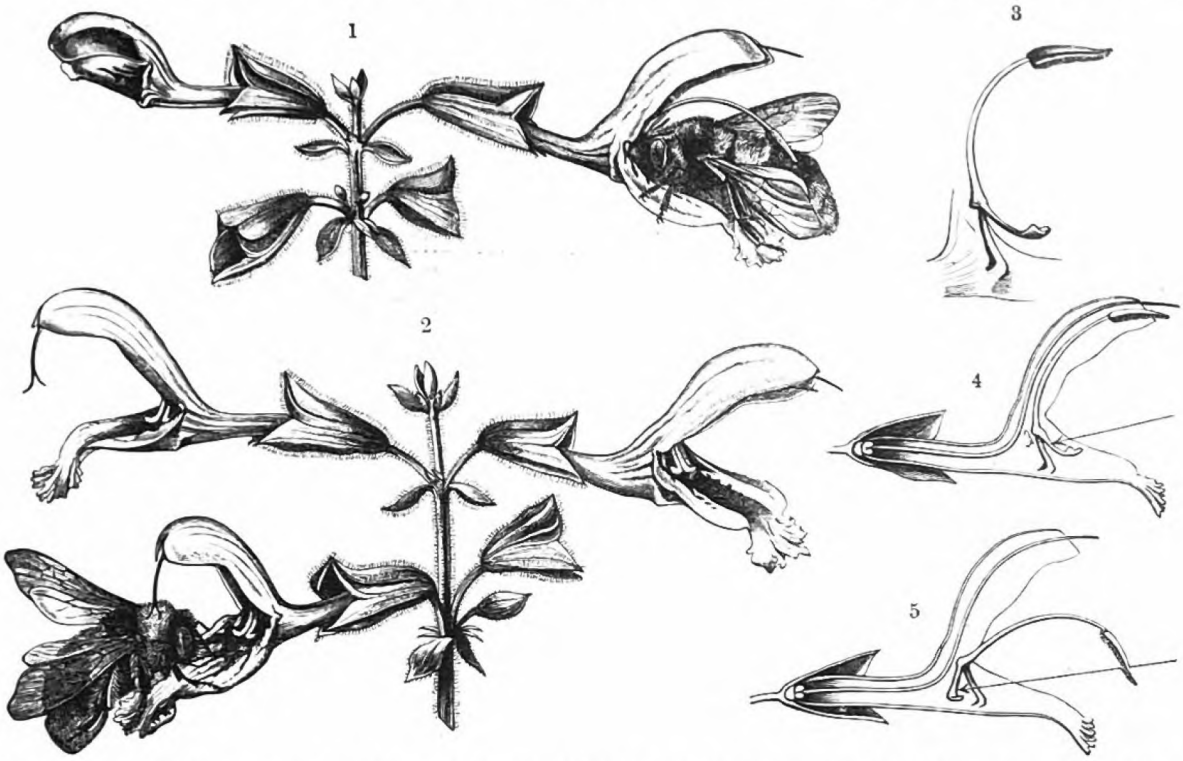
Zunächst das Pumpwerk in den Schmetterlingsblüten. Nicht in allen, aber doch in sehr vielen Schmetterlingsblüten, namentlich in jenen der Kronwicke, des Hufeisenklees, der Wolfsbohne, der Hauhechel, des Wundklees (Coronilla, Hippocrepis, Lupinus,

Ononis, Anthyllis) und insbesondere des hier zum Vorbilde gewählten Hornklees (Lotus corniculatus; s. Abbildung, S. 260, Fig. 1 und 2), sind die beiden seitlichen Blumenblätter, welche man in der botanischen Kunstsprache Flügel nennt, nach oben zu konvex und schließen so zusammen, daß sie einen über das Schiffchen gewölbten Sattel bilden. Mit dem Schiffchen stehen diese Flügel in eigentümlicher Weise in Verbindung. Nahe der Basis findet sich an jedem derselben ein faltenförmiger Vorsprung, und dieser paßt genau in eine Furche des entsprechenden Teiles am Schiffchen (s. S. 260, Fig. 3 und 4). Dadurch sind beide fest verschränkt, und jeder Druck auf das Flügelpaar wird auch auf das Schiffchen übertragen. Wenn sich Bienen oder Hummeln rittlings auf das zu einem Sattel vereinigte Flügelpaar setzen, so wird dadurch nicht nur dieses selbst, sondern auch das Schiffchen herabgedrückt, und da sieht man mit Erstaunen, daß infolge dieser Bewegung aus einer kleinen Spalte an der hohlkegelförmigen Spitze des Schiffchens teigartiger Pollen wie ein kleines Würmchen oder wie ein schmales Band hervorkommt, um an die untere Leibesseite, mitunter auch an die Beine, der reitenden Insekten gepreßt zu werden. Der Vorgang dieses Hervorpressens ist durch die Figuren 5, 6 und 7 auf S. 260 dargestellt. Wie an diesen Figuren zu ersehen ist, haben sich mehrere Staubfäden unterhalb der von ihnen getragenen Antheren keulenförmig verdickt, liegen knapp aneinander und nehmen sich in dem hohlkegelförmigen, nur an der Spitze offenen Schiffchen gerade so aus wie der Stempel in einer Pumpe. Ja, sie wirken auch gleich einem solchen Stempel! Wenn nämlich infolge eines Druckes, dessen Richtung der Pfeil anzeigt, das Schiffchen in die Tiefe rückt, so werden dadurch die feststehenden Enden der Staubfäden weiter in den Hohlkegel des Schiffchens hineingedrängt und pressen einen Teil des dort aufgespeicherten Pollens aus der erwähnten kleinen Spalte an der Spitze hinaus. Läßt der Druck nach, so kehrt das Schiffchen in seine frühere Lage zurück. Durch sorgfältige Untersuchungen wurde ermittelt, daß das Hinauspumpen teigartigen Pollens aus einer und derselben Blüte sich achtmal wiederholen kann, vorausgesetzt, daß das Schiffchen nicht gar zu tief herabgedrückt wurde. Zu bemerken ist nur noch, daß bei stärkerem Abwärtssinken des Schiffchens auch das Griffelende aus der kleinen Spalte hervorkommt (s. S. 260, Fig. 7) und an den Hinterleib der besuchenden Bienen und Hummeln anstreift, worauf bei anderer Gelegenheit nochmals zurückzukommen sein wird.

Das Pumpwerk, wie es hier geschildert wurde, scheint ausschließlich auf Schmetterlingsblüten beschränkt zu sein. Dagegen ist das Schlagwerk, welches nun vorgeführt werden soll, in den Blüten der verschiedensten Familien zur Ausbildung gelangt. In allen hierher gehörigen Fällen macht die Bewegung der Antherenträger, welche das Aufladen des Pollens auf den Leib der besuchenden Insekten zur Folge hat, auf den Beschauer einen ähnlichen Eindruck wie das Aufschlagen des Hammers auf die Glocke einer Turmuhr, wenn auch die Auslösung dieser Bewegung in den verschiedenen Blüten sehr abweichend ist. Das eine Mal wird ein zweiarmiger Hebel in Bewegung gesetzt, das andere Mal findet ein plötzliches Aufschnellen der Pollenblätter aus einer Klemme statt, und wieder in anderen Fällen erfahren die reizbaren Träger der Antheren bei der leisesten Berührung eine Lageänderung, welche an das Zusammenschlagen der Laubblättchen bei der Sinpflanze (Mimosa; s. Bd. I, S. 502) erinnert.

Das bekannteste aller Schlagwerke ist das in den Blüten der Salbeipflanzen. An keiner Art dieser umfangreichen Gattung ist dasselbe schöner zur Entwickelung gelangt als an dem klebrigen Salbei (Salvia glutinosa), und es soll daher auch dieser hier zum Vorbilde dienen. Wie aus der auf S. 262 eingeschalteten Abbildung ersehen werden kann, sind die Blumen dieses Lippenblütlers seitlich eingestellt, und es bildet die Unterlippe für die anfliegenden Hummeln den besten Landungsplatz. Will die gelandete Hummel den im Hintergrunde der Blüte in der Umgebung des Fruchtknotens geborgenen Honig gewinnen, so muß sie von der

Unterlippe aus in den weit geöffneten Rachen der Blüte vordringen. Nun findet sich aber gerade dort das merkwürdige Schlagwerk aufgestellt. Es erhebt sich nämlich rechts und links am Eingange je ein Pollenblatt (s. untenstehende Abbildung, Fig. 3), das sich aus einem aufrechten, kurzen, festen und unverrückbaren Träger und der von einem halbbogenförmigen Konnektiv getragenen schaukelnden Anthere zusammensetzt. Die Verbindung dieser beiden Teile wird mittels eines Gelenkes hergestellt, welches die Schaukelbewegung nur nach einer in der untenstehenden Abbildung durch die Figuren 4 und 5 ersichtlich gemachten Richtung gestattet. Der in schaukelnde Bewegung zu versetzende Teil des Pollenblattes besteht aus einem oberen längeren Hebelarme, der mit der pollenbedeckten Anthere abschließt, und einem



Aufladen des Pollens mittels eines Schlagwerkes: 1. Ein Teil des Blütenstandes von Salvia glutinosa; die Blüte rechts von einer Hummel besucht, auf deren Rücken die pollenbedeckte Anthere herabschlägt. — 2. Ein anderer Teil desselben Blütenstandes mit drei offenen Blüten, die auf verschiedenen Entwickelungsstufen stehen. Die Blüte links unten; von einer Hummel besucht, welche auf ihrem Rücken den Pollen von einer jüngeren Blüte mitbringt und denselben an die herabgebogene Narbe abstreift. — 3. Ein Pollenblatt der Salvia glutinosa mit schaukelndem Konnektiv. — 4. Längsschnitt durch eine Blüte der genannten Pflanze. Der Pfeil deutet die Richtung an, welcher entlang die Hummeln zum Blütengrunde einfahren. — 5. Derselbe Längsschnitt; der untere Hebelarm des Konnektivs ist gegen den Hintergrund der Blüte gedrängt, infolgedessen die pollenbedeckte Anthere am Ende des anderen Hebelarmes herabgedrückt wurde. Vgl. Text, S. 261.

unteren kurzen Hebelarme, der gegen sein freies Ende spatelförmig verbreitert und etwas kolbenförmig verdickt ist. Stößt die Hummel in der Richtung des Pfeiles (Fig. 4) an den unteren Hebelarm an, so wird der obere herabgeschlagen (Fig. 5). Da die beiden als Schlagwerke ausgebildeten Pollenblätter dicht nebeneinander stehen und insbesondere die unteren Hebelarme zusammenschließen, so erfolgt auch das Herabschlagen der oberen Hebelarme zu gleicher Zeit, und man könnte bei seitlicher Ansicht glauben, es sei hier nur eine einzige schaukelnde Anthere vorhanden. Wenn nun die von ihrem Landungsplatze auf der Unterlippe zum Blütengrunde vordringende Hummel an das den Rachen versperrende Paar der Hebelarme anstößt, so wird in demselben Augenblicke ihr Rücken oder die obere Seite ihres Hinterleibes von den herabschlagenden Antheren mit Pollen beladen (Fig. 1). Daß solche von dem Schlagwerke getroffene Hummeln, wenn sie späterhin andere Blüten besuchen, bei dem Einfahren den aufgeladenen Pollen an die vor die Blütenpforte herabgebogene Narbe anstreifen (Fig. 2), wird später nochmals zur Sprache kommen. Das Schlagwerk in den Blüten des im

Mittelmeergebiete weitverbreiteten gebräuchlichen Salbeis (Salvia officinalis) weicht von dem oben geschilderten nur darin ab, daß auch an dem unteren Hebelarme der Antheren etwas Pollen ausgebildet ist, welcher von den zum Blütengrunde einfahrenden Insekten an den Kopf angestrichen wird. Das schaukelnde Stück des Pollenblattes ist nämlich bei allen Salbeiarten als eine Anthere aufzufassen, deren Konnektiv eine eigentümliche Veränderung erfahren hat. Dasselbe ist in einen straffen Halbbogen umgewandelt, der an jedem Ende ein Fach zu tragen hat. Bei dem klebrigen Salbei ist nur an dem oberen Ende ein mit Pollen gefülltes Fach vorhanden, während dem unteren Ende der Pollen vollständig fehlt. Bei dem gebräuchlichen Salbei dagegen ist, wie gesagt, auch in dem kleineren Fache am Ende des kurzen unteren Hebelarmes etwas Pollen zur Entwickelung gekommen. An den Antheren jener zahlreichen Arten, für welche der Wiesensalbei (Salvia pratensis) als Vorbild gelten kann, ist der Träger der Antheren ungemein kurz und die untere Hälfte der Anthere, beziehentlich der untere Hebelarm in einen viereckigen Lappen umgestaltet. Die Lappen der gegenüberliegenden beiden Pollenblätter sind so miteinander verbunden, daß sie wie eine Fallthür die Blütenpforte verschließen. Nur dort, wo beide Lappen zusammenstoßen, zeigt jeder derselben eine kleine, muschelförmige Aushöhlung, die genau auf die entsprechende Aushöhlung des benachbarten Lappens paßt, wodurch ein Loch in der Mitte der Fallthür entsteht. Durch dieses Loch fahren die angeflogenen Insekten mit dem Rüssel ein und drücken dabei die Fallthür nach rückwärts und zugleich in die Höhe. Die Lappen, aus welchen sich die Fallthür zusammensetzt, bilden aber zugleich die kurzen Hebelarme des Schlagwerkes, und indem sie in die Höhe gehoben werden, schlagen die anderen langen Hebelarme, deren jeder an seinem Ende ein mit Pollen erfülltes Antherenfach trägt, herab, und es wird auf diese Weise die Oberseite des honigsaugenden Insektes mit Pollen beladen.

Während bei den Salbeiarten der Pollen auf die obere Seite der honigsaugenden Hummeln kommt, wird er bei den in Mexiko einheimischen Lopezien durch das Anschlagen der Anthere an die untere Seite der zu den Blüten kommenden Insekten gebracht. Diese Lopezien (Lopezia coronata, miniata, racemosa) sind schon dadurch auffallend, daß jede ihrer Blüten nur ein einziges antherentragendes Pollenblatt enthält. Dasselbe liegt eingeklemmt in dem darunter stehenden, der Länge nach zusammengefalteten und an seinem freien Ende löffelförmig gestalteten Blatte. Sobald sich ein Insekt auf dieses Blatt, beziehentlich auf das löffelförmige, den bequemsten Anflugsplatz bietende Ende desselben niederläßt, klappt es augenblicklich nach abwärts; zugleich schnellt das in ihm versteckte Pollenblatt in die Höhe, schlägt an die untere Seite desjenigen Tieres an, welches angeflogen kam, und ladet ihm an der Stelle des Anschlages den Pollen auf.

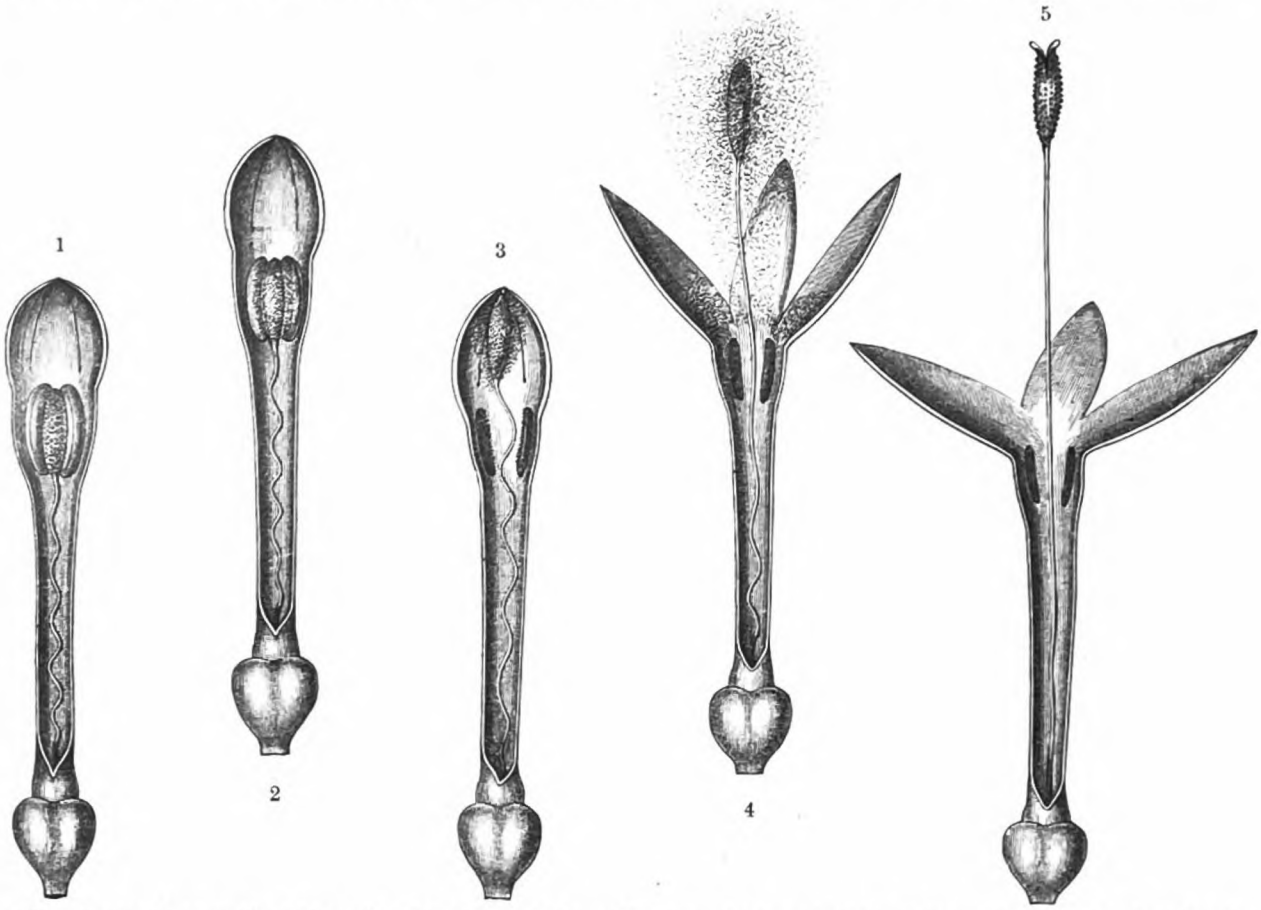
In den Blüten des Sauerdornes (Berberis) wird das Anschlagen durch die Reizbarkeit der Antherenträger veranlaßt. Jede dieser Blüten enthält, in zwei Wirtel geordnet, sechs Pollenblätter, welche, schräg nach außen gerichtet, in den dahinter stehenden schalenförmigen Kronenblättern versteckt sind. An der dem Fruchtknoten zugewendeten inneren Seite der Antherenträger oder Staubfäden findet sich im Blütengrunde reichlicher Honig, welcher von safranfarbigen Wülsten der Kronenblätter herstammt. Dieser Honig wird von Bienen und Hummeln aufgesucht, welche sich bei ihrem Anfluge an die nickenden Blütentrauben anhängen. Schon bei diesem Anhängen treten die Insekten häufig mit den Vorderbeinen in die Blüten und treffen dabei die Staubfäden; unvermeidlich werden aber die Staubfäden an ihrer Basis berührt, wenn die Insekten mit dem Rüssel in den Blütengrund einfahren, um dort den Honig zu saugen. Die leiseste Berührung, welche die Staubfäden in ihrem unteren Drittel erfahren, wirkt aber als Reiz, hat eine Veränderung in der Spannung der Gewebeschichten und eine plötzliche ruckweise Bewegung, beziehentlich ein Aufschnellen der betreffenden Pollenblätter zur Folge. Das Aufschnellen wird zugleich zu einem Aufschlagen

der Antheren auf das Insekt und zu einem Beladen des Insektes mit dem Pollen. Besonders wird durch den Schlag der Kopf des Insektes getroffen; aber auch der Rüssel, mit welchem die Insekten eingefahren sind, und die Vorderfüße, mit welchen sie den Innenraum der Blüte betreten hatten, werden mit Pollen behaftet.

In ähnlicher Weise wie bei dem Sauerdorne vollzieht sich das Beladen der Insekten mit Pollen in den Blüten der Opuntien (Opuntia). An der in Dalmatien und auf den heißen Porphyrfelsen bei Bozen vorkommenden Opuntia nana öffnen sich die verhältnismäßig großen Blüten bei hellem Himmel um 9 Uhr vormittags. Man sieht dann in der Blüte die fleischige vierlappige Narbe, welche den kegelförmigen dicken Griffel krönt und den bequemsten Landungsplatz für die anfliegenden Insekten bildet. Der Griffel erhebt sich aus einer Grube, welche reichlich mit süßem Honig erfüllt ist, und die Grube ist umstellt von sehr zahlreichen, ungleich langen, aufrechten Pollenblättern. Die geöffneten Antheren dieser Pollenblätter sind mit krümeligen Pollen beladen, ihre fadenförmigen Träger erscheinen im unteren Viertel blaßgelb, weiter aufwärts glänzend goldgelb gefärbt. Berührt man den glänzend goldgelben Teil eines Fadens, so krümmt sich derselbe sofort in einem halbkreisförmigen und zugleich etwas schraubig gedrehten Bogen nach einwärts gegen den Griffel hin und schlägt sich über die mit Honig gefüllte Grube, aus welcher der Griffel emporragt. Kommt nun eine Biene angeflogen, so setzt sie sich zuerst auf die über die Antheren hinausragende große Narbe und sucht von da zu der mit Honig gefüllten Grube hinabzuklettern. Dabei ist aber die Berührung des reizbaren Teiles der fadenförmigen Antherenträger unvermeidlich, und sobald diese erfolgt, krümmen sich auch die berührten Fäden über die Bienen und beladen sie mit den von den Antheren leicht ablösbaren Pollen. Es ist ergötzlich, diesem Schauspiele zuzusehen und zu beobachten, wie sich kurz nacheinander die zahlreichen Fäden gruppenweise über das in den Blütengrund hinabkletternde Insekt überbeugen und gegen dasselbe hinschlagen. Die honigsuchende Biene wird durch die Krümmung der Pollenblätter und die Schläge, denen sie ausgesetzt ist, nicht sehr erschreckt, sondern läßt sich den Pollen ohne weiteres aufladen. Sie kann denselben nachträglich abbürsten, in den Körbchen sammeln und in den Bau tragen. Da die Krümmung der Pollenblätter zum mindesten so lange anhält, bis das betreffende Insekt die Blüte verläßt, so ist es unvermeidlich, daß auch noch bei Gelegenheit des angetretenen Rückzuges der Pollen von zahlreichen Antheren abgestreift wird. Gewöhnlich sind die Bienen beim Verlassen der Opuntienblüten mit dem gelblichen Pollen ringsum bedeckt.

Der Pollen, welchen die Antheren der Schlagwerke enthalten, wird dem Leibe der Insekten zum Teile angedrückt und angepreßt, zum Teile bei den Bewegungen, welche mit dem Verlassen der Blüten verbunden sind, durch die Tiere abgestreift. Darin unterscheiden sich die Schlagwerke von jenen Vorrichtungen, welche den Zweck haben, die Insekten mit Pollen zu bestreuen und zu bewerfen, und welche unter dem Namen Schleuderwerke zusammengefaßt werden können. Das Ausschleudern wird durch plötzliches Aufschnellen bald des Griffels, bald der Staubfäden und bei einigen Orchideen auch der Antheren und des Rostellums veranlaßt. Da die Zahl der Schleuderwerke sehr groß ist, muß ich mich darauf beschränken, hier nur die auffallendsten Formen vorzuführen, und ich beginne zunächst mit der Schilderung der im nördlichen Persien einheimischen Crucianella stylosa, welche in den Abbildungen auf S. 265 und 267 dargestellt ist. Diese Pflanze gehört zu den Sternkräutern. Ihre rosenroten Blüten sind zu endständigen Büscheln vereinigt und entwickeln einen weithin wahrnehmbaren Honigduft. Wenn man von einer einzelnen Blüte die vordere Wand der Blumenkrone entfernt, um einen Einblick in das Innere zu gewinnen, so fällt zunächst auf, daß der dünne, lange Griffel schlangenförmig gewunden, und daß die ihm aufsitzende dicke Narbe zwischen die Antheren eingepfercht ist (s. Abbildung, S. 265, Fig. 1). Sobald sich die

Antheren geöffnet haben, quillt der Pollen aus den Fächern hervor und lagert ſich auf die äußere warzige Seite der Narbe (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 2). Kurz darauf ſtreckt ſich der Griffel, ſeine Windungen werden ſteiler, und dadurch wird die mit Pollen bedeckte Narbe über die entleerten Antheren und bis unter die Kuppel der noch immer geſchloſſenen Blumenkrone emporgehoben. In dieſem Stadium, welches durch die Figur 3 dargeſtellt iſt, erſcheint der Griffel an die Kuppel der Blumenkrone förmlich angeſtemmt und iſt ſo ſtark geſpannt, daß er bei dem Öffnen des Blütenſaumes ſofort hervorſchnellt, wobei der auf der Narbe laſtende Pollen als Staubwölkchen ausgeſchleudert wird (Fig. 4). Wenn Inſektenbeſuch aus-



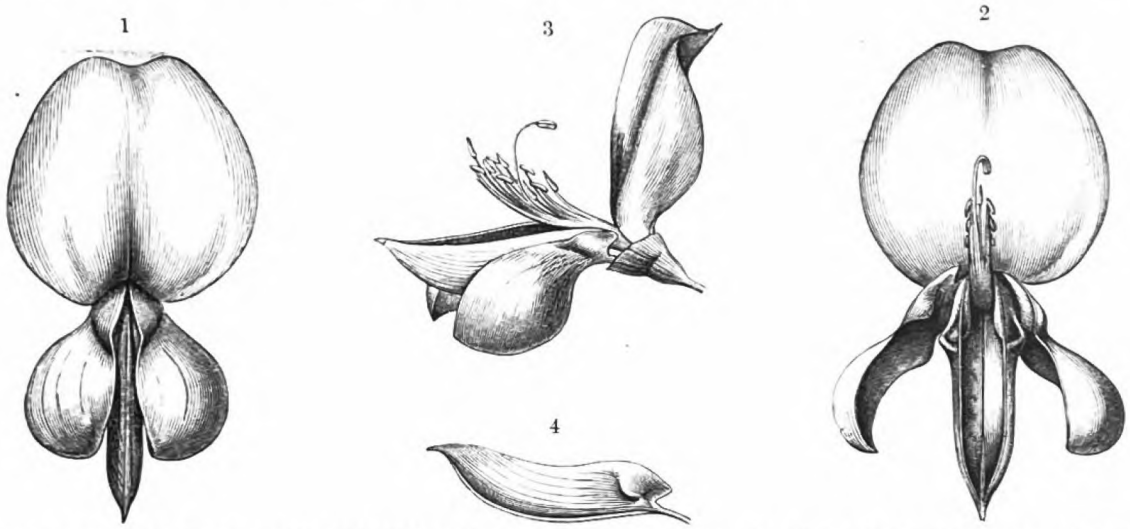
Schleuderwerk zum Aufladen des Pollens: 1. Längsſchnitt durch die noch nicht geöffnete Blüte der Crucianella stylosa; die an der Außenſeite mit Wärzchen beſetzte Narbe ſteckt zwiſchen den geſchloſſenen Antheren. — 2. Derſelbe Längsſchnitt; die Antheren haben ſich geöffnet und ihren Pollen auf die warzige Außenſeite der Narbe abgelagert. — 3. Die an der Außenſeite mit Pollen bedeckte Narbe iſt infolge der Verlängerung des Griffels bis unter die Kuppel der geſchloſſenen Blüte vorgeſchoben. — 4. Die Blumenkrone iſt aufgeſprungen, und der hervorſchnellende Griffel ſchleudert den auf der Außenſeite der Narbe abgelagerten Pollen aus. — 5. Der weit aus der Blüte hervorragende Griffel trägt die geöffnete zweilippige, jetzt erſt belegungsfähig gewordene Narbe. — Sämtliche Figuren 4fach vergrößert. Vgl. Text, S. 264.

bleibt, ſo findet dieſes Ausſchleudern des Pollens von ſelbſt ſtatt; wenn aber kleine Hautflügler oder Fliegen anrücken, um ſich auf den Blüten niederzulaſſen, und bei dieſer Gelegenheit den Scheitel einer dem Öffnen nahen Blüte berühren, ſo wird dadurch augenblicklich das Aufklappen des Saumes veranlaßt, und das berührende Inſekt wird von untenher mit Pollen beſtreut, wie es die Figur 1 der Abbildung auf S. 267 zur Anſchauung bringt. Es wird ſpäterhin noch einmal zur Sprache kommen, was weiterhin in dieſen Blüten geſchieht, und dann wird auch die Figur 5 der obenſtehenden Abbildung ihre Erläuterung finden.

Seit geraumer Zeit kennt man auch das Schleuderwerk in den Blüten der in Chili und Peru einheimiſchen Arten der Gattung Schizanthus, von welchen eine, nämlich Schizanthus pinnatus, als Zierpflanze in unſere Gärten Eingang gefunden hat. In jeder geöffneten Blüte fällt bei dieſen Gewächſen zunächſt ein unpaariger, aufwärts geſchlagener gefleckter

Lappen in die Augen, welchem die Anlockung der Insekten zukommt. Unter ihm sieht man zwei kleinere, in mehrere Zipfel gespaltene Lappen, welche eine Art Schiffchen und einen bequemen Anflugsplatz für die honigsuchenden Insekten bilden. Festgehalten in der Rinne dieses Schiffchens, finden sich zwei Staubfäden, welche aus ihrer Haft gelöst werden, in die Höhe schnellen und Pollen aus den Antheren ausstreuen, sobald ein angeflogenes Insekt sich auf das Schiffchen niederläßt und den Rüssel unter dem erwähnten fahnenförmigen Blumenblatte einführt.

Daß auch in den Blüten des gelben und einiger anderen verwandten Lerchensporne (Corydalis lutea, ochroleuca, acaulis) ein solches Emporschleudern des Pollens vorkommt, wurde bereits bei der Besprechung der steigbügelförmigen Lappen an den Seiten dieser Blüten erwähnt (s. S. 225). Es ist der dort gegebenen Darstellung nur noch beizufügen, daß die gelenkartige Verbindung zwischen dem aufgestülpten oberen und den beiden zu-



Schleuderwerk eines Schmetterlingsblütlers: 1. Blüte von Spartium scoparium, von vorn gesehen; das Schiffchen geschlossen. — 2. Dieselbe Blüte; das Schiffchen geöffnet und die früher dort geborgenen Pollenblätter mitsamt dem Griffel aufgeschnellt. — 3. Dieselbe Blüte mit geöffnetem Schiffchen und aufgeschnellten Pollenblättern, in seitlicher Ansicht. — 4. Eins der beiden Blumenblätter, welche das Schiffchen zusammensetzen, von der inneren Seite gesehen. Vgl. Text, S. 267.

sammenschließenden, den Sattel bildenden seitlichen Blumenblättern sofort gelöst wird, wenn sich Insekten rittlings auf den Sattel niederlassen und ihren Rüssel unter der Fahne einführen. Diese Lösung hat zur unmittelbaren Folge, daß der Sattel hinabsinkt, und daß die bisher in der Höhlung desselben geborgenen Staubfäden emporschnellen. Da sich der mehlige Pollen dieser Lerchensporne schon frühzeitig entbindet und über den Antheren liegen bleibt, so wird derselbe durch die emporschnellenden Staubfäden an die untere Seite der auf den Blüten reitenden Insekten gestreut.

Sehr schön sieht man das Emporschleudern des Pollens auch an den Melastomaceen und an zahlreichen Schmetterlingsblütlern aus den Gattungen Astragalus, Indigofera, Medicago und Phaca, ebenso an Genista, Retama, Sarrothamnus, Spartium und Ulex. Als Vorbild für diese letzteren soll hier der im mittelländischen Florengebiete weitverbreitete Besenstrauch (Spartium scoparium) gewählt sein. Die obenstehende Abbildung zeigt in Fig. 1 und 2 die Vorderansicht einer Blüte dieser Pflanze, und man erkennt sofort die aufwärts geschlagene große Fahne, die zwei seitlichen Flügel und unter diesen das aus zwei zusammenschließenden Blumenblättern gebildete Schiffchen. Nahe der Basis bemerkt man an jedem Blatte des Schiffchens einen Wulst und ein Grübchen (s. obenstehende Abbildung, Fig. 4), welche mit entsprechend gebauten Teilen der beiden Flügel in Verbindung stehen, so daß beide Blumenblattpaare miteinander förmlich verquickt und ineinander gekeilt sind, und jeder Druck,

welcher von obenher auf die Flügel ausgeübt wird, mittelbar auch das Schiffchen trifft. An jedem der beiden Flügel bemerkt man überdies nahe der Basis einen stumpfen Zahn (s. S. 266, Fig. 3), der sich in der geschlossenen Blüte unter der Fahne verbirgt, und welcher, indem er sich an die Fahne anstemmt, die Flügel und mittelbar das Schiffchen in wagerechter Lage erhält. In dem Schiffchen liegen, wie Uhrfedern gespannt, ein Griffel und zehn Staubfäden sowie die von den letzteren getragenen Antheren, aus welchen schon sehr frühe der Pollen entbunden und im vorderen Teile des Schiffchens abgelagert worden ist. Drückt man nun von



Aufladen des Pollens mittels Schleuderwerkes: 1. Crucianella stylosa, aus deren Blüten der Pollen auf den Leib eines Hautflüglers geschleudert wird. — 2. Spartium scoparium; das Schiffchen der untersten Blüte noch geschlossen und wagerecht vorgestreckt, das Schiffchen der nächst oberen Blüte herabgedrückt und die Pollenblätter aufgeschnellt, die dritte Blüte von einem Hautflügler (Xylocarpa violacea) besucht, auf dessen Unterleib der Pollen geschleudert wird. Vgl. Text, S. 265.

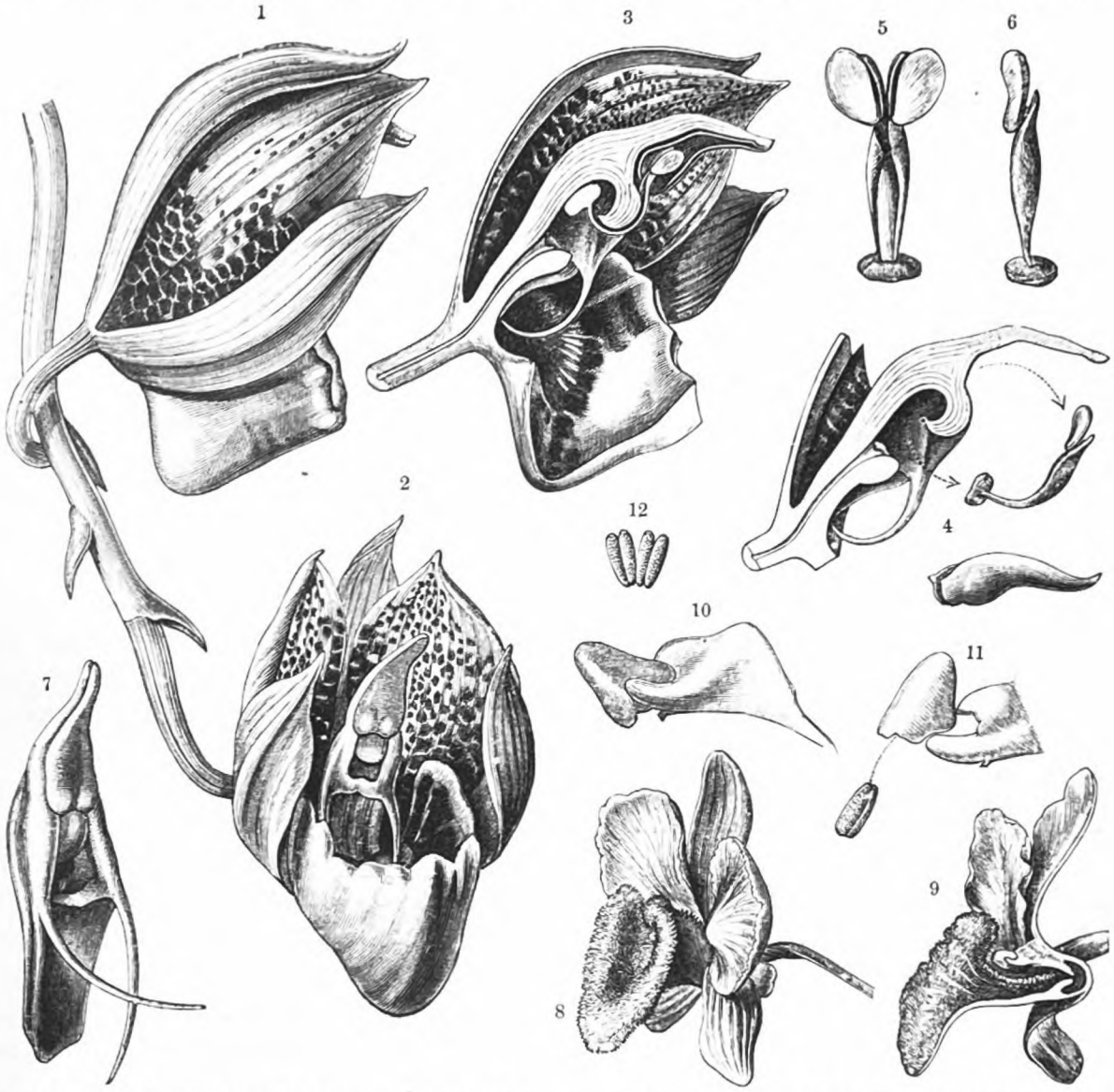
oben auf die kissenförmig gewölbten Flügel und mittelbar auf das Schiffchen, so gleiten die stumpfen Zähne, durch welche die Flügel an der Fahne festgehalten werden, ab, und es senken sich Flügel und Fahne mit einem plötzlichen Rucke nach abwärts; die in der Rinne des Schiffchens eingebetteten Staubfäden samt dem Griffel schnellen empor und schleudern den mehligen Pollen in die Höhe. Wenn der Druck auf die kissenförmig gewölbten Flügel und das mit ihnen verquickte Schiffchen von einem angeflogenen größeren Insekte ausgeht, so spielt sich natürlich der gleiche Vorgang ab, und es wird dabei der Hinterleib des besuchenden Insektes von untenher mit Pollen bestäubt (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2).

Da der Pollen in den zuletzt besprochenen Blüten mehlig oder staubförmig ist, so wird jedesmal, wenn das Schleuderwerk derselben in Wirksamkeit tritt, in des Wortes vollster

Bedeutung Staub aufgewirbelt. Es macht den Eindruck, als ob solche Blüten explodieren würden, und die Gärtner nennen auch mehrere der eben besprochenen Gewächse, wie z. B. die Arten der Gattung Schizanthus, „Pflanzen mit explodierenden Blüten". Bei weitem seltener sind *Schleuderwerke, durch welche der gesamte Pollen einer Anthere als zusammenhängende Masse auf einmal ausgeworfen wird.* In dieser Beziehung sind insbesondere die Blüten eines zu den Rubiaceen gehörigen brasilischen Strauches, Namens Posoqueria fragrans, und jene einiger tropischen Orchideen bemerkenswert. Die Blüten der Posoqueria erinnern in mehrfacher Beziehung an die Geißblattblüten; sie zeigen nämlich eine wagerecht vorgestreckte lange Röhre und fünf kurze Zipfel der Blumenkrone, welch letztere bei dem Aufblühen sich etwas zurückkrümmen. Das Öffnen der Blüten erfolgt am Abend, die Blumenkrone ist weiß, in der Tiefe mit Honig gefüllt und entwickelt in der Dämmerung und während der Nacht einen weithin wahrnehmbaren Duft, durchwegs Eigenschaften, welche darauf hinweisen, daß diese Blüten wie die des Geißblattes für den Besuch langrüsseliger Schwärmer und Nachtschmetterlinge angepaßt sind. Die fünf Pollenblätter sind dem Schlunde der Blüte eingefügt, die Antheren schließen fest zusammen und bilden einen eiförmigen hohlen Knopf, der dicht unterhalb der Mündung der Blumenröhre zu stehen kommt. Die Antheren öffnen sich einen Tag früher als die Blumenblätter, und ihr gelblicher Pollen wird in die Höhlung des eben erwähnten Knopfes entleert. Er ballt sich dort zu einen kugeligen Klumpen, der ziemlich klebrig ist. Der hohle Antherenknopf wird von ungleich langen spangenförmigen Fäden getragen, von welchen insbesondere die beiden oberen dadurch auffallen, daß sie halbbogenförmig gekrümmt sind. Sie sind überdies durch große Reizbarkeit ausgezeichnet. Sobald das Mittelstück derselben berührt wird, schnellen die fünf Pollenblätter mit Blitzesschnelle auseinander, das eine Paar derselben schlägt sich nach rechts, das andere Paar nach links zurück, und das fünfte unpaare untere Pollenblatt schleudert den Pollenballen in weitem Bogen von der Blüte weg. Wenn die Berührung der reizbaren Stelle durch einen Nachtschmetterling erfolgte, welcher seinen Rüssel in die lange Blumenröhre einführen wollte, so wird ihm der klebrige Pollenballen an den Rüssel geworfen, wo er auch hängen bleibt. Das merkwürdigste an der Sache aber ist, daß das unpaare Pollenblatt, welches wie eine Uhrfeder nach aufwärts schnellt, auch den Eingang in die Blumenröhre versperrt und es dem betreffenden Tiere unmöglich macht, dort den Rüssel einzuführen. Erst 8 bis 12 Stunden später beginnt das wie ein Riegel vor die Mündung der Blumenröhre gestellte Pollenblatt sich zu erheben und nimmt bis zum nächsten Abend die vor dem Aufschnellen innegehabte Lage wieder an. Der Zugang zum Blütengrunde ist dadurch frei geworden, und die Schmetterlinge können jetzt zu dem in der Tiefe geborgenen Honig ihren Rüssel einführen, ohne neuerdings durch das aufschnellende Pollenblatt belästigt zu werden. Wenn nun ein Schmetterling angeflogen kommt, welcher kurz vorher bei dem Besuche einer jungen Blüte mit Pollen beladen wurde, und wenn dieser Schmetterling seinen Rüssel in die offene Röhre einer anderen älteren Blüte einführt, so wird er in der Mitte derselben die Narbe streifen und auf diese den am Rüssel klebenden Pollen übertragen.

Aus der Reihe der mit einem Schleuderwerke versehenen Orchideen sind besonders die Gattungen Catasetum und Dendrobium bemerkenswert. Catasetum ist schon darum etwas eingehender zu besprechen, weil bei demselben das Ausschleudern infolge eines äußeren Reizes erfolgt, welcher nicht einmal direkt auf das Schleuderwerk wirkt, sondern durch ein besonderes Organ übertragen werden muß. Ähnlich wie bei vielen anderen Orchideen erhebt sich in den Blüten von Catasetum (s. Abbildung, S. 269, Fig. 1 und 2) über der ausgehöhlten Lippe die Befruchtungssäule. Dieselbe trägt an der Spitze die Anthere, darunter das Rostellum und ist unter dem Rostellum grubig vertieft. Die Ränder der Grube sind fleischig, und es entwickeln sich aus ihnen zwei absonderlich geformte Fortsätze, welche man am besten

mit zwei Hörnern vergleicht. Dieſelben ſind geſchweift und ſchief nach vorn und abwärts gerichtet. Das eine iſt bei den meiſten Arten, unter anderen auch bei dem abgebildeten Catasetum tridentatum, etwas ſchräg über das andere geſchlagen (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 7). In der Anlage iſt jedes Horn eigentlich ein bandförmiger Lappen; da ſich dieſer aber der Länge nach zuſammenrollt, ſo entſteht eine ſpitz auslaufende Röhre, welche



Schleuderwerke in den Orchideenblüten: Blüte von Catasetum tridentatum, 1. von der Seite, 2. von vorn geſehen. — 3. Längsſchnitt durch dieſe Blüte; das Band, welches die Pollenkölbchen mit dem Klebekörper verbindet, iſt über einen Wulſt der Befruchtungsſäule im Halbbogen geſpannt. — 4. Die Pollenkölbchen und der Klebekörper haben ſich gelöſt und werden durch das ſich gerade ſtreckende Verbindungsband fortgeſchleudert; auch die vordere Antherenwand, welche die Pollenkölbchen bisher verhüllte, wird fortgeſchleudert. — 5. Pollenkölbchen, Klebekörper und das ſie verbindende Band, deſſen beide Ränder ſich etwas eingerollt haben, von vorn geſehen. — 6. Dieſelben in ſeitlicher Anſicht. — 7. Befruchtungsſäule aus der Blüte genommen; obenauf die Anthere, etwas tiefer das elaſtiſche, im Halbbogen geſpannte Band, noch tiefer die Narbenhöhle, von deren fleiſchigen Rändern die zwei hornförmigen, reizbaren Fortſätze ausgehen. — 8. Blüte des Dendrobium fimbriatum. — 9. Dieſelbe Blüte im Längsſchnitte. — 10. Die kapuzenförmige Anthere am Ende der Befruchtungsſäule, in ſeitlicher Anſicht. — 11. Die kapuzenförmige Anthere klappt zurück, und die Pollenkölbchen werden ausgeworfen. — 12. Pollenkölbchen des Dendrobium fimbriatum. — Fig. 10, 11, 12: 5fach vergrößert; die anderen in natürlicher Größe. Vgl. Text, S. 268–270.

eben die Geſtalt eines Hornes beſitzt. Das Gewebe beider Hörner geht ohne ſcharfe Grenze in das Gewebe des darüberſtehenden Roſtellums über. Obſchon man dieſes Gewebe auf das ſorgfältigſte unterſuchte, hat man nichts Beſonderes an demſelben finden können, und dennoch zeigt dasſelbe eine ganz außerordentliche Reizbarkeit. Durch die Erfahrung und durch die Verſuche iſt es nämlich erwieſen, daß der am unteren Ende des Hornes ausgeübte Druck

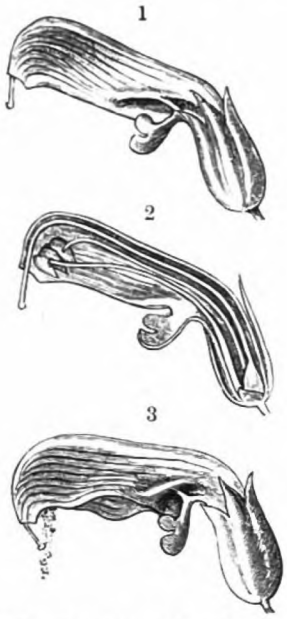
als Reiz wirkt, und daß dieser Reiz sofort durch die Zellenzüge des Gewebes aufwärts auf jenen Teil des Rostellums übertragen wird, welcher sich als Klebekörper ausgebildet hat. Man braucht nur eins der Hörner an seinem unteren Ende zu berühren, und sofort reißt oben das Zellgewebe, durch welches der Klebekörper des Rostellums bisher festgehalten wurde, auseinander, und der scheibenförmige Klebekörper wird dadurch frei. Da aber von dem Klebekörper auch ein elastisches, gekrümmtes, die Verbindung mit den Pollenkölbchen herstellendes Band in seiner Lage und Spannung erhalten wird (s. Abbildung, S. 269, Fig. 3), so hat das Freiwerden des Klebekörpers zugleich ein Aufschnellen des gekrümmten Bandes zur Folge. Dasselbe streckt sich gerade, reißt dadurch sowohl den Klebekörper als auch die Pollenkölbchen aus ihrem bisherigen Verstecke und schnellt in weitem Bogen von dem Säulenstücke, welches bisher zur festen Unterlage diente, weg (s. Abbildung, S. 269, Fig. 4). Der Klebekörper wendet sich während des Fluges nach vorn, und er ist es auch, der zuerst mit dem zum Ziele dienenden Gegenstande in Berührung kommt und an denselben anklebt. Nach dem Abschleudern erscheint auch das Band, welches die Pollenkölbchen mit dem Klebekörper verbindet, gerade gestreckt (s. Abbildung, S. 269, Fig. 5 und 6).

Ganz anders ist das Schleuderwerk eingerichtet, welches die meisten Arten von Dendrobium zeigen. An dem hier als Vorbild gewählten Dendrobium fimbriatum (s. Abbildung, S. 269, Fig. 8 und 9) wird die Säule durch eine Anthere abgeschlossen, welche die Gestalt einer Sturzglocke hat. Dieselbe ist gefächert und enthält in ihren Fächern Pollenkölbchen, welche mit keinem Klebekörper in Verbindung stehen und daher aus der Anthere leicht herausfallen, wenn es die Lage derselben gestattet. Die Anthere wird von einem dünnen, pfriemenförmigen Faden getragen und ist mit dem Ende desselben in einer gelenkartigen Verbindung. Bei geringem Anstoße kann sie in schaukelnde Bewegung gebracht werden. In der eben geöffneten Blüte, in welcher die Befruchtungssäule einem Anstoße noch nicht ausgesetzt war, ruht die sturzglockenähnliche Anthere mit ihrer weiten Öffnung auf einem stufenförmigen Ausschnitte der Säule und ist durch zwei zahnartige Fortsätze, welche rechts und links von dem stufenförmigen Ausschnitte stehen, festgehalten (s. Abbildung, S. 269, Fig. 10). Wenn aber ein Anstoß von vornher erfolgt, so wird sie aus dieser Lage gebracht, sie klappt rasch zurück, und gleichzeitig werden die in ihr enthaltenen Pollenkölbchen ausgeschleudert (s. Abbildung, S. 269, Fig. 11). Da die ausgeschleuderten Pollenkölbchen (s. Abbildung, S. 269, Fig. 12) der Klebekörper entbehren, so ist nicht recht abzusehen, wie sie jenen blütenbesuchenden Tieren, von welchen der Anstoß ausgeht, aufgeladen werden. Dennoch ist es in hohem Grade wahrscheinlich, daß mit dem Ausschleudern auch ein Aufladen Hand in Hand geht. Beobachtungen in der freien Natur an wild wachsenden, von Insekten besuchten Pflanzen, welche hierüber einen sichern Aufschluß zu geben im stande wären, liegen leider nicht vor, und die bisherigen Untersuchungen beziehen sich nur auf die Blüten der Dendrobien, welche in Gewächshäusern herangezogen wurden.

An die Schleuderwerke schließen sich die Streuwerke an. Der in denselben zur Verwendung kommende Pollen ist immer mehlig oder staubförmig und wird durch Erschütterung aus seinen Behältern gestreut. Es lassen sich drei Formen dieser Streuwerke unterscheiden: Streuzangen, Streubüchsen und Streukegel. An den Streuzangen sind die Antherenträger den Branken einer Zange vergleichbar, und die von ihnen getragenen Pollenbehälter haben im geöffneten Zustande die Gestalt von Schalen oder Nischen, deren ausgehöhlte Seite seitlich gestellt ist. In solchen Schalen würde sich mehliger Pollen nicht erhalten können, wenn nicht eine besondere Einrichtung getroffen wäre. Um sich diese vorzustellen, denke man sich eine Zuckerzange, welche am Ende eines jeden Armes eine schalenförmige Aushöhlung zeigt. Wenn man die beiden Arme der Zange schließt, so legen sich die Schalen mit ihrer ausgehöhlten Seite aneinander; in dem von ihnen umschlossenen Hohlraume kann Zucker in

Form feſter kleiner Stücke und, wenn ſie gut aufeinander paſſen, auch in Form eines feinen Pulvers zurückgehalten werden. Sobald die beiden Arme der Zange und der beiden Schalen auseinanderweichen, fällt natürlich ihr Inhalt ſofort in die Tiefe, und wenn dieſer Inhalt ein feines Pulver war, ſo iſt es unvermeidlich, daß die darunter befindlichen Gegenſtände mit dieſem Pulver beſtreut und beſtäubt werden. Ganz ſo verhält es ſich nun mit dem Streuwerke in den Blüten zahlreicher Akanthaceen, Rhinanthaceen und Orobancheen. Unter dem ſchützenden Dache von Hochblättern, am häufigſten unter der Oberlippe einer ſeitlich eingeſtellten rachenförmigen Blumenkrone, ſieht man die Antheren der paarweiſe gegenüberſtehenden Pollenblätter als zwei Schalen oder Niſchen feſt zuſammenſchließen. Sie werden von den ſteifen, aber doch biegſamen ſpangenförmigen Trägern in dieſer Lage erhalten, und die Ränder der mit mehligem Pollen gefüllten Schalen paſſen ſo genau aufeinander, daß ohne beſonderen Anſtoß nicht eine einzige Pollenzelle herausfallen kann. Mitunter ſind je zwei gegenüberſtehende und zuſammenſchließende Schalen am oberen Rande durch verfilzte Haare verbunden. Solche Schalenpaare erinnern dann lebhaft an Muſchelgehäuſe und ſind, ſo wie dieſe, nur an ihrem freien Rande aufſchließbar. Sobald nun die beiden Schalen, mögen ſie in der eben erwähnten Weiſe an einer Stelle verbunden ſein oder nicht, um ein kleines auseinander weichen, ſo ſickert der mehlige Pollen ſofort durch die gebildete Kluft und fällt nach dem Geſetze der Schwere abwärts. Bei dieſem Herabfallen wird er häufig durch zarte, vom Rande der Anthere ausgehende Wimperhaare in einer beſtimmten Bahn erhalten, und es iſt dadurch Vorſorge getroffen, daß der Pollen nicht verzettelt wird. Das Auseinander weichen der Schalen wird durch Inſekten und im tropiſchen Gebiete wahrſcheinlich auch durch Kolibris veranlaßt, welche, wenn ſie den Honig im Hintergrunde der Blüten gewinnen wollen, in den Rachen und in die Röhre der Blüte einzufahren haben. Bei dieſem Einfahren drängen ſie den Rüſſel entweder unmittelbar zwiſchen die Pollenſchalen, oder ſie ſtoßen an eigentümliche Fortſätze der Schalen an, oder ſie zwängen die ſtraffen Träger der Pollenſchalen auseinander. Das erſte kommt vor bei der Bartſie (Bartsia alpina). Die Eingangspforte iſt in den Blüten dieſer Pflanze durch den aufgebogenen Saum der Unterlippe ſehr verengert, und dicht hinter die enge Pforte ſind die verhältnismäßig großen, am oberen Rande verfilzten Pollenſchalen geſtellt. Will ein Inſekt zum Honig des Blütengrundes kommen, ſo muß es dieſe beiden Pollenſchalen am unteren Rande auseinander drängen und ſich dabei mit dem Pollen beſtreuen laſſen. In den Blüten des Klappertopfes und der Schuppenwurz (Rhinanthus, Lathraea) iſt die Einfahrt noch genauer vorgezeichnet und darf um keines Millimeters Breite verfehlt werden, wenn die Inſekten nicht Schaden leiden wollen. Die Träger der Pollenſchalen, welche hier in der Mitte der Blütenpforte ſtehen, ſind nämlich mit ſtarren, ſpitzen Dörnchen beſetzt, deren Berührung von den für ihren Rüſſel ſehr beſorgten Inſekten ſorgfältig gemieden wird, und es führt der einzige ungefährliche Weg zum Blütengrunde zwiſchen den mit weichen Haaren eingeſäumten, ſchon bei mäßigem Drucke leicht auseinander weichenden Pollenſchalen hindurch (ſ. Abbildung, S. 273, Fig. 4, 5 und 6). In den Blüten von Clandestina, Trixago und noch mehrerer anderer Rhinanthaceen fehlt der Beſatz aus kleinen Dörnchen an den Antherenträgern, da iſt aber jede Pollenſchale unterwärts in einen pfriemenförmigen Fortſatz verlängert, welchen die in den Blütenrachen einfahrenden Inſekten unvermeidlich berühren und auf die Seite drängen. Dadurch werden die betreffenden Pollenſchalen auseinander gerückt, und im Augenblicke des Einfahrens rieſelt der mehlige Pollen auf den Kopf und Rücken des anſtoßenden Inſektes herab. In den Blüten der Läuſekräuter Pedicularis asplenifolia, rostrata und zahlreicher anderer verwandter Arten ſind die Antheren unter der Wölbung der Oberlippe ſo verſteckt, daß ein unmittelbares Anſtoßen an dieſelben von ſeiten der beſuchenden Inſekten unmöglich iſt. Hier fahren die Inſekten etwas tiefer zwiſchen den ſpangenförmigen Antherenträgern

ein, drängen dieſelben auseinander und veranlaſſen dadurch eine ſolche Veränderung in der Stellung aller Blütenteile, daß auch die Pollenſchalen auseinander weichen und den eingekapſelten mehligen Pollen fallen laſſen. Bemerkenswert iſt, daß bei den genannten Arten der Gattung Pedicularis eine eigne Spalte an der im übrigen zu einer Röhre geſchloſſenen Oberlippe angebracht iſt, durch welche der Pollen aus den auseinander weichenden Schalen auf den Rücken des einfahrenden Inſektes herabfallen kann, und ebenſo iſt erwähnenswert, daß bei dieſer Form des Streuwerkes ſowohl die Fortſätze an der untern Seite der Antheren als auch die Dörnchen an den Antherenträgern fehlen. Wieder etwas anders iſt das Streuwerk bei jener Gruppe von Pedicularis eingerichtet, für welche die in den Alpen häufige Pedicularis recutita als Vorbild angeſehen werden kann. In den Blüten dieſer Pflanze (ſ. untenſtehende Abbildung) ſind die von elaſtiſchen Fäden getragenen Pollenſchalen zwiſchen den Seitenwänden der helmförmigen Oberlippe förmlich eingeklemmt. Ein Auseinanderweichen der Pollenſchalen iſt nur möglich, wenn der ſie umſchließende Helm erweitert und ſeitlich ausgebaucht wird. Das geſchieht aber auf ſehr eigentümliche Weiſe. Wenn die Hummeln anfliegen, faſſen ſie mit den Vorderbeinen die weit vorgeſtreckte helmförmige Oberlippe und biegen ſie um einen Winkel von 30 Grad herab, was um ſo leichter erfolgt, als an der Baſis des Helmes rechts und links vom Schlunde der Blüte kräftige Rippen angebracht ſind, welche wie ein Hebelwerk wirken und ihre Bewegung auf die ganze Oberlippe übertragen. Das Herabbiegen der Oberlippe hat aber zur Folge, daß erſtens die Seitenwände des Helmes, welche bisher ſtraff geſpannt waren, ſeitlich ausgebaucht werden, zweitens, daß die ſpangenförmigen Träger der Pollenſchalen gebogen werden, und drittens, daß die Pollenſchalen auseinander weichen und der ſtäubende Pollen auf den Rücken des angeflogenen Inſektes herabgeſtreut wird. Damit dieſes ganze verwickelte Hebelwerk von Erfolg begleitet ſei, muß das angeflogene Inſekt allerdings an einer genau beſtimmten Stelle der Blüte, nämlich durch eine kleine Rinne an der Unterlippe, mit dem Rüſſel einfahren, und darum finden ſich die anderen Stellen der Blütenpforte, wo ein Einfahren auch noch verſucht werden könnte, verſchanzt und verrammelt. Namentlich iſt der Rand der Oberlippe ganz dicht mit ſpitzen kurzen Dörnchen zur Abwehr beſetzt, deren Berührung von den Inſekten ſorgfältig vermieden wird.

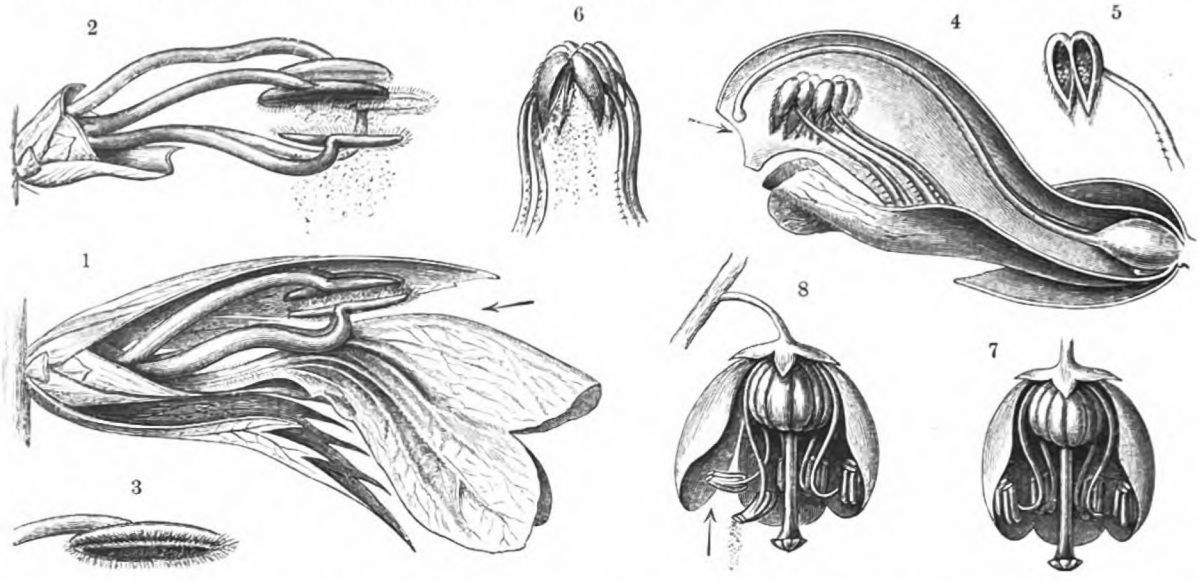


Pedicularis recutita: 1. Ganze Blüte. — 2. Längsſchnitt durch dieſelbe. — 3. Der Helm der Blumenkrone herabgebogen, infolgedeſſen Pollen ausfällt. 3fach vergrößert.

Das Streuwerk in den Akanthusblüten (Acanthus longifolius, mollis, spinosus; ſ. Abbildung, S. 273, Fig. 1, 2 und 3) weicht von den bisher beſprochenen insbeſondere dadurch ab, daß die Antheren nicht zweifächerig, ſondern einfächerig ſind, und daß das Fach nicht ſo ſehr einer Schale als einer ſchmalen, langen Niſche gleicht. Der Rand jeder Niſche iſt mit kurzem Flaume dicht beſetzt, was zum beſſeren Verſchluſſe der aneinander gelegten Pollenbehälter weſentlich beiträgt. Die Träger der Antheren erſcheinen wie aus Elfenbein gedrechſelt, ſind ungemein kräftig und nicht ſo leicht auseinander zu drängen. Nur große, kräftige Hummeln vermögen dieſe Antherenträger aus ihrer Lage zu bringen, veranlaſſen dadurch ein Auseinanderweichen der niſchenförmigen Pollenſchalen und werden dabei an der oberen Seite ihres Körpers mit mehligem Pollen beſtreut.

Weſentlich verſchieden von den Streuwerken, welche ſich als Zangen mit ſchalenförmigen Pollenbehältern am Ende der Branken darſtellen, ſind diejenigen, welche die Geſtalt von Streubüchſen haben. Sie finden ſich vorwaltend in glockenförmigen, hängenden und nickenden Blüten. Die am freien Ende oder doch in der Nähe desſelben mit zwei kleinen

Löchern versehenen Antheren sind innerhalb der Glocken so gestellt, daß in dem Augenblicke, in welchem der Pollen ausgestreut werden soll, die Löcher nach abwärts sehen. Der mehlige Pollen ist in den Streubüchsen fest zusammengepreßt, lockert sich aber partienweise und wird auch partienweise in Form kleiner Prisen entlassen, etwa so, wie wenn fein gepulverter Zucker aus den Löchern einer Streubüchse stoßweise herausgeschüttelt wird. Zum Teile sind die Streubüchsen im Inneren der glockenförmigen Blüten so aufgehängt, daß schon im Anbeginne des Blühens ihre Löcher abwärts gerichtet sind, wie z. B. in den Blüten der Knotenblume (Leucojum vernum) und denen der Preißelbeere (Vaccinium Vitis Idaea); zum Teile aber sind sie an schlingenförmig umgebogenen, elastischen Fäden aufgehängt, und ihre Streulöcher sehen anfänglich dem Grunde der hängenden Blüte zu. Damit aus solchen Streubüchsen, deren Löcher nach aufwärts gewendet sind, der Pollen ausfallen kann,

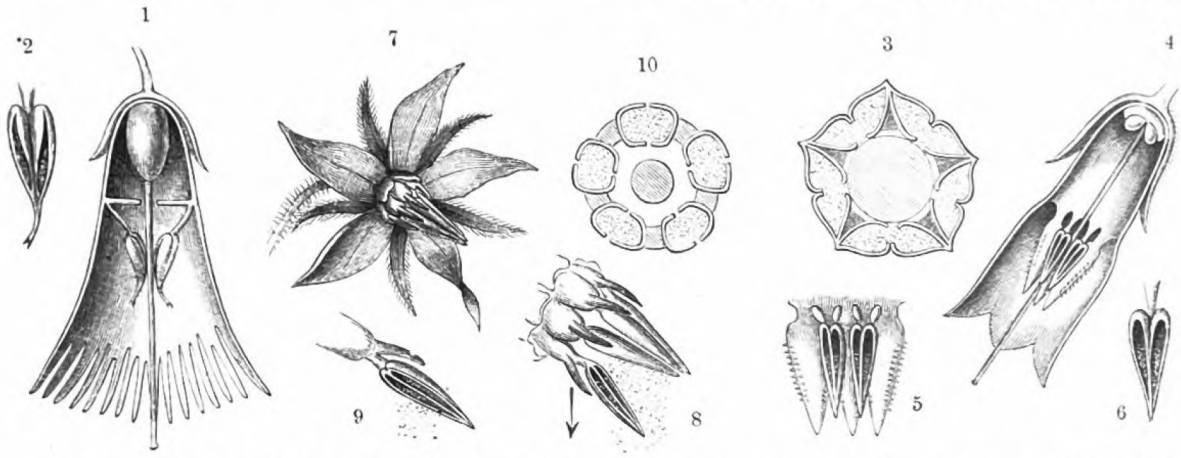


Streuwerke: 1. Blüte des Acanthus longifolius; ein Teil der Blumenblätter weggeschnitten. — 2. Die als Streuzangen ausgebildeten Pollenblätter des Acanthus auseinander gerückt, so daß Pollen ausfällt. — 3. Eine Anthere des Acanthus. — 4. Längsschnitt durch die Blüte von Rhinanthus angustifolius. — 5. Ein Pollenblatt aus dieser Blüte. — 6. Die vier Pollenblätter des Rhinanthus von vorn gesehen; die Antheren am Scheitel verbunden, unten auseinander gerückt; Pollen ausfallend. — 7. Blüte der Pirola secunda; ein Teil der Blumen- und Pollenblätter weggeschnitten. — 8. Dieselbe Blüte; infolge des Abhebens eines Blumenblattes ist die bisher von diesem festgehaltene streubüchsenförmige Anthere umgekippt und streut Pollen aus. — Der Pfeil deutet in Fig. 1, 4 und 8 die Richtung an, welche von den zum Blütengrunde einfahrenden Insekten eingehalten wird. — Fig. 1 und 2 in natürlicher Größe; die anderen Figuren 2—5fach vergrößert. Vgl. Text, S. 271 und 272.

müssen sie zuerst umgestürzt werden, was durch Vermittelung jener Insekten erfolgt, welche mit Pollen bestreut werden sollen. So verhält es sich z. B. bei dem in unseren Wäldern häufigen einseitswendigen Wintergrün (Pirola secunda). Die Streubüchsen werden in dessen Blüten von S-förmig gekrümmten und wie eine Feder gespannten Fäden getragen und sind in der früher erwähnten Lage durch die angedrückten Blumenblätter festgehalten (s. obenstehende Abbildung, Fig. 7). Sobald nun Insekten in die Glocke eindringen und dabei die Blumenblätter verschieben, strecken sich die bisher gespannt erhaltenen S-förmigen Träger der Antheren gerade, die Streubüchsen werden dadurch umgestürzt und ihre Löcher abwärts gerichtet (s. obenstehende Abbildung, Fig. 8). In sehr vielen Fällen sind die Antheren mit besonderen Fortsätzen versehen, an welche die zum Blütengrunde einfahrenden Insekten unvermeidlich anstoßen, was jedesmal das Ausstreuen einer Prise des Pollens zur Folge hat. Bei dem Schneeglöckchen (Galanthus), der Erdscheibe (Cyclamen), der Ramondie (Ramondia) und noch vielen anderen, den verschiedensten Familien angehörenden Pflanzen sind es einfache starre Spitzen, welche von dem freien Ende der Antheren abbiegen und sich den Insekten in den Weg stellen, und bei dem Erdbeerbaume (Arbutus) sowie bei der Bären-

traube (Arctostaphylos; ſ. Abbildung, S. 240, Fig. 1) gehen vom Rücken einer jeden Anthere zwei Hörnchen aus, an welche die honigſaugenden Inſekten bei dem Einfahren in den Blütengrund anſtoßen, wodurch die ganze Streubüchſe erſchüttert und Pollen aus ihren Löchern ausgeſtreut wird.

Mit der Entwickelung ſtreubüchſenförmiger Antheren geht meiſtens die Ausbildung aktinomorpher, hängender oder nickender Blüten Hand in Hand, und alle bisher beſprochenen, mit Streubüchſen ausgeſtatteten Pflanzen weiſen in der That hängende oder nickende, nach allen Seiten gleichgeſtaltete Glocken auf. Von den wenigen zygomorphen Blüten mit Streubüchſen möchte ich in Kürze nur der Kalceolarien und Melaſtomaceen gedenken. Die Antheren werden in den Blüten der genannten Pflanzen von kurzen Trägern geſtützt und können ähnlich wie jene des Salbeis in ſchaukelnde Bewegung verſetzt werden. Während aber die Antheren in den Salbeiblüten mit einer Längsſpalte aufſpringen und klebrigen



Streuwerke: 1. Längsſchnitt durch die Blüte der Soldanella alpina. — 2. Ein Pollenblatt aus dieſer Blüte, von der dem Griffel anliegenden Seite geſehen. — 3. Schematiſcher Querſchnitt durch den Griffel und die demſelben anliegenden fünf Antheren; der Griffel durch hellere, die Konnektive durch dunklere Schraffierung und der Pollen durch Punktierung bezeichnet. — 4. Längsſchnitt durch die Blüte von Symphytum officinale. — 5. Zwei Pollenblätter und drei mit ihnen abwechſelnde, mit Dörnchen beſetzte Schuppen. — 6. Ein einzelnes Pollenblatt von Symphytum — 7. Blüte von Borago officinalis. — 8. Streukegel aus dieſer Blüte; eines der Pollenblätter in der Richtung des Pfeiles herabgerückt; demzufolge eine Priſe Pollen ausfallend. — 9. Ein Pollenblatt mit der zahnförmigen Handhabe an dem Antherenträger. — 10. Schematiſcher Querſchnitt durch den Griffel und Streukegel von Borago; der Griffel und die Konnektive der fünf Antheren durch Schraffierung, der Pollen durch Punktierung bezeichnet. — Fig. 7 in natürlicher Größe; die anderen Figuren 2—5fach vergrößert. Vgl. Text, S. 275.

Pollen enthalten, öffnen ſich jene der Kalceolarien und Melaſtomaceen mit Löchern am Scheitel der Pollenbehälter und umſchließen mehligen oder ſtäubenden Pollen. Wenn ſolche Antheren durch anſtoßende Inſekten geſchaukelt werden und umkippen, ſo fällt auch ſofort mehliger Pollen aus ihren Löchern auf die betreffenden Inſekten herab.

Die dritte, unter dem Namen Streukegel erwähnte Form des Streuwerkes beſteht aus einem Wirtel ſtarrer Pollenblätter, welche zuſammen einen Hohlkegel bilden. Die Anthere eines jeden Pollenblattes enthält zwei Pollenbehälter, welche mit einer Längsſpalte aufſpringen und die Geſtalt offener Niſchen annehmen. Damit der mehlige oder ſtaubförmige Pollen aus den offenen Niſchen nicht vorzeitig herausfallen kann und ſo lange zurückbleibt, bis die angelockten Inſekten kommen und das Ausſtreuen veranlaſſen, iſt ein beſonderer Verſchluß notwendig. Dieſer wird auf zweifache Art erreicht. Entweder ſind die mit mehligen Pollen gefüllten Niſchen der Antheren an den Griffel, um welchen ſie in engem Kreiſe herumſtehen, feſt angedrückt, oder es ſchließen die einander zuſehenden Niſchen der benachbarten Antheren ſo genau und ſo feſt wie die Pollenſchalen der Streuzangen zuſammen. Das erſtere findet ſich bei den Soldanellen (Soldanella; ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 1, 2 und 3), das letztere bei zahlreichen Eriken und Aſperifolieen (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 4—10). In beiden Fällen birgt der aus vier oder fünf lanzettlichen Antheren gebildete

Kegel den mehligen Pollen in acht oder zehn langen, ſchmalen Fächern, die bei der geringſten Verſchiebung des Kegels auseinander gehen und ihren Inhalt ausfallen laſſen. Wenn das Öffnen der Fächer durch Inſekten veranlaßt wird, die, irgendwo am Antherenkegel ihren Rüſſel eindrängend, eine Verſchiebung der ſtramm zuſammenſchließenden Teile bewirken, ſo fällt der Pollen unvermeidlich auf dieſe Tiere. Gewöhnlich wird derſelbe nur priſenweiſe ausgeſtreut. Sobald die Inſekten ihren Rüſſel zurückziehen, nehmen die auf elaſtiſch biegſamen Trägern ſitzenden Antheren ihre frühere Lage wieder an, das Spiel kann von neuem angehen und das Ausſtreuen des Pollens aus einem und demſelben Kegel ſich mehrmals wiederholen. Die Inſekten fahren an ſehr verſchiedenen Stellen in die Blüten ein. Bei den Eriken iſt es meiſtens die Spitze, bei dem Boretſch (Borago officinalis; ſ. Abbildung, S. 274, Fig. 7) die Baſis des Antherenkegels, wo der Rüſſel eingeführt wird. Bienen und Hummeln fliegen von untenher zu den nickenden Blüten der zuletzt genannten Pflanze, klammern ſich mit den Vorderfüßen ſo an, daß ihr Kopf und Rüſſel in die Nähe der Baſis, ihr halbbogig gekrümmter Hinterleib aber unter die Spitze des Kegels zu ſtehen kommt. Sie erfaſſen dabei einen eigentümlichen zahnartigen Fortſatz des Antherenträgers (ſ. Abbildung, S. 274, Fig. 9) wie eine Handhabe mit den Krallen, zerren die erfaßte Anthere von ihren Nachbarn weg, und im ſelben Augenblicke fällt der mehlige Pollen aus dem Antherenkegel heraus (ſ. Abbildung, S. 274, Fig. 8) und beſtäubt den Hinterleib des ſaugenden Inſektes. In den Blüten mehrerer Aſperifolieen, z. B. jenen des Beinwelles (Symphytum) und der Wachsblume (Cerinthe), ſind eigentümliche, mit ſpitzen Dörnchen bewaffnete Schuppen ausgebildet, welche mit den Antheren abwechſeln (ſ. Abbildung, S. 274, Fig. 4, 5 und 6) und ſo geſtellt ſind, daß die Inſekten, welche ſich vor Verletzungen ihres Rüſſels ſehr in acht nehmen, nur an der Spitze des Streukegels einfahren, was wieder zur Folge hat, daß nur der Kopf dieſer Inſekten und nicht auch der Hinterleib mit Pollen beſtreut wird. Bei Soldanella (ſ. Abbildung, S. 274, Fig. 1 und 2) gehen von der Spitze jeder Anthere zwei Fortſätze aus, an welche die zum Blütengrunde vordringenden Inſekten anſtoßen, wodurch ein Ausſtreuen des Pollens veranlaßt wird. Es wiederholen ſich demnach hier wieder mehrere jener merkwürdigen Einrichtungen, welche auch bei den Streuzangen vorkommen und auf S. 273 geſchildert wurden, und es kann darauf verzichtet werden, dieſelben ausführlicher zu beſprechen. Eine beſondere Erwähnung verdient nur noch der Streukegel in den Blüten der Veilchen (Viola; ſ. Abbildung, S. 279, Fig. 1) und zwar darum, weil er abweichend von den anderen Fällen in einer mit der Eingangspforte ſeitlich gerichteten zygomorphen Blume zur Ausbildung gekommen iſt, und auch noch mit Rückſicht auf die eigentümliche Weiſe, wie in demſelben die mit mehligem Pollen erfüllten Antherenfächer durch die Inſekten verſchoben werden. Der Streukegel ſteht nämlich in den Veilchenblüten über dem unteren Blumenblatte, welches nach rückwärts mit einer honigführenden Ausſackung, dem ſogenannten Sporne, verſehen iſt. Wenn Inſekten den Honig aus dieſem Sporne ſaugen wollen, müſſen ſie unter dem Streukegel einfahren und ihren Rüſſel in die Rinne des geſpornten Blumenblattes ſchieben. Nun ſtellt ſich ihnen aber an dieſer Stelle das hakenförmig nach abwärts gebogene verdickte Ende des Griffels entgegen, und es iſt unvermeidlich, daß ſie dieſes berühren und etwas verſchieben. Da aber die fünf Pollenblätter, welche den Streukegel bilden, dem Griffel anliegen, ſo werden infolge der Lageänderung des Griffels auch die Antheren verſchoben, und in dem Augenblicke, wo das geſchieht, wird der Rüſſel des einfahrenden Inſektes mit Pollen aus dem gelockerten Antherenkegel beſtreut.

Abladen des Pollens.

Die Insekten und die honigsaugenden Vögel sollen den Pollen, welcher ihnen in einer Blüte aufgeladen wurde, in einer anderen Blüte wieder abladen. Da diese Übertragung gleichbedeutend ist mit der Einleitung einer Befruchtung, so kann es nichts weniger als gleichgültig sein, wo, wann und wie das Abladen stattfindet. Der Ort, wo der Pollen seiner Bestimmung entgegengeht, ist die Narbe, und die rechte Zeit für das Abladen ist eingetreten, sobald die Narbe den auf sie gebrachten Pollen festzuhalten im stande ist. Wird der Pollen nicht auf der Narbe, sondern auf irgend einer anderen Stelle der Blüte abgelagert, oder ist die Narbe zur Zeit des Abladens welk und verschrumpft, und ist sie nicht geeignet, den ihr zugeführten Pollen festzuhalten, so ist der in die Blüte eingeschleppte Pollen verloren, gerade so, als wäre er auf die Erde oder in das Wasser gefallen. Es ist somit durch die maßgebenden Bedingungen für den Erfolg der Übertragung des Pollens nicht nur die Zeit des Abladens, sondern auch die Lage und die Beschaffenheit der Narben auf das genaueste vorgezeichnet.

Wurde der Pollen auf den Rücken eines Insektes gestreut, so muß auch die Narbe mit dem Rücken desselben Insektes in Berührung kommen, hatte sich der Pollen dem Rüssel angeheftet, so soll das Insekt mit dem Rüssel die Narbe der neubesuchten Blüte streifen, wurde mit dem Pollen die untere Seite des Tieres beklebt, so hat in der betreffenden Blüte die Narbe ihre Stelle am Boden des Blüteneinganges, welchen die Insekten mit der unteren Körperseite berühren müssen. Daraus ergibt sich, daß von den Tieren, welche Pollen abladen, dieselbe Zufahrt eingehalten werden soll, welche von ihnen schon früher in der anderen Blüte bei dem Aufladen des Pollens benutzt wurde, und daß die Lage der Antheren, welche sich für das Abholen des Pollens als die passendste erwiesen hat, im großen und ganzen auch für die Narbe, auf welche der Pollen abgeladen werden soll, die geeignetste ist. Dieses Ergebnis läßt den Gedanken aufkommen, daß es vielleicht besser gewesen wäre, in diesem Buche zugleich mit dem Aufladen des Pollens auch das Abladen desselben zu schildern. Ab und zu wurden ja auch einschlägige Bemerkungen schon bei früherer Gelegenheit eingeschaltet; eine durchgängige gleichzeitige Schilderung beider Vorgänge hätte aber die vom Anfange her eingehaltene Darstellung der Übertragung des Pollens durch Tiere wesentlich beeinträchtigt, und so schien es zweckmäßiger, das Abladen des Pollens hier besonders zu behandeln, dabei aber an die früher geschilderten Vorgänge in passender Weise anzuknüpfen.

Es wurde in dem vorhergehenden Kapitel der Platzwechsel der Antheren und Narben besprochen und insbesondere von der Blüte des Studentenröschens (Parnassia; s. Abbildung, S. 249, Fig. 4) erzählt, daß sich in derselben eine Anthere nach der anderen in die Mitte der Blüte stellt, weil gerade dort der Weg zum Honig vorbeiführt und die saugenden Insekten gezwungen werden, von den am Wege stehenden Antheren Pollen abzustreifen. Jede in die Mitte gestellte Anthere verdeckt aber die Narbe, welche dem eiförmigen Fruchtknoten aufsitzt, und solange das der Fall ist, kann der Pollen aus anderen Blüten auf diese nicht übertragen werden. Es ist daher notwendig, daß auch die zuletzt an die Reihe gekommene Anthere von dem in der Mitte eingenommenen Platze wieder wegrücke, damit die Narbe zugänglich werde. Das geschieht auch in der That. Die Narbe ist nun entblößt an derselben Stelle zu sehen, wo früher nacheinander die fünf Antheren gestanden hatten, und wenn jetzt Insekten kommen und den Honig aufsuchen, so wird von ihnen der aus anderen Blüten mitgebrachte Pollen auf die Narbe abgelagert. Ähnlich wie mit dem Studentenröschen verhält es sich auch mit Funkia, Centranthus und Impatiens. In den Blüten von Impatiens bilden die Antheren eine Art Kappe, welche die Narbe so einhüllt, daß man diese in der ersten Zeit des Blühens gar nicht zu Gesicht bekommt. Erst wenn sich diese Kappe losgelöst hat

und abgefallen ist, wird die Narbe entblößt und steht jetzt an derselben Stelle, wo früher die Antheren gestanden hatten. In diesen Fällen braucht die Lage, welche von der Narbe im Anfange des Blühens eingenommen wurde, nicht geändert zu werden, damit sie von den mit Pollen beladenen Insekten an demselben Platze getroffen werde, wo früher die Antheren standen. Dagegen müssen zur Erreichung desselben Zieles die Griffel der meisten Steinbrech (z. B. Saxifraga bryoides, cuneifolia, Geum, rotundifolia, stellaris), ebenso die Narben mehrerer Gentianeen und insbesondere jene in den Revolverblüten der Nelkengewächse eine Änderung ihrer Lage vornehmen. Anfänglich sind die Narben dieser Pflanzen in der Mitte der Blüte zusammengelegt, und es stehen die pollentragenden Antheren in einem Kreise um dieselben herum; nachdem aber die Antheren abgefallen sind und die Träger derselben sich weggekrümmt haben, spreizen die Griffel, beziehentlich die Narben auseinander, biegen und drehen sich und werden dorthin gestellt, wo früher die Antheren ihren Pollen ausgeboten hatten.

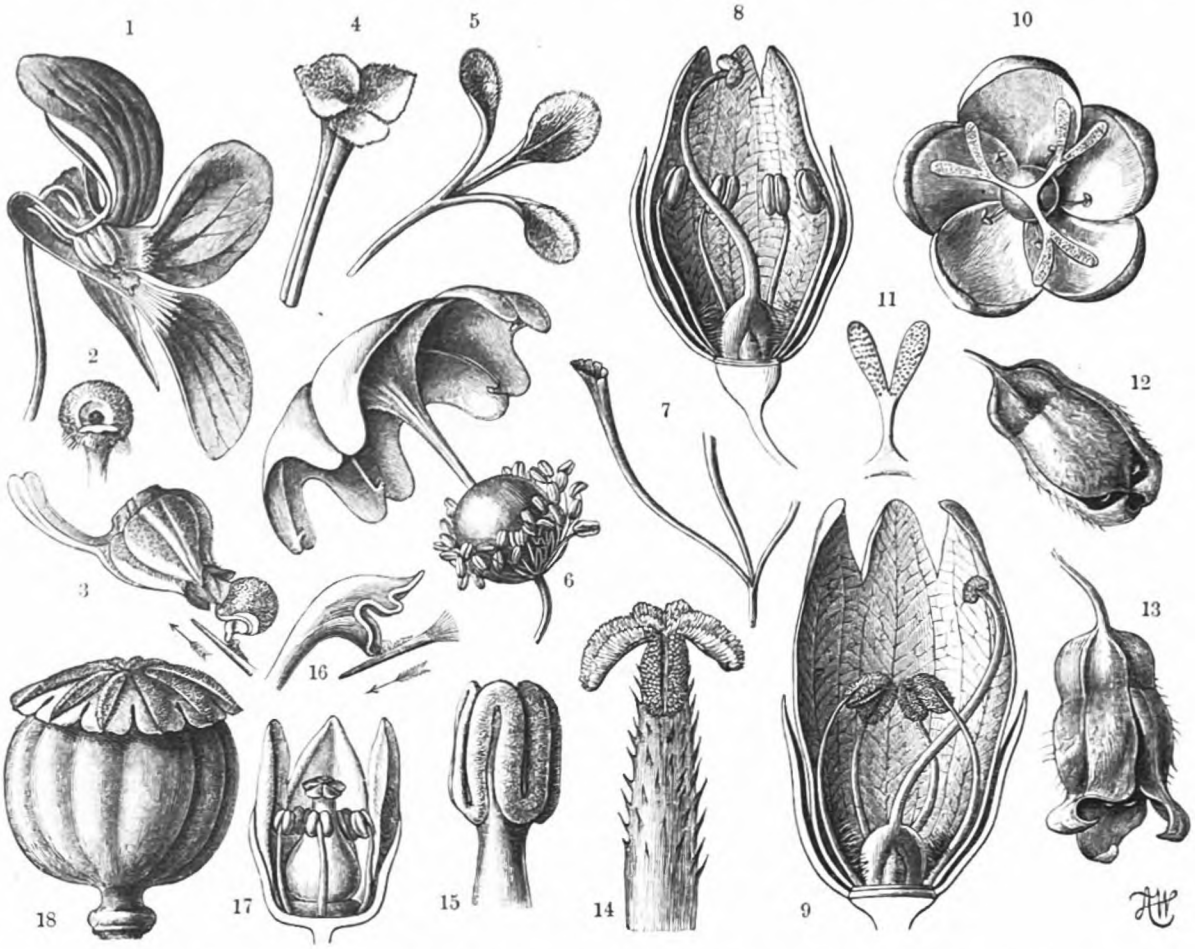
Noch auffallendere Bewegungen vollführen die Griffel der Lippenblütler. Wie man an der Abbildung des zu den Lippenblütlern gehörenden klebrigen Salbeis (Salvia glutinosa) auf S. 262 ersehen kann, ragt in der ersten Zeit des Blühens nur das Ende des Griffels als eine einfache, gerade Spitze über den Rand der Oberlippe vor (s. Abbildung, S. 262, Fig. 1 und 2, Blüte rechts). Von den in die Blüte einfahrenden Hummeln wird in diesem Stadium nur Pollen von den Antheren abgeholt, die Spitze des Griffels aber von ihnen nicht berührt. Später krümmt sich der Griffel bogenförmig herab, die beiden bisher zusammenschließenden, als gerade Spitze erscheinenden Äste desselben, welche die Narben tragen, gehen auseinander und stellen sich so vor die Eingangspforte der Blüte, daß die als Besucher sich einstellenden Hummeln den von anderen, jüngeren Blüten mitgebrachten Pollen an sie abstreifen müssen (s. Abbildung, S. 262, Fig. 2, Blüten links). Einen sehr bemerkenswerten Platzwechsel der Narben und Antheren beobachtet man auch in den Blüten des Schwertels (Gladiolus), der Nieswurz (Helleborus), des schmalblätterigen Weidenröschens (Epilobium angustifolium), verschiedener Arten der Gattung Geißblatt (Lonicera alpigena, nigra, Xylosteum ꝛc.), ferner an der Braunwurz (Scrophularia), den Arten der Gattung Penstemon und Cobaea, endlich auch an zahlreichen Nachtschattengewächsen, wie beispielsweise an der Tollkirsche (Atropa), dem Bilsenkraute (Hyosciamus), der Skopolie (Scopolia) und dem Alraune (Mandragora). Wirft man den Blick in die soeben geöffnete Blüte des Alrauns (s. Abbildung, S. 279, Fig. 8), so erkennt man dicht hinter der Eingangspforte, und zwar genau in der Mitte, die kugelige klebrige Narbe. Die um sie im Kreise stehenden Antheren sind noch geschlossen und an die Innenwand der Blumenkrone angelehnt und, da die Eingangspforte zu dieser Zeit nur mäßig erweitert ist, kaum bemerkbar. Wie ist man überrascht beim Anblicke derselben Blüte nach Ablauf von zwei Tagen. Der Griffel, welcher die Narbe trägt, hat sich seitwärts gebogen und an die Innenwand der Blumenkrone angelehnt, die Antheren sind dagegen nach der Mitte der inzwischen stark erweiterten Eingangspforte gerückt, sind mit Pollen bedeckt und haben also mit der Narbe den Platz gewechselt (s. Abbildung, S. 279, Fig. 9). In gewissem Sinne findet auch in den zu Dolden und Köpfchen vereinigten Blüten vieler Doldenpflanzen, Skabiosen und Korbblütler ein Platzwechsel der Antheren und Narben statt, indem sich daselbst die Narben immer erst entwickeln, nachdem die benachbarten Pollenblätter schon zusammengeschrumpft oder ihre Antheren abgefallen sind. An den Köpfchen mehrerer Dipsaceen (Cephalaria, Succisa) und den köpfchenförmigen Dolden der Mannstreu (Eryngium) sieht man im Anfange des Blühens aus sämtlichen Blüten nur pollenbedeckte Antheren, später dagegen nur narbentragende Griffel sich erheben. Da sich die Insekten auf diesen Blütenständen den Pollen in Massen aufladen, so versteht es sich von selbst, daß auch das Abladen in derselben Weise geschieht, d. h., daß ein ringsum mit Pollen beladenes Insekt, welches auf den mit zahlreichen narbentragenden

Griffeln beſpickten Blütenſtänden anlangt und ſich dort lebhaft herumtummelt, binnen einigen Sekunden an Dutzenden der klebrigen Narben den Pollen anheftet.

Es braucht nicht erſt ausführlich begründet zu werden, daß die kleinen ſpitzen Dörnchen, ſteifen Börſtchen und anderen ähnlichen Gebilde, durch welche die Inſekten auf den im Bereiche der Blüten einzuſchlagenden Weg gewieſen werden, für das Abladen des Pollens auf die Narben dieſelbe Bedeutung haben wie für das Abholen desſelben von den Antheren, und es kann in dieſer Beziehung auf die Schilderung auf S. 248, 271 und 275 verwieſen werden. Nur einer an die Ausbildung dieſer merkwürdigen Wegweiſer ſich anreihenden Einrichtung, welche insbeſondere mit dem Abladen des Pollens auf die Narbe im Zuſammenhange ſteht, mag hier noch erwähnt werden. In den Blüten vieler Schotengewächſe, beiſpielsweiſe in jenen der auf S. 249, Fig. 8 und 10 im erſten und letzten Entwickelungsſtadium abgebildeten Kernera saxatilis, ſind die Kronenblätter zur Zeit des Öffnens der Blumen noch klein, ſtehen aufrecht oder ſind ſogar etwas einwärts gebogen und liegen faſt der großen Narbe an, ſo daß dieſe die Blütenpforte nahezu ausfüllt. Inſekten, welche den Honig aus dem Blütengrunde ſaugen wollen, ſind durch dieſe Stellung und Lage der Blumenblätter gezwungen, ihren Rüſſel dicht an der Narbe vorbei in die Tiefe einzuſenken. Wurde der Rüſſel in anderen Blüten mit Pollen beladen, ſo wird dieſer an der Narbe unvermeidlich angeſtrichen. Später, nachdem die Narbe gewelkt iſt und die Blumenblätter ſich vergrößert haben, lockert ſich die ganze Blüte, die Platte der Blumenblätter beugt ſich auswärts, die pollenbedeckten Antheren werden ſichtbar und zugänglich, und wenn jetzt Inſekten mit ihrem Rüſſel in den Blütengrund einfahren, ſo berühren ſie nicht mehr die Narbe, ſondern ſtreifen den Pollen von den Antheren ab. Dieſelbe Einrichtung wiederholt ſich mit geringer Abänderung an der Blüte der Haſelwurz (Asarum). Das Öffnen des Perigons beginnt bei dieſer Pflanze damit, daß ſich zwiſchen den drei Perigonzipfeln drei Spalten als Eingangspforten für die kleinen Fliegen, welche in das Innere der Blüte kommen wollen, ausbilden (ſ. Abbildung, S. 279, Fig. 12). Dicht hinter den drei Spalten ſtehen die Narben, welche mit Pollen belegt werden ſollen, und die Inſekten, von welchen die erwähnten Eingangspforten benutzt werden, müſſen notwendig dieſe Narben überſchreiten. Kommen ſie mit Pollen beladen aus einer älteren Blüte, ſo iſt es unvermeidlich, daß ſie einen Teil des Pollens auf den Narben zurücklaſſen. Späterhin, wenn die Narben ſchon mit Pollen belegt ſind, trennen ſich die drei Perigonzipfel auch an der Spitze, wo ſie bisher noch immer verbunden waren (ſ. Abbildung, S. 279, Fig. 13). Es iſt dann nicht mehr notwendig, daß den Inſekten der Weg zu den Narben gewieſen werde.

Nächſt der für das Abladen des Pollens geeignetſten Lage der Narben und der demſelben Zwecke entſprechenden Geſtalt der Blumenblätter muß als eine der wichtigſten Eigenſchaften die Fähigkeit der Narbe, den herbeigetragenen und abgeladenen Pollen feſtzuhalten, beſprochen werden. Wie nicht anders zu erwarten, ſtimmen in dieſer Beziehung die Blüten, welche von Inſekten beſucht werden, mit denjenigen, welchen der Wind den Blütenſtaub zuführt, nur zum geringſten Teile überein. In allen jenen Fällen, wo zuſammenhängender, in Form krümeliger Maſſen den Inſekten oder Vögeln aufgeladener Pollen abgeſtreift werden ſoll, würden zarte, federige Narben, wie ſie die Gräſer und viele andere durch Luftſtrömungen mit Blütenſtaub verſorgte Pflanzen zeigen, nichts taugen, dagegen paſſen in ſolchen Fällen Narben mit vorſpringenden Kanten, Leiſten und Lappen, an welchen die Tiere im Vorbeifahren den Pollen zurücklaſſen müſſen. Gewöhnlich befindet ſich unmittelbar neben der vorſpringenden Kante auch eine Vertiefung, welche mit dem abgeſtreiften Pollen angefüllt wird. So z. B. endigt der Griffel von Thunbergia (ſ. Abbildung, S. 279, Fig. 16) mit einer trichterförmigen Narbe, deren Rand an der einen Seite wie eine Schaufel vorſpringt. Wenn die zum Blütengrunde einfahrenden

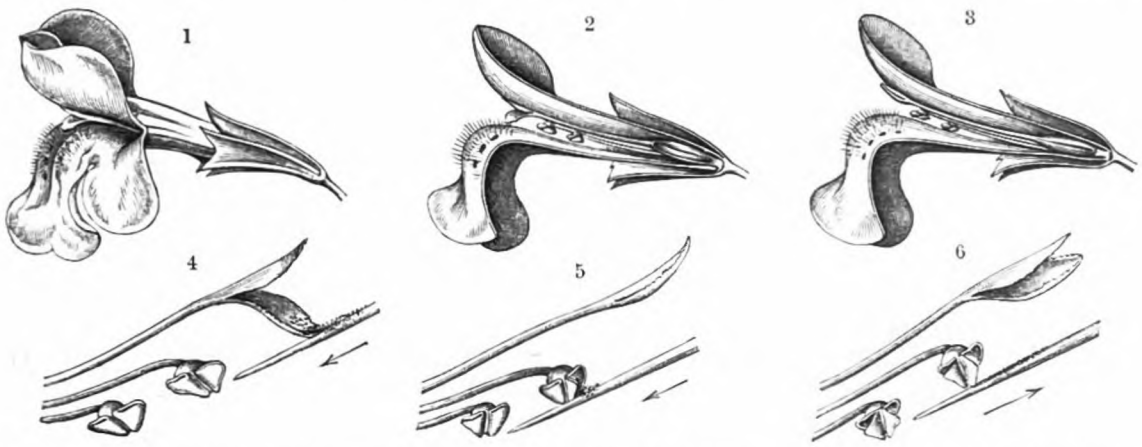
Inſekten dieſe Narbe ſtreifen, ſo wird der Pollen von der Schaufel aufgenommen und gelangt auch ſofort in die trichterförmige Vertiefung. Die Inſekten, welche ihren Rüſſel in die Blüte des Veilchens (Viola) einführen, ſtreifen dabei unvermeidlich an einen ſchmalen Lappen, welcher von der unteren Seite der kopfförmigen Narbe vorſpringt (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 1, 2 und 3), und wenn der Rüſſel mit Pollen beklebt iſt, ſo bleibt dieſer an der äußeren Seite des Lappens haften. Zieht dann das Inſekt den Rüſſel zurück, ſo wird dadurch



Vorrichtungen zum Feſthalten des abgelagerten Pollens: 1. Blüte des Veilchens (Viola odorata); ein Teil der Blumenblätter weggeſchnitten. — 2. Das kopfförmige Ende des Griffels aus dieſer Blüte, von unten geſehen. — 3. Der Fruchtknoten des Veilchens, von dem Antherenkegel umgeben; von einem in der Richtung des Pfeiles geführten Stifte wird Pollen an die kleine Lippe des Narbenkopfes abgeſtreift. — 4. Narben der Narziſſe (Narcissus poëticus) mit fein gezähnelten Rändern. — 5. Narben des Schwertels (Gladiolus segetum) mit gewimperten Rändern. — 6. Stempel der Sarracenia purpurea; der Fruchtknoten von den Pollenblättern umgeben. — 7. Trichterförmige Narbe des Safrans (Crocus sativus); zwei Narben weggeſchnitten. — 8. Blüte des Alrauns (Mandragora vernalis) im erſten Stadium des Blühens. — 9. Dieſelbe in einem ſpäteren Stadium des Blühens. Ein Teil der Blumenkrone und des Kelches weggeſchnitten. — 10. Blüte des Sonnentaues (Drosera longifolia), von oben geſehen. — 11. Ein Stück der papillöſen klebrigen Narbe des Sonnentaues. — 12. Blüte der Haſelwurz (Asarum Europaeum) im erſten Stadium des Blühens. — 13. Dieſelbe Blüte in einem ſpätern Stadium. — 14. Narbe der Roemeria. — 15. Narbe der Opuntia nana. — 16. Narbe der Thunbergia grandiflora; die untere Lippe wird von dem in der Richtung des Pfeiles geführten Stifte mit Pollen belegt. — 17. Blüte der Azalea procumbens; ein Teil der Blumenblätter weggeſchnitten. — 18. Stempel des Mohnes (Papaver somniferum). — Fig. 6, 18 in natürlicher Größe; die andern Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 275—284.

der Lappen auf den Narbenkopf gedrückt, was wieder zur Folge hat, daß der kurz vorher abgeſtreifte Pollen in die Höhlung des Narbenkopfes gelangt. Die Blüten der Schwertlilien bergen Narben, welche die Geſtalt und Farbe von Blumenblättern beſitzen. An ihrem freien Ende ſind ſie zweilippig (ſ. Abbildung, S. 247, Fig. 1 und 2). Die obere Lippe iſt aufgebogen, ziemlich groß und in zwei ſpitze Zipfel geſpalten, die Unterlippe iſt dünn und bildet einen ſchmalen, häutigen, in die Quere ausgeſpannten Lappen. Der Weg, welchen die Hummeln nehmen, wenn ſie in den Blüten der Schwertlilien Honig ſaugen wollen, führt unter einer

der zweilippigen Narben vorbei, und wenn die Hummeln mit Pollen beladen von anderen Blüten kommen, ſo ſtreifen ſie über den dünnen Rand der Unterlippe wie über das Meſſer eines Hobels hin, bei welcher Gelegenheit der Pollen von ihrem Rücken abgeſchabt und zwiſchen beide Lippen eingelagert wird. Mehrere Skrofularineen und Utricularieen (Catalpa, Mimulus, Rehmannia, Torenia und Utricularia), für welche hier als Vorbild die gelbe Maskenblume (Mimulus luteus; ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 1, 2 und 3) gewählt wurde, haben zweilippige Narben, welche Reizbewegungen ausführen. Wenn der Pollen durch ein zum Blütengrunde einfahrendes Inſekt an die in den Weg geſtellte untere Lippe der Narbe angeſtreift wird (Fig. 4), ſo legen ſich ſofort beide Lippen wie die Blätter eines Buches aneinander (Fig. 5), und es wird dadurch der aufgenommene Pollen an jene Stelle der Narbe gebracht, wo er ſich weiterhin entwickeln kann. Zieht hierauf das Inſekt den Rüſſel zurück, und nimmt es bei dieſer Gelegenheit Pollen aus den zugedeckelten Antheren



Abladen des Pollens: 1. Blüte der gelben Maskenblume (Mimulus luteus). — 2. Dieſelbe Blüte der Länge nach durchſchnitten, mit offener Narbe. — 3. Dieſelbe Blüte mit geſchloſſener Narbe. — 4. An dem unteren Lappen der Narbe wird von einem in der Richtung des Pfeiles geführten Stifte Pollen abgeſtreift. — 5. Die Narbe hat ſich infolge der Berührung geſchloſſen; der in der Richtung des Pfeiles geführte Stift öffnet die zugedeckelten Antheren und beladet ſich mit Pollen. — 6. Der untere Lappen der Narbe iſt ſo weit emporgeſchlagen, daß der in der Richtung des Pfeiles zurückgezogene Stift mit demſelben nicht in Berührung kommt, daher auch der auf dem Stifte haftende Pollen nicht auf die Narbe gelangt. — Fig. 1, 2, 3 in natürlicher Größe; die anderen Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 281.

mit, ſo iſt nicht zu beſorgen, daß dieſer Pollen auch in das Innere der Narbe komme, weil die untere Lippe der Narbe nicht mehr im Wege ſteht, ſondern hinaufgeklappt iſt (Fig. 6). Die Narbe von Mimulus luteus bleibt nach Berührung mit einer Nadel ungefähr 5 Minuten geſchloſſen, hierauf öffnet ſie ſich wieder, die untere Lippe erhält ihre frühere Lage und kann ſich bei Berührung neuerdings ſchließen. Bei einer anderen Art dieſer Gattung, nämlich Mimulus Roezlii, bleibt die Narbe 7 Minuten geſchloſſen. Dasſelbe gilt von den Narben des Trompetenbaumes (Catalpa). Länger als 10 Minuten ſcheint keine der früher genannten Pflanzen ihre Narbe geſchloſſen zu halten. Dieſes wiederholte Öffnen der Narbe iſt ſehr wichtig für den Fall, daß das erſte die betreffende Blüte beſuchende Inſekt keinen Pollen mitgebracht haben ſollte. Indem ſich die Narbe nochmals öffnet, erwartet ſie gewiſſermaßen einen zweiten Beſuch. Wenn auch dieſer erfolglos ſein ſollte, ſo kann ſie ſich ein drittes Mal öffnen. Das Öffnen und Schließen wiederholt ſich überhaupt ſo lange, bis endlich einmal ein Inſekt kommt, welches die Narbe mit Pollen belegt. Iſt das geſchehen, dann bleibt die Narbe dauernd geſchloſſen. Die Gattung Glossostigma weicht dadurch von den anderen oben aufgezählten Skrofularineen mit reizbaren Narben ab, daß ihre Narbe nur aus einem einzigen Lappen gebildet wird, welcher ſich über die Antheren herabbiegt und den in die Blüte einfahrenden Inſekten in den Weg ſtellt. Sobald er berührt und Pollen an ihn abgeſtreift wird, hebt er ſich ſofort empor, geht ſozuſagen den einfahrenden Inſekten

aus dem Wege, und es wird dadurch verhindert, daß er auch noch mit Pollen aus den benachbarten Antheren beklebt wird.

Die bisher beſprochenen Einrichtungen laufen darauf hinaus, daß von den die Blüten beſuchenden Inſekten der mitgebrachte Pollen an vorſpringenden Kanten, Leiſten und Lappen abgeſtreift und von dort dem entſprechend organiſierten Teile der Narbe zugeführt wird. Dieſer erſten Gruppe von Einrichtungen zum Feſthalten des Pollens ſchließt ſich eine andere an, die darin beſteht, daß die in den Blütengrund einfahrenden Inſekten den mitgebrachten Pollen an den papillöſen Oberhautzellen der Narbe zurücklaſſen. Das geſchieht z. B. in den Blüten der Malven und Nelkengewächſe, deren Griffel einſeitig mit langen glashellen Papillen beſetzt und nicht nur wie eine Bürſte geformt, ſondern auch wie eine Bürſte wirkſam ſind. In den Blüten der Sonnenröschen (Helianthemum) ſowie in jenen der Taglilien (Hemerocallis) ſind lange Papillen wie zu einem Pinſel an der kopfförmigen Narbe gruppiert, am öfteſten aber macht der Beſatz aus mäßig verlängerten, ſehr zahlreichen und dicht zuſammengedrängten Papillen den Eindruck des Samtes, und es werden ſolche Narben von den beſchreibenden Botanikern auch „ſamtig“ genannt. Von allgemein bekannten Pflanzen mit ſamtigen Narben mögen als Beiſpiele die Gattungen Erythraea, Daphne und Hibiscus genannt ſein. Bei vielen Pflanzen ſind die Papillen der Narbe nur unbedeutend vorgewölbt, und es erſcheint dann die Oberfläche warzig, rauh, oft wie gekörnt. Wenn die Blüten gehäuft ſind und das Abladen des Pollens gleichzeitig auf zahlreiche Narben erfolgen ſoll, ſo ſind dieſe meiſtens lineal oder nur an einer Seite mit Papillen beſetzt, wie bei Cephalaria, oder allſeitig mit denſelben bekleidet, wie bei Armeria, immer aber ſo geſtaltet und ſo geſtellt, daß die auf den Blütenköpfchen ſich herumtummelnden Inſekten den Pollen ſo leicht und ſo raſch wie möglich an alle Narben abſtreifen können. Bei jenen Pflanzen, wo die inmitten der aufrechten, ſchüſſelförmigen Blume ſich erhebende Narbe von den Inſekten als Anflugsplatz benutzt wird, iſt entweder die ganze Oberfläche mit Papillen dicht beſetzt (z. B. bei Roemeria; ſ. Abbildung, S. 279, Fig. 14), oder es ordnen ſich die Papillen in Form von Streifen, welche ſtrahlenförmig über das Mittelfeld verteilt ſind, wofür die Narbe des Mohnes (Papaver; ſ. Abbildung, S. 279, Fig. 18) ein auffallendes Beiſpiel bietet. Häufig kommt es vor, daß die Papillen nur den Rand der Narben beſäumen und ſich wie kurze Wimpern an Augenlidern oder wie die Zähne eines Kammes ausnehmen. Es wird das insbeſondere dann beobachtet, wenn die Narbe die Geſtalt eines oder mehrerer Lappen hat, wenn dieſe Lappen löffelförmig, beckenförmig oder trichterförmig vertieft und verhältnismäßig groß ſind, und wenn die Inſekten bei dem Einfahren mit dem pollenbedeckten Körperteile nur den Rand dieſer Narbenlappen berühren. So verhält es ſich z. B. in den Blüten vieler Gentianen, Narziſſen, Schwertel und Safrane (z. B. Gentiana Bavarica, Narcissus poeticus, Gladiolus segetum, Crocus sativus; ſ. Abbildung, S. 279, Fig. 4, 5 und 7).

Der abgeladene Pollen wird zwiſchen den Papillen der Narbe feſtgehalten, etwa ſo wie Staub an einem Samtlappen oder an einer Bürſte oder einem Kamme, und es iſt nicht unbedingt nötig, daß die Papillen der Narbe auch klebrig ſind. Kommt die Klebrigkeit der Papillen noch dazu, dann wird das Feſthalten des abgeladenen Pollens begreiflicherweiſe noch weſentlich erhöht. Es gibt in der That Narben, welche mit glashellen Papillen beſetzt und gleichzeitig durch eine von den Oberhautzellen der Narbe ausgeſchiedene Flüſſigkeitsſchicht ſehr klebrig gemacht ſind, wie z. B. jene des Sonnentaues (Drosera; ſ. Abbildung, S. 279, Fig. 10 und 11). Im ganzen genommen ſind aber ſolche Fälle ſelten. Meiſtens ſind die ſamtigen und die mit langen Papillen beſetzten Narben nicht klebrig, und es iſt die Klebrigkeit auf die warzigen und gekörnten Narben beſchränkt. Beiſpiele von Gewächſen mit ſtark klebrigen Narben ſind die Doldenpflanzen, die Alpenroſen, die Bärentrauben, die

Eriken, die Heidelbeeren und Preißelbeeren, die Wintergrüne und Knöteriche, die Tollkirsche und die Bartsie. Häufig erscheint die klebrige Narbe als Abschluß eines fadenförmigen, dünnen Griffels, stellt sich als eine kleine Scheibe dar oder ist kopfförmig und fällt weniger durch ihre Größe als durch den Glanz, der von dem klebrigen Überzuge ausgeht, in die Augen. An Swietenia Mahagoni (s. Abbildung, S. 285, Fig. 3) hat sie die Form einer Scheibe, an Azalea procumbens (s. Abbildung, S. 279, Fig. 17) die Gestalt eines flach gewölbten Polsters mit fünf strahlenförmig verlaufenden Kanten, an dem Feigenkaktus (Opuntia; s. Abbildung, S. 279, Fig. 15) bildet sie einen schlangenförmig gewundenen fleischigen Wulst, der sich um das Ende des Griffels herumschlingt, und an den Nachtkerzen (Oenothera; s. nebenstehende Abbildung) wird sie von vier fleischigen, kreuzweise gestellten Lappen gebildet. Auffallend ist, daß die klebrigen Narben besonders häufig bei jenen Pflanzen vorkommen, deren Pollen als Mehl oder Staub aus den streubüchsenförmigen Antheren fällt. Auch alle die Gewächse, deren Pollen aus Vierlingszellen besteht, welche durch zarte Fäden umsponnen und verstrickt sind, zeichnen sich durch stark klebende Narben aus. Bei den meisten der oben genannten Pflanzen klebt der Pollen im Augenblicke der Berührung so haltbar der Narbe an, daß man ihn durch heftiges Anblasen oder durch starkes Schütteln nicht mehr entfernen kann. Manche der klebrigen Narben erinnern an Leimspindeln und zwar auch insofern, als die zähe Schicht, durch welche die Klebrigkeit veranlaßt wird, der Luft ausgesetzt, nicht vertrocknet, sondern sich ähnlich wie Vogelleim mehrere Tage lang schmierig und klebrig erhält.



Nachtkerze (Oenothera biennis). (Nach Baillon.)

In manchen Fällen werden die Narben erst dann klebrig, wenn das Narbengewebe die Fähigkeit erlangt hat, die mit ihm in Berührung gekommenen Pollenzellen zur Entwickelung von Pollenschläuchen zu veranlassen. Sehr merkwürdig ist in dieser Beziehung die Narbe der zu den Dipsaceen gehörenden Cephalaria Alpina. Dieselbe macht, kurz nachdem sich die Blumenkrone geöffnet hat, den Eindruck, als ob sie schon vollständig ausgebildet

und auch befähigt wäre, den Pollen festzuhalten. Das beruht aber nur auf Täuschung; streift man Pollen an, so fällt er von der glatten Oberfläche der Narbe sogleich wieder herab. Erst zwei Tage später haftet er fest, nachdem sich das Narbengewebe mit einer sehr zarten, für das freie Auge nicht erkennbaren Schicht einer klebrigen Flüssigkeit überzogen hat, und entwickelt auch sofort Pollenschläuche, welche in das Gewebe eindringen. Wie in so vielen Fällen, wäre es aber auch hier gefehlt, diesen Vorgang zu verallgemeinern; denn bei den meisten Doldenpflanzen sind die Narben schon zu einer Zeit klebrig, wenn ihr Gewebe den angedeuteten Einfluß auf den Pollen noch nicht zu nehmen vermag. Auch in den Blüten des Allermannsharnisches (Allium Victorialis) klebt der Pollen schon zu einer Zeit den Narben an, wo diese noch nicht befähigt sind, das Treiben von Pollenschläuchen zu veranlassen, ja es sind zur Zeit des Anklebens noch nicht einmal die Narbenpapillen entwickelt. Die Narben der Orchideen sind sogar schon geraume Zeit klebrig, ehe noch die Samenanlagen ausgebildet sind. In diesen Fällen hat die klebrige Schicht nur die Aufgabe, den Pollen so lange festzuhalten, bis sich in dem tieferen Narbengewebe Veränderungen vollzogen haben, welche den Pollen anregen, Pollenschläuche zu treiben.

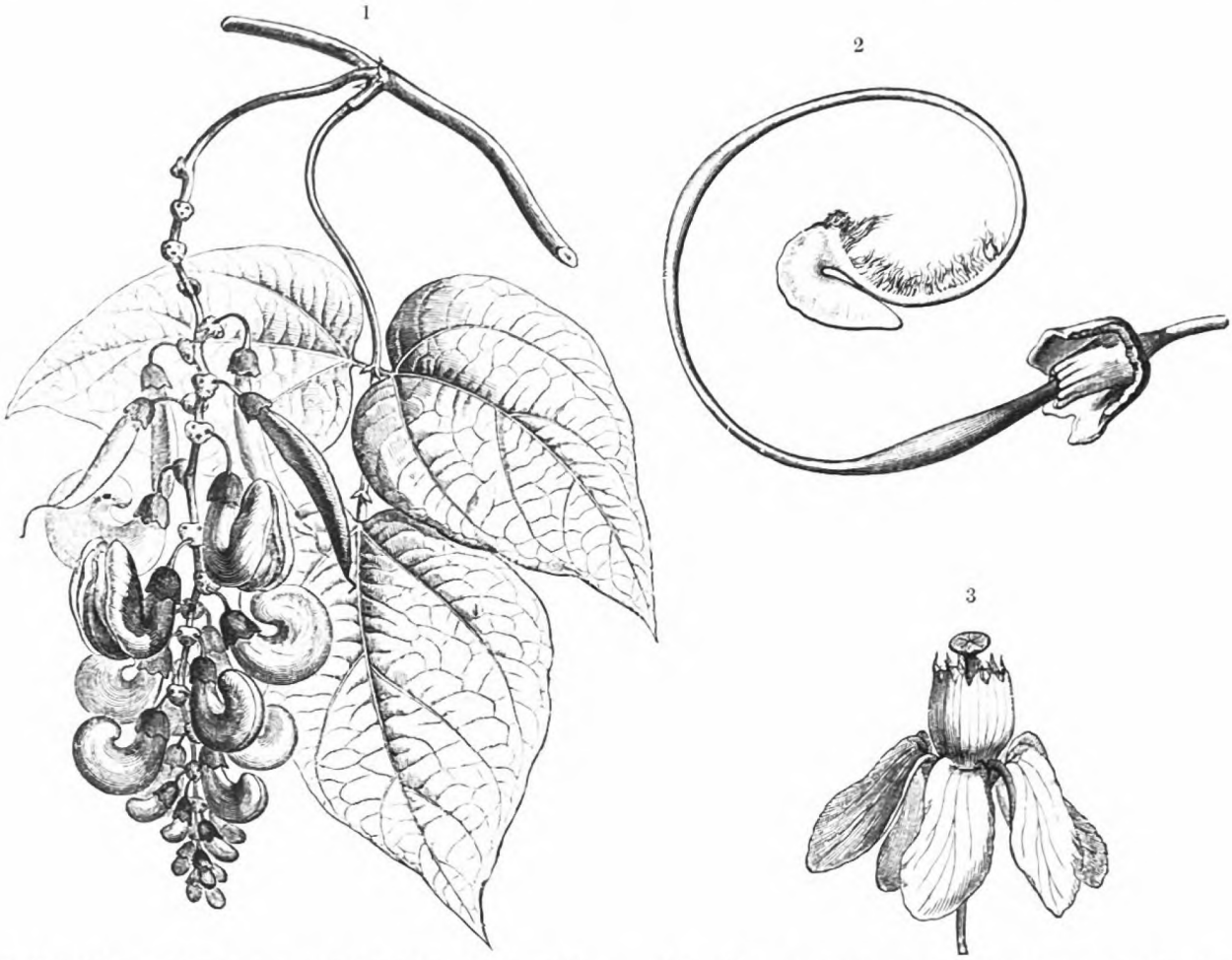
Die zuletzt erwähnten klebrigen Narben der Orchideen erheischen übrigens auch noch mit Rücksicht auf die Art und Weise, wie der Pollen auf sie abgelagert wird, eine besondere Besprechung. Jene der auf S. 255 abgebildeten Sumpfwurz (Epipactis latifolia) hat die Gestalt einer viereckigen Tafel und ist gegen den Grund der mit Honig gefüllten, beckenförmigen Unterlippe einschüssig gestellt. Wenn eine Wespe bei dem Auslecken des Honigbeckens mit der Stirn an das am obern Rande der Narbe vorragende Rostellum stößt, so klebt dieses augenblicklich an, und es werden die mit dem Rostellum verbundenen beiden Pollenkölbchen bei dem Fortfliegen der Wespe aus den Fächern der Anthere herausgerissen und entführt. Die Wespe trägt nun das Paar der Pollenkölbchen an der Stirn, so wie es in der Abbildung auf S. 255, Fig. 6 dargestellt ist. Zunächst stehen die Pollenkölbchen aufrecht von der Stirn ab, schon nach einigen Minuten ändern sie aber ihre Lage. Infolge des Austrocknens der die Pollenvierlinge verbindenden Masse drehen und biegen sie sich gegen die Mundwerkzeuge herab und erscheinen jetzt als zwei dicke Wülste der vorderen Seite des Kopfes aufgelagert (s. Abbildung, S. 255, Fig. 7). Das ist aber unbedingt notwendig, wenn der Pollen dieser Kölbchen von der Wespe auf die klebrige Narbe anderer Blüten gebracht werden soll. Käme die Wespe mit den aufrecht abstehenden Pollenkölbchen beladen zu einer anderen Blüte, um dort Honig zu lecken, so würden die Pollenkölbchen über den oberen Rand der Narbe hinausgeschoben werden, und ihr Ziel wäre entweder gar nicht oder doch nur sehr unvollkommen erreicht. Sobald aber die Kölbchen über die vordere Kopfseite der Wespe herabgeschlagen sind, werden sie von dem honigleckenden Insekte pünktlich an die klebrige, viereckige Narbenfläche angedrückt. Die Vierlinge aus Pollenzellen sind zu rundlichen oder unregelmäßig viereckigen Ballen vereinigt, und diese mittels zäher Fäden verbundenen Ballen sind wieder so gruppiert, daß sie zusammengenommen ein Kölbchen bilden. Wird nun ein solches Kölbchen an die klebrige Narbe gedrückt, so bleiben alle mit dem Klebstoffe in Berührung kommenden Pollenvierlinge hängen und zwar so, daß bei dem Abfliegen des Insektes viel eher die zähen Fäden im Inneren des Pollenkölbchens zerreißen, als daß sich der an die Narbe geklebte Pollen wieder ablösen würde. Diese beiden für das Abladen des Pollens auf die Narbe so wichtigen Einrichtungen, nämlich die Drehung und das Herabbiegen der anfänglich aufrechten Pollenkölbchen sowie das Abreißen der feinen, die Pollenvierlinge zusammenhaltenden Fäden, kommen nicht nur der hier als Beispiel gewählten Sumpfwurz (Epipactis), sondern auch vielen anderen, unsere Wälder und Wiesen schmückenden Orchideen, namentlich aus der Gattung Orchis, Gymnadenia und Platanthera, zu. Verschieden davon sind die Einrichtungen in den Blüten des Ohnblattes (Epipogum; siehe

Abbildung, S. 223). Hier ist jedes Pollenkölbchen an der einen Seite von dem dicken Strange umfangen, welcher zu dem klebrigen Rostellum hinführt (Fig. 11). Wenn diese Pollenkölbchen durch eine Hummel aus ihrem Verstecke herausgerissen werden (Fig. 13), so kippen sie um und erscheinen jetzt an den Strängen wie zwei Kirschen an ihren Stielen. Dadurch wird aber auch das ganze aus den Antheren gerissene Gebilde etwas länger, was insofern wichtig ist, als dadurch die Möglichkeit gegeben wird, daß in anderen Ohnblattblüten die Kölbchen auf die Narbe kommen. Die Narbe steht nämlich in diesem Falle über dem Rostellum, und nur wenn die Kölbchen langgestielt sind, können sie von den anfliegenden Hummeln an diese Narbe gedrückt werden.

Jede dieser Einrichtungen zeigt immer wieder von neuem, wie das Ausmaß aller bei der Übertragung des Pollens beteiligten Organe auf das genaueste bestimmt und geregelt sein muß, wenn der Erfolg des Blühens gesichert sein soll. Die Verschiebung der Narbe um ein Millimeter könnte verhindern, daß der Pollen an dem richtigen Platze abgelagert wird und eine Belegung zu stande kommt. Ja in vielen Fällen würde selbst eine noch geringere Veränderung von Unheil sein. Es gibt Pflanzen, deren Narbe nur an einer sehr beschränkten Stelle den Pollen anregt, Pollenschläuche zu treiben. Bei den Astern ist es, wie später noch ausführlicher gezeigt werden wird, nur ein schmaler Saum am Rande der winzigen Griffeläste, und bei vielen Lippenblütlern ist es nur die Spitze des unteren Griffelastes, wo Pollen mit Erfolg abgeladen wird. Eine der größten Narben zeigt Sarracenia purpurea. Die Narbe dieser Pflanze hat die Gestalt eines Sonnenschirmes, mißt 3,5 cm in der Quere, zeigt an ihrem Rande fünf ausgerandete Lappen und in der Ausrandung jedes Lappens an der inneren Seite ein kleines Zäpfchen (s. Abbildung, S. 279, Fig. 6). Nur diese Zäpfchen sind zur Aufnahme des Pollens geeignet, und wenn man mit dem Namen Narbe nur den Gewebekörper begreifen will, auf welchem der Pollen sich weiter entwickelt und Pollenschläuche treibt, so darf man nur diese fünf Zäpfchen der Sarracenia Narben nennen. Ähnlich verhält es sich bei Physostigma venenosum (s. Abbildung, S. 285, Fig. 1 und 2), deren blasenförmiges als Narbe beschriebenes Griffelende nur an einer beschränkten mit Papillen besetzten Stelle belegungsfähig ist. Bei dieser Gelegenheit soll auch darauf hingewiesen werden, daß die Papillen, welche sich an der äußeren Seite der Griffeläste bei den Korbblütlern entwickelt finden, und welche beim ersten Anblicke für Narbenpapillen gehalten werden könnten, diese Bezeichnung nicht verdienen. Sie haben nur die Aufgabe, den Pollen aus seinen Behältern auszufegen, führen darum auch den Namen Fegehaare, und es wird ihre Bedeutung späterhin in dem die Autogamie behandelnden Abschnitte dieses Buches noch wiederholt zu besprechen sein.

Die Ablagerung des Pollens auf die Narbe hat nicht nur Veränderungen der Pollenzellen und des Narbengewebes, sondern auch der angrenzenden Blumenteile, zumal der Blumenkrone, im Gefolge. Was die ersteren betrifft, so werden sie schon dem freien Auge durch Welken, Verschrumpfen und Braunwerden der oberflächlichen Zellen erkennbar. Bei jenen früher besprochenen Gewächsen, an deren klebrigen Narben der Pollen nicht sofort angeregt wird, Pollenschläuche zu treiben, vergehen mitunter Wochen, bis diese Veränderung eintritt, bei anderen dagegen beobachtet man sie schon nach wenigen Stunden. Sehr merkwürdig sind in dieser Beziehung die Nachtschattengewächse, namentlich die Giftbeere (Nicandra physaloides) und die Tollkirsche (Atropa Belladonna). Nicht nur, daß schon eine Stunde, nachdem Pollen auf die klebrige Narbe gekommen ist, ein Welken und Bräunen der letzteren stattfindet, auch der ganze Griffel erfährt eine Veränderung, löst sich von dem Fruchtknoten ab und fällt alsbald zu Boden. Hier müssen demnach sofort, nachdem die Pollenzellen mit dem Narbengewebe in Berührung gekommen sind, Pollenschläuche entwickelt werden, die binnen wenigen Stunden zu den Samenanlagen im Inneren des Fruchtknotens gelangen.

Noch auffälliger ſind die aus gleichem Grunde eintretenden Veränderungen an den Blumenblättern. Sobald die Narbe gewelkt iſt, welken nämlich in kürzeſter Friſt auch die Blumenblätter, oder ſie löſen ſich von dem Blütenboden los und fallen zu Boden. Das Welken vollzieht ſich an den Blumenblättern in ſehr mannigfacher Weiſe. Sie verlieren ihre Prallheit, ſinken zuſammen, nehmen einen geringeren Umfang ein und verändern gleichzeitig die bisherige Farbe. Aus den Blumenblättern der meiſten Eintagsblüten ſcheidet ſich bei dieſer Gelegenheit Waſſer aus dem Gewebe aus, nicht unähnlich wie an den Laubblättern, welche im Herbſte einem ſtarken Nachtfroſte ausgeſetzt waren



1. Physostigma venenosum. — 2. Der Stempel dieſer Pflanze, aus der Blüte herausgenommen; vergrößert. — 3. Blüte der Swietenia Mahagoni. Vgl. Text, S. 282 und 284. (Nach Baillon.)

und am darauf folgenden Tage von der Sonne getroffen werden, ſie werden matſch und ſehen wie zerquetſcht oder wie gekocht aus. Die Kronen einiger Schmetterlingsblütler, namentlich mehrerer Arten der Gattung Klee (Trifolium), vertrocknen und werden rauſchend wie dürres Laub. Die Mitte zwiſchen dieſen beiden Gegenſätzen halten dann jene zahlreichen Blüten, deren Blumen erſchlaffen, etwas zuſammenſchrumpfen, ſich verbiegen und dann ſchließlich verwelkt abfallen, wie dies beiſpielsweiſe an den meiſten Schotengewächſen, Baldrianen und Korbblütlern der Fall iſt. Die Blumenblätter nehmen beim Welken meiſtens diejenige Lage an, welche ſie ſchon in der Knoſpe innehatten. So z. B. rollen ſich die Zungenblüten des Bocksbartes (Tragopogon) beim Welken zu einer Röhre zuſammen und erhalten dadurch dasſelbe Anſehen wie vor dem erſten Aufblühen. Durchgreifend iſt dieſes Verhalten allerdings nicht; denn die Zungenblüten von Bellidiastrum und der meiſten Aſtern rollen ſich beim Welken ſpiralig nach außen, jene des Hieracium staticefolium ſpiralig nach innen,

und es sind auch schraubige Drehungen der welkenden, vertrocknenden und sich verfärbenden Blumenblätter keine Seltenheit. Welche Bedeutung der mit dem Welken Hand in Hand gehenden Verfärbung der Blumenblätter zukommt, wurde schon bei früherer Gelegenheit (S. 218) erörtert. Bei manchen Pflanzen kommt es auch vor, daß sich alsbald nach der Ablagerung des Pollens auf die Narbe die benachbarten Blumenblätter einzeln oder in ihrer Gesamtheit vom Blütenboden ablösen, ohne früher gewelkt zu sein, wofür als Beispiel die Blüten der Rosen, der Mandelbäume, der Primeln und der Fuchsien genannt sein mögen.

Daß das plötzliche Welken und Abfallen der Blumenblätter wirklich mit der Auflagerung von Pollen auf die Narbe, beziehentlich mit dem Eindringen von Pollenschläuchen in das Narbengewebe zusammenhängt, wurde durch wiederholte, eigens zur Lösung dieser Frage angestellte Versuche ermittelt. Wenn man von zwei zu gleicher Zeit sich öffnenden Blüten desselben Pflanzenstockes die eine mit Pollen versieht, die andere vor dem Eindringen des Pollens schützt, oder, genauer gesagt, wenn man die Narbe der einen Blüte absichtlich mit Pollen behaftet, jene der anderen Blüte aber gegen die Auflagerung von Pollen versichert, so erhält sich die Blume der letzteren immer beträchtlich länger frisch und haftet länger am Blütenboden als jene der ersteren. An zwei zu gleicher Zeit aufgegangenen und in der angegebenen Weise behandelten Blüten des großblütigen Leines (Linum grandiflorum) erhielt sich die Krone an jener Blüte, deren Narbe mit Pollen bestrichen wurde, 35 Stunden, an der anderen Blüte, deren Narbe keinen Pollen erhalten hatte, 80 Stunden. Von zwei gleichzeitigen Blüten der Anagallis Philippi fiel die Blumenkrone derjenigen Blüte, auf deren Narbe Pollen aufgelagert wurde, nach vier Tagen, die der anderen Blüte, deren Narbe vor dem Pollen bewahrt worden war, nach sechs Tagen ab. Die Blüten eines Stockes der Mamillaria glochidiata, deren Narben mit Pollen behaftet wurden, erschienen um zwei Tage früher matsch und dauernd geschlossen als jene, deren Narben von Pollen frei geblieben waren. Würde es überhaupt noch einer Begründung der Ansicht bedürfen, daß die lebhaft gefärbten Blumenkronen in erster Linie als Anlockungsmittel für die blütenbesuchenden und den Pollen übertragenden Insekten wirksam sind, so würde dieselbe gewiß mit solchen Ergebnissen geboten sein. Sobald der Erfolg erreicht ist, sobald nämlich die Narbe mit Pollen belegt wurde, erscheint die weitere Anlockung von Insekten überflüssig; die Blumenblätter stellen daher sofort diese ihre Funktion ein, fallen ab oder werden welk, gehen nicht mehr auseinander, mit einem Worte, sie haben aufgehört, als Anlockungsmittel für Insekten wirksam zu sein. Man kann sich diese Erscheinung nur durch die Annahme erklären, daß die Veränderungen, welche durch die sich entwickelnden Pollenzellen in dem Gewebe der Narben hervorgerufen werden, sich von diesem ihrem ersten Angriffspunkte auf immer weitere Kreise erstrecken, daß von denselben schließlich auch die Blumenblätter betroffen werden, und daß durch die chemischen Umsetzungen und molekularen Umlagerungen, welche sich von dem Narbengewebe und dem Fruchtknoten bis zu der Blumenkrone fortgepflanzt haben, eine plötzliche Trennung des Zusammenhanges der Blumenblätter mit dem Blütenboden und eine ebenso plötzliche Veränderung im Turgor der Blumenblätter veranlaßt wird.

Hier ist nur noch zu erwähnen, daß das frühzeitige Welken und Abfallen der Blumenblätter von jenen Blüten, welche gleich nach dem Aufknospen mit Pollen belegt wurden, ein Gegenstück in der Erscheinung der langen Haltbarkeit gefüllter Blüten hat. Insbesondere jene gefüllten Blüten, deren sämtliche Pollenblätter und Fruchtblätter in Blumenblätter umgewandelt sind, erhalten sich 2, 3, ja selbst 8 Tage länger frisch als die sogenannten einfachen Blüten derselben Art, wie das besonders bei den Pelargonien, Tulpen, Nelken und Levkojen zu sehen ist.

Kreuzung.

Während Goethe in Karlsbad weilte, brachte ein junger Gärtner täglich Bündel blühender Pflanzen den beim Brunnen versammelten Kurgästen. Herren und Frauen interessierten sich lebhaft dafür, die Namen dieser Pflanzen mit Hilfe der Schriften des damals schon weithin berühmten schwedischen Botanikers Linné zu ermitteln. Man nannte dieses Aufsuchen der Namen „Bestimmen" oder „Determinieren" der Pflanzen, und es wurde dasselbe von seiten der Dilettanten als eine Art Rätselspiel und als ein anmutiger, anregender Zeitvertreib mit großem Eifer behandelt. Auch im Kreise der Fachmänner fand Linné eine Anerkennung, wie sie selten einem Mitlebenden gezollt zu werden pflegt. Seine Methode hatte sich im Fluge die ganze gebildete Welt erobert, und sein „System" war in den Schulen nachgerade zur Alleinherrschaft gelangt. Allerdings erhoben sich auch, und zwar vorzüglich aus dem Kreise der Dilettanten, vereinzelte Stimmen gegen die neue Lehre. Goethe erzählt, daß mehrere der Karlsbader Gäste die Beschäftigung mit der Pflanzenwelt nach der Anleitung des schwedischen Botanikers als geistlose Spielerei bezeichneten, welche weder dem Verstande noch der Einbildungskraft genügen und niemand auf die Dauer befriedigen könne. Offenbar hatte auch Goethe die Schwäche der Linnéschen Methode erkannt. Das Zählen und die Beschäftigung mit Zahlen war ohnedies seine Sache nicht, auch das auf unscheinbare Merkmale begründete Auseinanderhalten der Formen nicht; ihn fesselte weit weniger das, was die Pflanzen unterschied, als vielmehr das, was sie gemeinsam hatten, und was die gesamte Pflanzenwelt zu einer vielgliederigen Einheit verband, und es ist begreiflich, daß er sich für die Linnésche Botanik niemals recht erwärmen konnte.

Aber, so seltsam es sich anhören mag, das, was Goethe als Schwäche des Linnéschen Systems erkannte, war anderseits die Stärke desselben. Gerade der Umstand, daß die Zahlen einen sicher leitenden Faden in dem Wirrsal der Pflanzengestalten abgaben, daß die Möglichkeit geboten war, mittels Zählens der Blütenteile zu einer bündigen Einteilung der Gewächse zu gelangen, und nicht zum wenigsten die beharrliche Durchführung der aufgestellten Grundsätze wirkten bestrickend auf Laien und Fachmänner. Dieselben Vorzüge erklären auch, daß in den neuesten botanischen Werken immer wieder auf die Linnésche Methode zurückgegriffen wird, wenn es sich darum handelt, auf kürzestem Wege den Platz zu ermitteln, welchen eine gegebene Art inmitten jenes tausendfältig verzweigten Stammbaumes einnimmt, welcher der jetzigen Auffassung des natürlichen Entwickelungsganges der Lebewesen im Laufe der Zeiten am besten entspricht.

Es wird sich später noch die Gelegenheit ergeben, auf die Wertschätzung der verschiedenen Pflanzensysteme vom geschichtlichen Standpunkte näher einzugehen; hier beschäftigt uns das Linnésche System nur im Hinblicke auf die Frage nach der Verteilung der Pollenblätter und Stempel, also jener Organe, in welchen die zweierlei Geschlechtszellen ausgebildet werden. Die Ergebnisse der Untersuchungen über die Verteilung dieser Organe, in welchen die befruchtenden und die zu befruchtenden, beziehentlich die männlichen und die weiblichen Geschlechtszellen erzeugt werden, bilden nämlich die Grundlage des Linnéschen Systems und sind der wichtigste Anhaltspunkt bei der Abgrenzung der sogenannten Klassen, deren Linné 24 unterschied.

Die 1.—20. Klasse des Linnéschen Systems begreift Phanerogamen, deren sämtliche Blüten zwitterig sind, d. h. wo jede Blüte der betreffenden Arten sowohl Pollenblätter als Stempel enthält. In die 1.—13. Klasse reihen sich jene Arten, deren sämtliche Pollenblätter gleich lang und weder unter sich noch mit dem Stempel verwachsen sind, und im einzelnen werden diese 13 Klassen in folgender Weise umgrenzt:

1. Klaſſe: **Monandria.** Ein einziges Pollenblatt in jeder Blüte; z. B. Tannenwedel (Hippuris), Piſang (Canna), Alpinie (Alpinia; ſ. Abbildung, S. 289, Fig. 1).

2. Klaſſe: **Diandria.** Zwei Pollenblätter in jeder Blüte; z. B. Ehrenpreis (Veronica; ſ. Abbildung, S. 223, Fig. 1); Flieder (Syringa; ſ. Abbildung, S. 289, Fig. 2).

3. Klaſſe: **Triandria.** Drei Pollenblätter in jeder Blüte; z. B. Schwertlilie (Iris; ſ. Abbildung, S. 247); Baldrian (Valeriana; ſ. Abbildung, S. 289, Fig. 3).

4. Klaſſe: **Tetrandria.** Vier Pollenblätter in jeder Blüte; z. B. Waldmeiſter (Asperula), Wegerich (Plantago), Hartriegel (Cornus; ſ. Abbildung, S. 289, Fig. 4).

5. Klaſſe: **Pentandria.** Fünf Pollenblätter in jeder Blüte; z. B. Tollkirſche (Atropa), Waſſerſchierling (Cicuta), Aralie (Aralia; ſ. Abbildung, S. 289, Fig. 5).

6. Klaſſe: **Hexandria.** Sechs Pollenblätter in jeder Blüte; z. B. Tulpe (Tulipa), Maiglöckchen (Convallaria), Gelbſtern (Gagea; ſ. Abbildung, S. 289, Fig. 6).

7. Klaſſe: **Heptandria.** Sieben Pollenblätter in jeder Blüte; z. B. Roßkaſtanie (Aesculus Hippocastanum; ſ. Abbildung, S. 289, Fig. 7).

8. Klaſſe: **Octandria.** Acht Pollenblätter in jeder Blüte; z. B. Beſenheide (Calluna), Seidelbaſt (Daphne; ſ. Abbildung, S. 289, Fig. 8).

9. Klaſſe: **Enneandria.** Neun Pollenblätter in jeder Blüte; z. B. Lorbeer (Laurus), Waſſerviole (Butomus; ſ. Abbildung, S. 289, Fig. 9).

10. Klaſſe: **Decandria.** Zehn Pollenblätter in jeder Blüte; z. B. Raute (Ruta; ſ. Abbildung, S. 304), Kermesbeere (Phytolacca; ſ. Abbildung, S. 289, Fig. 10).

11. Klaſſe: **Dodecandria.** Pollenblätter in nicht genau beſtimmter Zahl, 11—20 in jeder Blüte; z. B. Reſeda (Reseda), Hauswurz (Sempervivum), Odermenig (Agrimonia Eupatorium; ſ. Abbildung, S. 292, Fig. 1 und 2).

12. Klaſſe: **Icosandria.** Mehr als 20 Pollenblätter in jeder Blüte, welche von dem Rande des becherförmigen Blütenbodens ausgehen, und deren Anſatzpunkte daher höher als jene des Stempels oder der Stempel zu ſtehen kommen; z. B. Roſe (Rosa), Mandelbaum (Amygdalus), Gewürzſtrauch (Calycanthus; ſ. Abbildung, S. 292, Fig. 3; Chrysobalanos; ſ. Abbildung, S. 292, Fig. 4).

13. Klaſſe: **Polyandria.** 20—100 Pollenblätter in jeder Blüte, welche unter dem Anſatzpunkte des Stempels entſpringen; z. B. Mohn (Papaver), Linde (Tilia; ſ. Abbildung, S. 291, Fig. 1 und 2) und Windröschen (Anemone; ſ. Abbildung, S. 291, Fig. 3).

In die 14. und 15. Klaſſe werden von Linné alle Phanerogamen zuſammengeſtellt, in deren Zwitterblüten die Pollenblätter ungleich lang ſind, und zwar enthalten in der

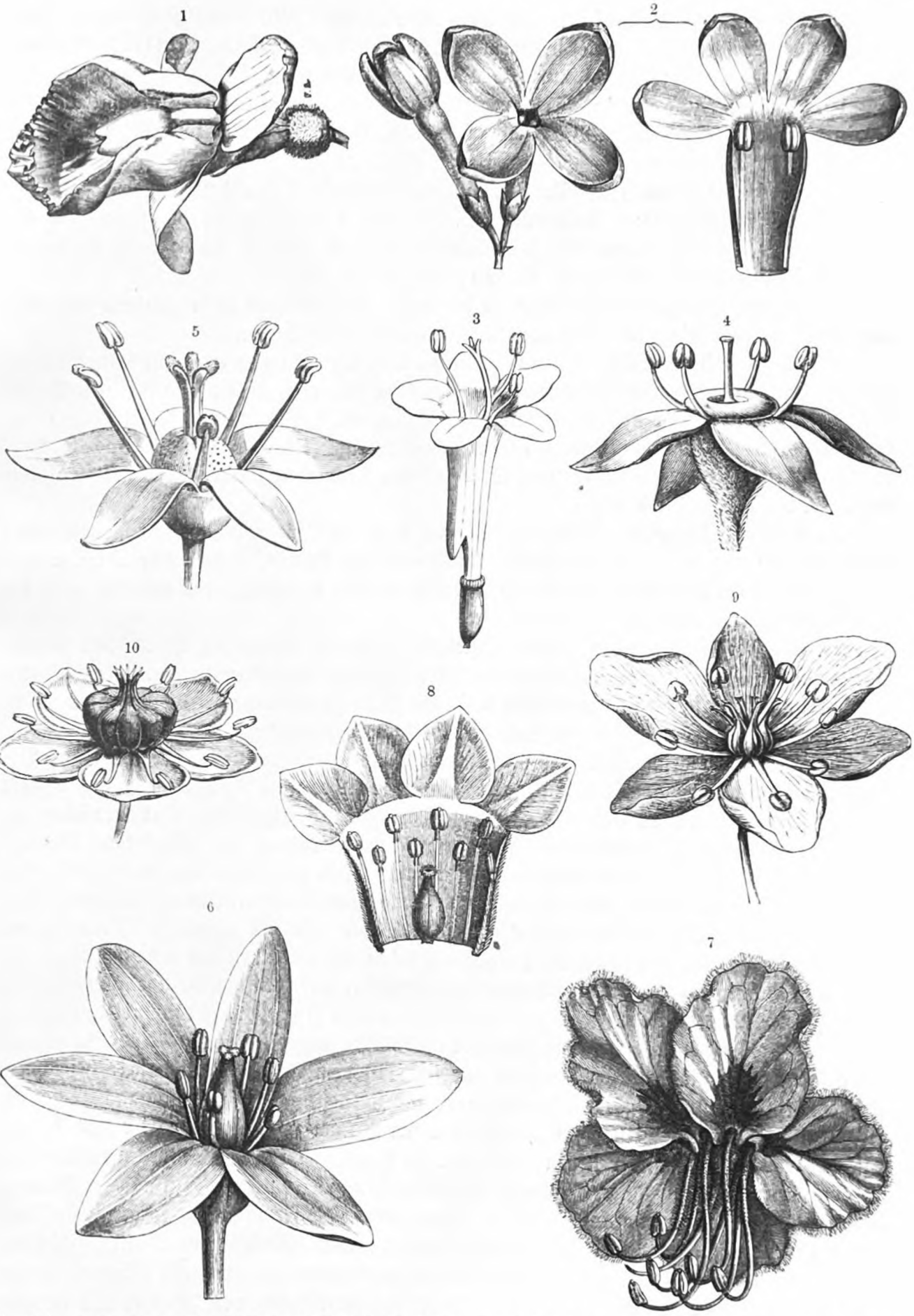
14. Klaſſe: **Didynamia,** die Blüten vier Pollenblätter, wovon zwei länger und zwei kürzer ſind; z. B. Fingerhut (Digitalis), das Löwenmaul (Antirrhinum; ſ. Abbildung, S. 291, Fig. 6), und in der

15. Klaſſe: **Tetradynamia,** die Blüten ſechs Pollenblätter, wovon vier länger und zwei kürzer ſind; z. B. Senf (Sinapis), Goldlack (Cheiranthus), Schaumkraut (Cardamine; ſ. Abbildung, S. 291, Fig. 7 und 8).

Die 16.—20. Klaſſe umfaßt alle jene Phanerogamen, deren Pollenblätter unter ſich oder mit dem Stempel irgendwie verwachſen ſind, und zwar werden unterſchieden

16. Klaſſe: **Monadelphia.** Sämtliche Pollenblätter einer Blüte mittels der Antherenträger in eine Röhre verwachſen; z. B. Tamarinde (Tamarindus Indica; ſ. Abbildung, S. 291, Fig. 9), Eibiſch (Althaea), Käſepappel (Malva), Baobab (Adansonia; ſ. Abbildung, S. 291, Fig. 10).

17. Klaſſe: **Diadelphia.** Die Pollenblätter jeder Blüte infolge teilweiſer Verwachſung der Antherenträger zwei Gruppen bildend; z. B. Kreuzblümchen (Polygala), Erdrauch (Fumaria; ſ. Abbildung, S. 292, Fig. 5 und 6).



Vorbilder für die 1.—10. Klaſſe des Linnéſchen Syſtems: 1. Alpinia.. — 2. Syringa vulgaris. — 3. Valeriana officinalis. — 4. Cornus mas. — 5. Aralia Japonica. — 6. Gagea lutea. — 7. Aesculus Hippocastanum. — 8. Daphne Mezereum. — 9. Butomus umbellatus. — 10. Phytolacca decandra. — Sämtliche Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 288.

18. Klaſſe: **Polyadelphia.** Die Pollenblätter jeder Blüte infolge teilweiſer Verwachſung der Antherenträger drei bis mehrere Bündel bildend; z. B. Hartheu (Hypericum), Melaleuka (Melaleuca; ſ. Abbildung, S. 291, Fig. 4 und 5).

19. Klaſſe: **Syngenesia.** Die Antheren der Pollenblätter in jeder Blüte miteinander zu einer Röhre verwachſen; z. B. Lobelie (Lobelia), Habichtskraut (Hieracium; ſ. Abbildung, S. 112, Fig. 4 und 7).

20. Klaſſe: **Gynandria.** Die Pollenblätter mit dem Stempel verwachſen; z. B. die Orchideen: Phalaenopsis; ſ. Abbildung, S. 224, Fig. 1 und 2; Cypripedium; ſ. Abbildung, S. 249, Fig. 2; Epipactis; ſ. Abbildung, S. 255, Fig. 2 und 3; dann die Oſterluzei (Aristolochia; ſ. Abbildung, S. 291, Fig. 11 und 12).

Nun kommen diejenigen Pflanzen an die Reihe, deren Blüten nicht zwitterig oder doch nur teilweiſe zwitterig ſind, und von dieſen werden unterſchieden

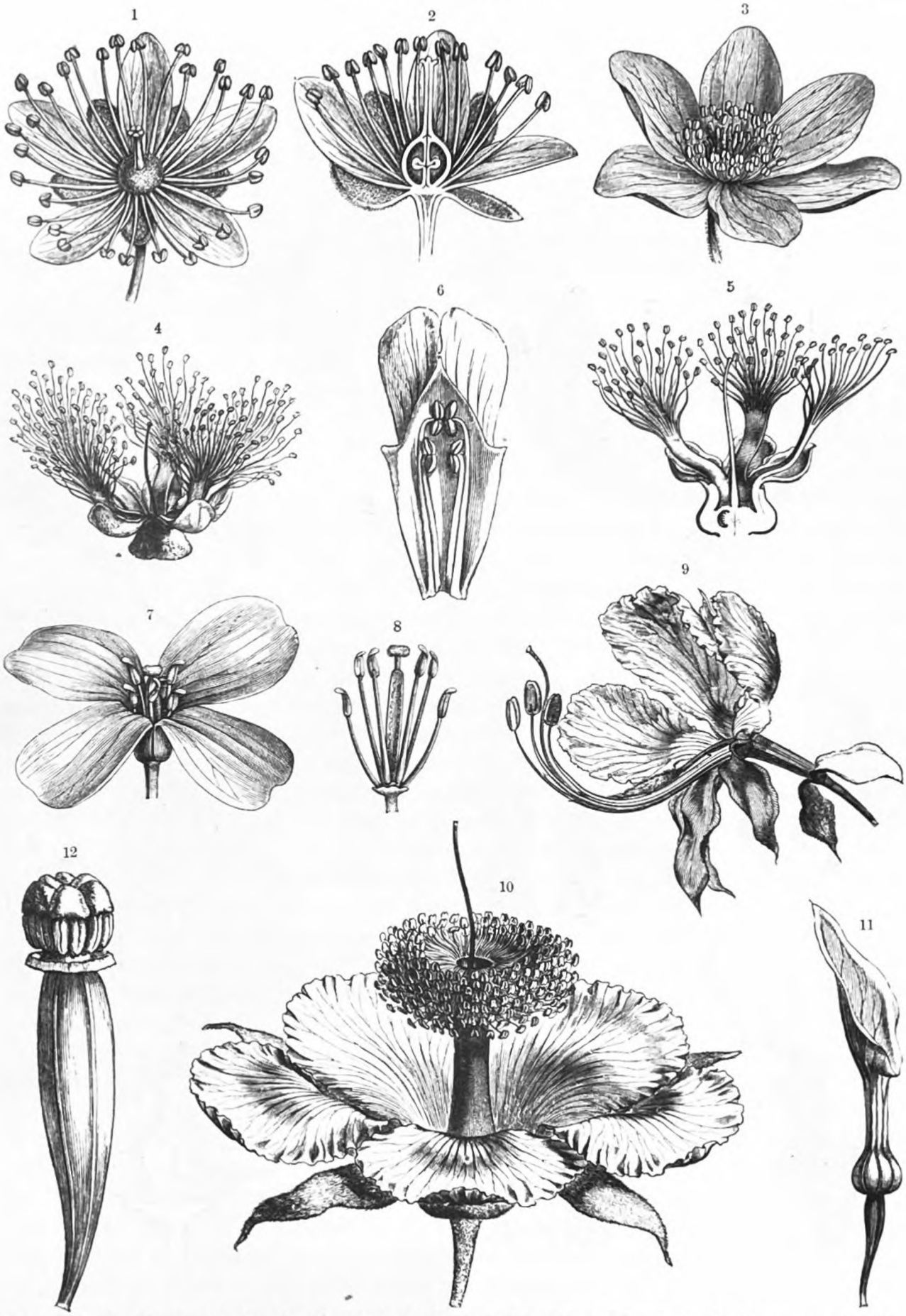
21. Klaſſe: **Monoecia.** Blüten einhäuſig, d. h. die Blüten, welche nur Pollenblätter, und die Blüten, welche nur Stempel enthalten, zwar getrennt, aber doch auf einem Stocke, gewiſſermaßen in einem und demſelben Hauſe wohnend; z. B. der Mais (Zea Mays), die Eiche (Quercus; ſ. Abbildung, S. 297), der Wunderbaum (Ricinus; ſ. Abbildung, S. 292, Fig. 7 und 8), Croton (ſ. Abbildung, S. 292, Fig. 11 und 12), Liquidambar (ſ. Abbildung, S. 292, Fig. 9 und 10).

22. Klaſſe: **Dioecia.** Blüten zweihäuſig, d. h. die Blüten, welche nur Pollenblätter enthalten, auf einem beſonderen Stocke, und ebenſo die Blüten, welche nur Stempel enthalten, auf einem beſonderen Stocke, alſo gewiſſermaßen in zwei Häuſer verteilt; z. B. die Weide (Salix; ſ. Abbildung, S. 298).

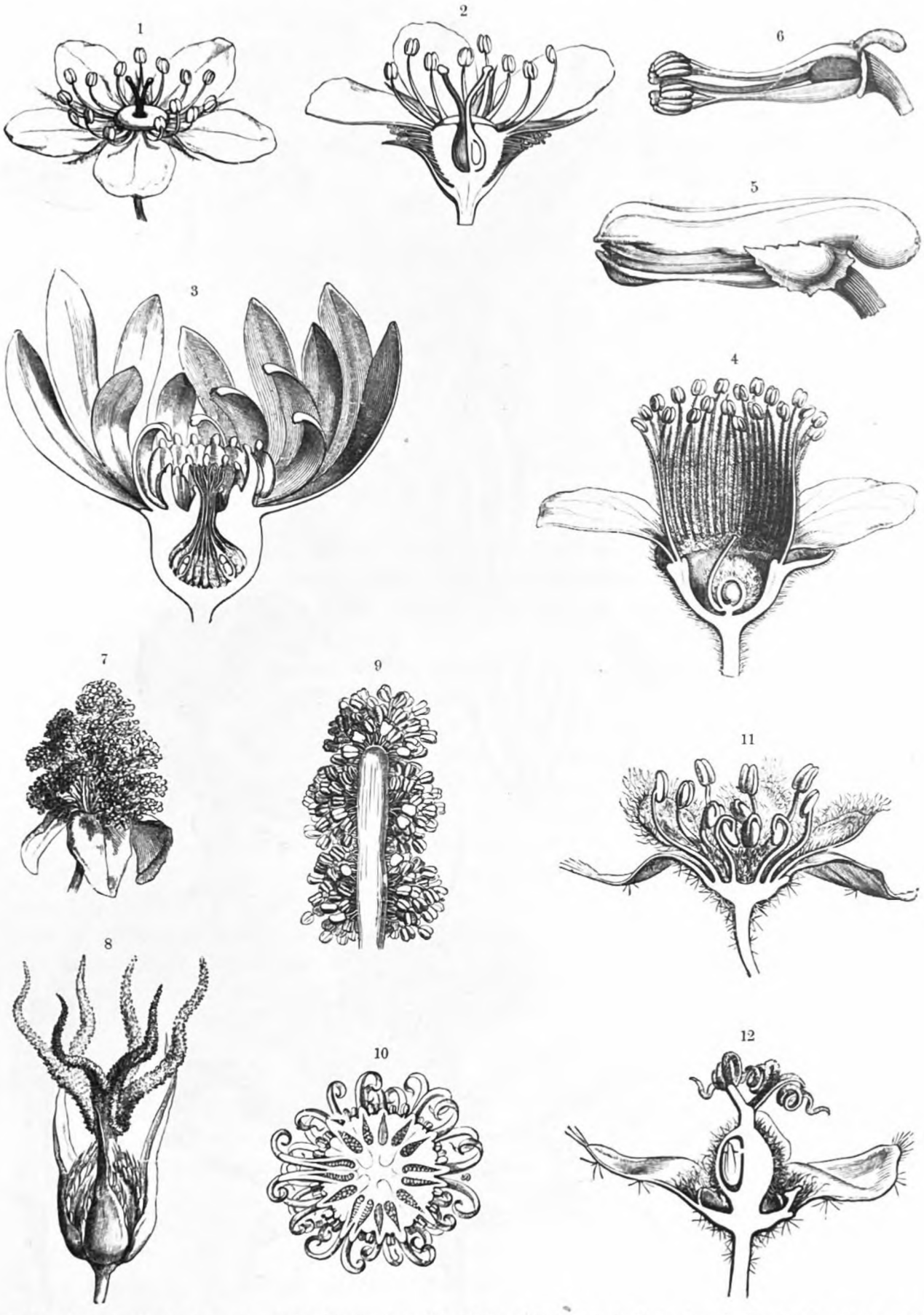
23. Klaſſe: **Polygamia.** Blüten vielehig, d. h. es finden ſich Blüten mit Pollenblättern, Blüten mit Stempeln und Zwitterblüten bald auf demſelben, bald auf verſchiedenen Stöcken in mannigfacher Gruppierung; z. B. die Eſche (Fraxinus; ſ. Abbildung, S. 136).

Die 24. Klaſſe, **Cryptogamia,** umfaßt die Kryptogamen.

Linné ſchrieb demnach 20 von 23 Klaſſen der Phanerogamen Zwitterblüten zu. Bei ſolchem Überwiegen ſchienen ihm die Zwitterblüten die Regel zu ſein; er hielt ſie für vollkommener als die eingeſchlechtigen, brachte ihr Vorherrſchen in unmittelbaren Zuſammenhang mit der Fruchtbildung und glaubte die Vereinigung von Pollenblättern und Fruchtanlagen in einer Blüte am einfachſten und natürlichſten dadurch erklären zu können, daß infolge der unmittelbaren Nachbarſchaft empfängnisfähiger und befruchtender Organe die Befruchtung viel leichter als bei räumlicher Trennung zu ſtande kommen werde und daher die Entſtehung keimfähiger Samen am beſten geſichert ſei. Es hatte ſich mit einem Worte die Vorſtellung entwickelt und fand nachgerade als förmlicher Lehrſatz ihren Ausdruck, daß die Befruchtung in den Zwitterblüten mit der Übertragung des Pollens auf die derſelben Blüte angehörende Narbe beginne, daß alſo ein Vorgang ſtattfinde, welchen wir jetzt mit dem Namen Autogamie bezeichnen. Spätere Unterſuchungen hatten aber das Ergebnis zu Tage gefördert, daß manche Pflanzen nur ſcheinbar Zwitterblüten beſitzen, daß in ihren Blüten zwar Pollenblätter und Fruchtanlagen dicht nebeneinander ſtehen, daß aber die Pollenzellen in den Antheren verkümmert ſind und denſelben die Fähigkeit abgeht, die Befruchtung einzuleiten. In anderen Blüten, welche man für zwitterig anſah, fand ſich hinwiederum die Fruchtanlage ſo verändert, daß ſie zur Erzeugung keimfähiger Samen nicht geeignet war. Auch wurde ermittelt, daß die zum Teile mit eingeſchlechtigen, zum Teile mit Zwitterblüten ausgeſtatteten Pflanzen, welche Linné polygamiſche nannte und in der 23. Klaſſe zuſammenfaßte, weit häufiger und in einer viel reicheren Abwechſelung vorkommen, als früher angenommen wurde. Es ergab ſich eine lange Reihe von Formen, deren eines Grenzglied die Pflanzen mit echten Zwitterblüten,



Vorbilder für die 13., 14., 15., 16., 18. und 20. Klasse des Linnéschen Systems: 1, 2. Tilia, ganze und halbierte Blüte. — 3. Anemone nemorosa. — 4, 5. Melaleuca, ganze und halbierte Blüte. — 6. Antirrhinum, obere Blütenhälfte. — 7. Cardamine pratensis. — 8. Dieselbe Blüte; die Blumenblätter entfernt. — 9. Tamarindus. — 10. Adansonia. — 11. Aristolochia Clematitis. — 12. Dieselbe Blüte, das Perigon entfernt. — Fig. 6, 9, 10, 11 in natürlicher Größe; die anderen Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 288 und 290.



Vorbilder für die 11., 12., 17. und 21. Klasse des Linnéschen Systems: 1, 2. Agrimonia Eupatoria, ganze und halbierte Blüte. — 3. Calycanthus, Längsschnitt durch die Blüte. — 4. Chrysobalanus, Längsschnitt durch die Blüte. — 5. Fumaria officinalis, ganze Blüte. — 6. Dieselbe Blüte; die Blumenblätter entfernt. — 7. Pollenblüte, — 8. Fruchtblüte von Ricinus communis. — 9. Pollenblüten, — 10. Fruchtblüten von Liquidambar. — 11. Pollenblüte, — 12. Fruchtblüte von Croton; beide halbiert. — Sämtliche Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 288 und 290.

deren anderes die zweihäuſigen Pflanzen bilden. Eine erſchöpfende Darſtellung aller Glieder dieſer Reihe zu geben, iſt mit Rückſicht auf den hier zu Gebote ſtehenden Raum nicht möglich; da es aber doch für die ſpäteren Erörterungen von Wichtigkeit iſt, in dieſe Verhältniſſe einen möglichſt klaren Einblick zu gewinnen, ſo ſollen im nachfolgenden wenigſtens die wichtigſten Glieder der Reihe vorgeführt werden.

Als das eine Grenzglied der Reihe gelten alſo, wie erwähnt, die zweigeſchlechtigen Blüten. Sie enthalten neben der Fruchtanlage immer auch eines oder mehrere Pollenblätter. In der Fruchtanlage entwickeln ſich Samenanlagen, aus welchen nach erfolgter Befruchtung keimfähige Samen hervorgehen, und in den Antheren der Pollenblätter wird befruchtungsfähiger Pollen ausgebildet. Man hat dieſe zweigeſchlechtigen Blüten Zwitterblüten genannt, und es empfiehlt ſich, dieſen Ausdruck dadurch noch beſtimmter feſtzuſtellen, daß man ſie als echte Zwitterblüten anſpricht.

Den zweigeſchlechtigen reihen ſich die eingeſchlechtigen Blüten an. Bezeichnend für ſie iſt, daß nur ein Teil der bei der Befruchtung beteiligten beiden Organe zur vollen Entwickelung gelangt iſt und ſeiner Aufgabe nachkommen kann. Diejenigen eingeſchlechtigen Blüten, welche nur Stempel mit entwickelungsfähigen Samenanlagen enthalten, und deren Pollenblätter fehlſchlagen oder ganz fehlen, heißt man weibliche Blüten oder Fruchtblüten; jene, welche nur Pollenblätter mit befruchtungsfähigem Pollen umſchließen, und deren Stempel fehlſchlagen oder ganz fehlen, werden männliche Blüten oder Pollenblüten genannt. Es laſſen ſich vier Formen dieſer eingeſchlechtigen Blüten unterſcheiden: 1) Scheinzwitterige Fruchtblüten, in welchen Stempel und Pollenblätter ausgebildet ſind, und welche daher bei dem erſten Anblick den Eindruck von Zwitterblüten machen. Ihre Stempel enthalten befruchtungs- und entwickelungsfähige Samenanlagen, aber den Zellen, welche in dem Gewebe der Antheren zu ſtande kommen, geht die Fähigkeit ab, befruchtend zu wirken. 2) Scheinzwitterige Pollenblüten. Sie bilden das Gegenſtück der ſcheinzwitterigen Fruchtblüten. Da auch in ihnen Stempel und Pollenblätter enthalten ſind, könnte man ſie gleichfalls für zwitterige Blüten halten, aber die genauere Unterſuchung zeigt, daß hier die Fruchtanlagen nicht zu jener Ausbildung kommen, welche für das Entſtehen keimfähiger Samen notwendig iſt; die Samenanlagen und gewöhnlich auch die Narbe des Stempels bleiben in der Entwickelung zurück, während der Pollen in den Antheren ſeine volle Geſchlechtsreife erlangt. 3) Reine Fruchtblüten. In denſelben finden ſich nur entwickelungsfähige Fruchtanlagen, während von Pollenblättern keine Spur zu ſehen iſt. 4) Reine Pollenblüten, das Gegenſtück der reinen Fruchtblüten; ſie enthalten Pollenblätter, in deren Antheren geſchlechtsreifer Pollen entſteht, aber entbehren vollſtändig der Fruchtanlagen. Den eingeſchlechtigen reihen ſich noch die tauben Blüten an, welche der Fruchtanlagen und Pollenblätter entweder ganz entbehren und nur aus Blumenblättern zuſammengeſetzt ſind, oder in deren Mitte die genannten Befruchtungsorgane in verkümmerter Geſtalt geborgen ſind.

Die hier vorgeführten Blütenformen ſind durch zahlreiche Übergänge verkettet. In den Zwitterblüten des Knäuels (Scleranthus) ſieht man nicht ſelten von den vier Pollenblättern zwei oder drei fehlſchlagen; die Pollenblätter ſtehen zwar an der ihnen zukommenden Stelle, aber die Antheren ſind geſchrumpft und entbehren des geſchlechtsreifen Pollens; nur eines oder zwei der Pollenblätter ſind gut ausgebildet. Von den acht Pollenblättern der beliebten Zierpflanze Clarkea pulchella bilden gewöhnlich nur die vier zwiſchen den Kronenblättern ſtehenden einen befruchtungsfähigen Pollen aus, während die anderen vier verkümmerte Antheren beſitzen. Bisweilen ſind aber 5, 6, 7, ja ſelbſt ſämtliche Antheren fehlgeſchlagen. Das unter dem Namen Hühnerdarm bekannte Unkraut Stellaria media zeigt in zwei fünfgliederigen Wirteln zehn Pollenblätter; aber nur ſelten tragen dieſe ſämtlich

Antheren mit befruchtungsfähigem Pollen, gewöhnlich sind die fünf des inneren und gar nicht selten auch ein paar des äußeren Wirtels verschrumpft und ohne Pollen. Solche Fälle bilden deutliche Übergänge von den echten Zwitterblüten zu den scheinzwitterigen Fruchtblüten. Die Blütenköpfchen der Becherblume (Poterium polygamum) enthalten neben reinen Fruchtblüten und reinen Pollenblüten auch echte Zwitterblüten. In den reinen Pollenblüten sind meistens 16 Pollenblätter ausgebildet; die Zwitterblüten enthalten 8, 7, 6 und allmählich abnehmend mitunter auch nur 1 Pollenblatt. Die anderen Pollenblätter sind hier nicht verkümmert, sondern sind gar nicht angelegt und fehlen vollständig; thatsächlich ist von ihnen nicht die geringste Spur zu finden. Man kann solche Blüten ohne weiteres als Übergänge von echten Zwitterblüten zu reinen Fruchtblüten ansehen; denn denke man sich das Ausbleiben der Pollenblätter noch weitergehend, als soeben geschildert wurde, und gesetzt den Fall, es wäre auch das letzte Pollenblatt nicht angelegt worden, so würde sich die fragliche Blüte nicht mehr als Zwitterblüte, sondern als reine Fruchtblüte darstellen.

Ungemein mannigfaltig sind auch die Abstufungen in der Abteilung scheinzwitteriger Frucht- und Pollenblüten. Die Kratzdistel (Cirsium), die Mannaesche (Fraxinus Ornus), der Spargel (Asparagus officinalis), die Dattelpflaume (Diospyros Lotus), die Weinrebe (Vitis vinifera), mehrere Skabiosen, Steinbreche, Baldriane 2c. entfalten teilweise Blüten, welche man im ersten Augenblicke für echte Zwitterblüten zu halten versucht ist. Nicht nur, daß in ihnen deutliche, wohlausgebildete Fruchtanlagen vorhanden sind, auch Pollenblätter sind zu sehen, in deren Antheren mehr oder weniger Pollenzellen zur Entwickelung gelangt sind; aber Versuche, welche mit solchem Pollen angestellt wurden, haben ergeben, daß er, auf die Narben gebracht, keine Pollenschläuche entwickelt, und solche Blüten sind also trotz alledem nicht echte Zwitter, sondern nur Scheinzwitter. Dasselbe gilt von einem Teile der Blüten in den Rispen der Roßkastanien (Aesculus, Pavia) und einiger Arten des Ampfers (Rumex alpinus, obtusifolius 2c.) sowie von den Blüten im Mittelfelde der Köpfchen des Huflattichs, der Ringelblume und der Pestwurz (Tussilago, Calendula, Petasites), welche auch das Ansehen echter Zwitterblüten haben, aus deren Fruchtanlagen aber niemals Früchte mit keimfähigen Samen werden, weil die Narben nicht danach eingerichtet sind, daß der auf sie gebrachte geschlechtsreife Pollen Schläuche treiben könnte. Dagegen gibt es wieder viele Pflanzen, in deren Blüten bald die Fruchtanlage, bald wieder die Pollenblätter so sehr verkümmert sind, daß man sie erst bei sorgfältigster Untersuchung zu entdecken vermag. Die Taglichtnelke (Lychnis diurna) zeigt auf einigen ihrer Stöcke Blüten mit wohlausgebildeten Fruchtanlagen und belegungsfähigen Narben, aber die Pollenblätter derselben sind verschwindend klein, bilden dreieckige Gewebekörper in der Länge von kaum 1 mm und tragen an Stelle der Anthere ein kleines, glänzendes Knötchen ohne Pollen. Auf den anderen Stöcken entfaltet dieselbe Lichtnelke Blüten mit zehn Pollenblättern, deren lange, bandförmige Träger von großen Antheren mit geschlechtsreifem Pollen abgeschlossen sind; aber an Stelle der Fruchtanlage sieht man ein winziges Knötchen mit zwei Spitzen, durch welche die Narben angedeutet sind. Ähnlich verhält es sich auch mit den Blüten einiger Baldriane (Valeriana dioica, simplicifolia 2c.). In den Trauben des Bergahorns (Acer Pseudoplatanus) kann man alle erdenklichen Abstufungen von scheinzwitterigen Pollenblüten mit verhältnismäßig großen Fruchtanlagen zu solchen, in denen die Anlagen der Früchte verkümmert sind oder ganz fehlen, beobachten. Ich habe diese Fälle, welchen sich noch zahlreiche andere an die Seite stellen ließen, angeführt, um zu zeigen, daß es auch an Übergängen von scheinzwitterigen zu reinen Fruchtblüten und reinen Pollenblüten nicht fehlt, und füge nur noch hinzu, daß auch an Pflanzen mit tauben Blüten, zumal an mehreren Arten der Traubenhyazinthe (Muscari), Übergänge von echten Zwitterblüten

in taube Blüten beobachtet wurden. Ebenso ist hier noch jener merkwürdigen Gebilde, die man Gallenblüten genannt hat (s. S. 156—158), zu gedenken, welche eigentlich auch taube Blüten darstellen, und von denen bisweilen zweifellose Übergänge in reine Fruchtblüten vorkommen. Trotz dieser Übergänge, durch welche die Grenzen der verschiedenen Blütenformen einigermaßen verwischt sind, empfiehlt es sich, die für die einzelnen Formen in Anwendung gebrachten Namen festzuhalten, weil es sonst unmöglich wäre, die Verteilung der Geschlechter bei den Phanerogamen übersichtlich darzustellen.

Es wurde bereits erwähnt, daß sich die Botaniker ehemals damit begnügten, die Pflanzen mit Rücksicht auf die Verteilung der Geschlechter in solche mit zwitterigen, einhäusigen, zweihäusigen und polygamen Blüten zu unterscheiden (s. S. 290), daß aber diese Unterscheidung dem jetzigen Standpunkte unserer Kenntnisse nicht mehr vollständig entspreche. Ich will es nun versuchen, im nachfolgenden eine annähernde Übersicht über die hier in Frage kommenden äußerst verwickelten Verhältnisse zu geben, und mich dabei, soweit wie möglich, an die alte Einteilung halten.

Als erste Gruppe mag diejenige vorangestellt werden, deren Arten an allen Stöcken ausschließlich echte Zwitterblüten entwickeln. Ist dieselbe auch nicht so umfangreich, wie zur Zeit Linnés geglaubt wurde, so ist sie doch gewiß die ansehnlichste und umfaßt jedenfalls mehr als ein Drittel aller Phanerogamen. Als Beispiele können die auf S. 289, 291 und 292 abgebildeten Alpinie, Flieder, Hartriegel, Gelbstern, Seidelbast, Wasserviole, Kermesbeere, Odermennig, Linde, Windröschen, Schaumkraut, Baobab und Melaleuka gelten. Hieran schließt sich eine zweite Gruppe von Arten, deren Stöcke neben echten Zwitterblüten auch scheinzwitterige Fruchtblüten tragen, wie beispielsweise Oxyria digyna und Geranium lucidum. Die dritte Gruppe umfaßt jene Pflanzenarten, deren Stöcke neben echten Zwitterblüten auch scheinzwitterige Pollenblüten entwickeln. Während die zweite Gruppe nur spärlich vertreten ist, zählen in die dritte Hunderte von Arten aus den verschiedensten Familien. Besonders hervorzuheben sind der Lederblumenstrauch (Ptelea trifoliata), der Wiesenknöterich (Polygonum Bistorta), die Roßkastanien (Aesculus, Pavia), einige Aralien (z. B. Aralia nudicaulis), mehrere Arten des Labkrautes und des Waldmeisters (z. B. Galium Cruciata, Asperula taurina) und insbesondere viele Doldenpflanzen. Bei den letzteren ist die Anordnung und Verteilung der zweierlei Blüten für jede Gattung genau geregelt und hängt mit den Vorgängen bei der Übertragung des Pollens, beziehentlich mit der Kreuzung und der schließlichen Autogamie auf das innigste zusammen. Bei Anthriscus enthalten die Döldchen der mittelständigen Dolde vorwaltend echte Zwitterblüten, welche von einigen wenigen scheinzwitterigen Pollenblüten eingefaßt werden; die Döldchen der seitenständigen Dolde dagegen sind nur aus scheinzwitterigen Pollenblüten zusammengesetzt. Bei Caucalis sind die mittelständigen Döldchen ausschließlich aus scheinzwitterigen Pollenblüten aufgebaut, während die anderen Döldchen aus zwei echten Zwitterblüten und 4—7 scheinzwitterigen Pollenblüten gebildet werden. Bei Astrantia enthalten die großen mittelständigen Döldchen 12 von einigen wenigen scheinzwitterigen Pollenblüten umgebene echte Zwitterblüten, die seitenständigen kleineren Döldchen dagegen nur scheinzwitterige Pollenblüten. Athamanta cretensis, Chaerophyllum aromaticum und Meum Mutellina zeigen in sämtlichen Döldchen eine mittelständige echte Zwitterblüte, diese wird von scheinzwitterigen Pollenblüten und diese werden wieder von echten Zwitterblüten eingefaßt. Chaerophyllum Cicutaria und Laserpitium latifolium enthalten in sämtlichen Döldchen kurzgestielte scheinzwitterige Pollenblüten, welche von langgestielten echten Zwitterblüten eingefaßt sind. Turgenia latifolia zeigt in sämtlichen Döldchen 6—9 scheinzwitterige nichtstrahlende Blüten in der Mitte und 5—8 echte Zwitterblüten, die zugleich strahlend sind, am Umfange, und bei Sanicula europaea sind

in jedem Döldchen drei mittelständige echte Zwitterblüten von 8—10 scheinzwitterigen Pollenblüten umgeben. In der vierten Gruppe beherbergt jeder Stock neben echten Zwitterblüten auch reine Fruchtblüten. Hierher gehört eine große Menge von Korbblütlern, als deren Vorbild die Astern angesehen werden können (Aster, Bellidiastrum, Stenactis, Solidago, Bupthalmum, Inula, Arnica, Doronicum ꝛc.). Die röhrenförmigen Blüten des Mittelfeldes sind in jedem Köpfchen echte Zwitter, die zungenförmigen Blüten des Umkreises dagegen reine Fruchtblüten. Dieselbe Verteilung der Geschlechter findet man auch bei jenen Korbblütlern, für welche als Vorbilder die Gattungen Homogyne und Helichrysum gelten können, deren randständige Blüten nicht zungenförmig, sondern fädlich sind. Abgesehen von den genannten Korbblütlern, wird diese Anordnung nur selten beobachtet. Auffallenderweise ist sie an einer Art des Schwertels (Gladiolus segetum) zu sehen. Die fünfte Gruppe begreift jene Arten, welche an sämtlichen Stöcken neben echten Zwitterblüten auch reine Pollenblüten ausbilden. Beispiele sind der Germer (Veratrum), die Kaiserkrone (Fritillaria imperialis), die Schlangenwurz (Calla palustris) und zahlreiche Gräser aus den Gattungen Andropogon, Arrhenatherum, Hierochloa, Holcus und Pollinia. Einer sechsten Gruppe werden jene Arten zugezählt, welche an sämtlichen Stöcken neben scheinzwitterigen Pollenblüten reine Fruchtblüten tragen, aber der echten Zwitterblüten entbehren. In diese Gruppe gehören die Ringelblume (Calendula), der Huflattich (Tussilago) und die Falzblume (Micropus). Im Mittelfelde des Köpfchens stehen bei diesen Korbblütlern röhrenförmige scheinzwitterige Pollenblüten, im Umkreise zungenförmige oder fädliche reine Fruchtblüten. Auch das Edelweiß (Gnaphalium Leontopodium) sowie die Pestwurz (Petasites) reihen sich in diese Gruppe. Die Verteilung in den einzelnen Köpfchen ist aber bei diesen beiden zuletzt genannten Pflanzen eigentümlicher Art und von jener der anderen oben erwähnten Korbblütler abweichend. Von dem Edelweiß findet man nämlich dreierlei Formen. An der einen enthält das mittlere Köpfchen des ganzen Blütenstandes nur scheinzwitterige Pollenblüten, während die um dasselbe herumstehenden Köpfchen aus reinen Fruchtblüten zusammengesetzt sind, an der zweiten Form ist das mittelständige Köpfchen gleichfalls ganz und gar aus scheinzwitterigen Pollenblüten gebildet, aber in den Köpfchen des Umkreises sind die scheinzwitterigen Pollenblüten von reinen Fruchtblüten umgeben, und an der dritten Form enthalten sämtliche Köpfchen scheinzwitterige Pollenblüten, welche von reinen Fruchtblüten eingefaßt sind. An der Pestwurz zeigen alle Köpfchen im Mittelfelde scheinzwitterige Pollenblüten und am Umfange reine Fruchtblüten, aber merkwürdigerweise wechselt die Zahl dieser Blüten nach den Stöcken. Es gibt Stöcke, die sehr viele scheinzwitterige Pollenblüten und nur sehr wenige reine Pollenblüten in ihren Köpfchen haben und umgekehrt. Diese zweierlei Stöcke weichen in ihrem äußeren Ansehen sehr auffallend ab, und man könnte darum die Pestwurz bei flüchtiger Betrachtung auch für zweihäusig halten. Die siebente Gruppe begreift alle jene Arten, welche an sämtlichen Stöcken neben reinen Pollenblüten reine Fruchtblüten entwickeln, und die man früher insbesondere einhäusig nannte. Beispiele für diese umfangreiche Gruppe sind: Eiche (Quercus; s. Abbildung, S. 297), Hasel (Corylus; s. Abbildung, S. 145), Erle (Alnus; s. Abbildung, S. 133), Walnuß (Juglans; s. Abbildung, Band I, S. 700), Kiefer (Pinus; s. Abbildung, S. 142), mehrere Urticineen (Urtica urens, Pachysandra), zahlreiche Aroideen (Arum, Ariopsis, Arisema, Richardia ꝛc.), viele Palmen, eine Menge Sumpf- und Wasserpflanzen (Myriophyllum, Sagittaria, Sparganium, Typha, Zannichellia), einige Gräser (Heteropogon, Zea Mays) und insbesondere viele wolfsmilchartige und kürbisartige Gewächse. Die Arten der achten Gruppe zeigen an jedem Stocke nebeneinander dreierlei Blüten, echte Zwitterblüten, scheinzwitterige Fruchtblüten und scheinzwitterige Pollenblüten. Hierher gehören

verſchiedene Ahorne (z. B. Acer Pseudoplatanus und platanoides), Sumache (z. B. Rhus Cotinus und Toxicodendron), Lorbeer (z. B. Laurus nobilis und Sassafras), mehrere Ampfer (z. B. Rumex alpinus und obtusifolius), das Glaskraut (Parietaria) und auch einige Steinbreche (z. B. Saxifraga controversa und tridactylites). Als Vorbild für die neunte Gruppe, zu welcher alle Arten gehören, welche an einem Stocke nebeneinander echte Zwitterblüten, reine Fruchtblüten und reine Pollenblüten tragen, mag die Eſche (Fraxinus excelsior; ſ. Abbildung, S. 136) angeſehen werden.

Es folgen nun jene Gruppen, an deren Arten zwei- oder dreierlei Blüten auf zwei oder mehreren Stöcken verteilt ſind. Die Arten der zehnten Gruppe tragen auf dem einen Stocke echte Zwitterblüten, auf dem anderen ſcheinzwitterige Fruchtblüten. In dieſe Gruppe gehören zahlreiche Baldriane (z. B. Valeriana montana, Saliunca, supina), einige Dipſaceen (z. B. Scabiosa lucida, Knautia arvensis), mehrere Steinbreche (z. B. Saxifraga aquatica), die gepflanzte Weinrebe (Vitis vinifera), viele Nelkengewächſe (z. B. Dianthus glacialis und prolifer, Lychnis Viscaria, Silene noctiflora) und insbeſondere ſehr zahlreiche Lippenblütler (z. B. Calaminta, Glechoma, Marrubium, Mentha, Origanum, Prunella, Thymus). In die elfte Gruppe werden jene Arten zuſammengefaßt, welche auf dem einen Stocke echte Zwitterblüten, auf dem anderen ſcheinzwitterige Pollenblüten entwickeln, wie das an zahlreichen Ranunkulaceen (z. B. Anemone baldensis, Pulsatilla alpina, vernalis, Ranunculus alpestris, glacialis), an mehreren Roſifloreen (z. B. Dryas octopetala, Geum montanum und reptans), desgleichen an mehreren Rebenarten (z. B. Vitis silvestris, macrocirrha) der Fall iſt. Die zwölfte Gruppe begreift jene Arten, welche an dem einen Stocke ſcheinzwitterige Fruchtblüten, an dem anderen ſcheinzwitterige Pollenblüten



Vorbild einer einhäuſigen Pflanze: 1. Stieleiche (Quercus pedunculata); am oberen Teile des Zweiges Fruchtblüten, am unteren Teile Pollenblüten. — 2. Eine einzelne Fruchtblüte derſelben Pflanze. — 3. Drei Pollenblüten derſelben Pflanze. — Fig. 1 in natürlicher Größe; Fig. 2 und 3 vierfach vergrößert. Vgl. Text, S. 290 und 296.

entwickeln. Das wurde beobachtet an den Arten des Kreuzdornes aus der Rotte Carvispina (Rhamnus cathartica, saxatilis, tinctoria), an verschiedenen nelkenartigen Gewächsen (z. B. Lychnis diurna und vespertina), bei dem Spargel (Asparagus officinalis), der Rosenwurz (Rhodiola rosea), der Alpenjohannisbeere (Ribes alpinum) und der Kratzdistel (Cirsium). Auch das Katzenpfötchen (Gnaphalium dioicum) und die ihm verwandten Arten der Gattung Ruhrkraut (Gnaphalium alpinum, carpaticum) gehören hierher. Der dreizehnten Gruppe gehören die zahlreichen Arten an, welche auf dem einen



Vorbild einer zweihäusigen Pflanze: Bruchweide (Salix fragilis), 1. Zweig mit Fruchtblüten, — 2. Zweig mit Pollenblüten. — Natürliche Größe. Vgl. Text, S. 290.

Stocke reine Fruchtblüten, auf dem anderen reine Pollenblüten tragen, und welche von Linné zweihäusig genannt wurden. Beispiele sind: das Meerträubel (Ephedra), die Cycadeen, der Wachholder, die Eibe und der Ginkgo (Juniperus, Taxus, Ginkgo), zahlreiche Seggen (z. B. Carex Davalliana, dioica), die Vallisnerie (Vallisneria; s. Abbildung, Band I, S. 626), der Hanf und der Hopfen (Cannabis, Humulus), der Papiermaulbeerbaum (Broussonetia papyrifera; s. Abbildung, S. 135), das Bingelkraut (Mercurialis), einige Ampfer (Rumex Acetosa, Acetosella), der Sanddorn (Hippophaë), die Pappeln (Populus) und die Weiden (Salix), von welchen letzteren oben eine Abbildung eingeschaltet ist. Die vierzehnte Gruppe begreift jene Arten, welche auf einem Stocke echte Zwitterblüten, auf einem zweiten Stocke scheinzwitterige Fruchtblüten

und auf einem dritten Stocke scheinzwitterige Pollenblüten tragen. Die nelkenartigen Gewächse liefern für diese Gruppe viele Beispiele; namentlich wären hervorzuheben: Saponaria ocymoides, Silene acaulis, nutans, Otites, Saxifraga. Seltener findet sich diese Verteilung an Gentianeen, wie z. B. an Gentiana ciliata. An diese Gruppe schließt sich noch eine fünfzehnte an, in welche jene Arten zu stellen sind, deren dreierlei verschiedene Blütenformen auf verschiedenen Stöcken in vierfacher Weise gruppiert sind, so daß man viererlei Formen unterscheiden kann. Als Vorbild für dieselben möge die Bocksbart-Spierstaude (Spiraea Aruncus) vorgeführt sein. Diese Pflanze entwickelt echte Zwitterblüten, scheinzwitterige Fruchtblüten und Pollenblüten, in deren Mitte noch ein kleiner, spitzer Gewebekörper als letzter Rest einer verkümmerten Fruchtanlage zu sehen ist, und welche daher noch als scheinzwitterige Pollenblüten angesehen werden können. Diese dreierlei Blüten sind nun in folgender Weise verteilt. Einige Stöcke tragen nur scheinzwitterige Fruchtblüten, andere nur scheinzwitterige Pollenblüten, wieder andere neben echten Zwitterblüten auch scheinzwitterige Pollenblüten, und dann gibt es auch noch Stöcke, deren sämtliche Blüten echte Zwitterblüten sind.

Dieser Übersicht ist noch beizufügen, daß einige Arten, wenn auch nur selten, Abweichungen von der gewöhnlichen Verteilung der Geschlechter zeigen. So z. B. findet man von der zweihäusigen Nessel (Urtica dioica) mitunter Stöcke, welche reine Fruchtblüten und reine Pollenblüten nebeneinander tragen. An den Weiden wird bisweilen dasselbe beobachtet. Die Wirbelborste (Clinopodium vulgare) hat der Mehrzahl nach an sämtlichen Stöcken einer Gegend echte Zwitterblüten, aber es gibt auch Stöcke, an welchen in einigen Blüten die Antheren ganz oder teilweise verschwunden sind. Vitis cordata, von welcher im Wiener botanischen Garten nur Stöcke mit Pollenblüten gezogen werden, entwickelte viele Jahre hindurch thatsächlich nur Pollenblüten, aber in vereinzelten Jahren erschienen an diesen Stöcken neben den Pollenblüten auch noch echte Zwitterblüten. An den mit Fruchtblüten besetzten Stöcken des zweihäusigen Bingelkrautes (Mercurialis annua) wurden wiederholt einzelne Pollenblüten beobachtet, und bei Lychnis diurna und vespertina findet man mitunter auch reine Pollenblüten und vereinzelte echte Zwitterblüten. In den Blütenständen des Ricinus communis kommen ab und zu zwischen den reinen Fruchtblüten und reinen Pollenblüten einzelne echte Zwitterblüten vor, und an manchen Stöcken der Saponaria ocymoides hat man nebeneinander scheinzwitterige Pollenblüten, scheinzwitterige Fruchtblüten und echte Zwitterblüten gesehen.

Durch die hier mitgeteilten Ergebnisse neuerer Forschungen erfährt die im Linnéschen Pflanzensysteme zum Ausdrucke gebrachte Angabe, daß die weitaus größte Mehrzahl der Phanerogamen nur Zwitterblüten trage, keine Bestätigung, und damit entfallen auch die von Linné aufgestellten Hypothesen über die Vollkommenheit und die Bedeutung dieser Blüten.

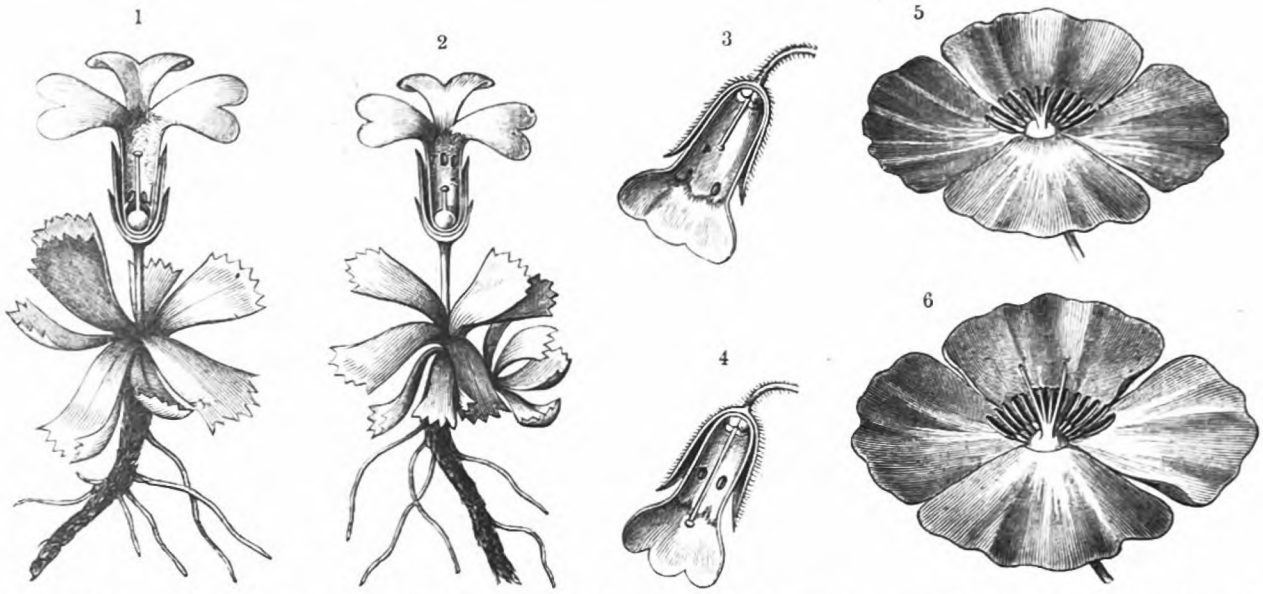
Wenn aber, wie sich nun herausstellt, die räumliche Trennung der Geschlechter in der Pflanzenwelt eine so weitverbreitete Erscheinung ist, so muß mit derselben doch irgend ein Vorteil verbunden sein, und dieser Vorteil kann wohl nur in dem Zustandekommen der Kreuzung liegen. Man versteht unter Kreuzung bei den Phanerogamen die Übertragung männlicher Geschlechtszellen aus der einen auf die Narben der die weiblichen Geschlechtszellen bergenden Fruchtanlage einer anderen Blüte und unterscheidet einartige und zweiartige Kreuzung. Die einartige Kreuzung findet dann statt, wenn mit dem Pollen einer Blüte die Narbe in einer zweiten räumlich getrennten, aber doch derselben Art angehörenden Blüte belegt wird. Von zweiartiger Kreuzung spricht man dann, wenn mit dem Pollen einer Blüte die Narbe in der Blüte einer anderen Art belegt wird. Selbstverständlich sind bei dem letzteren Vorgange, welcher auch Bastartierung genannt wird, die beiden beteiligten Blüten räumlich getrennt. Von der einartigen

Kreuzung mag man noch zwei Fälle auseinander halten, nämlich Geitonogamie, wenn die beiden sich kreuzenden Blüten unmittelbare Nachbarn sind und auf einem und demselben Stocke stehen, und Xenogamie, wenn die beiden sich kreuzenden Blüten zwar verschiedenen Stöcken, aber doch derselben Art angehören.

Wenn die Verteilung der Geschlechter auf verschiedene Stöcke oder auf verschiedene Blüten eines Stockes als ein Vorteil, ja als eine Bedingung für das Zustandekommen der Kreuzung bezeichnet wurde, so ist damit durchaus nicht gesagt, daß sie die einzige Einrichtung sei, welche Bastartierung, Xenogamie oder Geitonogamie im Gefolge hat. Es steht vielmehr außer Frage, daß auch in echten Zwitterblüten dasselbe Ziel erreicht werden kann, d. h. daß sich auch Pflanzen kreuzen können, deren sämtliche Blüten befruchtungsfähige Pollenzellen und entwickelungsfähige Fruchtanlagen enthalten. Allerdings sind hierzu gewisse Anordnungen in den betreffenden Zwitterblüten notwendig, und es soll die Aufgabe der folgenden Zeilen sein, die auffallendsten derselben, durch einige Beispiele erläutert, vorzuführen. In einigen Fällen erscheint die Kreuzung durch die gegenseitige Stellung und Lage der in einer echten Zwitterblüte vereinigten zweierlei Geschlechtsorgane angestrebt. Wenn in einer Blüte vom Beginne bis zum Schlusse des Blühens die Narbe eine solche Lage einnimmt, daß sie zwar von den einkehrenden Insekten gestreift, aber mit dem Pollen der zunächst stehenden Antheren von selbst nicht belegt werden kann, so darf von der betreffenden Blüte wohl angenommen werden, daß sie auf Kreuzung berechnet sei. So verhält es sich z. B. bei der weißen Lilie (Lilium album), der Taglilie (Hemerocallis flava und fulva), der Berglilie (Anthericum) und zahlreichen Zwiebelpflanzen des Kaplandes (Amaryllis, Albuca 2c.). Die Blüten derselben sind mit ihrer Eingangspforte nach der Seite gerichtet, und der Griffel ragt so weit über die mit haftendem Pollen beladenen Antheren hinaus, daß seine Narbe von diesem Pollen zu keiner Zeit etwas erhält. Wenn dagegen anfliegende Tiere den weit vorragenden Griffel als Anflugsstange benutzen, und wenn diese Tiere mit Pollen beladen von anderen Blüten herkommen, so ist eine Belegung der Narbe mit fremdem Pollen, beziehentlich eine Kreuzung unvermeidlich. Dasselbe gilt von verschiedenen Asperifoliaceen (z. B. Echium), Skrofularineen (z. B. Paederota Ageria), Windlingen (z. B. Convolvulus sepium, silvaticus, lucanus), Kaprifoliaceen (z. B. Linnaea borealis), Rhododendreen (z. B. Rhododendron Chamaecistus) und Nopalen (z. B. Mamillaria, Echinocactus). Auch mehrere mit der Eingangspforte himmelwärts gerichtete Blüten (z. B. Lilium bulbiferum, Glaucium luteum, Gentiana Bavarica, nivalis, verna) zeigen dasselbe Verhältnis ihrer Antheren und Narben. In den Blüten des Seidelbastes (Daphne Mezereum) befindet sich die Narbe nicht vor und über den Antheren, wie bei den bisher besprochenen Pflanzen, sondern bildet den Abschluß eines im Grunde der Blumenröhre stehenden Fruchtknotens, und die mit haftendem Pollen beladenen Antheren sind der Blumenröhre oberhalb der Narbe eingefügt. In aufrechten Blüten mag bisweilen etwas Pollen aus diesen Antheren, zumal bei dem Schrumpfen derselben am Ende der Blütezeit, auf die Narbe hinabfallen; aber die Mehrzahl der Seidelbastblüten steht wagerecht von den Zweigen weg, und in diesen ist es kaum möglich, daß der haftende Pollen von selbst auf die Narben kommt, obschon der Abstand der Antheren und Narben nicht mehr als ein paar Millimeter beträgt. Die Blüten des Seidelbastes sind aber so reichlich von Bienen besucht, daß die meisten Narben mit fremdem Pollen belegt werden und insofern vielfache Kreuzungen stattfinden. Auch bei der Mehrzahl der Orchideen gelangt der Pollen aus seinem Verstecke nur durch Vermittelung der Insekten und wird von diesen kaum jemals auf die dicht nebenanstehende, sondern regelmäßig auf die Narbe einer anderen Blüte übertragen.

Ein eigentümliches Verhältnis zeigen diejenigen Pflanzenarten, welche man heterostyl genannt hat. Mehrere Gentianeen (z. B. Menyanthes trifoliata, Gentiana Rhaetica und

Germanica), die verſchiedenen Arten des Bergflachſes (Thesium), zahlreiche Primulaceen (z. B. Androsace, Aretia, Gregoria, Hottonia, Primula; ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 1 und 2), desgleichen viele Aſperifoliaceen (z. B. Myosotis, Mertensia, Pulmonaria; ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 3 und 4) und verſchiedene andere tragen an dem einen Stocke Blüten mit verhältnismäßig kurzem Griffel, und es ſtehen in dieſen Blüten die Antheren oberhalb der Narbe; an einem anderen Stocke entwickeln dieſelben Pflanzenarten nur Blüten mit verhältnismäßig langem Griffel, und in ſolchen Blüten ſtehen die Antheren unterhalb der Narbe. Im Beginne des Blühens können die Narben ſolcher Blüten weder aus den über, noch aus den unter ihnen ſtehenden Antheren Pollen von ſelbſt erhalten. Dagegen wird zu dieſer Zeit ein Inſekt, welches bei dem Einführen ſeines Rüſſels in einer kurzgriffeligen Blüte die um den Schlund der Blumenkrone herumſtehenden Antheren ſtreift und ſich dabei Pollen aufladet, dieſen Pollen bei dem darauffolgenden Einfahren in eine lang-



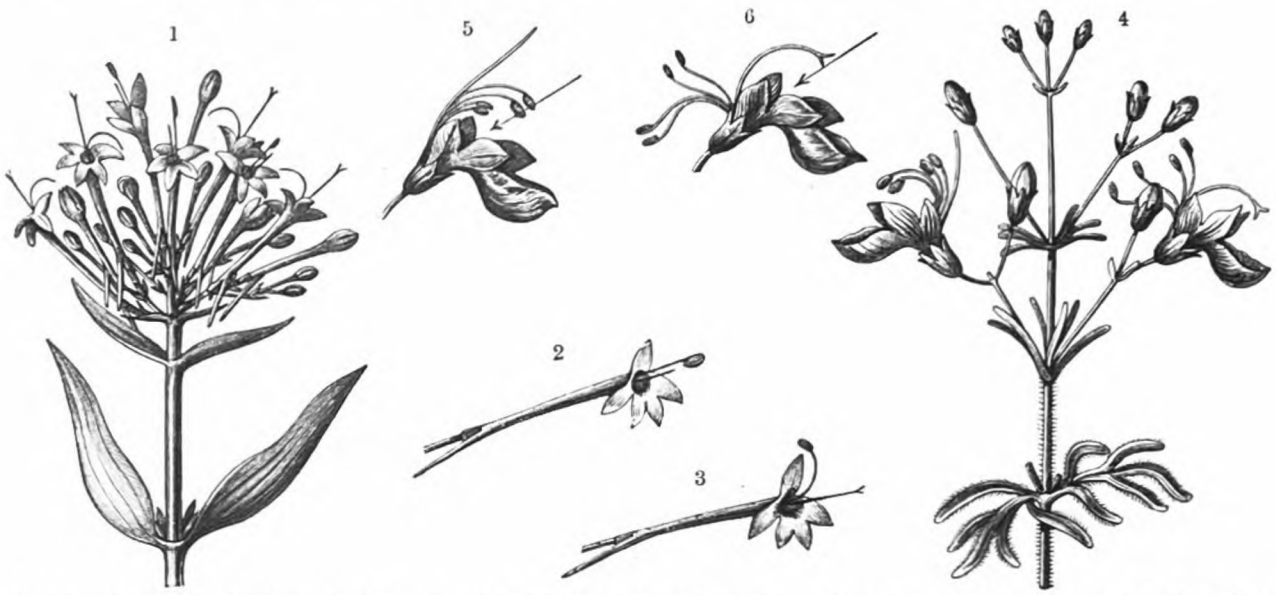
Heteroſtyle Blüten: 1. Stock der Primula minima mit einer langgriffeligen Blüte. — 2. Stock derſelben Pflanzenart mit einer kurzgriffeligen Blüte. — 3. Kurzgriffelige, — 4. langgriffelige Blüte der Pulmonaria officinalis. — 5. Kurzgriffelige, — 6. langgriffelige Blüte der Eschscholtzia Californica. — Sämtliche Figuren in natürlicher Größe. Vgl. Text, S. 302.

griffelige Blüte pünktlich auf die Narbe bringen, weil ja dieſe Narbe genau in derſelben Höhenregion der Blüte ſteht wie der Antherenkreis in der kurzgriffeligen Blüte. Daß auch umgekehrt der Pollen, welcher in der Mittelhöhe der Kronenröhre einer langgriffeligen Blüte an den Rüſſel eines honigſaugenden Inſektes angeklebt wurde, bei dem folgenden Beſuche einer kurzgriffeligen Blüte an die Narbe des bis zu derſelben Höhe emporragenden Griffels abgeſtreift wird, braucht kaum ausführlicher geſchildert zu werden. Ich komme ohnedies im nächſten Kapitel auf die Heteroſtylie nochmals zurück, und es genügt daher, hier zu erwähnen, daß es auch Pflanzen gibt, deren Narben und Antheren dreierlei Gruppierungen zeigen, daß z. B. bei dem Weiderich (Lythrum Salicaria) die Blüten des einen Stockes lange, die des zweiten Stockes mittlere und die des dritten Stockes kurze Griffel haben, und daß die in zwei Kreiſen geordneten Antheren bei dieſer Pflanze in den langgriffeligen Blüten unterhalb der Narben zu ſtehen kommen, während in den mittelgriffeligen Blüten die Antheren einen Kreis oberhalb und einen unterhalb der Narben bilden und in den kurzgriffeligen Blüten beide Antherenkreiſe über die Narben geſtellt ſind. Ebenſo ſoll hier auch nur in Kürze darauf hingewieſen werden, daß die oben abgebildete Eschscholtzia in ihren Blüten ungleich lange Griffel entwickelt, nämlich in einigen durch bedeutenderen Umfang ausgezeichneten Blüten zwei längere und zwei kürzere, von welchen die erſteren ihren Pollen von

anderen Blüten erhalten und auf Kreuzung berechnet sind, während die letzteren mit dem Pollen aus den dicht neben ihnen stehenden Antheren belegt werden (s. Abbildung, S. 301, Fig. 6), und dann noch in den anderen, etwas kleineren Blüten vier Griffel, die sämtlich so kurz sind, daß sie über die den Pollen liefernden Antheren nicht hinausragen (s. S. 301, Fig. 5). Auch der merkwürdigen Ranunkulaceen und Rosifloreen (Anemone baldensis, Pulsatilla alpina, vernalis, Ranunculus alpestris, glacialis, Geum montanum, reptans 2c.), welche neben den scheinzwitterigen Pollenblüten zweierlei Zwitterblüten entwickeln: solche mit großen Fruchtköpfchen und kurzen wenigen Pollenblättern und solche mit kleinen Fruchtköpfchen und längeren zahlreichen Pollenblättern, soll hier nur flüchtig gedacht und nur so viel erwähnt sein, daß die ersteren auf Kreuzung, die letzteren auf Autogamie berechnet sind.

Eine andere die Kreuzung erzielende Einrichtung ist der Platzwechsel der Antheren und Narben. Obschon in diesem Buche wiederholt erwähnt (s. S. 251 und 276), muß derselbe hier nochmals besprochen werden, weil er eine der wichtigsten zur Kreuzung der Zwitterblüten führenden Einrichtungen darstellt und eigentlich nur im Hinblicke auf dieses Ziel verstanden werden kann. Im wesentlichen vollzieht sich dieser Platzwechsel in folgender Weise. Jene Stelle, welche eine Zeitlang von der belegungsfähigen Narbe eingenommen wurde, erscheint späterhin von den pollenbeladenen Antheren besetzt und umgekehrt. Da diese Stelle knapp an dem Wege liegt, welcher den honigsaugenden Insekten zur Einfahrt dient, so streifen die Insekten in der einen Blüte nur die Narben, in der anderen nur die Antheren, was dann unvermeidlich zur Kreuzung führt. Entweder wird der Platzwechsel durch Neigen, Krümmen und Verschieben der Antherenträger oder durch ähnliche Richtungsänderungen der Griffel veranlaßt. Auch kommt es vor, daß sowohl die Antherenträger als die Griffel in derselben Blüte ihre Lage ändern und ihre Stelle förmlich vertauschen. Es lassen sich nicht weniger als zehn verschiedene Fälle des Platzwechsels unterscheiden. An einer Gruppe von Pflanzen, für welche der Zwerglauch (Allium Chamaemoly) als Beispiel gewählt sein mag, sieht man inmitten der eben geöffneten Blüte die belegungsfähige Narbe, während die Antheren seitlich an die Perigonblätter angedrückt sind. Später, wenn die Antheren sich geöffnet haben und Pollen ausbieten, rücken sie infolge eigentümlicher Bewegung ihrer fadenförmigen Träger gegen die Mitte vor, stellen sich dicht vor die Narbe und bilden einen gelben Knäuel, welcher von den in die Blüte einfahrenden Insekten notwendig gestreift werden muß, während früher ebendort nur die Narbe gestreift werden konnte. Bei einer zweiten Gruppe, in welche mehrere Gentianeen (Gentiana asclepiadea, ciliata, Pneumonanthe), die meisten Malvaceen (Abutilon, Malva), die zahlreichen Arten des Eisenhutes (Aconitum), der Funkie (Funkia) und der Spornblume (Centranthus) gehören, sieht man an den jungen Blüten dicht an dem zum Honig führenden Wege den Pollen ausgeboten; bald nur von einer einzigen Anthere (s. Abbildung, S. 303, Fig. 1—3), bald von fünf oder sechs, mitunter auch von sehr vielen, die zusammengenommen ein ganzes Bündel darstellen. Die Narben stehen anfänglich versteckt hinter, beziehentlich unterhalb der Antheren. Später krümmen sich die Träger der Antheren im Halbbogen zurück und die Narben werden entblößt. Ist nur eine einzige Narbe vorhanden, welche bisher hinter der Anthere versteckt war, wie bei der Spornblume, so wird natürlich nur diese einzige Narbe entblößt (s. Abbildung, S. 303, Fig. 2 und 3). Wenn nun Insekten zum Honig einfahren, so streifen sie an die entblößten Narben gerade so, wie sie früher an die Antheren streifen mußten. Die dritte Gruppe umfaßt die Arten der Gattungen Schwertel (Gladiolus), Akanthus (Acanthus), Penstemon (Penstemon) und Salbei (Salvia; s. Abbildung, S. 262). In den seitlich eingestellten Blüten dieser Pflanzen liegen Griffel und Narben angeschmiegt dem dachförmigen Teile der Blumen oberhalb der Antheren, später aber neigt und krümmt sich der Griffel herab, und es kommen dadurch die Narben knapp an die Zufahrtslinie zum Honig zu stehen, so

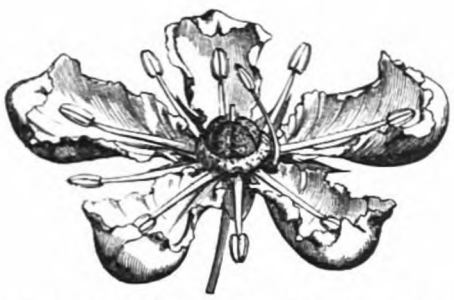
zwar, daß die Inſekten, welche dieſe Zufahrtslinie einhalten, in der jungen Blüte Pollen aufladen, in den alten Blüten Pollen abladen und Kreuzungen veranlaſſen. Bei der vierten Gruppe, in welche die Gattungen Allionia und Phalangium gehören, ſteht im Beginne des Blühens die Narbe am Ende des weit vorgeſtreckten Griffels vor den Antheren, und wenn jetzt Inſekten zu den Blüten anfliegen, ſo iſt es unvermeidlich, daß ſie zunächſt dieſe Narbe berühren. Später biegt ſich der Griffel unter einem Winkel von 80—90 Grad nach der Seite, wodurch die Narbe aus der zum Honig führenden Zufahrtslinie geſchafft wird. Wenn jetzt Inſekten anfliegen, ſo kommen ſie nur mit den pollenbedeckten Antheren in Berührung. In den Blüten der fünften Gruppe, für welche die Gattung Gamander (Teucrium; ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 4—6) als Beiſpiel gelten kann, zeigt der Platzwechſel eine gewiſſe Ähnlichkeit mit jenem der Spornblume, inſofern nämlich, als auch hier die fadenförmigen Antherenträger in der erſten Zeit des Blühens ſo eingeſtellt ſind, daß ſich ihre Antheren



Platzwechſel der Antheren und Narben: 1. Blütenſtand der Spornblume (Centranthus ruber). — 2. Einzelne Blüte der Spornblume kurze Zeit nach der Entknoſpung. — 3. Dieſelbe Blüte in einem ſpäteren Blütenſtadium. — 4. Blütenſtand des Teucrium orientale. — 5. Einzelne Blüte derſelben Pflanze, kurze Zeit nach der Entknoſpung. — 6. Dieſelbe Blüte in einem ſpäteren Stadium. — Fig. 1 und 4 in natürlicher Größe; Fig. 2, 3, 5 und 6 etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 302

den zum Blütengrunde einfahrenden Inſekten in den Weg legen, ſpäterhin aber zurückkrümmen, den Inſekten aus dem Wege gehen und zugleich die Narben entblößen; aber es beſteht doch anderſeits ein bemerkenswerter Unterſchied, indem bei dem Gamander auch der Griffel ſeine Richtung und Lage ändert, ſich bogenförmig krümmt und ſich ſo herabneigt, damit die Narben genau an jene Stelle kommen, wo früher die Antheren geſtanden hatten. In den Blüten der ſechſten Gruppe, als deren Vorbilder das Baſilienkraut (Ocymum Basilicum) und die bekannte Kletterpflanze Cobaea scandens angeſehen werden mögen, findet ein ganz ähnlicher Platzwechſel wie bei dem Gamander ſtatt, nur krümmen ſich da die Träger der Antheren nicht nach aufwärts und die Griffel nicht nach abwärts, ſondern umgekehrt; im Anfange des Blühens ſtehen die Antheren entlang dem Zugange zum Honig des Blütengrundes, ſpäter aber ſinken ſie von dem Zugange weg nach abwärts, während der Griffel ſich bogenförmig emporhebt und die Narbe genau an denſelben Platz bringt, welchen früher die Antheren innehatten. Der merkwürdige Platzwechſel der Narben und Antheren bei den Pflanzen der ſiebenten durch die Tollkirſche (Atropa), die Skopolie (Scopolia), das Bilſenkraut (Hyoscyamus) und den Alraun (Mandragora) vertretenen Gruppe wurde bereits S. 277 beſprochen und durch die Abbildung auf S. 279, Fig. 8 und 9, erläutert. In den jungen Blüten ſteht die Narbe in der Mitte der Blüten, und es ſind die Antheren an die Wand

der Blumenkrone gelehnt, in den alt gewordenen Blüten ſtehen die Antheren in der Blütenmitte, und es hat ſich der Griffel an die Wand gedrückt. Für die achte Gruppe gelten als Beiſpiele die ſtrauchförmigen Geißblattarten Lonicera alpigena, nigra und Xylosteum ſowie die Gattung Scrophularia. Ihre Blüten ſind ſeitlich gerichtet; anfänglich ragt der gerade Griffel aus der Mitte der Blüte hervor, und die Narbe erſcheint unmittelbar an die zum Honig führende Zufahrtslinie geſtellt, die Antheren ſtehen bei Lonicera noch oberhalb dieſer Linie und befinden ſich bei Scrophularia am Ende halbkreisförmig zurückgekrümmter Träger in der Höhlung der krugförmigen Blumenkrone geborgen. Später wird die Narbe von der erwähnten Zufahrtslinie weggerückt und zwar dadurch, daß ſich der Griffel bogenförmig oder knieförmig nach abwärts krümmt; dagegen erſcheinen jetzt die Antheren an der bisher von der Narbe eingenommenen Stelle, was durch eine entſprechende Streckung und Richtungsänderung der Antherenträger geſchieht. Die Nieswurz (Helleborus), welche als Vorbild für die neunte Gruppe dienen kann, hat verhältnismäßig große, honigreiche Blüten. Der Honig befindet ſich nicht wie bei den anderen im vorhergehenden beſprochenen Pflanzen in der Blütenmitte, ſondern wird in tütenförmigen Behältern ausgeſchieden, welche im Umkreiſe der Pollenblätter ſtehen. Dem entſprechend ſteuern die honigſaugenden Inſekten auch nicht der Mitte, ſondern dem Umkreiſe der Blüten zu, und hieraus erklärt ſich weiterhin, daß die Narben und Antheren, welche von den Inſekten geſtreift werden ſollen, in einem entſprechenden Umkreiſe eingeſtellt ſind. Nach dem Öffnen der Blume erſcheinen die Griffel ſpreizend und ſo gekrümmt, daß die Narben über den Honigbehältern ſtehen. Die Antheren ſind in der Blütenmitte zuſammengedrängt und werden von den anfliegenden Inſekten nicht berührt. Später ſtrecken ſich die Griffel gerade und bewegen ſich gegen die Mitte der Blüte, dagegen haben ſich die Träger der Antheren verlängert und dabei eine ſolche Richtung eingehalten, daß die Antheren über den Honigbehältern zu ſtehen kommen und dort von den honigſaugenden Inſekten geſtreift werden müſſen. Für die zehnte Gruppe möchte ich die Raute (Ruta; ſ. obenſtehende Abbildung) als Beiſpiel wählen. Die Blüte enthält zehn Antheren, welche von ſteifen, ſternförmig gruppierten Fäden getragen werden. Von dieſen Fäden biegt ſich zunächſt einer in die Höhe, ſtellt die von ihm getragene Anthere in die Mitte der Blüte an die Zufahrtslinie, welche zu dem von einem fleiſchigen Ringe an der Baſis des Stempels abgeſonderten Nektar führt, erhält ſich ſo nahezu einen Tag, biegt ſich aber dann wieder zurück und nimmt die frühere Lage ein. Während ſich das erſte Pollenblatt zurückbiegt, erhebt ſich ein zweites und macht wieder denſelben Weg hin und zurück. Und ſo geht das fort, bis nach und nach alle zehn Antheren in der Mitte der Blüte geſtanden haben. Wenn endlich auch das zehnte Pollenblatt ſich wieder zurückgebogen hat, ſo iſt in der Blütenmitte die inzwiſchen belegungsfähig gewordene Narbe an demſelben Platze zu ſehen, wo früher, der Reihe nach, die Antheren ihren Pollen ausboten.

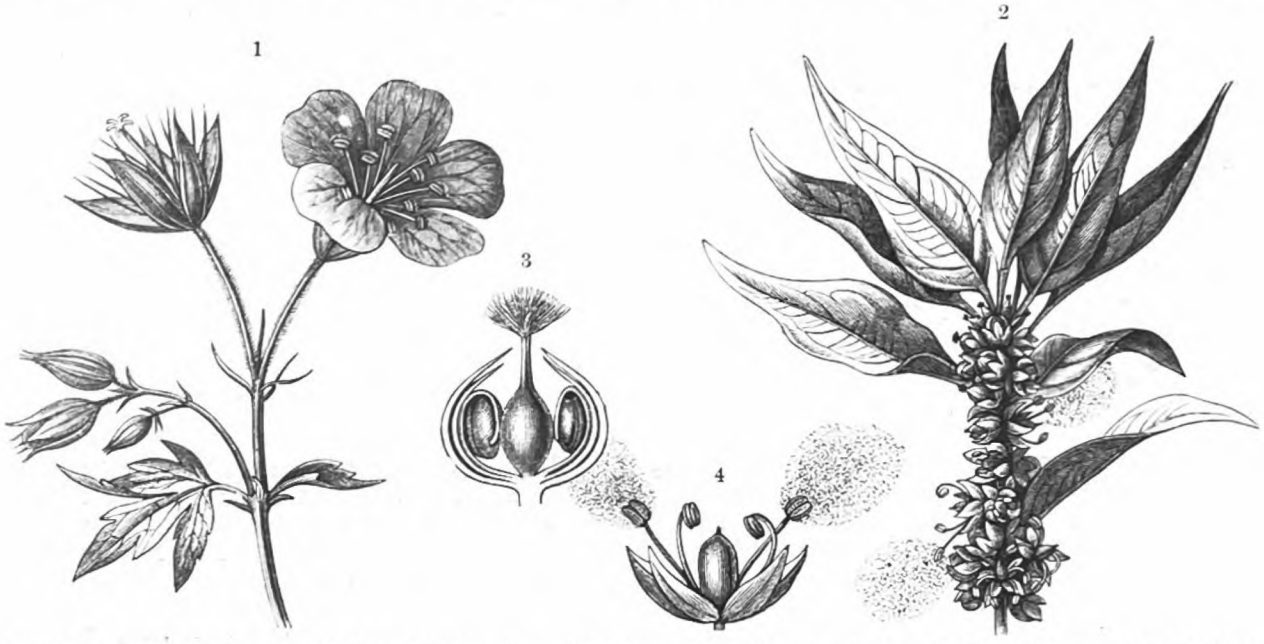


Blüte der Weinraute (Ruta graveolens), dreifach vergrößert. (Nach Baillon.)

Ein an den Platzwechſel der Narben und Antheren ſich anſchließender, mit der Kreuzung von Zwitterblüten in Verbindung zu bringender Vorgang iſt das Ablöſen und Abfallen der Narben zur Zeit des Öffnens der um die Narbe herumſtehenden Antheren. Ich wähle als Vorbild für dieſen Fall das zu den Neſſeln gehörige Glaskraut (Parietaria; ſ. Abbildung, S. 305, Fig. 2—4). In den Zwitterblüten dieſer Pflanze entwickelt ſich die Narbe immer ſchon vor dem Öffnen der Blume, und man ſieht darum zu Beginn des Blühens die ſprengwedelförmige Narbe aus der grünlichen Blütenknoſpe

herausragen (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 3). Die gekrümmten Träger der Antheren ſind zu dieſer Zeit wie Uhrfedern geſpannt und von den zuſammenſchließenden kleinen grünlichen Blumenblättern verdeckt. Ehe noch dieſe Antherenträger aufſchnellen und ihren Pollen als Staub in die Lüfte ſtreuen, welkt die Narbe und ſchrumpft zuſammen, der Griffel löſt ſich von dem Fruchtknoten mitſamt der verdorrten Narbe ab, und der Fruchtknoten endigt dann zur Zeit der Entbindung des Pollens aus den Antheren mit einem Spitzchen, welches nichts anderes als der verdorrte Reſt des abgefallenen Griffels iſt (Fig. 4).

Bei weitem häufiger als das Ablöſen und Abfallen der Narbe bei beginnender Entbindung des Pollens aus den nebenſtehenden Antheren iſt das Abfallen der Antheren und Pollenblätter zur ſelben Zeit, in welcher die danebenſtehenden Narben belegungsfähig werden. In den Blüten der Balſaminen (Impatiens glandulosa, Noli-



Vollkommen dichogame Blüten: 1. Geranium silvaticum mit vollkommen proterandriſchen Blüten. — 2. Parietaria officinalis mit vollkommen proterogynen Blüten. — 3. Einzelne Blüte der Parietaria mit belegungsfähiger pinſelförmiger Narbe und eingeſchlagenen geſchloſſenen Antheren. — 4. Dieſelbe Blüte in einem ſpäteren Entwickelungsſtadium; die Narbe iſt abgefallen, die Antherenträger haben ſich geſtreckt, und die Antheren ſchleudern den ſtäubenden Pollen aus. — Fig. 1 und 2 in natürlicher Größe; Fig. 3 und 4 etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 304 und 308.

tangere, tricornis ꝛc.) ſind die Antheren miteinander verwachſen und bilden eine Art Kappe, welche ſich über die Narbe wölbt. Nachdem ſich die Blüte geöffnet hat und für die anfliegenden Inſekten zugänglich geworden iſt, ſpringen ſofort die Antheren auf, und man ſieht am Eingange der Blüte nur die aus den aufgeſprungenen Antheren gebildete Kappe. Späterhin löſen ſich die Träger der Antheren ab, und die Antherenkappe fällt aus der Blüte heraus. Nun ſieht man in der Mitte der Blüte nur die Narbe, welche inzwiſchen belegungsfähig wurde. Die großblütigen Arten der Gattung Reiherſchnabel (z. B. Geranium argenteum, pratense, silvaticum; ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 1) zeigen ein ähnliches Verhältnis. Faſt gleichzeitig mit dem Öffnen der Blüte ſpringen ein paar der bisher von den Kronenblättern verdeckten Antheren auf; in einer beſtimmten Reihenfolge öffnen ſich dann auch die übrigen und bieten nun ſämtlich Pollen aus. Die Narben in der Mitte der Blüte ſchließen noch zuſammen. Sobald ſie ſich zu trennen beginnen, fallen die Antheren von ihren Trägern ab, und man ſieht nun die fünf belegungsfähigen ſpreizenden Narben nur noch von den der Antheren beraubten pfriemenförmigen Trägern umgeben. Dasſelbe gilt von jenen Steinbrechen, für welche die S. 306 abgebildete Saxifraga rotundifolia (Fig. 1) als Vorbild dienen kann. Nach dem Auseinandergehen der Blumenblätter ſieht man mehrere Tage

hindurch ein seltsames Spiel der Pollenblätter. Sobald sich eine Anthere öffnet, richtet sich ihr Träger straff in die Höhe (s. untenstehende Abbildung, Fig. 2), bleibt jedoch nur kurze Zeit in dieser Lage, neigt sich vielmehr schon am nächsten oder zweitnächsten Tage seitwärts und hält wieder jene Richtung ein, welche er früher eingenommen hatte. Die von ihm getragene Anthere fällt ab, oder, wenn sie als verschrumpftes Gehäuse an der Spitze des Fadens zurückbleibt, so hat sie doch ihren Pollen bereits verloren. Dieses Aufstellen und Niedersinken der Antherenträger trifft in einer bestimmten Reihenfolge alle Pollenblätter der Blüte. Erst wenn sie samt und sonders die Antheren, beziehentlich den Pollen, verloren haben, spreizen die beiden kurzen Griffel, welche bisher wie die beiden Branken einer Zange gekrümmt und mit ihren Narben aneinander gelegt waren, auseinander, und die Narben werden nun belegungsfähig (s. untenstehende Abbildung, Fig. 3). Auch das Studentenröschen (Parnassia palustris; s. Abbildung, S. 249, Fig. 4) sowie viele Mieren und Nelkengewächse (z. B. Alsine verna, Silene Saxifraga), desgleichen mehrere Baldriane (z. B. Valeriana officinalis) und Tulpen (z. B. Tulipa Didieri) zeigen dieselbe Entwickelungs-



Rundblätteriger Steinbrech (Saxifraga rotundifolia): 1. Ein Ästchen aus dem Blütenstande mit Blüten auf verschiedenen Entwickelungsstufen. — 2. Längsschnitt durch eine einzelne Blüte mit aneinander liegenden Narben und einem den Pollen ausbietenden Pollenblatte. Ein anderes Pollenblatt ist seiner Anthere beraubt, und weitere vier Pollenblätter haben noch geschlossene Antheren. — 3. Dieselbe Blüte in einem späteren Entwickelungsstadium; die Narben belegungsfähig. — Fig. 1 in natürlicher Größe; Fig. 2 und 3: 4—5fach vergrößert. Vgl. Text, S. 305.

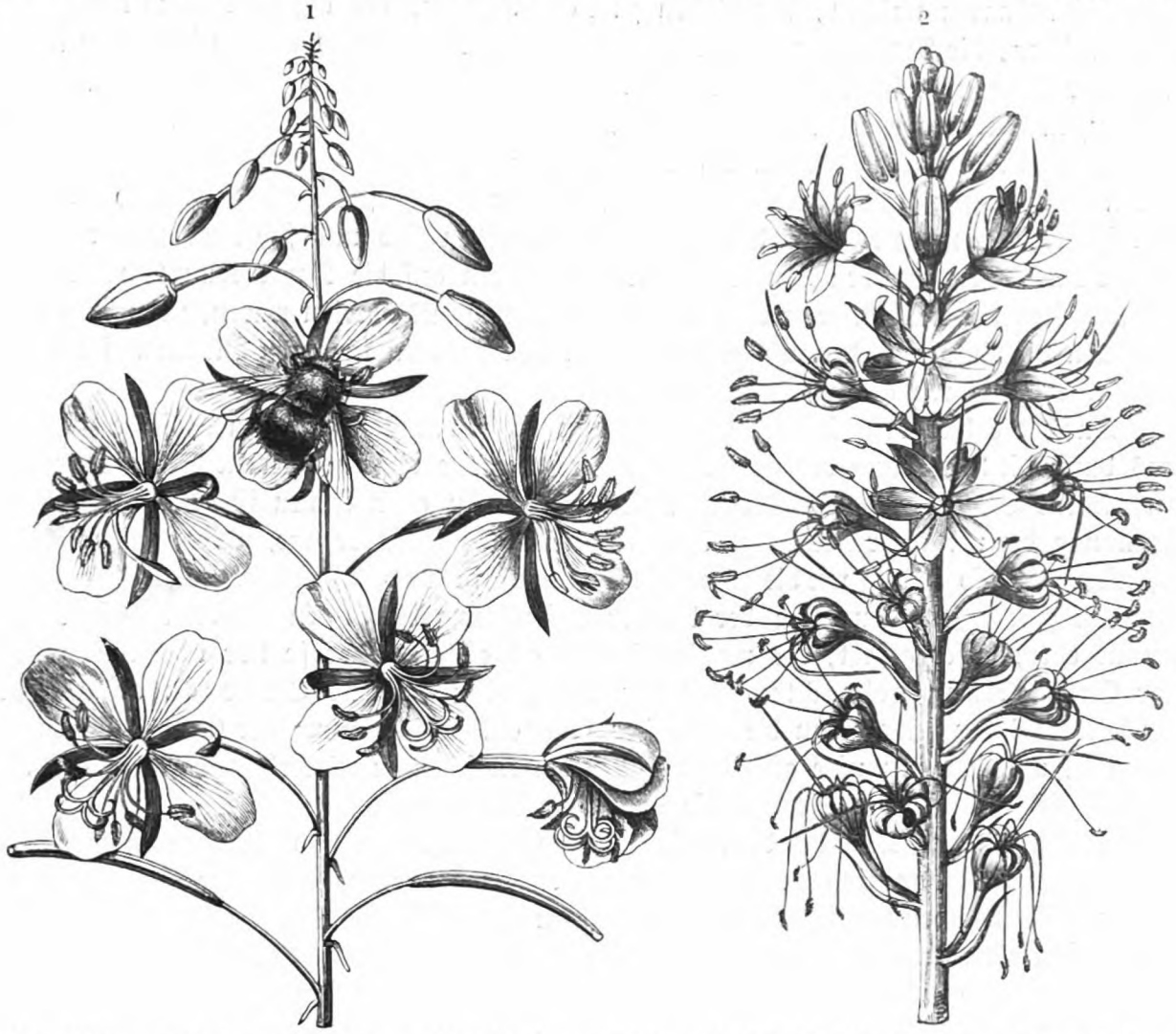
folge und insbesondere dasselbe Abfallen der Antheren. Bei den Mieren und Nelken kommt es auch sehr häufig vor, daß sich die ihrer Antheren beraubten Fäden unter die Blumenblätter in einem halbkreisförmigen Bogen hinabkrümmen und sich so verstecken, daß man die betreffende Zwitterblüte bei flüchtiger Betrachtung leicht für eine reine Fruchtblüte halten könnte.

Was bei den Balsaminen, Steinbrechen, Studentenröschen, Mieren, Nelkengewächsen und noch zahlreichen anderen mit Zwitterblüten ausgestatteten Pflanzen durch das Abfallen der Antheren erzielt ist, wird wieder bei anderen dadurch erreicht, daß die Antheren einer Blüte in jenem Augenblicke, in welchem die Belegungsfähigkeit der nebenbei stehenden Narben beginnt, von den Blumenblättern verhüllt und überdeckt werden, so zwar, daß sie nicht mehr im stande sind, Pollen abzugeben. Die Folge hiervon ist aber, daß die Narben nur noch mit fremden Pollen belegt werden können, oder, was auf dasselbe hinausläuft, daß in diesen Zwitterblüten nur eine Kreuzung möglich ist. In den Zwitterblüten der Tradeskantien (Tradescantia crassula, Virginica ꝛc.) öffnen sich die Antheren geraume Zeit, bevor die Narbe belegungsfähig wird. In der ersten Periode des Blühens kann daher aus den Blüten nur Pollen abgeholt werden. Sobald die Narben aber belegungsfähig geworden sind, rollen sich die Pollenblätter spiralig zusammen, und kurz darauf welken die Blumenblätter und überdecken als ein matsches, feuchtes Gewebe die von den eingerollten Fäden getragenen Antheren. Der Griffel ragt aus diesen Blüten noch immer straff empor, und die Narben erhalten sich den ganzen folgenden Tag belegungsfähig. Zu diesen Blüten kommen nun kleine Fliegen und andere kurzrüsselige Insekten angeflogen, um

dort den Saft der matschen Blumenblätter zu saugen, und bei dieser Gelegenheit wird die Narbe gestreift und mit Pollen belegt, welchen die Tiere von entfernten Blüten mitgebracht haben, während die Belegung mit dem Pollen der nebenanstehenden Antheren jetzt unmöglich ist. Merkwürdigerweise wird von den Blüten des Tradeskantienstockes, welche sich gleichzeitig am Morgen geöffnet haben, ein Teil bereits am Abende desselben Tages dauernd geschlossen, während ein anderer Teil noch den ganzen folgenden Tag geöffnet bleibt. Es scheint, daß diese offen bleibenden Blüten, in welchen die Fliegen an den saftstrotzenden Staubfadenhaaren naschen, den Pollen zu liefern haben, der auf die Narben der Blüten mit matschen, die Antheren verdeckenden Blumenblättern gebracht werden soll. Ein eigentümlicher Vorgang wird in den Blüten des Telephium Imperati, einer zu den Mieren gehörigen, in Südeuropa verbreiteten Pflanze, beobachtet. Im Anfange des Blühens schließen die Narben in der Mitte der Blüte fest zusammen; die um dieselben herumstehenden Antheren sind geöffnet und bieten Pollen aus, welcher von Insekten abgeholt wird. Damit nun später, wenn die Narben belegungsfähig geworden sind und sich auseinander legen, nicht etwa Pollen von den danebenstehenden Antheren auf die Narbe kommt, rücken die ausgehöhlten Blumenblätter, welche bisher sternförmig ausgebreitet waren, zusammen und verhüllen die Antheren, demzufolge nur Pollen von anderen jüngeren Blüten auf die belegungsfähige Narbe gebracht werden kann.

Durch die hier beschriebenen Einrichtungen ist in den Zwitterblüten dasselbe erreicht, was durch die Verteilung der zweierlei Geschlechtsorgane auf verschiedene Stöcke oder auf verschiedene Blüten desselben Stockes erzielt wird. In allen Fällen ist es die räumliche Trennung der von einer Art ausgebildeten zweierlei Geschlechtsorgane, welche durchgeführt erscheint. Ebenso wichtig wie die räumliche Trennung ist für das Zustandekommen der Kreuzung die zeitliche Trennung der bei der Befruchtung beteiligten zweierlei Geschlechtsorgane oder, besser gesagt, die ungleichzeitige Geschlechtsreife der von einer Art zur Entwickelung gebrachten Pollenzellen, Narben und Samenanlagen. In der Mehrzahl der Fälle gehen die räumliche und zeitliche Trennung der Geschlechter Hand in Hand, und darum mußte auch im vorhergehenden schon zu wiederholten Malen auf die ungleichzeitige Geschlechtsreife und die dadurch bedingte ungleichzeitige Paarungsfähigkeit hingewiesen werden. Man hat die ungleichzeitige Geschlechtsreife und Paarungsfähigkeit bei den Pflanzen Dichogamie genannt und unterscheidet proterogyne und proterandrische Dichogamie. Werden nämlich die Narben schon zu einer Zeit befähigt, den Pollen aufzunehmen, festzuhalten und das Treiben der Pollenschläuche zu veranlassen, wenn der Pollen in den Blüten der gleichen Art noch unreif in den Behältern der Antheren geborgen ist, so nennt man die betreffenden Pflanzenarten proterogyn; wird dagegen der Pollen aus den geöffneten Antheren schon zu einer Zeit entlassen, wenn die Narben der gleichen Art noch nicht geschlechtsreif, d. h. noch nicht geeignet sind, mit Pollen belegt zu werden, so wird die Pflanzenart proterandrisch geheißen. An dem traubenförmigen Blütenstande des schmalblätterigen Weidenröschens (Epilobium angustifolium), welcher in der Abbildung, S. 308, Fig. 1, dargestellt ist, sieht man zu oberst die Blüten noch geschlossen, etwas tiefer folgen drei Blüten, welche sich soeben geöffnet haben, und von welchen die mittlere von einer Hummel besucht ist, und noch tiefer abwärts stehen die Blüten, welche schon ein paar Tage hindurch geöffnet sind. In den kürzlich geöffneten Blüten sind die Antheren bereits mit Pollen bedeckt, die dem knieförmig herabgebogenen Griffel aufsitzenden Narben schließen noch zu einer Keule zusammen und sind nicht belegungsfähig, und diese Pflanze ist daher proterandrisch. Nebenbei ist die Blütentraube des zu den lilienartigen Gewächsen gehörigen Eremurus Caucasicus abgebildet. Auch da sieht man die obersten Blüten noch im Knospenzustande, die unterhalb dieser Knospen folgenden Blüten haben sich soeben geöffnet,

und noch tiefer abwärts folgen dann die älteren Blüten. In den eben erſt aufgeſprungenen Blüten ſind die Antheren noch geſchloſſen und bieten keinen Pollen aus, aber die punktförmige Narbe, welche den bogenförmig nach aufwärts gerichteten Griffel abſchließt, iſt bereits belegungsfähig, und dieſe Pflanze iſt daher proterogyn. Sowohl die proterogyne als die proterandriſche Dichogamie kann vollkommen und unvollkommen ſein. Vollkommen iſt ſie, wenn die Reife der Narben erſt beginnt, nachdem der Pollen aus den zuſtändigen Antheren bereits durch den Wind oder durch blütenbeſuchende Tiere entfernt wurde, ſo daß



Unvollkommen dichogame Blüten: 1. Epilobium angustifolium mit proterandriſchen Blüten. — 2. Eremurus Caucasicus mit proterogynen Blüten. Vgl. Text, S. 307.

er in der gleichen Blüte nicht mehr befruchtend wirken kann, oder wenn die Narbe bereits welk, abgedorrt oder gar abgefallen iſt, ſobald die Antheren der gleichen Blüte, beziehentlich der gleichen Art ſich öffnen, dem Pollen den Austritt geſtatten oder denſelben aus den Antheren ausſchleudern, wie das z. B. an dem Glaskraute (ſ. Abbildung, S. 305, Fig. 2—4) der Fall iſt. Unvollkommen iſt die Dichogamie dann, wenn die Reife der zweierlei Geſchlechtsorgane zwar nicht gleichzeitig eintritt, aber doch die Paarungsfähigkeit des einen Geſchlechtes noch nicht erloſchen iſt, ſobald jene des anderen Geſchlechtes in den Blüten der betreffenden Art beginnt. Die unvollkommene Dichogamie läßt natürlich viele Abſtufungen zu. Bei langlebigen Blüten kann der Vorſprung, welchen das eine Geſchlecht vor dem anderen voraus hat, mehrere Tage dauern, bei kurzlebigen Blüten dagegen auf einige Stunden beſchränkt ſein. Die Schotengewächſe haben ſamt und ſonders proterogyne Blüten. Wenn

die Blumenblätter ſich auseinander ſchieben, ſo wird in der Mitte der Blüte die bereits belegungsfähige Narbe ſichtbar, während die um dieſelbe herumſtehenden Antheren noch geſchloſſen ſind. Das dauert aber nur kurze Zeit, alsbald ſpringen auch die Antheren auf, und nun ſind beide Geſchlechter paarungsfähig. Bei Lepidium Draba, Sisymbrium Sophia und noch zahlreichen anderen Arten beträgt der Zeitunterſchied von dem Augenblicke, in dem die Narbe zugänglich wird, bis zu dem Augenblicke, wo die Antheren den Pollen auszubieten beginnen, nur 2—5 Stunden. Dasſelbe gilt von zahlreichen Sonnenröschen, mohnartigen Gewächſen, Nopalen, Ranunkulaceen, Roſifloreen, Aſperifoliaceen, Gentianeen, Ericineen und Valerianeen (z. B. Helianthemum alpestre, Glaucium luteum, Opuntia nana, Actaea spicata, Adonis vernalis, Atragene alpina, Clematis Vitalba, Potentilla caulescens, Cynoglossum pictum, Lithospermum arvense, Menyanthes trifoliata, Arctostaphylos uva ursi, Vaccinium Myrtillus, Valerianella dentata). Selbſt die ephemeren, beziehentlich epinykten Blüten zeigen der Mehrzahl nach Dichogamie. Die Blüten der Nachtblume (Mirabilis Jalappa) öffnen ſich zwiſchen 7 und 8 Uhr abends; wenn ſich der Saum der Blume ausbreitet, ſo iſt die einem kleinen Pinſel vergleichbare Narbe bereits befähigt, Pollen aufzunehmen, aber die Antheren ſind noch ſämtlich geſchloſſen. Erſt 10—15 Minuten ſpäter ſieht man die Antheren aufſpringen und ihren Pollen ausbieten. Der Zeitunterſchied iſt hier ſo gering, daß er von den meiſten Beobachtern vernachläſſigt wurde, und daraus erklärt es ſich, daß man ſolche Blüten gar nicht als dichogam gelten laſſen wollte. Aber gerade der Umſtand, daß ſelbſt bei ephemeren Blüten die Paarungsfähigkeit der zweierlei Geſchlechtsorgane nicht zur ſelben Zeit eintritt, iſt für die Frage nach der Bedeutung der Dichogamie von größter Wichtigkeit, und es muß das hier ganz beſonders hervorgehoben werden.

Bei den proterogynen Dichogamen iſt es keine Seltenheit, daß ſich die für die Aufnahme des Pollens geeignete Narbe ſchon zu einer Zeit aus der Blüte hervordrängt, wenn die Blumenblätter noch dicht zuſammenſchließen und die Blüte den Eindruck einer Knoſpe macht. So verhält es ſich an dem auf S. 146 abgebildeten krausblätterigen Laichkraute (Potamogeton crispus), an den Affodillen (z. B. Asphodelus albus), an den Hainſimſen (z. B. Luzula nivea), an den Rüſtern (z. B. Ulmus campestris), an dem Wegerich (z. B. Plantago media), an mehreren Alpenroſen (z. B. Rhododendron Chamaecistus), an Cortusa, Deutzia und noch vielen anderen. Hinwiederum kennt man zahlreiche proterandriſche Dichogamen, aus deren Antheren der Pollen ſchon zu einer Zeit entbunden wird, wenn ſich die Blumenblätter noch in der Knoſpenlage befinden. Öffnet man eine dem Aufſpringen nahe Blütenknoſpe der auf S. 265 abgebildeten Crucianella stylosa, ſo erkennt man ſofort, daß die Antheren ſich bereits ſeit geraumer Zeit geöffnet und ihren Pollen unter der Kuppel der geſchloſſenen Blütenknoſpe auf die verdickte warzige Außenſeite des Griffelendes aufgelagert haben. Auch in den Blüten der wimperhaarigen Alpenroſe (Rhododendron hirsutum) quillt der Pollen ſchon innerhalb der Blütenknoſpen aus den Antheren hervor, und bei vielen Korbblütlern, Glockenblumen und Schmetterlingsblütlern wird Ähnliches beobachtet.

Obſchon Tauſende von Pflanzen mit Rückſicht auf die Dichogamie unterſucht wurden, ſo ſind die diesfälligen Erfahrungen doch noch nicht ausreichend, um angeben zu können, ob es mehr proterogyne oder mehr proterandriſche Arten gibt. Man wäre ſelbſt bei annähernden Schätzungen in dieſer Beziehung der Gefahr ausgeſetzt, grobe Irrtümer zu begehen. Insbeſondere wäre es gefährlich, die Ergebniſſe, welche bei der Unterſuchung mehrerer Arten einer Gattung oder mehrerer Gattungen einer Familie gewonnen wurden, vorſchnell zu verallgemeinern und als maßgebend für die ganze Abteilung hinzuſtellen; denn thatſächlich enthalten die meiſten Pflanzengattungen neben vorherrſchend proterogynen Arten

immer auch einige proterandrische und umgekehrt. Die lilienartigen Gewächse werden in den meisten botanischen Werken als proterandrisch angegeben; in Wirklichkeit sind aber viele dahin gehörende Gattungen und Arten (Amaryllis, Asphodelus, Colchicum, Erythronium, Leucojum, Lilium Martagon, Narcissus poëticus, Ornithogalum umbellatum, Scilla, Trillium ꝛc.) unvollkommen proterogyn. Unter den Doldenpflanzen, welche angeblich alle proterandrisch sein sollen, gibt es eine ganz erkleckliche Zahl proterogyner Gattungen und Arten, wie beispielsweise Aethusa, Astrantia, Caucalis, Eryngium, Hacquetia, Pachypleurum, Sanicula, Scandix und Turgenia. Dasselbe gilt von den Steinbrechen. Die Mehrzahl derselben ist allerdings proterandrisch, aber einige derselben, namentlich Saxifraga androsacea und peltata, sind ausgesprochen proterogyn. Die großblütigen Arten des Reiherschnabels (Geranium argenteum, lividum, pratense, silvaticum) sind proterandrisch, die kleinblütigen (Geranium columbinum, lucidum, pusillum, Robertianum) sind proterogyn. Aus der Familie der Skrofularineen sind die Gattungen Digitalis und Penstemon proterandrisch, die Gattungen Linaria, Paederota, Phygelius, Scrophularia, Veronica proterogyn. Auch zu den Asperifolieen gehören teilweise proterandrische (z. B. Borago, Echium), teilweise proterogyne Arten (z. B. Cynoglsosum, Lithospermum). Von den Ranunkulaceen ist die Gattung Aconitum proterandrisch, während die Gattungen Adonis, Anemone, Atragene, Clematis und Paeonia proterogyn sind. Aus der Familie der Gentianeen ist ein Teil, nämlich Swertia perennis, Gentiana asclepiadea, ciliata, cruciata, Froelichii, Pannonica, Pneumonanthe, punctata und prostrata, proterandrisch, ein anderer Teil, zumal Menyanthes trifoliata, Gentiana Bavarica, Germanica, glacialis, Rhaetica und verna, proterogyn. Ähnlich verhält es sich auch bei den Ericineen, Valerianeen, Polemoniaceen und noch vielen anderen. Ausschließlich proterandrisch sind, soweit bekannt, die Korbblütler, die Glockenblumen, die Lippenblütler, die Malvaceen, die Nelkengewächse und die Schmetterlingsblütler, ausschließlich proterogyn die Simsen und Hainsimsen, die Aristolochineen und Daphnoideen, die Kaprifoliaceen, Kugelblumen, Nachtschattengewächse, Rosifloreen, Berberideen und Schotengewächse.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß das ungleichzeitige Eintreten der Geschlechtsreife in den meisten Fällen mit der räumlichen Trennung der beiden Geschlechter Hand in Hand geht, oder mit anderen Worten, daß bei jenen Pflanzen, in deren Blüten eine räumliche Trennung der zweierlei Geschlechtsorgane auf irgend eine Weise stattgefunden hat, nichtsdestoweniger auch noch Dichogamie vorkommt. So erscheinen z. B. sämtliche Pflanzenarten, deren Zwitterblüten infolge der gegenseitigen Stellung und Lage ihrer zweierlei Geschlechtsorgane oder infolge des Platzwechsels der Antheren und Narben ohnehin auf Kreuzung angewiesen sind, überdies noch dichogam, wenn auch die Dichogamie mitunter nur eine sehr kurz dauernde ist. Auch die Pflanzen mit heterostylen Blüten sind dichogam, insofern nämlich, als entweder die Stöcke mit kurzgriffeligen oder jene mit langgriffeligen Blüten früher zur Entwickelung kommen. Wenn man die vielen hundert Stöcke von Primula Auricula betrachtet, welche nebeneinander unter gleichen äußeren Verhältnissen auf einem felsigen Abhange wachsen, so überzeugt man sich leicht, daß die Stöcke mit langgriffeligen Blüten vor jenen mit kurzgriffeligen Blüten einen Vorsprung haben. Immer sind auch die ersteren schon abgeblüht, wenn die kurzgriffeligen Stöcke noch in voller Blüte stehen. Bei Primula longiflora verhält es sich umgekehrt; da stehen die Stöcke mit kurzgriffeligen Blüten schon in vollem Flor, wenn die langgriffeligen Blüten der nebenan wachsenden Stöcke noch geschlossen sind.

Zu den dichogamen Pflanzen zählen ferner auch diejenigen, welche scheinzwitterige Blüten tragen. Die Baldriane: Valeriana dioica, polygama und tripteris öffnen auf gleichem Standorte ihre scheinzwitterigen Fruchtblüten um 3—5 Tage früher

als ihre ſcheinzwitterigen Pollenblüten, und es ſind dieſe Pflanzen daher ausgeſprochen proterogyn. An dem Alpenampfer (Rumex alpinus) ſind die Narben der ſcheinzwitterigen Fruchtblüten ſchon 2—3 Tage lang belegungsfähig, ehe noch die Antheren der ſcheinzwitterigen Pollenblüten und der echten Zwitterblüten an demſelben Stocke ſich geöffnet haben. Die Eſche (Fraxinus excelsior) zeigt die Narben der Fruchtblüten ſchon belegungsfähig, wenn in den nebenan ſtehenden Pollenblüten und Zwitterblüten die Antheren noch ſämtlich geſchloſſen ſind. Gewöhnlich entbinden dieſe letzteren ihren Pollen erſt vier Tage ſpäter. Sehr auffallend iſt auch die Dichogamie jener Gräſer, welche reine Pollenblüten neben echten Zwitterblüten tragen, wie z. B. Anthoxanthum odoratum, Hierochloa australis, Melica altissima und Sesleria coerulea. Die Antheren entbinden in den Blüten dieſer Pflanzen ihren Pollen immer erſt dann, wenn nebenan die Narben ſchon zwei Tage hindurch belegungsfähig waren. Dasſelbe beobachtet man auch bei jenen Korbblütlern, in deren Köpfchen neben echten Zwitterblüten reine Fruchtblüten ſtehen, und bei jenen, welche neben ſcheinzwitterigen Pollenblüten auch reine Fruchtblüten in dem Köpfchen enthalten. Die Narben der Fruchtblüten ſind immer ſchon belegungsfähig, wenn aus den benachbarten echten Zwitterblüten oder ſcheinzwitterigen Pollenblüten noch kein Pollen zu haben iſt, und zwar dauert das durchſchnittlich zwei Tage. Ich beſchränke mich darauf, als Beiſpiele hierfür Aster alpinus, Aronicum glaciale, Bellidiastrum Michelii, Doronicum cordatum, Erigeron alpinum, Gnaphalium Leontopodium, Tussilago Farfara und Calendula officinalis anzuführen. Auch jene Lippenblütler, welche an dem einen Stocke nur echte Zwitterblüten, an dem anderen nur ſcheinzwitterige Fruchtblüten tragen, ſind proterogyn. An dem Doſt (Origanum vulgare) zeigen die ſcheinzwitterigen Fruchtblüten vor den echten Zwitterblüten einen Vorſprung von nicht weniger als acht Tagen, ja ſelbſt darüber. Es muß hierzu nochmals ausdrücklich bemerkt werden, daß dieſe Angaben nur Blüten, beziehentlich Pflanzenſtöcke betreffen, welche unter gleichen äußeren Lebensbedingungen zur Entwickelung gelangten, und daß die erwähnte Verſpätung oder Verfrühung nicht etwa durch den ſchattigen oder ſonnigen Standort bedingt iſt.

Was die einhäuſigen Pflanzen anbelangt, ſo haben ſie ſich, ſoweit die bisherigen Unterſuchungen reichen, ſämtlich als proterogyn herausgeſtellt. Die Seggen, Rohrkolben und Igelkolben (Carex, Typha, Sparganium), die Aroideen mit einhäuſigen Blüten, der Mais (Zea Mays), die einhäuſige Brenneſſel (Urtica urens), das Tauſendblatt (Myriophyllum), die Becherblume (Poterium), die Spitzklette (Xanthium), die einhäuſigen wolfsmilchartigen Gewächſe (Euphorbia, Ricinus, Buxus) und insbeſondere die Erlen und Birken, die Walnuß und die Platanen, die Rüſtern und Eichen, die Haſeln und Buchen, ſie alle ſind in der auffallendſten Weiſe proterogyn. Bei den meiſten dieſer Pflanzen, zumal den zuletzt genannten Bäumen und Sträuchern, wird der ſtäubende Pollen immer erſt aus den Antheren entbunden, nachdem die Narben an demſelben Stocke ſchon 2—3 Tage hindurch belegungsfähig waren. Bisweilen iſt dieſer Unterſchied in der Geſchlechtsreife aber auch noch größer. Bei der Grün- oder Alpenerle (Alnus viridis) beträgt er 4—5 Tage und bei dem kleinen Rohrkolben (Typha minima) ſogar neun Tage. Auch die zweihäuſigen Pflanzen ſind der Mehrzahl nach proterogyn. In den ausgedehnten Weidenbeſtänden an den Ufern unſerer Flüſſe ſieht man bisweilen einzelne Arten durch Tauſende von Sträuchern vertreten. Ein Teil derſelben trägt Pollenblüten, der andere Fruchtblüten. Sie wachſen auf demſelben Boden, ſind in gleicher Weiſe der Beſonnung ausgeſetzt und werden von denſelben Luftſtrömungen beſtrichen, und trotz dieſer gleichen äußeren Einflüſſe eilen die Stöcke mit Fruchtblüten ihren Nachbarn mit Pollenblüten deutlich voraus. Die Narben der Mandelweide (Salix amygdalina) ſind ſchon 2—3 Tage hindurch belegungsfähig, und dennoch hat ſich weit und breit noch keine einzige Anthere dieſer Weidenart geöffnet. Dasſelbe

gilt von der Purpurweide, der Korbweide, der Bruchweide ꝛc. Auch an den niederen Alpenweiden (Salix herbacea, retusa, reticulata) beobachtet man diese Erscheinung; doch ist dort der Unterschied in der Zeit gewöhnlich nur auf einen Tag beschränkt. Wenn man die zahllosen Stöcke des Hanfes (Cannabis sativa), welche aus dem auf ebenem Ackerlande gesäeten Samen dicht nebeneinander aufwuchsen, im Hochsommer betrachtet, so fällt es auf, daß an den meisten Stauden, welche Fruchtblüten tragen, die Narben schon belegungsfähig erscheinen, obschon noch keine einzige Pollenblüte sich geöffnet hat. Erst 4—5 Tage, nachdem die mit Fruchtblüten beladenen Stöcke zu blühen begannen, öffnen sich an den benachbarten Stöcken auch die Pollenblüten, und der Wind schüttelt dann aus den pendelnden Antheren den stäubenden Pollen aus. An dem Bingelkraute, zumal den ausdauernden Arten dieser Gattung (Mercurialis ovata und perennis), welche im Grunde unserer Wälder in kleinen Beständen wachsen und zwar so, daß nahe nebeneinander über demselben Erdreiche Stöcke mit Fruchtblüten und solche mit Pollenblüten abwechseln, werden die Narben wenigstens zwei Tage vor dem Ausstäuben des Pollens belegungsfähig. Dasselbe wurde auch bei dem Hopfen (Humulus Lupulus) und noch vielen anderen zweihäusigen Pflanzen beobachtet.

Alle diese Thatsachen sind für die Frage nach der Bedeutung der Kreuzung von größter Wichtigkeit. Wenn man die ungleichzeitige Geschlechtsreife nur bei jenen Pflanzenarten beobachten würde, welche echte Zwitterblüten tragen, so könnte die Dichogamie lediglich als eine Vervollständigung jener Einrichtungen angesehen werden, welche die Belegung der Narben mit dem Pollen aus den nebenstehenden Antheren, also die Selbstbelegung oder Autogamie, verhindern sollen. So z. B. macht es die gegenseitige Stellung der Antheren und Narben in der Blüte des Dreizackes (Triglochin; s. Abbildung, S. 147) nahezu unmöglich, daß Pollen auf die Narbe derselben Blüte kommt; aber ganz ausgeschlossen wäre diese Möglichkeit denn doch nicht, wenn die Antheren zur selben Zeit ihren Pollen entbinden würden, in der die Narben belegungsfähig sind. Wenn aber in den Blüten des Dreizackes die Narben zur Zeit des Ausstäubens schon ganz vertrocknet sind, so ist die Autogamie gänzlich ausgeschlossen, und insofern würde also die Dichogamie eine Vervollständigung der erwähnten Einrichtungen sein. Solche Fälle von vollkommener Dichogamie, wie sie an dem Dreizacke, dem Glaskraute, dem Studentenröschen ꝛc. vorkommen, sind aber verhältnismäßig selten, und auf die übergroße Zahl der unvollkommen dichogamen Zwitterblüten würde diese Erklärung nicht zutreffen. Noch weniger würde sie auf die einhäusigen und zweihäusigen Pflanzen passen. Bei diesen kann ja von einer Autogamie oder Selbstbelegung überhaupt nicht die Rede sein, und aus diesem Grunde entfallen für sie alle Hypothesen, welche über die Verhinderung der Selbstbelegung durch die Dichogamie aufgestellt werden könnten.

Da das ungleichzeitige Eintreten der Reife der zweierlei Geschlechter einer Art eine Einrichtung ist, welche bei den meisten, ja vielleicht bei allen Pflanzen vorkommt, so kann auch nicht angenommen werden, daß dieser Einrichtung gar keine Bedeutung zukommt. Ich will es nun versuchen, die Bedeutung der Dichogamie zu erklären, und lade den Leser ein, mit mir zunächst eines der Weidengehölze zu betreten, welches im vorhergehenden kurz geschildert wurde. Die Purpurweide (Salix purpurea) beginnt gerade zu blühen. Die Fruchtblüten derselben zeigen bereits belegungsfähige Narben, aber die Pollenblüten sind noch in der Entwickelung zurück, und es ist noch keine einzige Anthere derselben geöffnet. Dagegen stehen die Pollenblüten an der Korbweide (Salix viminalis), welche untermischt mit der Purpurweide in demselben Bestande wächst, auf dem Höhepunkte der Entwickelung. Pollen der Korbweide ist in Hülle und Fülle zu haben. Durch den Duft und die Farbe der Blütenkätzchen angelockt, haben sich zahlreiche Bienen eingestellt, schwirren von Strauch zu Strauch, saugen Honig und sammeln Pollen. Sie sind bei dieser Arbeit nicht wählerisch und beschränken sich nicht auf eine einzige Art, sondern fliegen ebenso gern zur Purpurweide

wie zur Korbweide, und wenn noch andere Weidenarten vorhanden sein sollten, auch noch zu diesen. Wenn jetzt eine Biene zu den Fruchtblüten der Purpurweide kommt, um dort Honig zu saugen, und wenn diese Biene mit Pollen bedeckt ist, den sie von einem kurz vorher besuchten anderen Weidenstrauche abgestreift und aufgeladen hat, so kann dieser Pollen nur von der Korbweide, der Lorbeerweide, der Salweide oder irgend einer anderen Art herstammen, deren Pollenblüten in der Entwickelung bereits so weit vorgeschritten sind, daß von ihnen Pollen zu haben ist; von der Purpurweide kann dieser Pollen nicht herstammen, weil sich in der ganzen Gegend noch keine einzige Anthere dieser Weidenart geöffnet hat. Indem aber die Narben der Purpurweide mit dem Pollen der Korbweide belegt wurden, hat eine zweiartige Kreuzung oder Bastartierung stattgefunden. Erst zwei oder drei Tage später kann auch eine einartige Kreuzung vollzogen werden; denn nun haben sich auch aus den Pollenblüten der Purpurweide die Antheren vorgeschoben, sich weit geöffnet und bieten den entbundenen Pollen den besuchenden Insekten an. Diese säumen auch nicht, die zugänglich gewordenen Pollenblüten der Purpurweide zu besuchen, streifen dort Pollen ab und übertragen ihn auf die noch immer belegungsfähigen Narben derselben Art. *Bei Beginn des Blühens ist also bei der genannten Weide infolge der Dichogamie nur eine zweiartige Kreuzung und erst später eine einartige Kreuzung möglich.* So verhält es sich selbstverständlich bei allen anderen Weiden und überhaupt *bei sämtlichen zweihäusigen Gewächsen, deren Blüten unvollkommen proterogyn sind.*

Um zu zeigen, daß sich an den einhäusigen Pflanzen dieselben Vorgänge abspielen, führe ich den Leser an den Rand eines Moores, auf welchem zahlreiche einhäusige Riedgräser oder Seggen (Carex) das Grundgewebe des Pflanzenteppiches bilden. Die verschiedensten Arten stehen daselbst in bunter Abwechselung nebeneinander. Hier am Saume der dunkeln Wassertümpel Carex acutiformis, filiformis, riparia, vesicaria, paniculata, dort auf der sich anschließenden sumpfigen Wiesenfläche Carex flava, canescens, glauca, Hornschuchiana und noch viele andere. Diese Riedgräser blühen nicht alle zu gleicher Zeit, sondern die einen kommen etwas früher, die anderen etwas später an die Reihe, und dabei trifft es sich, daß die einen gerade dann aufblühen, wenn bei den anderen die Blüten den Höhepunkt der Entwickelung erreicht haben und bei einer dritten Gruppe die Blüten schon zur Neige gehen. Sämtliche einhäusige Riedgräser sind proterogyn. Die Narben sind schon 2—3 Tage belegungsfähig, haben sich sämtlich weit über die Deckschuppen vorgeschoben und erscheinen so gestellt, daß der von Luftströmungen herbeigetragene Pollen an ihnen hängen bleiben muß. Noch immer sind aber die Antheren der Pollenblüten der betreffenden Art nicht geöffnet. Da ist es wohl selbstverständlich, daß die Narben im Verlaufe des ersten und zweiten Tages häufig mit dem Pollen anderer, früher aufgeblühter Arten belegt werden; denn da die Antheren dieser schon früher aufgeblühten Arten bereits geöffnet sind, so wird jeder Windstoß den Pollen aus ihnen ausschütteln, denselben über das Moor hinwehen und alles bestäuben, was eben bestäubungsfähig ist. Der Blütenstaub, welcher sich später aus den über und neben den belegungsfähigen Narben stehenden Pollenblüten entbindet, kann, entsprechend seiner späteren Reife, erst in zweiter Linie aufgenommen werden. *Demnach ist die unvollkommene Dichogamie auch bei den Pflanzen mit einhäusigen Blüten die Ursache, wenn anfänglich zweiartige und erst später einartige Kreuzung stattfindet.*

Bekanntlich blühen selbst unter gleichen äußeren Verhältnissen nicht alle Stöcke einer Art an demselben Tage auf, und dieser Umstand ist hier insofern beachtenswert, als man daran denken könnte, daß die früher aufblühenden Stöcke einer Art den Pollen für die Narben der später aufblühenden Stöcke derselben Art liefern. Das ist auch gewiß sehr oft der Fall, aber ebenso gewiß ist, daß die Narben des allerersten zur Blüte kommenden Stockes einer proterogynen Art zunächst nur mit Pollen anderer noch früher blühender Arten belegt

werden können und thatsächlich belegt werden, so daß also an der früher zum Ausdrucke gebrachten Schlußfolgerung nichts geändert zu werden braucht.

Da sich die Pflanzen mit scheinzwitterigen Blüten in betreff der Übertragung des Pollens ganz so wie zweihäusige und einhäusige verhalten, so läßt sich erwarten, daß bei ihnen der Dichogamie dieselbe Bedeutung zukommt, welche soeben erörtert wurde. Die hohen Ampferstauden aus der Gruppe Lapathum, namentlich Rumex alpinus, nemorosus und obtusifolius, tragen in ihren Rispen vorwaltend scheinzwitterige Fruchtblüten, scheinzwitterige Pollenblüten und neben diesen spärliche echte Zwitterblüten. Mag man was immer für einen Stock in Augenschein nehmen, stets findet man an demselben die Narben in der Entwickelung den Antheren bedeutend vorausgeeilt. Die Narben sind schon belegungsfähig, die Antheren noch geschlossen. Unter solchen Verhältnissen können die ersten Blüten eines Stockes, seien sie nun Scheinzwitter oder echte Zwitter, den Pollen nur von anderen Stöcken, welche schon mehrere Tage in Blüte stehen, und aus deren bereits geöffneten pendelnden Antheren der Wind den Pollen herausbläst, erhalten. Und mag auch angenommen werden, daß von den 100 Stöcken des Rumex obtusifolius, welche irgendwo einen kleinen Bestand bilden, nicht alle zu gleicher Zeit aufblühen und infolgedessen unzählige Kreuzungen zwischen den Blüten der benachbarten, zu derselben Art gehörigen Individuen stattfinden, die ersten belegungsfähig gewordenen Narben des im stundenweiten Umkreise am frühsten blühenden Stockes von Rumex obtusifolius können ein paar Tage hindurch nur Pollen von anderen Ampferarten erhalten, und es kann daher in der allerersten Zeit des Blühens bei Rumex obtusifolius nur eine zweiartige Kreuzung stattfinden. Daß bei dem zu den Lippenblütlern gehörigen Dost (Origanum vulgare) diejenigen Stöcke, welche scheinzwitterige Fruchtblüten tragen, um volle acht Tage früher aufblühen als jene mit echten Zwitterblüten, wurde bereits früher erwähnt. Dem wäre noch hinzuzufügen, daß für die im Umkreise einiger Kilometer zuerst aufblühenden Stöcke Pollen der gleichen Art nicht zu haben ist, und daß daher für den Fall, als die Narben durch Vermittelung der Insekten dennoch mit Pollen belegt werden sollten, dieser nur von einer anderen Art herstammen könnte. Auch bei den Korbblütlern, in deren Köpfchen echte Zwitterblüten mit scheinzwitterigen Fruchtblüten vereinigt vorkommen, ist die Geschlechtsreife der ersteren im Vergleiche zu den letzteren stets um einige Tage verspätet, was zur Folge hat, daß die ersten Blüten jener Stöcke, welche in einem bestimmten Landstriche den Reigen des Blühens eröffnen, nur von anderen schon früher aufgeblühten Arten Pollen bekommen können, also anfänglich auf zweiartige Kreuzung oder Bastartierung angewiesen sind. Im pontischen Florengebiete gibt es mehrere gesellig wachsende Alante (Inula Oculus Christi, ensifolia, Germanica, salicina ꝛc.), welche in einer bestimmten Reihenfolge im Hochsommer zur Blüte kommen und zwar so, daß die eine Art immer erst zu blühen anhebt, wenn eine andere schon in voller Blüte steht. In jedem Köpfchen dieser Alante finden sich am Umfange zungenförmige scheinzwitterige Fruchtblüten und im Mittelfelde röhrenförmige echte Zwitterblüten. Die ersteren entfalten sich früher als die letzteren, und für jede Art des Alantes gibt es eine wenn auch nur auf ein paar Tage beschränkte Zeit, in welcher zu den Narben der randständigen scheinzwitterigen Blüten nur Pollen von anderen Arten durch die Insekten herbeigebracht werden kann, weil eben eigener Pollen noch nicht zu haben ist. Diesem Beispiele ließen sich zahlreiche andere an die Seite stellen, aus denen hervorgeht, daß es vorzüglich von der unvollkommenen Dichogamie abhängt, wenn bei den Pflanzen mit scheinzwitterigen Blüten im Beginne des Blühens zweiartige und erst späterhin einartige Kreuzung erfolgt.

Bei den Pflanzen mit echten Zwitterblüten steht die Sache nicht anders. Von jenen zwitterblütigen Arten, welche heterostyl sind, kommen bald die Stöcke mit langgriffeligen, bald jene mit kurzgriffeligen Blüten früher zur Entwickelung. Wie schon erwähnt, zeigen von

Primula Auricula die Stöcke mit langgriffeligen Blüten, von Primula longiflora jene mit kurzgriffeligen Blüten vor ihrem Widerpart einen Vorsprung, und es können daher die Narben der ersten langgriffeligen und ebenso jene der ersten kurzgriffeligen Primelstöcke nur mit Pollen anderer Arten belegt werden, was denn auch in der freien Natur durch Vermittelung der Insekten häufig genug geschieht und das Entstehen zahlreicher Primelbastarte zur Folge hat. Was die Pflanzen mit nicht heterostylen echten Zwitterblüten anbelangt, so wiederholt sich bei ihnen dasselbe Spiel. Wenn eine Art proterogyn ist, wie z. B. die offenblumige Küchenschelle Pulsatilla patens, so können die Erstlinge ihrer Blüten keinen Pollen aus den zuständigen Antheren erhalten, weil ein solcher in der ganzen von Pulsatilla patens bewohnten Gegend noch nicht zu haben ist; wohl aber wäre es möglich, daß sie mit dem Pollen anderer, ebendort wachsender und früher aufgeblühter Arten der Gattung Küchenschelle versehen werden. Das gilt selbstverständlich nur für die Anfangszeit des Blühens und nur für jene Stöcke der betreffenden Art, welche in einer bestimmten Gegend als die ersten ihre Blüten entfalten; denn bei den später aufblühenden kommt es ebensogut auch zu einer einartigen Kreuzung, weil dann die Erstlinge bereits Pollen entbunden haben, der von den Insekten abgeholt und übertragen werden kann. Unter den Pflanzen mit echten Zwitterblüten gibt es, wie schon früher erzählt wurde, sehr viele, welche nicht proterogyn, sondern proterandrisch sind. Da können die Narben in den Erstlingsblüten einer Art nicht mit Pollen belegt werden, weil sie noch nicht geschlechtsreif und nicht zugänglich sind. Was geschieht aber mit dem Pollen dieser proterandrischen Erstlingsblüten? Wenn er überhaupt alsbald nach seiner Entbindung aus den Antheren durch Vermittelung des Windes oder der Insekten zu einer Narbe gelangt, so kann das nur die Narbe einer anderen Art sein, welche bereits belegungsfähig ist. Gegen das Ende des Blühens ist in den Blüten der meisten proterandrischen Arten kein Pollen mehr vorhanden, aber die Narben dieser Nachzügler unter den Blüten haben erst jetzt ihre Geschlechtsreife erlangt. Sie können nur Pollen aus anderen, in der Entwickelung noch nicht so weit vorgeschrittenen Blüten bekommen. Für jene Blüten aber, welche als die allerletzten in irgend einer Gegend blühen, ist, wenn sie proterandrisch sind, ein Pollen der zugehörigen Art gar nicht mehr zu haben, und diese können nur mit dem Pollen anderer Arten versehen werden. Demnach erscheint auch bei den Pflanzen mit echten Zwitterblüten, mögen dieselben proterogyn oder proterandrisch sein, in den allererſten, beziehentlich allerletzten Blüten die zweiartige Kreuzung angestrebt.

Aus den hier mitgeteilten Befunden läßt sich der Satz ableiten, daß für jede dichogame Pflanze am Anfange oder Ende des Blühens die Gelegenheit zur zweiartigen Kreuzung oder, was dasselbe sagen will, zur Bastartierung gegeben ist, und daß in der freien Natur als die wichtigste Grundlage für das Zustandekommen der zweiartigen Kreuzung die Dichogamie und zwar insbesondere die unvollkommene Dichogamie zu gelten hat. Das schließt natürlich nicht aus, daß bei der einartigen Kreuzung die Dichogamie gleichfalls eine wichtige Rolle spielt. Im großen und ganzen wird man aber an dem Ergebnis festhalten können, daß die zweiartige Kreuzung vorwaltend durch die zeitliche, die einartige Kreuzung vorwaltend durch die räumliche Trennung der Geschlechter bedingt ist. Mit dieser Schlußfolgerung steht auch die Thatsache im Einklange, daß zeitliche und räumliche Trennung der Geschlechter meistenteils zusammengehen, d. h. daß die zweihäusigen, einhäusigen und scheinzwitterigen Blüten, ebenso jene zwitterigen Blüten, deren Geschlechtsorgane räumlich getrennt erscheinen, dennoch unvollkommen dichogam sind, weil durch diese Einrichtung die Möglichkeit gegeben ist, daß in den Blüten derselben Art im Anfange oder am Ende der Blütezeit eine zweiartige, in der übrigen Blütezeit aber eine einartige Kreuzung stattfinden kann. Auch erklärt sich damit die

Erscheinung, daß die unvollkommene Dichogamie weit häufiger vorkommt als die vollkommene, daß es zweihäusige Pflanzenarten mit vollkommen dichogamen Blüten überhaupt nicht gibt, und daß, wenn eine solche jemals auftreten sollte, sie alsbald wieder vom Schauplatze verschwinden müßte. Gesetzt den Fall, es wüchse irgendwo eine Weidenart mit zweihäusigen, vollkommen proterogynen Blüten, so könnte bei derselben nur eine Bastartierung stattfinden; die hierdurch zu stande kommenden jungen Weidenstöcke wären also sämtlich Bastarte, deren Gestalt mit jener der Stammart nicht mehr übereinstimmte. Die Art selbst würde sich demnach auf dem Wege der Fruchtbildung überhaupt nicht mehr erneuern können, sie würde keine gleichgestaltete Nachkommenschaft hinterlassen, oder, mit anderen Worten, sie würde aussterben und erlöschen.

Von der durch die räumliche Trennung der Geschlechter bedingten einartigen Kreuzung wurden im vorhergehenden (s. S. 300) zwei Fälle unterschieden: die Xenogamie und die Geitonogamie. Wenn die sich kreuzenden Blüten verschiedenen Stöcken derselben Art angehören, so spricht man von Xenogamie, wenn sie einem und demselben Stocke angehören, von Geitonogamie. Eine scharfe Grenze zwischen beiden kann wohl nicht gezogen werden. Die von einem Stocke auszweigenden Ableger, welche sich nachträglich trennen und gesonderte Stöcke darstellen, sind mit Rücksicht auf ihre Entwickelungsgeschichte morphologisch gleichwertig den Abzweigungen eines Stockes, welche sich nicht trennen, sondern vereinigt bleiben. Wenn sich daher Blüten kreuzen, welche an den durch Ablegerbildung entstandenen getrennten Stöcken aufknospten, so ist dieser Vorgang gewiß nicht wesentlich verschieden von der Kreuzung, die sich zwischen den Blüten auf verbunden bleibenden Ästen vollzieht. Indessen empfiehlt es sich doch und zwar mit Rücksicht auf gewisse Vorgänge, welche mit dem größeren oder kleineren Abstande der sich kreuzenden Blüten im Zusammenhange stehen, beide Fälle auseinander zu halten.

Sowohl bei der Xenogamie als auch bei der Geitonogamie wird die Übertragung des Pollens teils durch Luftströmungen, teils durch blütenbesuchende Tiere vermittelt. Wie das geschieht, und welche unendliche Mannigfaltigkeit in dieser Beziehung besteht, wurde in den vorhergehenden Kapiteln ausführlich behandelt. Die Geitonogamie kommt aber häufig auch noch auf zwei anderen Wegen zu stande, nämlich durch Anschmiegen belegungsfähiger Narben an den ausgebotenen Pollen der Nachbarblüten und durch Pollenfall. Da die auf diesen Wegen sich abspielende Kreuzung bisher nur gelegentlich angedeutet werden konnte, muß sie hier noch etwas eingehender besprochen werden.

Wenn die zu Köpfchen, Knäueln, Dolden, Büscheln, Ähren und Trauben vereinigten Blüten so nahe beisammenstehen, daß die Narben der einen Blüte mit den pollenbedeckten Antheren der anderen Blüte leicht zusammenkommen können, so sind dadurch die Bedingungen einer Kreuzung dieser nachbarlichen Blüten gegeben. Und da diese Art der Kreuzung thatsächlich sehr verbreitet ist und sich bei gewissen Arten mit großer Regelmäßigkeit immer und immer in allen aufeinander folgenden Generationen wiederholt, so ist man wohl berechtigt, die soeben aufgezählten Formen der Blütenstände mit der Geitonogamie in Verbindung zu bringen und anzunehmen, daß die Bedeutung der gedrängten Blütenstände ganz vorzüglich in dem Zustandekommen der Kreuzung benachbarter Blüten eines Stockes liegt (s. Band I, S. 696).

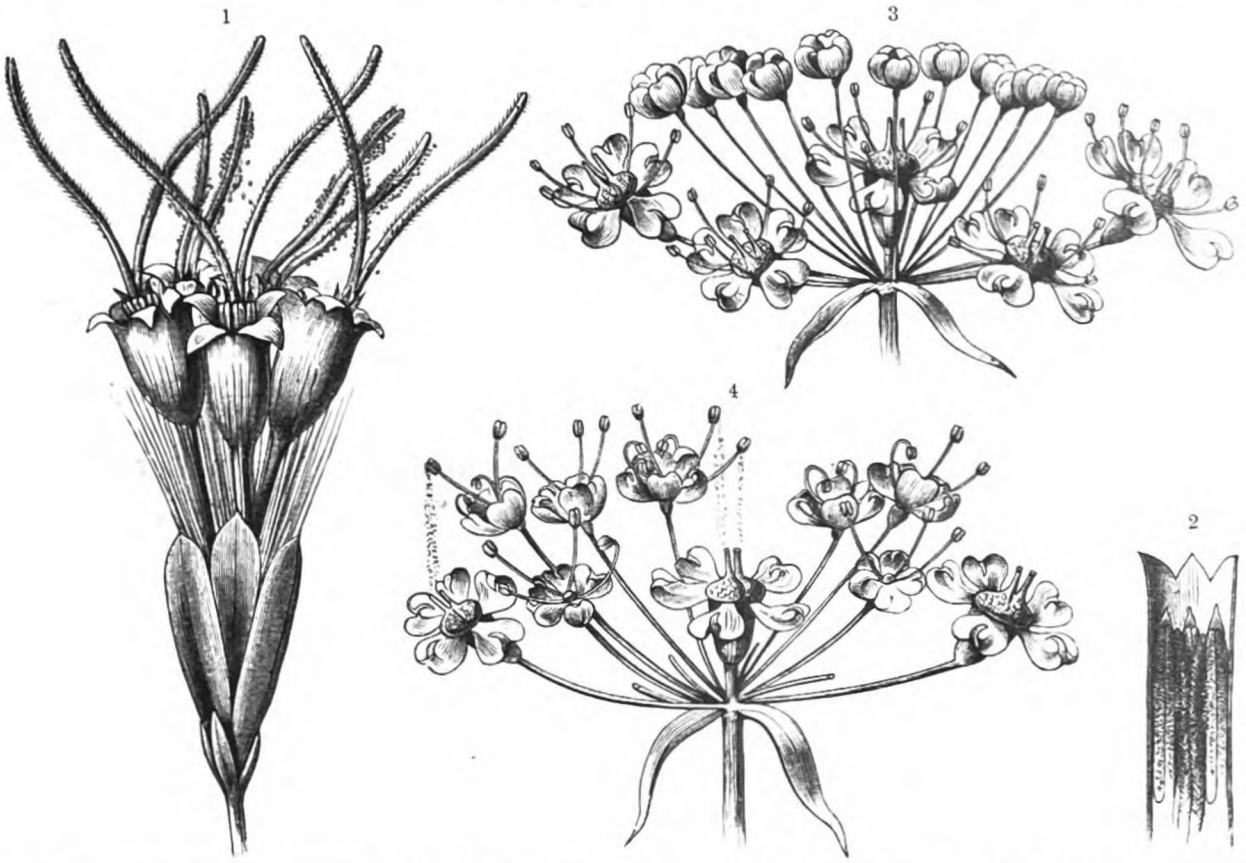
Wie nicht anders zu erwarten, ist diese Kreuzung bei den Korbblütlern, deren Blüten in Köpfchen so dicht beisammenstehen, daß man den ganzen Blütenstand bei flüchtiger Betrachtung für eine einzige Blüte halten könnte, in der reichhaltigsten Weise entwickelt, und es dürfte daher das Zweckmäßigste sein, bei der Besprechung der Geitonogamie diese umfangreiche, mehr als 10,000 Arten umfassende Pflanzenfamilie voranzustellen. Ich beginne mit der Schilderung der Geitonogamie bei jenen Korbblütlern, deren Köpfchen nur Zungenblüten

enthalten. Mit dem Namen Zungenblüten bezeichnen die Botaniker bekanntlich jene Blüten, deren Blumenkrone nur am Grunde röhrig ist, während sich das freie Ende verflacht und ähnlich einer Zunge weit vorstreckt. Bei der Gattung Hasenkohl (Prenanthes) wird jedes Köpfchen nur aus fünf solchen Zungenblüten zusammengesetzt. Aus jeder Blüte ragt eine Antherenröhre empor, in welcher ein dünner, langer Griffel eingelagert ist. Der Griffel ist an der Außenseite mit steifen, aufwärts gerichteten Börstchen, den sogenannten Fegehaaren, besetzt, und wenn sich derselbe in die Länge streckt, was sofort nach dem Öffnen der Blüten geschieht, so wird der schon frühzeitig in das Innere der Antherenröhre entleerte Pollen mittels der Fegehaare ausgebürstet. Man sieht dann über die entleerte Antherenröhre einen langen Griffel vorragen, der von dem auflagernden Pollen ganz gelb gefärbt ist. Die beiden Äste eines jeden Griffels, welche das Narbengewebe tragen, schließen anfänglich zusammen, alsbald aber trennen sie sich, und das Narbengewebe kann durch Vermittelung anfliegender Insekten mit dem von anderen Pflanzenstöcken mitgebrachten, aber noch durchaus nicht mit dem auf den Fegehaaren der Außenseite lagernden Pollen belegt werden. Sobald nun die zungenförmigen Blumenkronen zu welken und zu schrumpfen beginnen, spreizen die beiden Griffeläste weit auseinander, drehen und krümmen sich wie kleine Schlangen nach der Seite und nach abwärts, gleichzeitig nähern sich auch die Griffel, und da ist es unvermeidlich, daß die Griffeläste der benachbarten Blüten sich verschlingen, und daß die noch immer belegungsfähigen Narben der einen mit dem auf den Fegehaaren lagernden Pollen der anderen in Berührung kommen und belegt werden.

Genau derselbe Vorgang vollzieht sich an den Blüten des Lattiches (Lactuca), der Milchdistel (Mulgedium) und des Knorpelsalates (Chondrilla), nur sind hier die Köpfchen etwas reichblütiger und in 2—3 Schraubenumgängen geordnet. Auch krümmen sich die Griffeläste nicht schlangenförmig, sondern werden nur spreizend und rollen sich etwas zurück, was aber vollständig genügt, um sie mit jenen der benachbarten Blüten in Berührung zu bringen und sich kreuzen zu lassen. Bemerkenswert ist auch noch, daß bei dem Hasenkohle die zungenförmigen Blumenkronen am Schlusse der Blütezeit sich nach außen rollen, während jene des Lattiches und der anderen aufgezählten Korbblütler zusammenschließen und eine Umhüllung der sich kreuzenden Griffeläste bilden. Der Bocksbart (Tragopogon), das Habichtskraut (Hieracium), der Pippau (Crepis), die Schwarzwurzel (Scorzonera), der Löwenzahn (Leontodon), das Pfaffenröhrlein (Taraxacum) und noch zahlreiche andere Korbblütler, für welche die genannten als Vorbild dienen können, enthalten in einem Köpfchen bis zu 100 in mehreren Schraubenumgängen geordnete Zungenblüten (s. Abbildung, S. 112, Fig. 5). Die Zungen der Blumenkronen gehen am Morgen auseinander, am Abende zusammen, und ähnlich wie die Zungen sieht man auch die Antherenröhren und Griffel morgens etwas gegen den Umfang des Köpfchens geneigt, abends wieder aufgerichtet und einander genähert. Diese Annäherung wird schließlich zu einer unmittelbaren Berührung, und da die Entwickelung der proterandrischen Blüten vom Umfange gegen die Mitte des Köpfchens vorschreitet und demzufolge die Narbe der äußeren Blüten schon belegungsfähig ist, wenn aus den inneren Blüten eben erst der Pollen aus der Antherenröhre vorgeschoben wurde, so kommt es bei dieser Berührung unausweichlich zur Kreuzung der benachbarten Blüten. Hiermit steht auch im Zusammenhange, daß die zungenförmigen Blumenkronen eines Köpfchens von ungleicher Länge sind (s. Abbildung, S. 112, Fig. 5). Würden sie gleich lang sein, so wäre die erwähnte Berührung und Kreuzung unmöglich; es würden zwischen die Griffel der äußeren und inneren Blüten hemmende Scheidewände eingeschoben sein. Das ist nun dadurch vermieden, daß die inneren Zungen gerade um so viel kürzer sind, als notwendig ist, daß die Griffel sich aneinander legen können. Die Geitonogamie wird bei vielen hierher gehörigen Pflanzen, so namentlich bei dem Bocksbarte (Tragopogon), auch noch dadurch gefördert, daß in jedem Köpfchen

die Blüten des äußeren Umganges genau zwiſchen zwei Blüten des nächſt inneren Umganges zu ſtehen kommen. Bei dem Zuſammenſchließen des Köpfchens legt ſich infolgedeſſen von den beiden das Narbengewebe tragenden, ſpreizenden und bogenförmigen Griffeläſten der eine links und der andere rechts an die pollenbedeckten Griffel der vor ihnen ſtehenden Blüten.

Unter den Korbblütlern mit ausſchließlich röhrenförmigen Blüten finden ſich verhältnismäßig nur wenige Arten, bei welchen die in einem Köpfchen vereinigten Blüten miteinander eine Kreuzung eingehen. Die auffallendſten hierher zu zählenden Arten ſind jene der Gattung Waſſerdoſt (z. B. Eupatorium aromaticum und cannabinum; ſ. untenſtehende Abbildung,



Geitonogamie mit haftendem Pollen: 1. Kreuzung der Griffeläſte benachbarter Blüten in dem Köpfchen von Eupatorium cannabinum. — 2. Längsſchnitt durch den oberen Teil einer Blüte von Eupatorium; die beiden Griffeläſte ſind parallel und ſtecken in der Antherenröhre, welche wiederum von dem Saume der Blumenkrone umgeben iſt. — 3. Döldchen von Chaerophyllum aromaticum; die echten Zwitterblüten geöffnet, die ſcheinzwitterigen Pollenblüten noch geſchloſſen. — 4. Dasſelbe Döldchen die echten Zwitterblüten ſind der Pollenblätter beraubt, die ſcheinzwitterigen Pollenblüten geöffnet. Aus den ſchrumpfenden Antheren der letzteren fällt Pollen auf die Narben der erſteren. — Sämtliche Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 323.

Fig. 1 und 2). Die Köpfchen derſelben ſind ſehr armblütig; jene des Eupatorium cannabinum enthalten fünf Blüten, welche ſich nacheinander im Laufe von 5—8 Tagen öffnen. In jedem Köpfchen ſtehen demzufolge ſtets ältere und jüngere Blüten knapp nebeneinander. Die Griffel ſind abweichend von jenen der anderen Korbblütler geſtaltet; ſie ſind bis zur Hälfte in zwei lange fädliche Äſte geſpalten, und dieſe Äſte tragen nur an der Baſis das belegungsfähige Narbengewebe; der andere Teil bis zum freien Ende iſt dicht mit kurzen Börſtchen, den ſchon wiederholt erwähnten Fegehaaren, beſetzt. Solange die Griffeläſte in der Antherenröhre ſtecken (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 2), erſcheinen ſie parallel und ſchließen feſt zuſammen; auch nachdem ſie ſich verlängert und weit über die Antherenröhre vorgeſchoben haben, ſieht man ſie noch eine Zeitlang zuſammengelegt. Da bei dem Vorſchieben die Fegehaare den Pollen aus der Antherenröhre ausgebürſtet haben, ſind ſie an der äußeren Seite dicht mit Pollen bedeckt. Das dauert aber nur kurze Zeit; alsbald trennen ſie ſich und

ſpreizen unter einem Winkel von 40—50 Grad auseinander. Hierbei iſt es unvermeidlich, daß die Griffeläſte wie Schwertklingen ſich kreuzen, daß der Pollen von den Fegehaaren abgelöſt wird, abfällt und auf das belegungsfähige Narbengewebe gelangt. Auch das kommt vor, daß die aneinander liegenden und mit Pollen bedeckten Griffeläſte, wenn ſie über die Antherenröhre vorgeſchoben werden, den Griffelaſt einer älteren Nachbarblüte, der wie ein Schlagbaum ſich quer in den Weg ſtellt, anſtreifen und bei dieſer Gelegenheit ihren Pollen an das Narbengewebe dieſes quer geſtellten Griffelaſtes abgeben.

Die Blütenköpfchen des Huflattiches (Tussilago) ſowie jene der Ringelblume (Calendula) ſind aus zweierlei Blüten zuſammengeſetzt. Das Mittelfeld trägt röhrenförmige ſcheinzwitterige Pollenblüten, und am Umfange des Köpfchens ſtehen zungenförmige reine Fruchtblüten. Die zuletzt genannten blühen früher auf als die Blüten des Mittelfeldes und können daher anfänglich nur mit dem Pollen aus anderen in der Entwickelung mehr vorgeſchrittenen Köpfchen belegt werden. Alsbald wird aber auch der Pollen aus den von den Zungenblüten eingefaßten Blüten des Mittelfeldes vorgeſchoben und erſcheint als ein kleines Klümpchen der Antherenröhre aufgelagert. Wie nun dieſer Pollen auf die Narben der benachbarten Zungenblüten gelangt, iſt bei den beiden in Rede ſtehenden Gattungen verſchieden. Bei dem Huflattiche ſchließen die zahlreichen randſtändigen Zungenblüten, welche unter Tag ſtrahlenförmig abſtanden und durch ihre lebhafte gelbe Farbe weithin ſichtbar und als Anlockungsmittel für Inſekten wirkſam waren, zwiſchen 5 und 6 Uhr nachmittags zuſammen und krümmen ſich bei dieſer Gelegenheit ſo über die Scheibenblüten, daß eine Berührung mit dem Pollenklümpchen derſelben unvermeidlich iſt. Der Pollen wird hierbei an die Zungenblüten angeheftet, und wenn ſich dann am nächſten Morgen die Köpfchen wieder aufſchließen und ſich die Zungenblüten nach auswärts krümmen, ſo wird der angeheftete Pollen losgelöſt und gleitet zu den an der Baſis der Zungen aufragenden belegungsfähigen Narben hinab. Bei der Ringelblume iſt der Vorgang bei weitem einfacher. Da erſcheinen die Griffeläſte der randſtändigen Zungenblüten nach einwärts über die angrenzenden Blüten des Mittelfeldes gekrümmt, und zwar ſchon zu einer Zeit, wenn die zuletzt genannten Blüten noch ſämtlich geſchloſſen ſind. Öffnen ſich dann die Blüten des Mittelfeldes, und wird aus ihren Antherenröhren Pollen emporgehoben, ſo gelangt dieſer unvermeidlich auf die darüberſtehenden Narben der benachbarten Zungenblüten.

Im äußeren Anſehen dem Huflattiche und den Ringelblumen ſehr ähnlich, aber in betreff der Verteilung der Geſchlechter verſchieden ſind die Goldrute (Solidago), die Aſter (Aster) und viele andere Korbblütler, welche unter dem Namen der Aſterineen zuſammengefaßt werden. Die röhrenförmigen Blüten des Mittelfeldes ſind in jedem Köpfchen echte Zwitter, die zungenförmigen Blüten des Randes dagegen reine Fruchtblüten. Dieſe letzteren kommen als die erſten zur Entwickelung und ſind, wie ſchon früher erwähnt, auf zweiartige Kreuzung berechnet. Nach ein paar Tagen öffnen ſich aber auch die Zwitterblüten des Mittelfeldes und zwar zunächſt jene des äußerſten Umkreiſes. Der Pollen wird aus denſelben emporgeſchoben, und während das geſchieht, neigen ſich die betreffenden Blüten etwas nach auswärts, ſo daß der in Form kleiner Klümpchen auf der Antherenröhre lagernde Pollen entweder unmittelbar mit den belegungsfähigen Narben der randſtändigen Blüten in Berührung kommt, oder auf kurzem Wege zu denſelben hinabfällt.

Bei ſehr vielen Korbblütlern beherbergt das Köpfchen nur echte Zwitterblüten mit röhrenförmiger Blumenkrone. Die Entwickelung der Blüten ſchreitet auch hier vom Umfange gegen den Mittelpunkt des Köpfchens vor und erfolgt in jeder einzelnen Zwitterblüte ſtets in der Weiſe, daß der Pollen alsbald nach dem Öffnen der Blumenkrone vermittelſt der die Außenſeite des Griffels bekleidenden Fegehaare oder Wärzchen aus der Antherenröhre ausgebürſtet und vorgeſchoben wird. Der Pollen erſcheint nun als kleines Klümpchen an der

oberen Mündung der Antherenröhre, verweilt dort aber in dieser Form nur kurze Zeit. Die bisher zusammenschließenden beiden Griffeläste, deren Außenseite mit dem Pollen behaftet ist, spreizen alsbald auseinander, krümmen sich häufig auch bogenförmig zurück und entblößen dadurch ihr belegungsfähiges Narbengewebe. Der Pollen wird bei dieser Gelegenheit größtenteils abgestoßen und fällt, in kleine krümelige Bällchen geteilt, dem Gesetze der Schwere folgend, nach abwärts. Hierbei gelangt er auf das belegungsfähige Narbengewebe der benachbarten älteren Blüten und veranlaßt regelmäßig Geitonogamie. Damit aber der von den jüngeren Blüten abgestoßene Pollen sein Ziel nicht verfehlt und richtig auf die Narben der zunächst stehenden älteren Blüten kommt, sind bei den hierher gehörenden Korbblütlern verschiedene Einrichtungen getroffen. Bei dem Alplattiche (Homogyne) sind die auf dem ebenen Boden des Köpfchens beisammenstehenden Röhrenblüten von ungleicher Länge. Die randständigen Blüten sind etwas kürzer als die mittelständigen, so daß die Griffeläste der ersteren tiefer zu stehen kommen als jene der letzteren. Das genügt aber noch nicht, um den Pollen, welcher sich von den höher gestellten Griffeläſten ablöst und abfällt, auf das Narbengewebe der tiefer stehenden Griffeläste zu bringen; denn diese letzteren sind etwas weiter am Umfange des Köpfchens aufgepflanzt, und es ist daher notwendig, daß sich die pollentragenden Griffel gegen den Umfang des Köpfchens neigen, wenn der von ihnen getragene Pollen an die richtige Stelle kommen soll. Das geschieht auch in der That. Die anfänglich geraden und aufrechten Griffel krümmen sich um einen Winkel von 70—90 Grad nach auswärts, und zwar bevor noch die beiden von ihnen getragenen Griffeläste spreizend werden und den aus der Antherenröhre vorgeschobenen Pollen abwerfen. Auf diese Weise gelangt der später abfallende Pollen unvermeidlich auf die tiefer stehenden Narben der älteren Blüten. Bisweilen kommt es auch vor, daß die noch mit Pollen bedeckten spreizenden Griffeläste jüngerer Blüten mit dem Narbengewebe an den Griffeläſten älterer Blüten in unmittelbare Berührung kommen, und daß auch auf diese Weise eine Geitonogamie stattfindet.

Ähnlich wie bei dem hier als Vorbild gewählten Alplattiche verhält es sich an zahlreichen anderen Korbblütlern, deren Köpfchen lediglich aus röhrenförmigen Zwitterblüten zusammengesetzt sind. Eine unbedeutende Abweichung zeigen die Wermute der Hochgebirge, z. B. Artemisia Mutellina und spicata, in deren Köpfchen das Hinausragen der mittelständigen Blüten über die Umgebung nicht nur durch größere Länge, sondern auch dadurch zu stande kommt, daß der Boden des Köpfchens, auf welchem die Röhrenblüten beisammenstehen, deutlich gewölbt ist. Die auf der Kuppel der Wölbung obenauf stehenden Blüten ragen selbstverständlich über die am Umfange stehenden empor. Bei sehr vielen Korbblütlern (z. B. Doronicum glaciale und scorpioides, Senecio cordatus und Doronicum, Telekia und Buphthalmum, Anthemis und Matricaria) ist der Boden, auf welchem die Blüten des Köpfchens beisammenstehen, anfänglich flach oder nur wenig gewölbt, erhebt sich aber im Verlaufe des Blühens so bedeutend, daß er die Form einer Halbkugel oder selbst eines Kegels annimmt. In den Köpfchen von Doronicum beträgt diese Erhöhung z. B. 1 cm, und verhältnismäßig noch ausgiebiger ist sie bei den Arten der Gattung Anthemis und Matricaria. Die nächste Folge dieser Umwandlung des Bodens ist natürlich auch eine Änderung in der Richtung der auf dem Boden stehenden Röhrenblüten. Es kommt vor, daß Blüten, welche auf dem Boden des sich öffnenden Köpfchens senkrecht stehen, späterhin eine nahezu wagerechte Stellung einnehmen. Das Merkwürdigste dabei ist aber, daß diese Veränderungen gleichen Schritt halten mit der fortschreitenden Entwickelung der Blüten. Bekanntlich öffnen sich in den köpfchenförmigen Blütenständen die randständigen Blüten zuerst und jene der Mitte zuletzt (s. Band I, S. 697). Die Blüten jedes äußeren Umkreises sind daher immer schon weiter vorgeschritten als jene des nächstfolgenden inneren Umkreises, und wenn an den äußeren das belegungsfähige Narbengewebe bereits aufgeschlossen

ist, wird an den inneren erst der Pollen aus der Antherenröhre vorgeschoben und von den sich trennenden Griffelästen abgestoßen. Dabei ist nun die wunderbare Einrichtung getroffen, daß infolge der früher erwähnten Veränderungen des Bodens, auf welchem die Blüten beisammenstehen, die belegungsfähigen Narben der äußeren Blüten genau in die Falllinie des Pollens der inneren Blüten kommen! Bisweilen bedarf es übrigens gar nicht des Pollenfalles; denn die Blüten stehen so dicht neben- und übereinander, daß die spreizenden Narben der älteren mit dem Pollen der jüngeren Blüten pünktlich in unmittelbare Berührung kommen. Das gilt insbesondere von verschiedenen Arten der Gattung Kreuzkraut (Senecio), bei denen auch noch die bemerkenswerte Einrichtung getroffen ist, daß die beiden Äste des Griffels nicht in wagerechter, sondern in senkrechter Richtung auseinander spreizen, was zur Folge hat, daß der eine der Griffeläste sich geradezu auf das jüngst vorgeschobene Pollenklümpchen einer höher stehenden Nachbarblüte anlegt. Zwischen den hier in gedrängtester Kürze geschilderten, zur Geitonogamie führenden Einrichtungen in den Blüten der Korbblütler gibt es begreiflicherweise noch eine Menge Zwischenformen, auf welche aber hier nicht näher eingegangen werden kann.

Ähnlich wie bei den Korbblütlern sind auch bei den Doldenpflanzen viele kleine Blüten so dicht zusammengedrängt, daß eine Berührung und Verbindung der Narben und des Pollens benachbarter Blüten leicht erfolgen kann, und es läßt sich bei dem Anblicke dieser Blütengruppen von vornherein das Zustandekommen der Geitonogamie mutmaßen. Die Mutmaßung wird bei eingehender Untersuchung zur Gewißheit; denn thatsächlich zeigen die Doldenpflanzen eine Mannigfaltigkeit der zur Geitonogamie führenden Einrichtungen, die kaum geringer ist als jene, welche die Korbblütler aufweisen. Die wichtigsten dieser Einrichtungen sollen in nachfolgendem vorgeführt werden. Zunächst treffen wir eine Gruppe, für welche die Gattungen Mannstreu (Eryngium) und Hacquetia (Hacquetia) als Vorbilder gelten können. Die Arten dieser Gruppe zeigen köpfchenförmig zusammengestellte Blüten, welche von großen und breiten Hüllblättern umgeben sind. Sämtliche Blüten sind zwitterig und proterogyn. Noch sind die Pollenblätter hakenförmig einwärts gekrümmt, die Antheren sind noch geschlossen und die Blumenblätter zusammengelegt, und doch ragen bereits die von klebrigen, glänzenden Narben abgeschlossenen langen Griffel weit aus der Knospe hervor. Zu dieser Zeit können die Narben nur mit dem Pollen anderer Stöcke, beziehentlich anderer Arten belegt werden. Später strecken sich die Träger der Antheren in die Länge und werden gerade, die Antheren springen auf, und aus den gebildeten Rissen kommt Pollen zum Vorscheine. Dieser gelangt mit den noch immer belegungsfähigen Narben entweder sofort oder doch alsbald in Berührung; denn die langen Griffel haben sich inzwischen noch mehr als im Beginne des Blühens nach der Seite geneigt, und ihre Narben sind dadurch in das Bereich der Nachbarblüten gelangt, wo es unausweichlich ist, daß sie entweder an die pollenbedeckten Antheren streifen oder mit dem aus den schrumpfenden Antheren abfallenden krümeligen Pollen belegt werden.

Einigermaßen abweichend von dieser Gruppe der Doldenpflanzen verhalten sich die Gattungen Sanikel (Sanicula), Sterndolde (Astrantia) und Laserkraut (Laserpitium). Die Abweichungen werden insbesondere dadurch bedingt, daß bei den Arten dieser drei Gattungen neben den zwitterigen Blüten auch Pollenblüten vorkommen. Bei dem Sanikel besteht jedes Döldchen aus drei mittelständigen echten Zwitterblüten und 8—10 kranzförmig um die ersteren gruppierten Pollenblüten. Die Zwitterblüten sind proterogyn, kommen zuerst zur Entwickelung, und es können daher im Beginne des Blühens die Narben nur mit Pollen von anderen Stöcken, beziehentlich anderen Arten belegt werden. Später strecken sich die Pollenblätter der Zwitterblüten gerade und ragen so wie die Griffel weit aus den Blüten heraus. Da aber die Griffel senkrecht in die Höhe stehen und die Antherenträger eine

ſchräge Richtung einhalten, ſo kommen Antheren und Narben derſelben Blüte doch nicht zuſammen. Dagegen erfolgt bald darauf eine Kreuzung der Zwitterblüten mit den benachbarten Pollenblüten und zwar in folgender Weiſe. Die Pollenblätter der Zwitterblüten welken und fallen ab, die Griffel ſpreizen nun weit auseinander und krümmen ſich in ſanftem Bogen nach außen, wodurch die noch immer belegungsfähigen Narben in das Bereich der im Kreiſe herumſtehenden Pollenblätter kommen, die ſich inzwiſchen geöffnet haben, und deren Antheren reichlichen Pollen ausbieten. Eine Belegung der Narben iſt nun unvermeidlich, ſei es durch gegenſeitige Berührung der Narben und Antheren oder durch Abfallen des Pollens aus den ſchrumpfenden Antheren. Die Anordnung der Blüten bei der Sterndolde (Astrantia) wurde bereits auf S. 295 beſchrieben; ſie ſtimmt mit jener bei dem Sanikel darin überein, daß jedes Döldchen neben Zwitterblüten auch Pollenblüten enthält, daß zuerſt die Zwitterblüten zur Entwickelung kommen, daß dieſe proterogyn ſind, und daß daher die klebrigen Narben der allererſten in einer beſtimmten Gegend aufgehenden Blüten nur mit dem Pollen anderer Arten belegt werden können. Später ſpreizen die Griffel der Zwitterblüten auseinander, und die Narben holen ſich gewiſſermaßen den Pollen aus den Antheren der benachbarten Pollenblüten, welche inzwiſchen aufgeſprungen ſind. Das Laſerkraut (Laserpitium) zeigt zwar im allgemeinen dieſelbe räumliche Verteilung der Blüten wie der Sanikel und die Sterndolde, unterſcheidet ſich aber dadurch, daß die Zwitterblüten in der weitſchweifigen großen Dolde nicht proterogyn, ſondern proterandriſch ſind. Die Geitonogamie erfolgt nichtsdeſtoweniger auf dieſelbe Weiſe wie bei der Sterndolde, nämlich dadurch, daß die Narben an der Spitze der ſpreizenden Griffel ſich den Pollen aus den Antheren der benachbarten Pollenblüten holen. Da die proterandriſchen Zwitterblüten früher zur Entwickelung kommen als die Pollenblüten, ſo trifft die Belegungsfähigkeit der Narben in den erſteren mit der Entbindung des Pollens aus den Antheren der letzteren genau zuſammen.

Einen auffallenden Gegenſatz zu den bisher beſprochenen Doldenpflanzen, bei welchen ſich zum Behufe der Geitonogamie die Narben der einen Blüte durch Verlängern, Krümmen und Hinübergreifen des Griffels in das Gebiet der Nachbarblüten den Pollen ſozuſagen ſelbſt holen, bilden diejenigen, deren Griffel und Narben ihre urſprüngliche Lage beibehalten, wo dagegen die Pollenblätter ſich ſtrecken und verlängern und eine ſolche Lage annehmen, daß der von ihren Antheren entbundene Pollen auf die Narben nachbarlicher Blüten gelangt. Eine Gruppe hierher gehöriger Arten, für welche die auf den europäiſchen Hochgebirgen weitverbreitete Dickrippe (Pachypleurum) als Beiſpiel gewählt ſein mag, entwickelt am Ende des Stengels eine einzige flache Dolde, deren Blüten durchgehends Zwitterblüten ſind. Dieſe Zwitterblüten ſind proterogyn; ihre klebrigen Narben vermögen bereits zu einer Zeit Pollen aufzunehmen, wenn die Antheren der zuſtändigen Pollenblätter noch geſchloſſen ſind. In dieſer erſten Periode des Blühens kann alſo nur eine Kreuzung mit den Blüten anderer Stöcke ſtattfinden. Später ſtrecken ſich die Pollenblätter gerade, ſtehen faſt ſternförmig nach allen Seiten ab, und die von langen Fäden getragenen Antheren kommen ſo in das Bereich der Nachbarblüten. Da die Narben noch immer belegungsfähig ſind, ſo iſt es unvermeidlich, daß ein Teil des aus den aufſpringenden Antheren hervorquellenden Pollens einer jeden Blüte auf die Narben der Nachbarblüten zu liegen kommt. Wenig abweichend iſt der Vorgang, welcher ſich in den Dolden des Roßkümmels (Siler) vollzieht, obſchon die Blüten dieſer Pflanze nicht proterogyn wie jene der Dickrippe, ſondern ausgeſprochen proterandriſch ſind. Daß trotz dieſer Verſchiedenheit in der Aufeinanderfolge der Geſchlechtsreife dennoch dasſelbe Ziel erreicht wird, iſt folgendermaßen zu erklären. Die zu einer Dolde vereinigten Blüten des Roßkümmels entwickeln ſich nicht wie jene der Dickrippe zu gleicher Zeit, ſondern die Entwickelung ſchreitet vom Umfange der Dolde nur ſehr allmählich gegen die Mitte vor, und infolge dieſes Entwickelungsganges ſpringen die Antheren der inmitten einer Dolde

ſtehenden Blüten erſt dann auf, wenn die am Umfange ſtehenden Blüten bereits ihren Pollen verloren haben und die Narben daſelbſt belegungsfähig geworden ſind. Da die fadenförmigen Antherenträger ſo lang ſind, daß ſie bis zur Mitte der randſtändigen Nachbarblüten reichen, ſo wird dort auch ein Teil des krümeligen, aus den ſchrumpfenden Antheren ausfallenden Pollens auf die inzwiſchen belegungsfähig gewordenen Narben abgeſetzt, und es erfolgt auf dieſe Weiſe ſehr regelmäßig Geitonogamie.

Die Dickrippe und der Roßkümmel ſowie alle anderen Doldenpflanzen, für welche die beiden genannten Gattungen als Beiſpiele gewählt wurden, beherbergen in ihren Dolden nur Zwitterblüten und unterſcheiden ſich dadurch von den Arten der Gattungen Augenwurz (Athamanta), Bärwurz (Meum) und Kälberkropf (Chaerophyllum; ſ. Abbildung, S. 318, Fig. 3 und 4), deren Dolden Zwitterblüten und Pollenblüten gemengt enthalten, ſich alſo ähnlich wie die Sterndolde und der Sanikel verhalten. Dieſe andere Verteilung der Blüten veranlaßt aber keine Abweichung von dem ſoeben geſchilderten Belegungsvorgange, und es wäre nur zu erwähnen, daß bei dieſen Pflanzen die echten Zwitterblüten ſtets früher aufblühen als die derſelben Dolde angehörenden ſcheinzwitterigen Pollenblüten. Erſt dann, wenn aus den Zwitterblüten die Pollenblätter ſich abgelöſt haben und abgefallen ſind, und nachdem die Narben ein paar Tage hindurch im belegungsfähigen Zuſtande auf den Pollen aus anderen Stöcken gewartet haben, öffnen ſich in den Pollenblüten die inzwiſchen über die Blumenblätter weit vorgeſchobenen Antheren und laſſen den Pollen auf die Narben der Zwitterblüten herabfallen. Der Erfolg dieſes Vorganges iſt um ſo ſicherer, als die Zahl der Pollenblüten immer erheblich größer iſt als jene der Zwitterblüten. Die Dolde von Chaerophyllum aromaticum, welche auf S. 318 abgebildet wurde, umfaßt z. B. neben einer mittelſtändigen und 3—5 randſtändigen Zwitterblüten 20 Pollenblüten, und es kommen daher auf 8—12 Narben beiläufig 100 Antheren. Überdies nehmen bei dieſen Doldenpflanzen die Zwitterblüten zur Zeit des Aufblühens der Pollenblüten eine ſolche Lage ein, daß die Belegung ihrer Narben mit dem ausfallenden Pollen geradezu unvermeidlich iſt.

Einen der merkwürdigſten Fälle der Geitonogamie beobachtet man an jenen Doldenpflanzen, für welche die Gattungen Kerbel (Anthriscus), Fenchel (Foeniculum), Koriander (Coriandrum), Merk (Sium) und Birkwurz (Ferulago) als Vorbilder dienen können. Alle Arten dieſer Gattungen zeigen zweierlei Blütenſtände. Die zuerſt aufblühenden Dolden enthalten vorherrſchend echte Zwitterblüten und dieſen beigemengt vereinzelte Pollenblüten; die ſpäter aufblühenden Dolden umfaſſen dagegen ausſchließlich Pollenblüten. Die Zwitterblüten, welche zuerſt an die Reihe kommen, ſind vollkommen proterandriſch; die von ſehr kurzen Fäden getragenen Antheren werden eine nach der anderen in die Mitte der Blüte geſtellt, ſpringen dort auf und bieten ihren Pollen aus; tags darauf fällt das betreffende Pollenblatt ab. Nachdem alle fünf Pollenblätter abgefallen ſind, ſieht man die Narben belegungsfähig werden. Sie verharren in dieſem Zuſtande ein paar Tage und ſind während dieſer Zeit auf Kreuzung mit dem Pollen anderer Stöcke angewieſen. Nun kommen auch die Dolden, welche ausſchließlich Pollenblüten tragen, zur Geltung. Die Seitenſtengel, welche von dieſen Dolden abgeſchloſſen werden, ſind mittlerweile in die Höhe gewachſen und haben dabei eine ſolche Richtung eingehalten, daß ihre Dolden über die belegungsfähigen Narben der Zwitterblüten zu ſtehen kommen und gewiſſermaßen obere Stockwerke in dem Bauwerke des ganzen Blütenſtandes bilden. Wenn nun die Antheren der im oberen Stockwerke ſtehenden Pollenblätter ſich öffnen, und wenn daraufhin die Wände dieſer Antheren ſchrumpfen, ſo wird der Pollen abgeſtoßen und fällt, dem Geſetze der Schwere folgend, in winzigen krümeligen Klümpchen ſenkrecht nach abwärts. Die Narben der tiefer ſtehenden älteren Blüten kommen auf dieſe Weiſe in einen förmlichen Pollenregen, und man überzeugt ſich leicht, daß die Mehrzahl dieſer Narben auch wirklich mit dem herabfallenden Pollen belegt wird.

Die bisher geſchilderten Fälle der Geitonogamie bei den Korbblütlern und Doldenpflanzen können als Vorbilder für zahlreiche Pflanzen anderer Familien angeſehen werden. Zumal bei jenen Sternkräutern, Kaprifoliaceen, Korneen, Skrofularineen, Roſifloreen, Polygoneen, Lilifloreen und Aroideen, deren Blüten in Köpfchen, Knäueln, Büſcheln, Ähren und Trauben dicht gedrängt beiſammenſtehen, wiederholen ſich die beſprochenen Vorgänge mitunter bis auf die kleinſte Kleinigkeit. So z. B. verlängern, ſpreizen und krümmen ſich die beiden Griffel in den proterandriſchen gebüſchelten Blüten der Waldmeiſterart Asperula taurina ganz ähnlich wie jene des Laſerkrautes; ſie gelangen infolge dieſer Lageänderung auch in den Bereich jüngerer Nachbarblüten, in welchen noch Pollen ausgeboten wird, und ihre Narben kommen dort auch richtig mit Pollen in Berührung. Dieſer Vorgang wird bei der genannten Waldmeiſterart noch weſentlich dadurch unterſtützt, daß die zuletzt zur Entfaltung kommenden Blüten Pollenblüten ſind. Bei dem Hirſchholder (Sambucus racemosa), bei den verſchiedenen Arten der Gattung Hartriegel (Cornus florida, mas, sanguinea), bei den Weinreben (Vitis), welche echte Zwitterblüten tragen, bei der ſtraußblütigen Lyſimachie (Lysimachia thyrsiflora) ſowie bei mehreren Spierſtauden (Spiraea) erinnert der Vorgang der Geitonogamie an jenen, welcher ſich bei dem Roßkümmel (Siler trilobum) abſpielt, indem die Richtung des Griffels und die Lage der Narbe unverändert bleiben, aber die fadenförmigen Träger der Antheren ſich ſtrecken und krümmen und den Pollen auf die Narben der Nachbarblüten ablagern. An den verſchiedenen Arten des Schneeballes (Viburnum Lantana, Opulus) iſt zudem noch die Einrichtung getroffen, daß der von den übergreifenden Antheren der Nachbarblüten ſich ablöſende Pollen in den Grund der beckenförmigen Blumenkrone fällt, wo ſich eine große polſterförmige Narbe befindet.

Der Vorgang der Geitonogamie bei der Schlangenwurz (Calla palustris) und dem wachholderblätterigen Steinbrech (Saxifraga juniperifolia) erinnert dagegen einigermaßen an den Pollenfall bei den Korbblütlern. Die Blüten dieſer Pflanzen ſind in kurze Ähren oder ährenförmige Büſchel zuſammengedrängt. Sie ſind proterogyn, die Narben in der unteren Hälfte des Blütenſtandes werden erſt dann belegungsfähig, wenn die darübergeſtellten Blüten Pollen ausbieten. Wenn nun dieſer Pollen bei dem Schrumpfen der Antheren abgeſtoßen wird, ſo gelangt er unvermeidlich auf die daruntерſtehenden belegungsfähigen Narben. Bei jenen Arten der Gattung Ehrenpreis, welche ährenförmige Blütenſtände haben (Veronica maritima, spicata, spuria ꝛc.), weicht der Vorgang der Geitonogamie von dem ſoeben geſchilderten inſofern ab, als hier der Griffel im Verlaufe des Blühens eigentümliche Bewegungen ausführt. Die gedrängt beiſammenſtehenden Blüten ſind ausgeſprochen proterogyn, und die Narben der zuerſt ſich entfaltenden Blüten ſind an jedem Stocke auf den Pollen anderer Stöcke, beziehentlich anderer Arten angewieſen. Das dauert ein paar Tage. Mittlerweile haben ſich die Staubfäden der erſten, an den Ähren den unterſten Platz einnehmenden Blüten ſehr verlängert und die Antheren dort hingeſchoben, wo anfänglich die Narben geſtanden hatten; die Antheren ſpringen auf und bieten den Pollen aus. Aber kurz bevor das Aufſpringen der Antheren ſtattfand, haben ſich die Griffel kniefömig nach abwärts gebogen, ſo daß ihre Narben mit dem aus den beſagten Antheren hervorquellenden Pollen nicht in Berührung kommen können. Erſt dann, wenn dieſer Pollen infolge des Schrumpfens der Antheren abgefallen oder durch blütenbeſuchende Inſekten weggetragen iſt, ſtrecken ſich die Griffel wieder gerade und ſtehen nahezu wagerecht von der Ährenſpindel ab. Die Entwickelung nimmt in den weiter aufwärts an der Ährenſpindel ſitzenden Blüten genau denſelben Verlauf, wie er an den unterſten Blüten ſoeben geſchildert worden iſt, doch ſind dort begreiflicherweiſe alle Entwickelungsſtufen um ein paar Tage verſpätet. Dieſe Verſpätung iſt aber die Urſache, daß zu derſelben Zeit, in welcher die Griffel der tiefer geſtellten Blüten ſich wieder gerade ſtrecken, aus den ſchrumpfenden Antheren der höher

geſtellten Blüten Pollen abfällt. Die noch immer friſchen Narben am Ende der Griffel in den unteren Blüten kommen daher in die Falllinie des Pollens der höher geſtellten Nachbarblüten und werden auch mit dieſem Pollen in ausgiebiger Weiſe belegt.

Ein ähnlicher Vorgang ſpielt ſich auch an dem auf S. 308 abgebildeten Eremurus ab, doch findet bei dieſer Pflanze kein Pollenfall ſtatt, ſondern die Narben an der Spitze der ſich gerade ſtreckenden Griffel kommen gelegentlich dieſer Lageänderung mit dem orangegelben Pollen, welcher noch in den verſchrumpften Antheren höher ſtehender Blüten haftet, in Berührung. Manche Griffel ſtreifen freilich bei den Antheren auch vorbei, ohne daß dieſe Berührung ſtattfände, und viele Narben in der Blütentraube des Eremurus gehen daher leer aus. Da auch die Übertragung des Pollens durch Inſekten bei dieſer Pflanze nicht gerade häufig vorkommt, ſo iſt es begreiflich, daß aus den vielen Fruchtanlagen in den Trauben des Eremurus gewöhnlich nur wenige Früchte hervorgehen. Es iſt das um ſo bemerkenswerter, als den Blüten dieſer Pflanze eine Eigentümlichkeit zukommt, welche im allgemeinen für das Zuſtandekommen der Kreuzung ſehr vorteilhaft iſt, nämlich eine ganz außergewöhnliche Langlebigkeit der Narben. Sobald ſich das Perigon einer Blüte öffnet, zeigt ſich die Narbe bereits belegungsfähig; wenn ſich dann die Perigonzipfel einrollen, um die Geſtalt und Farbe von Blattläuſen anzunehmen (ſ. S. 167), und wenn der Griffel wie der Zeiger einer Uhr gegen die Spindel des Blütenſtandes bewegt wird, bleibt die Narbe noch immer belegungsfähig, und ſie iſt es auch dann noch, wenn der Griffel ſich ſchließlich wieder gerade geſtreckt und ſchräg nach aufwärts gerichtet hat.

Ein eigentümlicher Fall der Geitonogamie wird an dem Allermannsharniſche (Allium Victorialis) beobachtet. Jede Dolde dieſer Pflanze wird aus Blüten ſehr verſchiedenen Alters zuſammengeſetzt. Bevor die erſten Blüten zur Neige gehen, welken und verſchrumpfen, ſieht man ihre pollenbedeckten Antheren deutlich über den Rand des Perigons hinausragen. In den jüngeren Blüten ſind zu derſelben Zeit die Antheren noch geſchloſſen und von den Perigonblättern verdeckt, während die belegungsfähigen Narben bereits über das Perigon emporragen. Wenn nun dieſe jungen, bisher kurzgeſtielten Blüten infolge der Verlängerung ihrer Stiele in die Höhe gehoben und zwiſchen die alten Blüten eingeſchoben werden, ſo iſt es unvermeidlich, daß von den Narben der jungen Blüten der Pollen der alten Blüten abgeſtreift wird, oder daß derſelbe abfallend auf die Narben der jungen Blüten gelangt.

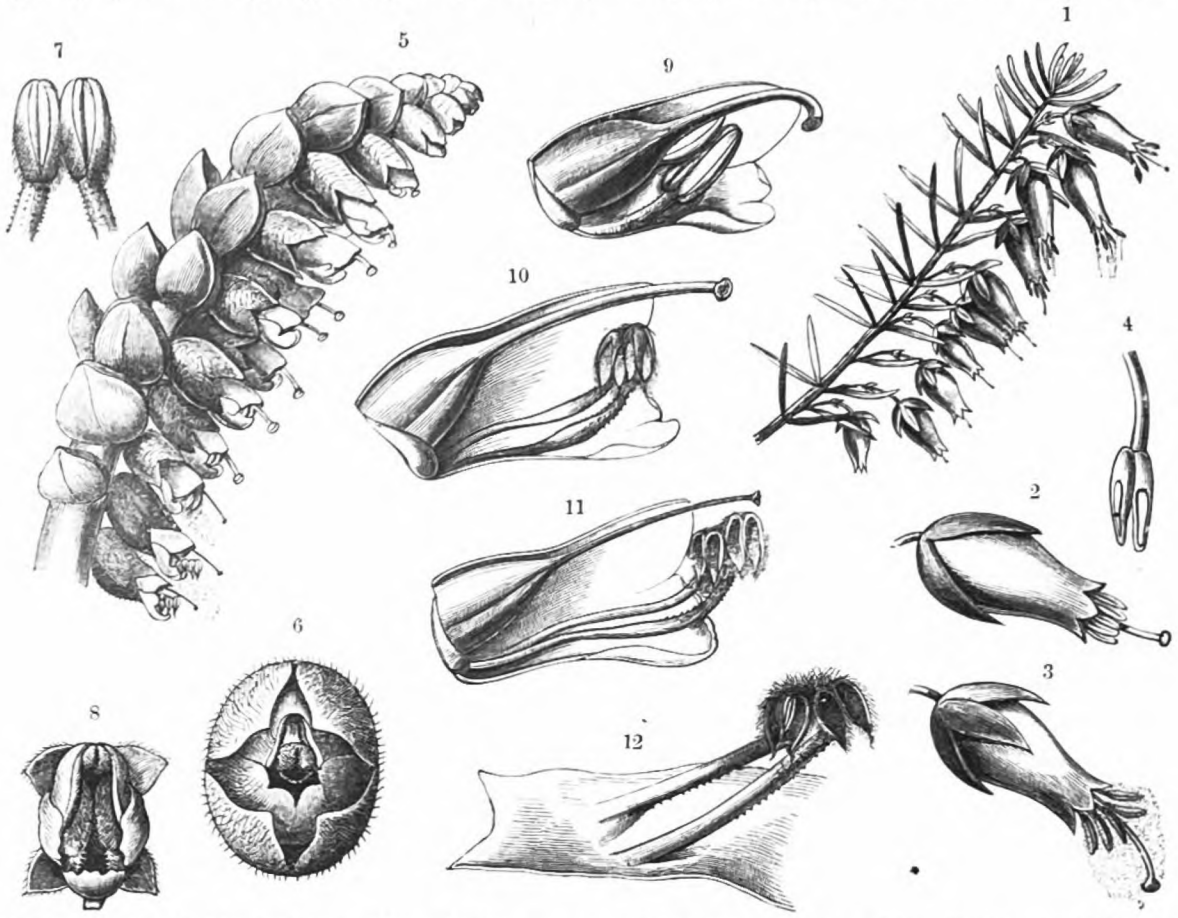
Überaus merkwürdig iſt auch die Geitonogamie bei dem unter dem Volksnamen Natterwurz bekannten Wieſenknöteriche (Polygonum Bistorta). Dieſelbe wird insbeſondere dadurch ſehr verwickelt, daß die eigentümliche Verteilung der Geſchlechter mit einer ausgeſprochenen Dichogamie und einer ſeltſamen Art des Aufblühens verbunden iſt. Ich will es verſuchen, dieſen Fall ſo kurz wie möglich darzuſtellen. Der Blütenſtand, welcher den Eindruck einer Ähre macht, wird aus ſehr zahlreichen kleinen zweiblütigen Trugdöldchen zuſammengeſetzt. Von den zwei Blüten eines Trugdöldchens iſt die eine langgriffelig und eine echte Zwitterblüte, während die andere neben den gut entwickelten Pollenblättern kurze Griffel und verkümmernde Fruchtanlagen enthält, die niemals zu Früchten werden, ſo daß man dieſe letztere Blüte als ſcheinzwitterige Pollenblüte anzuſprechen hat. In ſämtlichen Trugdöldchen blühen zunächſt die langgriffeligen Zwitterblüten auf, und zwar beginnt das Aufblühen zu unterſt an der Scheinähre und ſchreitet von da allmählich bis zum Gipfel fort. Erſt dann, wenn die oberſte der langgriffeligen Zwitterblüten ſich geöffnet hat, kommt die Reihe auch an die ſcheinzwitterigen Pollenblüten, und dieſe halten ſich wieder genau an das Vorbild ihrer Nachbarn, d. h. es entwickeln ſich zuerſt die unterſten, während die oberſten als die letzten aufblühen. Die langgriffeligen Blüten ſind proterandriſch. Im Beginne des Blühens ragen die mit Pollen bedeckten Antheren um 1 mm über das Perigon vor; die Griffel ſind dagegen noch kurz und im Inneren des Perigons verſteckt. Zu dieſer Zeit kann nur Pollen

von den Blüten abgeholt werden. Nun fallen die Antheren ab, die Griffel verlängern sich und ragen 3 mm über das Perigon vor. Um diese Zeit erscheint die ganze Ähre mit belegungsfähigen Narben besetzt, welche nur mit dem Pollen anderer Stöcke durch Vermittelung der Insekten belegt werden können. Dieser Zustand dauert aber nicht lange; denn jetzt öffnen sich nacheinander in rascher Folge auch die scheinzwitterigen Pollenblüten. Ihre mit Pollen reichlich bedeckten Antheren ragen 3 mm über das Perigon vor, kommen mit den noch immer belegungsfähigen Narben der Nachbarblüten zusammen, und es findet Geitonogamie statt. Sobald das geschehen ist, lösen sich die scheinzwitterigen Pollenblüten von der Spindel der Ähre ab und fallen zu Boden. Für jene Narben, welche schon früher durch Vermittelung der Insekten den Pollen anderer Stöcke erhalten haben sollten, ist diese Geitonogamie allerdings wertlos, für jene dagegen, welche nicht von Insekten besucht wurden, ist das Zustandekommen mit dem Pollen der Nachbarblüten von größter Wichtigkeit; denn sie würden sonst verwelken, ohne belegt worden zu sein, und in diesem Sinne könnte man die scheinzwitterigen Pollenblüten des Polygonum Bistorta geradezu als Reserveblüten ansehen, welche für den Fall ausbleibenden Insektenbesuches noch im letzten Augenblicke den Pollen zu liefern haben.

In mancher Beziehung mit dem hier geschilderten Falle übereinstimmend, verhalten sich mehrere mit dem Wiesenknöteriche verwandte Pflanzen aus den Gattungen Rhabarber und Ampfer (Rheum, Rumex) sowie zahlreiche Arten der zu den Ranunkulaceen gehörenden Gattung Wiesenraute (Thalictrum). Die Zwitterblüten des Rhabarbers sind proterandrisch, die Antheren werden eine nach der anderen über den Rand des kleinen, glockenförmigen Perigons vorgeschoben, öffnen sich dort, entbinden mehligen Pollen, der sich bei Erschütterungen leicht ablöst, und fallen bald darauf selbst von ihren Trägern ab. Zu dieser Zeit sind die drei dem Scheitel des Fruchtknotens aufsitzenden Griffel zurückgekrümmt, und die von ihnen getragenen großen und gewulsteten blumenkohlartigen Narben sind im Grunde des Perigons so versteckt, daß der Pollen keinen Zutritt zu denselben finden kann. Erst dann, wenn sämtliche Antheren abgefallen sind, strecken sich die Griffel gerade, und es werden die Narben als ein dreilappiger, dicker Wulst vor den Rand des Perigons gestellt. Da nun die Entwickelung in den umfangreichen Blütensträußen der Rhabarberpflanze ganz allmählich erfolgt und zur Zeit, wenn die eine Blüte abwelkt, eine andere neben ihr erst geöffnet wird, so kommt auf die Narben der älteren Blüten regelmäßig der aus den Antheren jüngerer Nachbarblüten ausgeschüttelte Pollen zu liegen. Zuweilen sind es auch die in dem Blütenstande der Rhabarberpflanze enthaltenen und zu allerletzt geöffneten scheinzwitterigen Pollenblüten, welche den Pollen für die benachbarten Zwitterblüten liefern müssen und dann abfallen, wenn sie ihre Schuldigkeit gethan haben. Der zur Geitonogamie führende Entwickelungsgang bei dem Alpenampfer (Rumex alpinus) unterscheidet sich von jenem bei der Rhabarberpflanze dadurch, daß die Narben aus ihren anfänglichen Verstecken in der Tiefe des Perigons nicht infolge der Streckung der Griffel, sondern durch Zurückschlagen der verdeckenden Perigonblätter zum Vorscheine kommen, und bei den Wiesenrauten aus der Verwandtschaft des Thalictrum alpinum, foetidum und minus werden die anfänglich unter den Blumenblättern geborgenen Narben dadurch entblößt und für den Pollen der Nachbarblüten zugänglich gemacht, daß sich die verhüllenden Blumenblätter ablösen und abfallen.

Die zuletzt besprochenen Pflanzen haben mehligen Pollen, der bei ruhendem Winde lotrecht auf die Narben benachbarter Blüten herabfallen kann, bei dessen Übertragung aber sehr häufig auch Luftströmungen beteiligt sind. Insofern bilden sie den Übergang zu einer Gruppe von Pflanzen mit zwitterigen Blüten, bei welchen die Geitonogamie vorwaltend durch Luftströmungen vermittelt wird, wenn auch auf andere Weise als bei den Wiesenrauten, Ampfer- und Rhabarberarten. Es wurde dieser Gewächse schon

bei früherer Gelegenheit gedacht, als es ſich nämlich darum handelte, die Unzulänglichkeit der Einteilung in tierblütige und windblütige Pflanzen nachzuweiſen (ſ. S. 128). Die hierher gehörigen Arten ſind nämlich beides, anfänglich ſind ſie tierblütig, ſpäter windblütig. Der in den Alpenländern von den Thalſohlen bis hinauf zu den höchſten Kuppen der Kalkberge verbreitete Frühlingsheiderich (Erica carnea), welcher als Vorbild für ein paar hundert Ericaceen dienen kann, wird viel und gern von Bienen beſucht, und wie die Erfahrung lehrt, werden gelegentlich dieſer Beſuche vielfache Kreuzungen der Blüten teils des-



Geitonogamie mit ſtäubendem Pollen: 1. Erica carnea; Zweig mit einſeitig geſtellten Blüten. — 2. Blüte dieſer Pflanze im erſten Entwickelungsſtadium. — 3. Dieſelbe Blüte im letzten Entwickelungsſtadium. — 4. Ein einzelnes Pollenblatt der Erica carnea. — 5. Lathraea Squamaria; oberer Teil des Blütenſtandes. — 6. Vordere Anſicht der ſoeben geöffneten Blüte. — 7. Zwei Antheren aus dieſer Blüte, deren Fächer noch geſchloſſen ſind. — 8. Vordere Anſicht einer Blüte in ſpäterem Entwickelungsſtadium. — 9, 10, 11. Längsſchnitte durch drei Blüten, welche ſich im erſten, zweiten und dritten Entwickelungsſtadium befinden. — 12. Zwei Antheren, aus deren Fächern der ſtäubende Pollen ausgefallen iſt. — Fig. 1 und 5 in natürlicher Größe; die anderen Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 327—329.

ſelben, teils verſchiedener Stöcke veranlaßt. Aber noch viel häufiger findet bei dieſer Pflanze Kreuzung benachbarter Blüten vermittelſt Luftſtrömungen ſtatt. Wie das kommt, ſoll mit Zuhilfenahme der obenſtehenden Abbildung, Fig. 1—4, erläutert werden. Die reihenförmig gruppierten Blüten ſind mit ihrer Mündung ſämtlich nach einer Seite und zugleich ſchräg nach abwärts gewendet (Fig. 1). Ihre Entwickelung beginnt zu oberſt an den Zweigen und ſchreitet von da allgemach nach unten vor. Gleichzeitig mit dem Öffnen der Blumenkrone kommt die Narbe in Sicht. Dieſelbe wird von dem ſich verlängernden Griffel über den Saum der Blumenkrone weit vorgeſchoben. Die um den Griffel herumſtehenden Antheren ſind noch geſchloſſen und ſtecken ganz oder halb verborgen in der Blumenkrone (Fig. 2). Wenn jetzt Bienen angeflogen kommen, um im Blütengrunde Honig zu ſaugen, ſo iſt es bei der eigentümlichen Stellung des Griffels unvermeidlich, daß die Narbe geſtreift wird. Für den Fall, daß die Bienen von anderen Eriken Pollen mitgebracht haben ſollten, erfolgt ſofort

eine Kreuzung verschiedener Stöcke. Mittlerweile haben sich auch an den Antheren große Löcher ausgebildet (s. Abbildung, S. 327, Fig. 3). Da aber die Öffnungen der benachbarten Antheren genau aufeinander passen und in dieser Lage durch die an der Mündung etwas verengerte Blumenkrone wie von einem Ringe zusammengehalten werden, so bleibt der Pollen in den Antherenfächern aufgespeichert, und erst dann, wenn eine kleine Verschiebung der Antheren stattfindet, fallen die Pollentetraden als Staub heraus. Die Verschiebung der Antheren findet aber jedesmal statt, wenn Bienen ihren Rüssel zu dem Honig des Blütengrundes einführen, und es werden daher dieselben Bienen, welche bei dem Anfluge zuerst an die vorstehende Narbe anstreifen, im nächsten Augenblicke am Rüssel, Kopf und Brust mit Pollen bestreut. Besucht die bestäubte Biene kurz danach die Blüten anderer Stöcke, so muß die schon erwähnte Kreuzung erfolgen, und dort, wo verschiedene zu gleicher Zeit blühende Eriken wachsen, wird es auch an zweiartiger Kreuzung nicht fehlen. Mag nun die Narbe einer Blüte durch Vermittelung der Bienen mit dem Pollen eines anderen Stockes oder einer anderen Art belegt worden sein oder nicht, stets welkt sie nach ein paar Tagen ab und ist dann nicht mehr fähig, Pollen aufzunehmen. Dagegen verlängern sich in derselben Blüte die Staubfäden und schieben die von ihnen getragenen Antheren vor die Mündung der Blumenkrone. Dadurch verlieren diese Antheren ihren Zusammenhalt, trennen sich, und der Pollen fällt aus ihren Fächern bei der leisesten Erschütterung heraus (s. Abbildung, S. 327, Fig. 4). Es genügt ein unbedeutendes Schwanken des blütentragenden Zweiges, um jetzt das Ausfallen des Pollens zu veranlassen. Die noch belegungsfähigen klebrigen Narben der jüngeren Blüten, und zwar sowohl jene in der unmittelbaren Nachbarschaft an denselben Zweigen als auch die entfernter stehenden an anderen Zweigen des gleichen Stockes, werden nun unvermeidlich mit dem stäubenden Pollen belegt.

An dem Blütenstande der Schuppenwurz (Lathraea Squamaria) spielt sich die Kreuzung im großen und ganzen in derselben Weise ab. Die Blüten sind ähnlich jenen des Frühlingsheideriches einseitig nach jener Gegend gewendet, von welcher ein Anflug der Insekten zu erwarten steht (s. Abbildung, S. 327, Fig. 5). Sie sind proterogyn, und die belegungsfähige Narbe ragt bereits etwas über den Saum der Blumenkrone vor, wenn sich diese kaum geöffnet hat, und wenn die dahinter stehenden Antheren noch geschlossen sind (s. S. 327, Fig. 6, 7 und 9). In diesem Zeitabschnitte kann die Narbe nur mit Pollen anderer in der Entwickelung schon weiter vorgeschrittener Stöcke derselben Art, beziehentlich anderer, zeitiger blühender Arten belegt werden. Blumenkrone, Griffel und Antherenträger wachsen noch fortwährend in die Länge; der bisher hakenförmig gekrümmte Griffel streckt sich gerade, die Narbe, welche früher vor die enge Pforte der Blüte gestellt war, nimmt nun eine höhere Lage ein, die Antheren springen auf, und die Blüte ist nun in ihr zweites Entwickelungsstadium getreten (s. S. 327, Fig. 8 und 10). Die Belegung der Narben erfolgt zu dieser Zeit durch Vermittelung der Insekten. Erfahrungsgemäß sind es Hummeln, welche den von einem fleischigen Wulste unterhalb des Fruchtknotens abgeschiedenen Honig saugen und den Pollen der Schuppenwurz von Blüte zu Blüte übertragen. Wenn sie anfliegen, streifen sie zunächst die vorstehende Narbe und belegen dieselbe mit dem Pollen, den sie anderswo aufgeladen haben, und fahren dann mit ihrem Rüssel zwischen die oberseits mittels weicher Haare verketteten Antheren ein. Sie müssen diesen Weg um so pünktlicher einhalten, als sie sonst zu Schaden kommen würden. Die Antherenträger sind nämlich unterhalb der Antheren mit spitzen Dörnchen besetzt (s. S. 327, Fig. 10), dessen nachteiliger Berührung die Hummeln sorgfältig ausweichen. Sie fahren also zwischen den gegenüberliegenden und zusammenschließenden Antheren der als Streuzangen ausgebildeten Pollenblätter ein, drängen diese auseinander, bewirken dadurch ein Ausfallen des Pollens und werden am Rüssel und Kopfe mit dem mehligen Pollen eingestäubt. Und nun kommt die dritte und letzte Entwickelungsstufe.

Der Griffel und die Narbe verwelken, schrumpfen und vertrocknen, die Staubfäden verlängern sich und schieben die von ihnen getragenen Antheren vor den Saum der Blumenkrone (s. Abbildung, S. 327, Fig. 11 und 12). Hier hört der bisherige Zusammenhalt der gegenüberstehenden Antheren auf; sie trennen sich, der in ihren Nischen enthaltene Pollen wird bei Erschütterung durch den anprallenden Wind entführt und zu den noch belegungsfähigen Narben jüngerer Nachbarblüten hingetragen. Wurde eine Blüte schon früher von Hummeln besucht, so ist wohl nur noch wenig Blütenstaub in den Nischen der Antheren vorhanden; fand jedoch kein Insektenbesuch statt, so sind die aus der Blüte herausgeschobenen Antheren noch reichlich mit Pollen erfüllt, und dieser wirbelt dann auch in Form kleiner Wölkchen zu den Narben der jungen Blüten im oberen Teile der Ähre empor. Die Geitonogamie kommt demnach hier wie in so vielen anderen Fällen erst gegen Ende des Blühens zu stande. Anfänglich erscheint die Blüte auf eine zweiartige Kreuzung, dann auf eine Kreuzung verschiedener Stöcke derselben Art und erst, wenn diese beiden Vorgänge infolge ausbleibenden Insektenbesuches nicht stattgefunden haben, auf eine Kreuzung benachbarter Blüten desselben Stockes berechnet. Die Vorgänge und Einrichtungen in den Blüten der Clandestina rectiflora, Bartsia alpina und einiger anderer Rhinanthaceen stimmen in der Hauptsache mit jenen bei der Schuppenwurz überein, und es kann daher auf eine eingehende Schilderung derselben füglich verzichtet werden. Dagegen kommt hier zum Schlusse mit Rücksicht auf die Geitonogamie ihrer Zwitterblüten noch die zu den Sternkräutern gehörige persische Crucianella stylosa zur Besprechung. Es wurde diese Pflanze schon bei früherer Gelegenheit (S. 265) erwähnt und von ihr erzählt, daß bei Berührung der zu einem Hohlkegel zusammenschließenden Kronenzipfel ein plötzliches Aufklappen des Blütensaumes und ein Ausschleudern des in dem Hohlkegel geborgenen Pollens erfolgt. Wenn Insekten diese Berührung ausführen, so werden sie mit dem ausgeschleuderten Pollen eingestäubt, und wenn diese Insekten weiterhin noch andere Blüten derselben Crucianella besuchen, aus deren Mitte der schlanke, an seinem verdickten Ende das Narbengewebe tragende Griffel emporragt (s. Abbildung, S. 265, Fig. 5), so wird es nicht zu umgehen sein, daß sie den an ihrem Leibe hängenden Pollen auf dieses Narbengewebe bringen. Wenn aber Insektenbesuch ausbleibt, so erfolgt schließlich das Aufklappen des Blütensaumes und das Ausschleudern des Pollens von selbst; der ausgeschleuderte staubförmige Pollen verbreitet sich in der Luft der Umgebung und gelangt so zu den belegungsfähigen Narben der näheren und ferneren Nachbarblüten.

Autogamie.

Unter Autogamie versteht man die Belegung der Narben mit Pollen aus den zuständigen Pollenblättern. Zuständige Pollenblätter aber werden diejenigen genannt, welche neben den zu belegenden Narben in derselben Blüte stehen. Autogamie kann demnach nur in Zwitterblüten vorkommen, woraus aber nicht gefolgert werden darf, daß in Zwitterblüten nur Autogamie stattfinden könne. Daß die letztere Folgerung irrigerweise von Linné gemacht wurde, ist in dem vorhergehenden Kapitel erörtert. Es wurde daselbst auf eine fast unerschöpfliche Menge von Einrichtungen hingewiesen, welche in den Zwitterblüten eine Kreuzung herbeizuführen im stande sind, und zwar in erster Linie Kreuzung verschiedener Arten, in zweiter Linie Kreuzung der Blüten verschiedener Stöcke einer Art, und endlich Kreuzung der Blüten desselben Stockes. Dieses wichtige Ergebnis neuerer Untersuchungen führte nicht nur zu einer Berichtigung der Ansichten des berühmten schwedischen Botanikers, sondern zu dem Glauben, daß die Autogamie im Pflanzenreiche vermieden sei. Darwin meinte sogar, daß etwas Nachteiliges in der Autogamie liegen müsse, da so viele Anzeichen

zur Verhinderung derselben vorliegen. Dieser Ausspruch, obschon gegenwärtig ziemlich allgemein als Lehrsatz geltend und sogar als Naturgesetz hingestellt, ist aber nicht der richtige Ausdruck der beobachteten Thatsachen. Richtig ist, daß in erster Linie eine Kreuzung angestrebt erscheint, aber unrichtig ist, daß die Autogamie vermieden sei. Wenn eine Kreuzung stattgefunden hat, dann ist selbstverständlich eine nachfolgende Autogamie bedeutungslos, wenn aber die Kreuzung unterblieben ist, dann tritt die Autogamie in ihre Rechte, und die Einrichtungen, welche getroffen sind, um die Autogamie herbeizuführen, sind nicht weniger mannigfaltig als die, durch welche die Kreuzung angestrebt erscheint. Darin liegt eben das Wunderbare in dem Baue der Blüten, daß durch ihn zu verschiedenen Zeiten zweierlei, gewissermaßen entgegengesetzte Ziele angestrebt sind: Kreuzung und Autogamie.

Da dieses Ergebnis die wichtigste Grundlage für die später zu entwickelnde Theorie über die Entstehung der Pflanzenarten bildet, so ist es unerläßlich, die Beobachtungen, welche zu demselben geführt haben, vorausgehend mitzuteilen. Das ist freilich keine leichte Aufgabe. Seit 25 Jahren wurden von mir die Blüten von weit mehr als tausend Pflanzenarten, teils an ihren ursprünglichen Standorten in der freien Natur, teils in den Gärten, die mir zur Verfügung standen, in allen Stufen der Entwickelung, vom Aufknospen bis zum Abblühen, mit Rücksicht auf die hier in Rede stehenden Vorgänge untersucht, und der Aufzeichnungen sind so viele, daß selbst kurzgefaßte Darstellungen der Einzelfälle mehrere Bände vom Umfange des vorliegenden füllen würden. Ich muß mich daher begnügen, die Einzelfälle im Hinblicke auf ihre Übereinstimmung und Ähnlichkeit in Gruppen zusammenzufassen. Aber auch von diesen Gruppen ergibt sich eine erstaunlich große Anzahl, und selbst bei übersichtlicher Schilderung derselben ist immer noch eine weitgehende Beschränkung notwendig. Das Geratenste dürfte unter solchen Umständen wohl sein, für jede der zu besprechenden Einrichtungen eine Pflanzenart als Vorbild besonders hervorzuheben und an ihr dasjenige, was bemerkenswert ist, mit kurzen Worten zu schildern. Da die zu schildernden Vorgänge während des Blühens trotz der größten Mannigfaltigkeit dennoch auf ein und dasselbe abzielen, und da für die stets wiederkehrenden Dinge immer die gleichen Ausdrücke gebraucht werden müssen, so ist Eintönigkeit in den nachfolgenden Darstellungen nicht zu vermeiden, und ich muß den Leser ersuchen, sich für dieses Kapitel mit besonderer Langmut auszurüsten.

Der einfachste zur Autogamie führende Vorgang ist folgender. Die Blüte öffnet sich; die Narbe steht vor dem Eingange in den Blütengrund und ist bereits belegungsfähig; die Antheren liegen der Narbe dicht an, sind aber noch geschlossen. Autogamie ist jetzt unmöglich, dagegen kann durch Wind oder blütenbesuchende Tiere eine Kreuzung eingeleitet werden. In der zweiten Hälfte der Blütezeit öffnen sich die zuständigen, der Narbe anliegenden Antheren und die Narbe wird unverweilt mit dem entbundenen Pollen derselben belegt. Bemerkenswerte Verschiedenheiten dieses einfachsten Falles der Autogamie sind nur wenige zu verzeichnen. Er wird insbesondere bei einjährigen kleinblumigen Gewächsen (z. B. Centunculus minimus, Geranium pusillum, Lithospermum arvense) und dann bei verschiedenen Zwiebelpflanzen aus der Abteilung der Liliflorеen, z. B. mehreren Arten der Gattungen Fritillaria und Narcissus, sämtlichen Arten der Gattungen Trillium und Uvularia und einigen Safranen (Crocus) beobachtet. Bei Trillium grandiflorum und Uvularia grandiflora sind in jedem der drei von den spreizenden Narben gebildeten Winkel je zwei Antheren eingelagert, und es wird aus jeder geöffneten Anthere nur der Pollen der nach innen gewendeten Antherenhälfte bei der Autogamie verwendet, während der Pollen der nach außen sehenden Antherenhälfte auch nach erfolgter Autogamie noch von Insekten abgeholt werden kann. Bei der Kaiserkrone (Fritillaria imperialis) gelangt nur der Pollen der drei längeren Pollenblätter auf die zuständige Narbe. Bei

dieser Pflanze sind nämlich von den sechs Pollenblättern drei länger und drei kürzer; nur die Antheren der drei längeren liegen der dreizackigen Narbe an, und diese öffnen sich auch um einen Tag später als jene, welche von den drei kürzeren Pollenblättern angehören. Mit dem Öffnen ist ein Schrumpfen und mit dem Schrumpfen eine Verkürzung der Antheren von 20 auf 10 mm verbunden, und es wird hier seltsamerweise der entbundene Pollen bei dem Verschrumpfen und Verkürzen der Antheren durch die Ränder der anliegenden Narben förmlich abgeschabt. Bei dem die Wiesen der Alpenthäler im ersten Frühlinge mit Milliarden von Blüten schmückenden Safran Crocus albiflorus liegen die Antheren im Beginne des Blühens mit ihrer gewölbten Rückseite der Narbe an. Die mit haftendem Pollen erfüllten Antherenfächer sind auswärts gewendet und so eingestellt, daß die zum Honig des Blütengrundes einfahrenden Insekten den aus den Antherenfächern hervorgequollenen Pollen abstreifen und aufladen müssen. Anderseits nehmen die Narben eine solche Lage ein, daß die einfahrenden Insekten, bevor sie noch die Antheren streifen, das belegungsfähige Gewebe berühren. Bei dieser gegenseitigen Lage der Narben und Antheren werden in der ersten Zeit des Blühens durch Insekten, welche diese Safranblüten besuchen, ohne Zweifel zahlreiche Kreuzungen eingeleitet, und da, wie gesagt, die Antheren mit ihrer pollenlosen Rückseite der Narbe anliegen, so kann jetzt eine Autogamie noch nicht stattfinden. Gegen den Schluß des Blühens findet aber eine Drehung der Antheren statt, welche zur Folge hat, daß der Pollen je eines Antherenfaches an die benachbarte Narbe angestreift wird. Diese Autogamie wird noch dadurch gefördert, daß sich im Verlaufe des Blühens die Röhre des Perigons um 5—15 und die dem Perigon angewachsenen Träger der Antheren um 3—4 mm verlängern. Infolge dieser Verlängerung werden die Antheren an den Rändern der Narben förmlich vorbeigeschoben und diese um so ausgiebiger mit Pollen belegt.

Bei mehreren einjährigen Windlingen, für welche der im mittelländischen Florengebiete heimische Convolvulus Siculus als Vorbild dienen mag, gabelt sich der Griffel in zwei ziemlich lange, schmale, fadenförmige Äste, welche das belegungsfähige Gewebe tragen und als Narben angesprochen werden. Die eine dieser Narben ist aufrecht und bildet die gerade Fortsetzung des Griffels, die andere steht unter einem Winkel von 60 Grad spreizend ab und stellt sich wie ein Schlagbaum in die Einfahrt zum Blütengrunde. Die Pollenblätter sind dem Griffel angeschmiegt, und die Antheren liegen schon beim Öffnen der Blumenkrone der aufrechten Narbe an. Zur Zeit des Aufspringens sind die Antheren nach außen gewendet, wodurch verhindert ist, daß die von ihnen verhüllte aufrechte Narbe schon im Beginne des Blühens mit Pollen belegt wird. Anderseits begünstigt diese Lage der Antheren, daß von den Insekten, welche zum Honig in den Löchern des Blütengrundes einfahren, Pollen abgestreift und mitgenommen wird. Wenn die Antheren späterhin schrumpfen, werden sie allseitig mit Pollen bedeckt, und dann ist es auch unvermeidlich, daß ein Teil des Pollens auf die aufrechte Narbe kommt und Autogamie stattfindet. Die wie ein Schlagbaum quer in die Einfahrt gestellte zweite Narbe wird nur selten mit Pollen aus den zuständigen Antheren belegt; dagegen wird an diese Narbe Pollen angestreift, welchen die honigsaugenden Insekten aus anderen Blüten mitbringen, und es liegt daher hier ein Fall vor, wo die eine Narbe auf Autogamie, die andere Narbe auf Kreuzung berechnet ist.

In hängenden Blüten, deren Antheren zu einem Streukegel vereinigt sind, kommt die Autogamie dadurch zu stande, daß die Antherenträger gegen Ende des Blühens erschlaffen, so daß die mit Pollen gefüllten Fächer nicht mehr so fest wie früher zusammenschließen. Infolgedessen fällt der mehlige Pollen aus dem gelockerten Streukegel in die Tiefe und trifft dort auf die Narbe, welche noch immer klebrig und belegungsfähig ist. Im Beginne des Blühens sind die hierher gehörigen Pflanzen, für welche als Vorbilder das Schneeglöckchen (Galanthus), die oft genannte und

auf S. 274, Fig. 1 abgebildete Soldanella (Soldanella) und das mit dieser verwandte, in der Blütenform aber lebhaft an Cyclamen erinnernde Dodecathion genannt sein mögen, auf Kreuzung angewiesen. Der Griffel ragt über den Streukegel der Antheren weit hinaus. Insekten, welche sich als Besucher einstellen, streifen zuerst die Narbe, lockern dann für einen Augenblick den Streukegel und werden sofort mit einer Prise des Pollens bestreut. Wenn sie dann andere Blüten besuchen, so belegen sie zunächst die Narbe derselben mit dem mitgebrachten Pollen und veranlassen dadurch eine Kreuzung. Sind dagegen die Insekten fern geblieben, so ist der Streukegel auch noch am Schlusse des Blühens mit mehligem Pollen erfüllt, und dieser Pollen fällt jetzt bei dem leichtesten Schwanken der hängenden Blüten, ja selbst ohne jeden Anstoß aus den Nischen der gelockerten Antheren in die Tiefe zu den Narben hinab.

Der soeben geschilderte Vorgang wird nur in hängenden Blüten, deren Antheren mehligen Pollen enthalten, und deren Pollenblätter als Streukegel ausgebildet sind, beobachtet. In Blüten, welche von wagerechten Stielen getragen werden, und deren Mündung und Weitung nach der Seite sieht, kann derselbe Erfolg auch erreicht werden, wenn die Pollenblätter voneinander getrennt sind. Nur ist es dann von Wichtigkeit, daß ein Teil der Antheren zur Zeit des Aufspringens genau über den Narben zu stehen kommt. Zur Erzielung der Kreuzung sind solche seitlich eingestellte Blüten nach der Ausbreitung der Blumenblätter proterogyn, später aber springen die Antheren auf, und ein Teil des entbundenen Pollens fällt bei dem Schrumpfen der Antherenwandungen lotrecht auf die zuständige Narbe herab. Dieser Fall der Autogamie wurde insbesondere an den Blüten der Tofjeldie (Tofjeldia) und an der Ährenlilie (Narthecium) beobachtet.

Auch in aufrechten Blüten kommt, und zwar ohne Lageänderung der Blumenblätter, Pollenblätter und Griffel, im zweiten Zeitabschnitte des Blühens die Autogamie bisweilen durch Pollenfall zu stande. Damit anfänglich eine Kreuzung ermöglicht ist, sind solche Blüten proterogyn. Später, wenn einmal die Antheren aufgesprungen sind, löst sich ein Teil des krümeligen Pollens ab und belegt die etwas tiefer stehende Narbe. In jenen aufrechten Blüten, deren Blumenkrone die Gestalt eines Trichters hat, gleitet der abfallende Pollen über die abschüssige glatte Wand des Trichters zur Narbe hinab, und es ist in solchen Fällen, wo die Blumenkrone gewissermaßen die Leitung des Pollens übernimmt, nicht unbedingt notwendig, daß die Antheren lotrecht über der Narbe stehen. Als Beispiel für die hierher gehörenden Pflanzen kann der Flieder (Syringa) dienen. Derselbe ist auch insofern bemerkenswert, daß seine Blüten nur sehr kurz proterogyn erscheinen, daß aber auch nach dem Aufspringen der Antheren einen oder zwei Tage hindurch die Autogamie noch nicht stattfinden kann, weil die Antheren auswärts gewendet sind. Bei dieser Lage der Antheren kann der aus ihnen hervorquellende Pollen nicht von selbst in die Röhre der Blumenkrone gelangen; erst später, wenn sich die Antheren infolge des allmählichen Schrumpfens der Wände ringsum mit Pollen bedecken, fällt ein Teil des Pollens zu der in der Röhre des Blumentrichters stehenden Narbe hinab.

Sehr oft kommt in aufrechten oder schräg emporgerichteten Blüten die Autogamie dadurch zu stande, daß im Verlaufe des Blühens die Antheren, welche anfänglich tiefer als die Narben stehen, infolge der Verlängerung ihrer Träger in die Höhe der Narben gebracht werden und dort ihren Pollen ablagern. Die meisten hierher gehörigen Arten sind proterogyn; die Träger der Antheren erscheinen aufrecht, liegen dem Fruchtknoten, beziehentlich dem Griffel an oder sind diesen doch parallel. Im Beginne des Blühens sieht man die Antheren von der Narbe so weit entfernt, daß der aus ihnen hervorquellende Pollen von selbst nicht auf die zuständige Narbe kommen würde, aber die hierauf erfolgende Streckung der Antherenträger ist dem Raume und der Zeit nach so bemessen, daß

die Antheren, sobald sie mit Pollen bedeckt sind, pünktlich in die Höhe der Narbe gelangen, sich an das belegungsfähige Gewebe anlegen und den Pollen unvermittelt zur Autogamie abgeben. Beispiele von Pflanzen, bei welchen dieser Vorgang beobachtet wird, sind das Moschuskraut (Adoxa Moschatellina), die meisten Arten des Knäuels (Scleranthus), die in den Südalpen weitverbreitete Bonarota (Paederota Bonarota), das seltsame im südlichen Afrika einheimische Aponogeton distachium und zahlreiche Schotengewächse, Steinbreche, Weidenröschen, Reiherschnabel, Windlinge und Nelkengewächse. Aus der großen Familie der Schotengewächse sind namentlich die in den Schneegruben der Hochgebirge vorkommenden kleinblütigen Arten Arabis coerulea, Braya alpina, Cardamine alpina, Rhizobotrya alpina sowie die einjährigen und zweijährigen Arten Lepidium campestre, sativum, Sisymbrium Alliaria, Thalianum, Thlaspi alliaceum und arvense erwähnenswert. Bei diesen Pflanzen bildet die Narbe ein dem Fruchtknoten aufsitzendes rundliches, kleines Kissen, welches sofort sichtbar wird, sobald sich die in der Knospe wie die Schindel eines Daches gruppierten Blätter der Krone auseinander schieben. Zu dieser Zeit kann die Narbe nur infolge einer von Insekten eingeleiteten Kreuzung belegt werden, da die sämtlichen Antheren der betreffenden Blüte noch geschlossen sind. Nun wachsen aber die vier langen Pollenblätter entlang der Wand des Fruchtknotens empor und zwar genau um so viel, wie notwendig ist, damit die von ihnen getragenen Antheren in gleiche Höhe mit der Narbe kommen. Da mittlerweile die Antheren aufgesprungen sind, so gelangt der aus denselben nun hervordrängende Pollen unvermeidlich auf die belegungsfähigen Zellen am Umfange der kissenförmigen Narbe. Wiederholt wurde übrigens beobachtet, daß nur eine der emporgeschobenen vier Antheren ihren Pollen an die zuständige Narbe abgibt, und daß die drei anderen zwar knapp neben die Narbe hingestellt werden, aber sie doch nicht unmittelbar berühren. Der Pollen dieser drei Antheren ist augenscheinlich dazu da, um von den kleinen, diese Schotengewächse besuchenden Fliegen abgeholt und auf andere jüngere Blüten zum Behufe der Kreuzung übertragen zu werden.

Die hier in Betracht kommenden Steinbreche (z. B. Saxifraga androsacea) haben zwei Narben, und diese sind schmal-lineal oder länglich. Der Pollen wird aus den emporgehobenen Antheren gewöhnlich an die Seiten der Narbe und zwar in der Nähe der Basis abgestreift. Aber auch hier ist bemerkenswert, daß meistenteils nur eine einzige von den fünf Antheren ihren Pollen zur Autogamie hergibt, und daß die anderen Antheren mit den Narben nicht in Berührung kommen, weil sie unterhalb derselben etwas zurückbleiben. Bei mehreren kleinblütigen Weidenröschen (Epilobium collinum, montanum, parviflorum ꝛc.) wird die Narbe aus vier abstehenden, kreuzweise vereinigten dicklichen Lappen gebildet, zwischen denen ebenso viele Winkel einspringen. Wenn die Blumenblätter zum erstenmal auseinander weichen, was immer am frühen Morgen geschieht, so sieht man die Antheren unterhalb der kreuzförmigen belegungsfähigen Narbe stehen, aber noch im Laufe desselben Tages verlängern sich die fadenförmigen Antherenträger so stark, daß die Antheren bis in die einspringenden Winkel der kreuzförmigen Narbe emporgehoben werden. Inzwischen haben sich auch die Antheren geöffnet, und bereits am Abende des ersten Tages erfolgt Autogamie, indem der Pollen aus den geöffneten Fächern der Antheren hervorquillt und die Narbe belegt. Während der Nacht schließen die Blumenblätter zusammen, und die Blüte wird etwas nickend, am nächsten Morgen gehen sie neuerdings auseinander, und man kann sehen, daß sich die Antherenträger noch um ein kleines Stück verlängert haben, daß zwei oder drei mit Pollen beladene Antheren jetzt sogar über der Narbe stehen und die Narbe teilweise verdecken. Wo tags vorher die Narbe stand, erscheint jetzt ein Knäuel aus pollenbedeckten Antheren, von welchem die besuchenden Insekten den Pollen abstreifen und zu anderen Blüten übertragen können. Am Morgen des ersten Tages ist demnach bei diesen Weidenröschenblüten

nur eine Kreuzung möglich, am Abende des ersten Tages findet Autogamie statt, und am darauf folgenden Tage ist Pollen zu Kreuzungen mit anderen jüngeren Blüten ausgeboten, eine Aufeinanderfolge, welche deutlich zeigt, daß die Autogamie nicht immer nur den Abschluß des Blühens bildet.

Bei mehreren kleinblumigen Arten der Gattung Reiherschnabel (Geranium columbinum, lucidum, Robertianum) spielen sich ähnliche Vorgänge ab. In der Mitte der zum erstenmal geöffneten Blüte sieht man eine fünfstrahlige, belegungsfähige Narbe und zehn Pollenblätter, deren Antheren aber sämtlich noch geschlossen sind. Fünf Pollenblätter sind länger, und die von ihnen getragenen Antheren stehen nahezu in gleicher Höhe mit der fünfstrahligen Narbe, fünf andere sind kürzer, und ihre Antheren bilden einen Kranz unterhalb der Narbe. Schon am Abende des ersten Tages haben sich die Antheren der längeren Pollenblätter geöffnet und ihren hervorquellenden Pollen an die Spitzen der benachbarten Narbenstrahlen abgegeben. Bei Geranium lucidum wird nicht einmal der Abend abgewartet, sondern es findet bei ihnen schon 4 Stunden nach der Eröffnung der Blumen die Belegung der zuständigen Narbe statt. Aber das Blühen ist damit bei diesen Pflanzen noch nicht zu Ende; die Blumen schließen sich während der Nacht und werden zum Schutze des Pollens nickend oder überhängend (s. Abbildung, S. 120, Fig. 1 und 2), und nachdem sich am folgenden Morgen die Blüten wieder aufgerichtet haben, verlängern sich die fünf vor den Kronenblättern stehenden Pollenblätter so weit, daß ihre mittlerweile aufgesprungenen Antheren in die Nischen zwischen den Narbenstrahlen eingeschoben werden, wodurch auch die seitlichen Ränder dieser Narbenstrahlen Pollen erhalten. Einige der Antheren werden dann überdies noch über die Narben emporgehoben, was offenbar wieder darauf berechnet ist, daß nun der zur Autogamie nicht verwendete Pollen von Insekten abgeholt und zu anderen Blüten, welche sich noch im ersten Entwickelungsstadium befinden, übertragen werde.

An mehreren Windlingen, für welche als Vorbild die bekannte Ipomaea purpurea gewählt sein mag, sind von den fünf Pollenblättern einer Blüte immer nur zwei oder drei an dem Zustandekommen der Autogamie beteiligt. Die dem Griffel parallelen und ihm meistens auch anliegenden Pollenblätter sind von ungleicher Länge; das kürzeste ist 9, das längste 17 und die anderen 11, 13 und 15 mm lang. Die Antheren stehen demzufolge in ungleicher Höhe neben- und übereinander und sind so gefügt, daß sie sich gegenseitig nicht verdecken, was den Vorteil hat, daß entlang der Zufahrt zum Honig des Blütengrundes auf einer verhältnismäßig weiten Strecke Pollen ausgeboten wird. Aber selbst die Anthere des längsten Pollenblattes steht bei Eröffnung der Blüten noch 3 mm unterhalb der Narbe. Bei dieser Stellung und bei dem Umstande, daß die Blüten proterogyn sind, kann im Beginne des Blühens nur eine durch Insekten vermittelte Kreuzung stattfinden. Später aber verlängern sich die Pollenblätter so weit, daß die Antheren der zwei oder drei längsten bis zur Höhe der Narbe gebracht werden und an diese ihren Pollen abgeben. Die Autogamie wird noch dadurch gefördert, daß die am Schlusse des Blühens sich einrollende Blumenkrone die pollenbedeckten Antheren förmlich an die Narbe anpreßt.

An diese Windlinge schließt sich eine lange Reihe von proterandrischen Nelken, vorwaltend einjährige Gewächse, wie z. B. Agrostema Githago, Saponaria Vaccaria und Silene conica, bei welchen in übereinstimmender Weise durch die Verlängerung auswachsender Pollenblätter die Antheren zu den Narben gebracht werden. Die Veränderungen spielen sich in solchen Blüten sehr regelmäßig folgendermaßen ab: 1) Die Blumenblätter trennen sich, der Zugang zum Blütengrunde ist eröffnet, die Antheren der vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter sind bereits aufgesprungen und bieten Pollen aus, der von Insekten abgeholt und zu Kreuzungen mit anderen Blüten, aber nicht zur Autogamie verwendet werden kann, da das belegungsfähige Gewebe der zuständigen Griffel noch

unzugänglich ist. 2) Die Antheren der vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter sind abgefallen oder ihre Träger über den Umfang der Blüte hinausgebogen; die Griffel, welche das belegungsfähige Gewebe der Narbe tragen, spreizen auseinander und stellen sich wie die Speichen eines Rades in die Mitte der Blüte, damit sie von den mit aufgeladenem Pollen aus anderen Blüten heranfliegenden Insekten belegt werden können; die Antheren der vor den Kronenblättern stehenden Pollenblätter sind noch geschlossen. 3) Die zuletzt genannten Antheren werden von ihren in die Länge wachsenden aufrechten Trägern gehoben, gelangen dadurch in gleiche Höhe und in unmittelbare Berührung mit den spreizenden Narben, öffnen sich, entbinden Pollen und lagern diesen auf das belegungsfähige Narbengewebe ab. Bei den einjährigen Nelkengewächsen, wie z. B. bei Silene conica, vollzieht sich das alles im Laufe eines Tages, bei der ausdauernden Gletschernelke dagegen während 5—6 und, wenn schlechtes Wetter herrscht, während 7—9 Tagen.

Eine der häufigsten zur Autogamie führenden Einrichtungen ist folgende. Antheren und Narben befinden sich in gleicher Höhe, aber die Antheren stehen infolge der Lage und Richtung ihrer Träger so weit von der Narbe ab, daß eine Übertragung des haftenden Pollens von selbst nicht stattfinden kann. In dem geeigneten Zeitpunkte werden aber von den fadenförmigen geraden und steifen Antherenträgern eigentümliche Bewegungen ausgeführt, welche den Zweck haben, Pollen aus den Antheren auf die zuständigen Narben zu bringen. Die Antherenträger neigen sich gegen die Mitte der Blüte, die Antheren werden dadurch mit den dort befindlichen Narben in Berührung gebracht und drücken den aus ihren Fächern hervorgequollenen Pollen auf das belegungsfähige Gewebe. Bei einigen hierher gehörenden Pflanzen geht der an die Bewegung eines Uhrzeigers erinnernden Lageänderung eine Streckung und Verlängerung der Antherenträger voraus, und es bilden diese Pflanzen insofern den Übergang zu den früher besprochenen, in deren Blüten die Autogamie infolge des Auswachsens und der Verlängerung der Antherenträger stattfindet. Als solche wären insbesondere zu nennen Azalea procumbens, Draba aizoides, Haplophyllum Biebersteinii, die zahlreichen Steinbrecharten aus der Gruppe Aizoonia und Tridactylites und insbesondere viele Mieren und Nelkengewächse. Die Steinbrecharten zeigen im einzelnen zahlreiche Besonderheiten, welche aber ausführlich zu beschreiben hier nicht am Platze wäre. Es muß genügen, zwei derselben als Vorbilder für die beiden genannten Gruppen zu schildern, und ich wähle dazu die in den östlichen Kalkalpen heimische, im ersten Frühlinge blühende Art Saxifraga Burseriana und die in die Gruppe Tridactylites gehörende Saxifraga controversa. Die Blüten der Saxifraga Burseriana sind proterogyn, ihre zwei spreizenden Narben sind schon zur Zeit, wenn sich die Kronenblätter eben erst auseinander geschoben haben und die geschlossenen Antheren noch an kurzen Trägern im Blütengrunde sitzen, belegungsfähig. In dieser ersten Periode des Blühens ist die Blüte auf Kreuzung berechnet. Bald darauf verlängern sich in einer bestimmten Reihenfolge die vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter, und ihre mittlerweile aufgesprungenen Antheren kommen in die Höhe der Narbe zu stehen. Obschon der horizontale Abstand der Narbe von den pollenbedeckten Antheren ein sehr geringer ist, so genügt er dennoch, um zu verhindern, daß schon jetzt die Narbe mit dem Pollen dieser Antheren belegt wird. Zudem neigen sich die vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter alsbald nach außen, wodurch der Abstand ihrer Antheren von der Narbe noch sichtlich zunimmt. Gleichzeitig mit der Bewegung dieser vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter nach außen wachsen nun die vor den Kronenblättern stehenden Pollenblätter in die Höhe und zwar wieder in einer bestimmten Reihenfolge und so lange, bis ihre Antheren zu den Narben emporgehoben sind. Aber auch diese Antheren liegen anfänglich der Narbe nicht an, und es kommt vor, daß beim Ausbleiben der Insekten die Narbe selbst am sechsten Tage des Blühens noch nicht belegt

ist. Endlich aber am siebenten oder achten Tage bewegen sich alle oder doch ein Teil der Antherenträger gegen die Mitte der Blüte, und die pollenbedeckten Antheren schmiegen sich an die noch immer belegungsfähige Narbe. Gewöhnlich führen auch noch die fünf vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter dieselbe Bewegung aus, und es bilden dann schließlich sämtliche zehn Antheren der Blüte einen Kranz, welcher die Narbe umgibt, und von welchem noch immer Pollen zur Kreuzung mit anderen Blüten durch Insekten abgeholt werden kann. Die Blüten der Saxifraga controversa sind gleichfalls proterogyn und im ersten Zeitabschnitte des Blühens auf Kreuzung berechnet. Von den zehn Pollenblättern verlängern sich zuerst jene fünf, welche vor den Kelchblättern stehen, und zwar so lange, bis ihre inzwischen aufgesprungenen Antheren in die Höhe der Narbe kommen. Durch kurze Zeit ist noch ein kleiner Abstand zwischen diesen Antheren und den zuständigen Narben zu sehen, aber alsbald neigen die Träger der Antheren etwas gegen die Blütenmitte zusammen, und die Narben werden nun mit Pollen belegt. Ist das geschehen, so neigen sich die in Rede stehenden fünf Pollenblätter gegen den Umfang der Blüte, und die von ihnen getragenen entleerten und geschrumpften Antheren fallen ab. Inzwischen sind die fünf vor den Kronenblättern stehenden Pollenblätter in die Länge gewachsen, und ihre in die Höhe der Narben gestellten Antheren bieten Pollen aus. Dieser Pollen hat aber für die Autogamie keine Bedeutung mehr; die Narben sind, bald nachdem sie mit dem Pollen der fünf vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter belegt wurden, verwelkt und braun geworden und daher nicht mehr belegungsfähig. Der Pollen, welcher von den vor den Kronenblättern stehenden Pollenblättern ausgeboten wird, kann daher nur dazu bestimmt sein, daß er von Insekten abgeholt und zu anderen jüngeren Blüten übertragen wird. Mit anderen Worten, die fünf vor den Kelchblättern stehenden Antheren liefern den Pollen zur Autogamie, die fünf vor den Kronenblättern stehenden den Pollen zur Kreuzung.

Ähnlich wie bei diesen Steinbrechen sind auch bei den Mieren oder Alsineen zwei Wirtel von Pollenblättern in der Blüte zu sehen, solche, welche vor den Kelchblättern, und solche, welche vor den Kronenblättern stehen, und es ist überhaupt eine gewisse Ähnlichkeit in der ganzen Anordnung der Blütenteile nicht zu verkennen. Die hier in Betracht kommenden Mieren, für welche Cerastium longirostre, Malachium aquaticum, Sagina saxatilis, Spergula arvensis und Stellaria media als Beispiele dienen mögen, sind proterandrisch. Gleichzeitig mit dem Ausbreiten der Blumenblätter öffnen sich die Antheren der vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter und bieten Pollen zu Kreuzungen aus; die Griffel liegen zu dieser Zeit noch aneinander, und das aus glashellen kurzen Härchen gebildete Narbengewebe ist der Belegung noch nicht zugänglich. Es dauert aber nicht lange, so spreizen die Griffel auseinander, und das Narbengewebe nimmt infolgedessen eine solche Lage an, daß die von anderen Blüten kommenden und zu dem Honig einfahrenden Insekten, vorausgesetzt, daß sie Pollen mitbringen, eine Kreuzung einleiten. Bald darauf verlängern sich die Pollenblätter, welche vor den Kronenblättern stehen, und die Antheren derselben werden in gleiche Höhe mit dem Narbengewebe der spreizenden Griffel gebracht. Da die fadenförmigen Antherenträger aber schief nach außen abstehen und demzufolge ein wenn auch noch so geringer Abstand zwischen Narben und Antheren besteht, so kommt es noch immer nicht zur Autogamie. Erst im letzten Augenblicke, wenn sich die Blumen zu schließen beginnen, neigen sich die vor den Kronenblättern stehenden Pollenblätter gegen die Mitte der Blüte; die Antheren schmiegen sich an das Narbengewebe und belegen dasselbe mit dem noch immer reichlich vorhandenen Pollen. Bei den meisten hierher gehörigen Mieren legen sich gleichzeitig auch die Antheren der vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter an die Narben, aber bei einigen ragen diese über die Narbe und über die Blumenblätter hinaus, und es kann daher ihr Pollen auch nicht zur Autogamie verwendet werden. Diese letzteren, für

welche Sagina saxatilis als Vorbild dienen kann, zeigen demnach die bemerkenswerte Eigentümlichkeit, daß bei ihnen der Pollen der fünf vor den Kelchblättern stehenden Antheren zur Kreuzung, jener der fünf vor den Kronenblättern stehenden zur Autogamie dient, also gerade umgekehrt wie bei den früher besprochenen Steinbrechen.

An diese Reihe von Pflanzen, deren hauptsächlichste Vorbilder die Steinbreche aus der Gruppe Aizoonia und Tridactylites sowie die erwähnten Mieren bilden, schließt sich eine andere, welche vorwaltend aus Schotengewächsen besteht. Zum größten Teile sind es einjährige Arten mit kleinen Blüten, die nur spärlich von Insekten besucht werden, und deren Früchte der Mehrzahl nach als das Ergebnis der Autogamie angesehen werden müssen. Cochlearia Groenlandica, Draba borealis und verna, Clypeola Messanensis, Lobularia nummularia, Hutchinsia alpina, Schieverekia Podolica, Lepidium Draba, Alyssum calycinum sind einige wenige herausgegriffene Beispiele, deren Auswahl, nebenbei bemerkt, auch zeigen soll, daß die hier in Betracht kommenden Schotengewächse vom hohen Norden bis in die Sahara und von den Hochgebirgen bis in die Steppengebiete des Tieflandes verbreitet sind, und daß derselbe Vorgang der Autogamie unter den verschiedensten äußeren Verhältnissen sich wiederholt. Alle diese Schotengewächse sind proterogyn; sie haben zwei kürzere und vier längere steife Pollenblätter. Die Antheren der letzteren sind bei der Eröffnung der Blütenpforte noch geschlossen, stehen aber schon in gleicher Höhe mit der Narbe. Da diese Antheren von der Narbe in wagerechter Richtung etwas abstehen, so ist auch dann, wenn die Antherenfächer sich öffnen und Pollen hervorquillt, die Autogamie noch verhindert. Erst gegen das Ende des Blühens bewegen sich die steif aufrechten Antherenträger so weit gegen die Mitte der Blüte, daß der an den Antheren haftende Pollen auf die Narbe kommt. Der Pollen der kürzeren Pollenblätter gelangt dagegen nur bei wenigen Arten auf die zuständige Narbe; er soll von Insekten abgeholt und zu Kreuzungen verwendet werden, während der Pollen der längeren Pollenblätter vorwaltend der Autogamie dient. Bei Lepidium Draba ist die merkwürdige Einrichtung getroffen, daß die vier längeren Pollenblätter in der ersten Zeit des Blühens sich nach außen bewegen und hinter den Blumenblättern zeitweilig verstecken, so daß sie von den besuchenden Insekten nicht berührt und ihres Pollens nicht beraubt werden können. Dadurch ist eben der Vorteil erreicht, daß für alle Fälle Pollen zur schließlichen Autogamie vorhanden ist. Bei Hutchinsia alpina nähert sich von den vier längeren Pollenblättern gewöhnlich nur eines so weit der Narbe, daß diese mit Pollen belegt werden kann, und wenn diese Belegung stattgefunden hat, entfernt sich dieses Pollenblatt wieder gegen den Umfang der Blüte. Meistens spielen sich alle diese Vorgänge sehr rasch ab, bei Alyssum calycinum binnen wenigen Stunden, bei Draba verna in dem kurzen Zeitraume vom Morgen bis zum Abend.

Bei einigen einjährigen Arten der Gattung Sauerklee, für welche Oxalis stricta als Beispiel gewählt sein mag, sind in jeder Blüte fünf kürzere und fünf längere Pollenblätter vorhanden. Die Antheren der letzteren stehen in gleicher Höhe mit den Narben, wenn auch im Beginne des Blühens etwas abseits von denselben, so daß zu dieser Zeit durch anfliegende Insekten, welche mit Pollen behaftet von anderen Blüten herkommen und die Narben als Anflugsplatz benutzen, eine Kreuzung eingeleitet werden könnte. Aber schon nach wenigen Stunden neigen sich die längeren Pollenblätter zu den Narben und belegen dieselben mit Pollen. Auch in diesen Fällen kommt der Pollen der fünf kürzeren Pollenblätter nicht auf die zuständige Narbe und ist für die Insekten zur Verwendung bei Kreuzungen ausgeboten. Ähnlich wie bei diesen einjährigen Arten der Gattung Sauerklee bietet auch bei den meisten Hartheugewächsen (Hypericum) die ungleiche Länge der Pollenblätter in Verbindung mit ungleichzeitiger Geschlechtsreife den Vorteil, daß am Ende des Blühens Autogamie stattfindet, während früher verschiedenartige Kreuzungen von Insekten eingeleitet werden

können. Bei Hypericum perforatum, das hier als Beiſpiel gewählt ſein mag, iſt der Stempel von zahlreichen fadenförmigen, ungleich langen Antherenträgern umgeben; dieſelben ſind in der eben geöffneten Blüte ſo gruppiert, daß die längſten in unmittelbarer Nachbarſchaft des mittelſtändigen Stempels, die kürzeſten am Umfange der Blüte aufragen. Die Antheren entbinden ihren Pollen nicht gleichzeitig, ſondern gruppenweiſe. Zuerſt öffnen ſich jene der kurzen, dann jene der mittleren und ſchließlich jene der langen Pollenblätter. Sobald eine Anthere ſich öffnet, neigt ſich ihr fadenförmiger Träger nach einwärts, und ſo kommt es, daß nacheinander die kurzen, die mittleren und die langen Fäden aufgerichtet und gegen die Mitte der Blüte gerückt werden. Da aber nur die Antheren der längſten Pollenblätter mit den Narben in gleicher Höhe ſtehen, ſo kann natürlich auch die Autogamie erſt ganz zuletzt, kurz vor dem Verwelken der Blüte ſtattfinden.

Der weitverbreitete Milchſtern (Ornithogalum umbellatum) zeigt in der geöffneten Blüte ſechs in zwei dreigliederige Wirtel geordnete Pollenblätter. Jene des inneren Wirtels ſind länger, und ihre Antheren öffnen ſich zuerſt; die des äußeren Wirtels ſind kürzer, und ihre Antheren ſpringen um einen Tag ſpäter auf. Alle ſechs erſcheinen zwar in der eben geöffneten Blüte aufrecht, ſtehen aber doch etwas ſchräg nach außen ab, ſo daß ihre Antheren von der kleinen in der Mitte der Blüte befindlichen Narbe um 3 mm entfernt ſind. Solange ſie dieſe Lage einhalten, kann der Pollen von ſelbſt nicht auf die Narbe kommen, und es iſt die Blüte zu dieſer Zeit darauf angelegt, daß durch Vermittelung honigſuchender Inſekten Kreuzungen ſtattfinden. Gegen das Ende des Blühens rücken ſowohl die längeren als die kürzeren Pollenblätter gegen die Mitte vor; aber nur die Antheren der drei kürzeren ſchmiegen ſich der Narbe an und belegen ſie mit Pollen; jene der drei längeren kommen, weil ſie höher ſtehen, mit der Narbe gar nicht in Berührung. Abweichend von den früher geſchilderten Fällen iſt daher bei dem Milchſterne der Pollen der kürzeren Pollenblätter zur Autogamie, jener der längeren zu Kreuzungen beſtimmt. Das geht auch aus dem Umſtande hervor, daß die Antheren der drei längeren Pollenblätter knapp vor die Zufahrt zu den Honiggrübchen des Fruchtknotens geſtellt ſind und dort von einfahrenden Inſekten unvermeidlich geſtreift werden, während vor den Antheren der drei kürzeren Pollenblätter kein Honig zu finden iſt. Die Inſekten machen daher gar keinen Verſuch, dort einzufahren, was wieder zur Folge hat, daß dort der Pollen zurückbleibt und am Schluſſe des Blühens zur Autogamie verwendet werden kann.

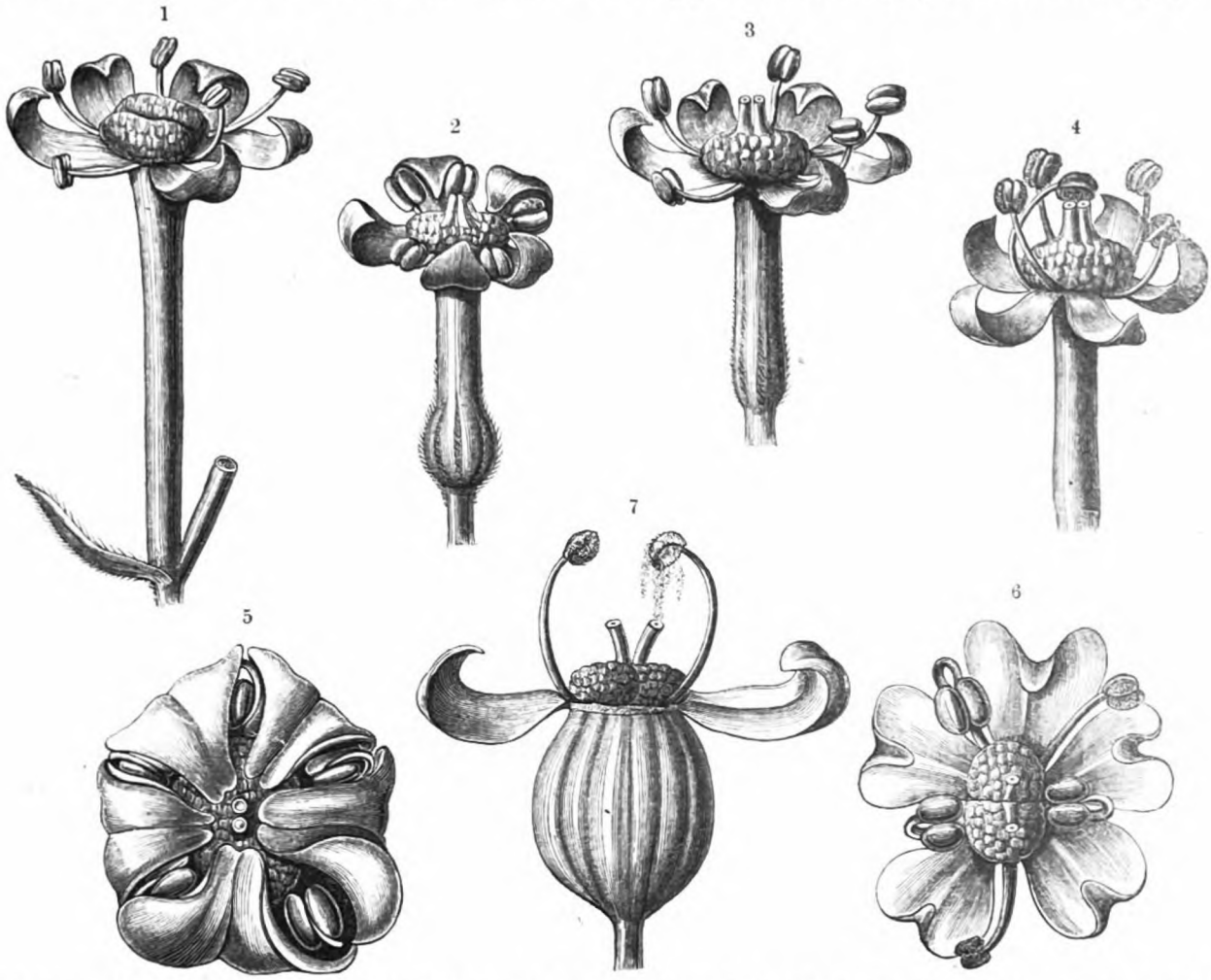
Eine eigentümliche Einrichtung zeigt die im ſüdlichen Europa einheimiſche Aphyllanthes Monspeliensis. Gleich dem im vorhergehenden behandelten Milchſterne enthalten ihre Blüten drei längere und drei kürzere aufrecht abſtehende Pollenblätter, deren Antheren im Anfange des Blühens die Narbe nicht berühren. Vor dem endgültigen Schließen der Blumenblätter neigen aber ſämtliche Pollenblätter gegen die Narbe zuſammen, und da dieſe aus drei unteren und drei oberen Zipfeln aufgebaut iſt und gewiſſermaßen aus zwei Stockwerken beſteht, ſo gelangt der Pollen aus den Antheren der drei kürzeren Pollenblätter auf die tiefer ſtehenden Narben und der Pollen aus den Antheren der drei längeren Pollenblätter bald darnach auf die drei höher ſtehenden Narben.

Bei zahlreichen anderen Pflanzen, deren ſämtliche Pollenblätter von gleicher Länge ſind, und deren Antheren ſchon beim Aufblühen in der Höhe der Narbe ſtehen, iſt der Vorgang der Autogamie im weſentlichen derſelbe. Die von aufrechten Fäden getragenen Antheren ſind anfänglich von der Narbe entfernt, ſchmiegen ſich aber ſpäter nach mannigfachen Bewegungen ihrer Träger an die Narben an und ſetzen daſelbſt ihren Pollen ab. So verhält es ſich z. B. bei Paris quadrifolia, mehreren Arten der Gattung Scilla, bei Chelidonium und Roemeria, bei Samolus Valerandi, Androsace elongata, maxima und septentrionalis, Lysimachia nemorum, Swertia perennis und punctata. Alle dieſe Pflanzen im einzelnen

zu beſprechen, würde hier zu weit führen, und ich muß mich damit begnügen, flüchtig hervorzuheben, daß der Einbeere (Paris quadrifolia) eine ſehr lange Blütendauer zukommt, daß ihre ſteifen Pollenblätter anfänglich ſtrahlenförmig abſtehen, ſich aber ſpäter um einen Winkel von 80° gegen die Mitte der Blüte neigen, daß ſie über den Stempel zuſammenſchließen und ihre Antheren an die Narben andrücken, daß bei den Primulaceen Samolus Valerandi, Androsace elongata, maxima und septentrionalis die Blumenkrone ſtieltellerförmig geſtaltet iſt und die kurzen, an die Röhre der Blumenkrone angewachſenen Träger der Antheren nur eine unbedeutende Neigung gegen die Mitte der Blüte auszuführen brauchen, damit der Pollen auf die zuſtändige Narbe gelangt. Der Mehrzahl nach ſind dieſe Pflanzen proterogyn, nur die Swertien (Swertia perennis und punctata) haben ausgeſprochen proterandriſche Blüten. Bei dieſen kann darum im Anfange des Blühens die Belegung der Narbe mit dem Pollen eines anderen Stockes, d. h. eine Kreuzung, nicht erfolgen. Die Narbe iſt nämlich in dieſem Zeitabſchnitte des Blühens noch geſchloſſen. Dagegen wird jetzt Pollen ausgeboten, welcher von Inſekten zu anderen, in ihrer Entwickelung ſchon weiter vorgeſchrittenen Blüten übertragen werden kann. Iſt die Blüte auf der zweiten Entwickelungsſtufe angelangt, ſo öffnet ſich die Narbe und ſtellt ihre zwei Lappen ſo ein, daß die von jüngeren, den Pollen ausbietenden Blüten herbeikommenden Fliegen, wenn ſie Pollen mitbringen, eine Kreuzung einzuleiten genötigt ſind. Damit dieſe Kreuzung ja nicht vereitelt oder beſchränkt werde und damit anderſeits für den Fall ausbleibenden Inſektenbeſuches doch noch etwas Pollen zur Autogamie aufbewahrt bleibe, krümmen ſich gleichzeitig mit der Eröffnung der Narbe die fünf Pollenblätter nach außen, bringen die Antheren aus dem Bereiche der Blüte und verſtecken ſie unter den ſternförmig ausgebreiteten Blättern der Blumenkrone. Wenn nun wirklich die Beſucher aus der Inſektenwelt fern bleiben und die Kreuzung vereitelt iſt, ſo ſtrecken ſich die Antherenträger zunächſt wieder gerade, bewegen ſich dann wie Uhrzeiger in der Richtung gegen die Mitte der Blüte und drücken die Antheren, in denen noch immer etwas Pollen aufbewahrt iſt, an die Narbe an.

Die fadenförmigen Träger der Antheren, durch deren Hinneigen zur Narbe Autogamie erfolgt, ſind bei den im vorhergehenden beſprochenen Pflanzen am Anfange des Blühens gerade, bisweilen krümmen ſie ſich auf kurze Zeit bogenförmig nach außen, aber vor dem Abblühen, beſonders in dem Augenblicke, in welchem Autogamie ſtattfindet, ſind ſie alle wieder gerade geſtreckt. Es iſt aber noch eine Gruppe von Pflanzen vorzuführen, bei welchen die Antherenträger ſchon in der Knoſpe bogenförmig nach einwärts gekrümmt ſind, und bei welchen man die bogenförmige Krümmung auch dann noch bemerkt, wenn aus den betreffenden Antheren Pollen auf die zuſtändigen Narben abgelagert wird. Als ſolche Pflanzen, bei welchen alſo die Autogamie durch Neigen einwärts gekrümmter Antherenträger erfolgt, ſind in erſter Linie mehrere einjährige Doldenpflanzen mit proterogynen Blüten (Aethusa Cynapium, Caucalis daucoides, Scandix Pecten Veneris, Turgenia latifolia ꝛc.) zu nennen. In den Dolden des Nadelkerbels (Scandix Pecten Veneris; ſ. Abbildung, S. 340) ſind zweierlei Blüten vereinigt, ſcheinzwitterige Pollenblüten (Fig. 1) und echte Zwitterblüten (Fig. 2, 3 und 4). Die Zwitterblüten öffnen ſich früher als die Pollenblüten; die letzteren kommen immer erſt dann an die Reihe, wenn die erſteren bereits ihre Pollenblätter und Blumenblätter abgeworfen haben. Kaum, daß die eingeſchlagenen Blumenblätter etwas auseinander gerückt ſind, wird in der Mitte der Blüte die feingekörnte honigabſondernde Scheibe, es werden dort die beiden kurzen Griffel ſichtbar. Die Narben an den Enden der Griffel ſind bereits belegungsfähig, aber die Pollenblätter zu dieſer Zeit hakenförmig einwärts gekrümmt und die Antheren derſelben noch geſchloſſen (ſ. Abbildung, S. 340, Fig. 2). Auch tags darauf, wenn die Blumenblätter bereits weiter auseinander gegangen ſind und die Träger der Antheren

ſich geſtreckt haben (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 3), ſind die um die belegungsfähige Narbe im Kreiſe herumſtehenden Antheren noch geſchloſſen, und es kann zu dieſer Zeit nur mit fremdem, durch Inſekten herbeigebrachtem Pollen eine Belegung ſtattfinden. Nun werden aber auch die Antheren und ihre Träger in Thätigkeit geſetzt. In der Reihenfolge 1, 3, 5, 2, 4 beugen ſich die gekrümmten Pollenblätter in kurzen Zwiſchenräumen ſo gegen die Mitte der Blüte, daß die mittlerweile aufgeſprungenen und mit Pollen beladenen Antheren auf die Narben gelegt werden, genau ſo, wie es Fig. 4 der untenſtehenden Abbildung zur

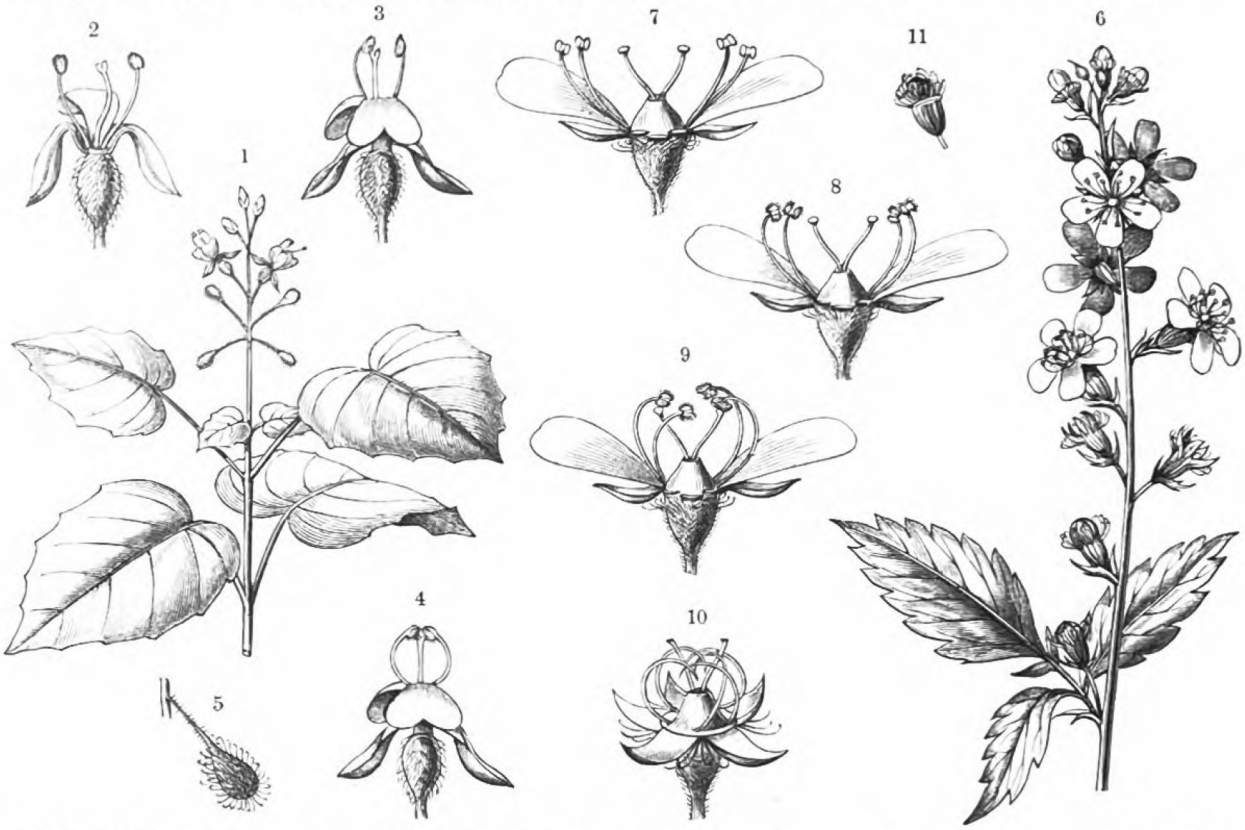


Autogamie durch Neigen der gekrümmten Antherenträger: 1. Scheinzwitterige Pollenblüte; — 2, 3, 4. echte Zwitterblüten des Nadelkerbels (Scandix Pecten Veneris). Die echten Zwitterblüten in den aufeinander folgenden, anfänglich auf Kreuzung berechneten, ſpäter aber zur Autogamie führenden Zuſtänden. — 5, 6, 7. Echte Zwitterblüten der Gartengleiße (Aethusa Cynapium) in den aufeinander folgenden, anfänglich auf Kreuzung berechneten, ſpäter aber zur Autogamie führenden Zuſtänden. — Sämtliche Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 339–341.

Anſchauung bringt. In dieſer Stellung verharrt jedes Pollenblatt nur kurze Zeit; es führt alsbald wieder eine rückläufige Bewegung aus und macht dem nächſten, welches an die Reihe kommt, Platz. Haben ſämtliche Pollenblätter dieſe Bewegungen durchgemacht, ſo löſen ſie ſich gleichwie die Blumenblätter ab und fallen zu Boden. Die Honigabſonderung auf dem gekörnten Gewebepolſter in der Blütenmitte hört auf, die belegten Narben werden braun, und das Blühen iſt zu Ende. Erſt wenn ſämtliche Zwitterblüten abgeblüht ſind, kommen die ſcheinzwitterigen Pollenblüten zur Entwickelung, was wohl nur ſo gedeutet werden kann, daß ſie den Pollen für proterogyne Zwitterblüten anderer Stöcke zu liefern haben, welche noch auf der erſten Stufe des Blühens ſtehen. Die Gleiße oder der Gartenſchierling (Aethusa Cynapium; ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 5, 6 und 7) weicht von dem Nadelkerbel und den anderen oben genannten einjährigen Doldenpflanzen dadurch ab, daß ſämtliche Blüten

der Dolde Zwitterblüten ſind, und daß die in der Blütenknoſpe wie eine Uhrfeder eingeſchlagenen Antherenträger ſich bei dem Aufblühen nicht nur ſtrecken, ſondern auch verlängern, ſo daß die Antheren dann höher ſtehen als die Narbe. Wie ſchon früher erwähnt, kommt es bei dem Gartenſchierling auch vor, daß ſich die Antheren nicht platt auf die Narben legen, ſondern etwas oberhalb der Narbe zurückbleiben und ihren Pollen auf die Narbe herabfallen laſſen (ſ. Abbildung, S. 340, Fig. 7). So ſah ich es wenigſtens an dem gewöhnlichen Gartenſchierling (Aethusa Cynapium); an der kleinen Aethusa segetalis dagegen beobachtete ich weit häufiger ein Auflagern der Antheren auf die Narbe, ähnlich wie an dem Nadelkerbel (ſ. S. 340, Fig. 4).

Nach dem Muſter der hier vorgeführten einjährigen Doldenpflanzen vollzieht ſich die Autogamie auch bei zahlreichen kleinblütigen Labkräutern (z. B. Galium infestum, Mol-



Autogamie durch Neigen der gekrümmten Antherenträger: 1. Circaea alpina. — 2. Eine Blüte dieſer Pflanze, welche ſich kürzlich geöffnet hat; das vordere Kronenblatt entfernt. — 3, 4. Dieſelbe Blüte in ſpäterem Entwickelungsſtadium. — 5. Frucht der Circaea alpina. — 6. Agrimonia Eupatoria. — 7, 8, 9, 10. Blüten dieſer Pflanze in den aufeinander folgenden, anfänglich auf Kreuzung berechneten, ſpäter zur Autogamie führenden Zuſtänden. — 11. Junge Frucht dieſer Pflanze. — Fig. 1, 6 und 11 in natürlicher Größe; die anderen Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 342 und in ſpäteren Kapiteln.

lugo, tricorne), bei der Kleeſeide oder dem Teufelszwirn (Cuscuta), bei dem Alpenhexenkraute (Circaea alpina) und dem Odermennig (Agrimonia Eupatoria). Von dem Hexenkraute (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 1—5) wäre nur zu erwähnen, daß die Zahl der Pollenblätter auf zwei beſchränkt iſt, und daß bisweilen zum Behufe der Autogamie lediglich eine Anthere der Narbe angelegt wird (Fig. 3), nicht ſelten aber auch beide Antheren ſich der Narbe anſchmiegen (Fig. 4). Wenn das letztere geſchieht, ſo macht es den Eindruck, als wäre die Narbe von den zwei Armen einer Zange erfaßt worden. In den Blüten des Odermennigs (Fig. 6—11) ſieht man 12—20 Pollenblätter; die fadenförmigen Träger der Antheren ſind in der eben geöffneten proterogynen Blüte ſo ſchwach einwärts gebogen, daß jeder Faden ungefähr dem ſechſten Teile eines Kreiſes entſpricht (Fig. 7); ſobald aber die Antheren aufgeſprungen ſind, krümmmen ſich die Fäden einer nach dem anderen gegen die

Mitte der Blüte (ſ. Abbildung, S. 341, Fig. 8), ihre Krümmung entſpricht endlich der eines Halbkreiſes, und einige der pollenbedeckten Antheren kommen mit den noch immer belegungsfähigen Narben in unmittelbare Berührung (Fig. 9). Nachdem die Narben mit Pollen belegt ſind, fallen die Antheren alsbald von den fadenförmigen Trägern ab, und die letzteren rollen ſich noch weiter zuſammen, wie durch Fig. 10 der Abbildung auf S. 341 dargeſtellt iſt.

Mehrere Arten des Mauerpfeffers mit unſcheinbaren Blüten (z. B. Sedum annuum, atratum, dasyphyllum), ebenſo einige Hauswurzarten (z. B. Sempervivum montanum, Ruthenicum) beſitzen in jeder Blüte zweierlei Pollenblätter, ſolche, welche vor den Kelchblättern, und ſolche, welche vor den Kronenblättern ſtehen. Die Antheren der erſteren ſpringen zuerſt auf, und da ſie knapp neben der Narbe ſtehen, bedarf es nur eines unbedeutenden Hinneigens der bogig gekrümmten fadenförmigen Träger, um eine Autogamie herbeizuführen. Nachdem die Narben ſchon mit Pollen belegt ſind, krümmen ſich auch noch die vor den Kronenblättern ſtehenden Antherenträger bogenförmig einwärts, und die Antheren, welche mittlerweile aufgeſprungen ſind, kommen dicht über die Narben zu ſtehen. Da aber die letzteren bereits welk geworden ſind und des Pollens nicht mehr bedürfen, ſo muß man annehmen, daß der Pollen der vor den Kronenblättern ſtehenden Pollenblätter zur Kreuzung ausgeboten und darauf berechnet iſt, daß Inſekten ihn abholen und zu anderen Blüten bringen, in welchen noch kein Pollen zu haben iſt, deren Narben aber ſchon zugänglich und belegungsfähig ſind. Die Feigenkaktuſſe (Opuntia) und die zahlreichen Arten der Gattung Roſe (Rosa) verhalten ſich in ähnlicher Weiſe. Auch bei ihnen liefert ein Teil der Antheren den Pollen zur Autogamie, ein anderer Teil zur Kreuzung. Die bogenförmig gekrümmten fadenförmigen Träger der Antheren ſind von ungleicher Länge, die Antheren an den Fäden des innerſten Wirtels öffnen ſich zuerſt, aber ihr Pollen hat trotz der Nähe der zuſtändigen Narben für die Autogamie keine Bedeutung, weil die Antheren tiefer ſtehen als die Narben und mit dieſen von ſelbſt in keine Berührung kommen. Nur die Fäden des äußerſten Wirtels haben die entſprechende Länge, und nur dieſe krümmen und neigen ſich ſo weit nach der Mitte der Blüte, daß ihre Antheren unmittelbar auf die Narben zu liegen kommen. Da aber die Antheren dieſer Fäden als die letzten der betreffenden Blüte ſich öffnen, ſo erfolgt auch die Autogamie erſt im letzten Augenblicke des Blühens, ſozuſagen vor Thorſchluß, und die ganze übrige Zeit iſt die Blüte nur auf Kreuzung berechnet. Mehrere Ranunkulaceen, wie z. B. Anemone Hepatica und Transsilvanica, Ranunculus alpestris, acer und montanus, tragen Blüten, deren Aufbau einigermaßen an jenen der Roſen erinnert. In der Mitte der Blüten erhebt ſich eine Gruppe von Stempeln mit kurzen Griffeln und faſt ſitzenden Narben, und dieſe Gruppe iſt eingefaßt von zahlreichen Pollenblättern, welche in mehreren Wirteln geordnet und ſelbſt wieder von den Blumenblättern umgeben ſind. Die Blüten ſind proterogyn, und im Beginne des Blühens kann nur Kreuzung durch Vermittelung von Inſekten ſtattfinden. Auch ſpäterhin, wenn ſich die Antheren des äußeren Wirtels der Pollenblätter geöffnet haben und den haftenden Pollen ausbieten, iſt die Blüte noch auf Kreuzung berechnet; denn der Abſtand dieſer Antheren von den Narben iſt verhältnismäßig groß, und die beſuchenden Inſekten benutzen jedesmal das mittelſtändige Fruchtknotenköpfchen als Anflugsplatz und ſchreiten von da über die pollenbedeckten Antheren dem Umkreiſe der Blüte zu, um von dort wieder abzufliegen und eine neue Blüte aufzuſuchen. Allmählich aber kommen auch die Pollenblätter der inneren Wirtel zur Entwickelung; die bisher ſehr kurzen Antherenträger wachſen bedeutend in die Länge, krümmen ſich einwärts und legen die mittlerweile aufgeſprungenen und mit Pollen bedeckten Antheren auf die Narben. Da mit beginnender Dämmerung die Blumenblätter dieſer Ranunkulaceen zuſammenſchließen und infolge der ſchwachen Krümmung der Stiele die Blüten nickend werden, ſo könnte man daran denken, daß auch dieſe Krümmungen an dem Zuſtandekommen der Autogamie beteiligt

ſind, um ſo mehr, als bei zahlreichen anderen Ranunkulaceen, von welchen ſpäter noch die Rede ſein wird, eine ſolche Mithilfe thatſächlich vorkommt; aber bei den oben genannten Anemonen und Ranunkeln iſt ein ſolches Eingreifen nicht notwendig, und es iſt bei ihnen das Schließen ſowie das Nickendwerden der Blüten bei Regenwetter und während der Nacht wohl nur als Schutz des Pollens gegen Näſſe aufzufaſſen.

Dieſen zahlreichen Pflanzen mit proterogynen Blüten ſchließen ſich noch einige proterandriſche Arten aus den Gattungen Gypsophila, Saxifraga und Cuphea an. Das kriechende Gipskraut (Gypsophila repens) enthält zehn Pollenblätter, von welchen fünf vor den Kelchblättern und fünf vor den Kronenblättern ſtehen. In der Knoſpe ſind ſie ſämtlich hakenförmig eingeſchlagen, ſpäter, in der geöffneten Blüte erſcheinen ſie gerade geſtreckt und auswärts gerichtet. Bei dieſer Lage iſt eine Berührung ihrer pollenbedeckten Antheren mit den Narben, welche mittlerweile in der Mitte der Blüte belegungsfähig geworden ſind, nicht möglich; kurz vor dem Ende des Blühens krümmen ſich aber die Pollenblätter einwärts, und es kommen dadurch die Antheren auf die Narben zu liegen. Auch die Steinbreche beherbergen in den Blüten zweierlei Pollenblätter. Bei den Arten der Rotte Cymbalaria (Saxifraga Cymbalaria, Huetiana ꝛc.) richten ſich zuerſt diejenigen auf, welche vor den Kelchblättern ſtehen. Ihre Antheren öffnen ſich und bieten den Pollen bereits zu einer Zeit aus, wenn die danebenſtehenden zuſammenſchließenden Narben noch nicht belegt werden können. Dieſer Pollen wird ſelbſtverſtändlich nicht zur Autogamie verwendet und iſt augenſcheinlich für Kreuzungen vorbereitet. Nachdem dieſe Pollenblätter in einer beſtimmten Reihenfolge ihren Pollen ein paar Tage hindurch ausgeboten haben, neigen ſie ſich nach außen und entledigen ſich ihrer Antheren. Nun erſt trennen ſich die bisher aneinander ſchließenden Griffel, und die Narben werden belegungsfähig. Da die Antheren der vor den Kelchblättern ſtehenden Pollenblätter abgefallen und die Antheren der vor den Kronenblättern ſtehenden Pollenblätter noch nicht geöffnet ſind, ſo können in dieſer Periode des Blühens die Narben nur mit dem Pollen anderer Blüten, beziehungsweiſe anderer Stöcke belegt werden. Endlich kommt auch in die vor den Kronenblättern ſtehenden Pollenblätter Bewegung und Leben, ſie krümmen ſich ſtark nach einwärts, preſſen die inzwiſchen aufgeſprungenen Antheren an die noch immer belegungsfähigen Narben, und es wird durch ſie am Schluſſe des Blühens Autogamie erzielt. Auch an den proterandriſchen Blüten mehrerer Arten der Gattung Cuphea, namentlich an Cuphea eminens, wird Ähnliches beobachtet. Dieſe Blüten, von welchen ſchon auf S. 235 die Rede war, ſind mit ihrer Mündung nach der Seite gewendet und enthalten elf ungleich lange Pollenblätter, deren Antheren in zwei unregelmäßigen Reihen über den Boden der Blüte geſtellt ſind. Der Griffel iſt im Anfange des Blühens noch kurz und ebenſo wie die noch nicht belegungsfähige Narbe unter den Antheren verſteckt. Die Antheren öffnen ſich an ihrer oberen von dem Griffel und der Narbe abgewendeten Seite, und der aus ihren Längsriſſen hervordrängende Pollen iſt jetzt ſeiner Lage nach darauf berechnet, daß er von honigſaugenden Inſekten abgeſtreift und zu Kreuzungen verwendet werde. Ein paar Tage ſpäter hebt ſich der Griffel, welcher ſich mittlerweile um 11 mm verlängert hat, über die Pollenblätter empor, und es wird dadurch die Narbe in die Zufahrtslinie zum Honig eingeſtellt. Wenn jetzt Inſekten, mit dem Pollen anderer Blüten beladen, einfahren, ſo erfolgt zuverläſſig eine Kreuzung. Für den Fall ausbleibenden Inſektenbeſuches krümmt ſich aber das längſte Pollenblatt bogenförmig zur Narbe empor, und es wird die mit Pollen bedeckte Seite der emporgehobenen Anthere auf die Narbe gedrückt.

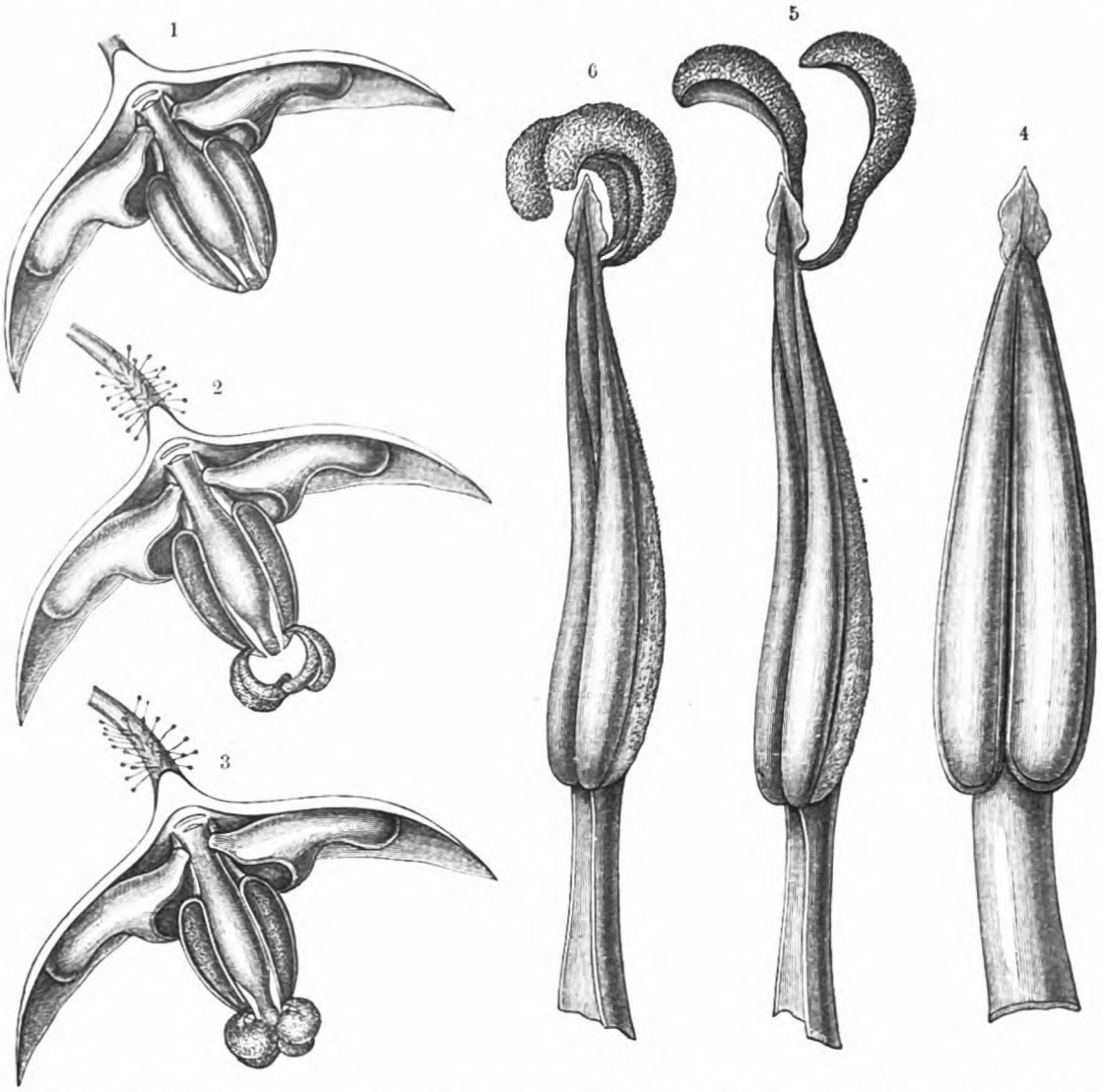
Die Krümmung der Antherenträger entſpricht in den bisher beſprochenen Fällen kaum dem dritten Teile einer Kreislinie und iſt nur ſelten eine ausgeſprochen ſchraubige. Daß aber auch ſolche Krümmungen zum Zwecke der Autogamie vorkommen können, zeigt einerſeits die zu den Nachtſchattengewächſen gehörende Giftbeere (Nicandra), deren lange Antherenträger

ſich für den Fall, daß die Narbe nicht ſchon früher mit fremdem Pollen belegt wurde, in einem Bogen, welcher wenigſtens einem Halbkreiſe entſpricht, zur Narbe hinabbeugen und anderſeits die zu den Portulaceen gehörende Calandrinia compressa, in deren ephemeren Blüten die fadenförmigen Träger der Antheren um 9 Uhr morgens, alſo kurz nach der Ausbreitung der Blumenblätter, in ſchwachem Bogen von der ſamtigen Narbe abſtehen, während ſie 3—4 Stunden ſpäter, ſobald die Blumenblätter wieder zuſammenſchließen, eine ſchraubige Krümmung nach links ausführen und ihre Antheren auf die Narben legen.

Die Fälle, wo ſich die Narben den Pollen von den zuſtändigen Antheren holen, laſſen ſich in zwei Abteilungen zuſammenſtellen, nämlich in ſolche, wo durch Verkürzen, Verlängern, Neigen und Krümmen einzelner Teile des Stempels eine unmittelbare Berührung der Narbe mit den Antheren und dem aus dieſen ausfallenden Pollen erfolgt, und dann in ſolche, wo das belegungsfähige Gewebe durch gewiſſe Änderungen in der Lage des Fruchtknotens, des Griffels oder der Narben mit dem aus den zuſtändigen Antheren irgendwo in der Blüte abgelagerten und aufgeſpeicherten Pollen in Berührung kommt. Die der erſten Abteilung einzureihenden Fälle ſondern ſich in vier Gruppen. In die erſte Gruppe gehören alle jene, wo die Autogamie eine Folge der Verkürzung des Griffels iſt. Die Nopale des mexikaniſchen Hochlandes, zumal verſchiedene Arten der Gattungen Cereus Echinopsis und Mamillaria, zeigen in ihren Blüten zahlreiche fadenförmige Antherenträger, welche, in mehreren Schraubenumgängen geordnet, den Zugang zum Honig des Blütengrundes umgeben. Eingelagert in dieſen Wuſt von Antherenträgern iſt ein fadenförmiger langer Griffel, welcher von einer ſternförmigen, ſtrahligen Narbe abgeſchloſſen iſt. Sobald die Blumenblätter auseinander gehen, ſieht man die Antheren bereits mit Pollen bedeckt. Die Narbe aber, welche ein gutes Stück vor oder über die Antheren vorgeſchoben erſcheint, iſt noch geſchloſſen; ihre fädlichen Zipfel liegen aneinander, bilden eine Art Keule, und von einer Belegung derſelben kann noch keine Rede ſein. Die Blüten ſind alſo ausgeſprochen proterandriſch, und der im erſten Zeitabſchnitte des Blühens ausgebotene Pollen kann nur zu Kreuzungen Verwendung finden. Nun öffnet ſich die Narbe; die fädlichen Zipfel derſelben ſtehen wie ein Stern ausgebreitet vor dem Zugange zum Nektar, und anfliegende Tiere, welche pollenbedeckt von anderen Blüten herkommen und Nektar ſaugen wollen, ſind gezwungen, zuvörderſt einen Teil ihrer Laſt an die Narbe abzuſtreifen und eine Kreuzung zu veranlaſſen. Das dauert je nach den Arten bald nur einige Stunden, bald mehrere Tage, ja ſelbſt bis über eine Woche. Sobald nun der Schluß des Blühens herannaht, verkürzt ſich der Griffel, und die Narbe, welche bisher vor den Antheren geſtanden hatte, wird zwiſchen die noch immer mit Pollen bedeckten Antheren ſo hineingezogen, daß eine Belegung derſelben mit Pollen unvermeidlich iſt. Bei Cereus dasyacanthus ſteht die Narbe kurz nach der Eröffnung der Blume 1 cm vor den Antheren; der Griffel, deſſen Abſchluß ſie bildet, iſt zu dieſer Zeit 20 cm lang; gegen das Ende des Blühens iſt der Griffel nur noch 16,5 cm lang, und die Narbe wird demnach bei dieſer Pflanze 3,5 cm weit einwärts zwiſchen die pollenbedeckten Antheren gezogen und ſteht jetzt nicht mehr vor, ſondern 2,5 cm hinter den Antheren der längſten Staubfäden.

Die zweite Gruppe umfaßt alle die Fälle, wo die Autogamie durch Verlängerung des Fruchtknotens oder Griffels herbeigeführt wird. Die in den warmen Thälern der ſüdlichen Alpen heimiſche Sockenblume (Epimedium alpinum), von welcher Blüten in nickender Stellung durch die Fig. 1, 2 und 3 der Abbildung auf S. 345 dargeſtellt ſind, zeigt vier kreuzweiſe geſtellte Kelchblätter und von dieſen überdeckt vier Kronenblätter, welche die Form zierlicher kleiner Pantoffeln oder Socken angenommen haben, und die in der ſtumpfen, ſackartigen Aushöhlung reichlichen Honig enthalten. Der Fruchtknoten iſt ſpindelförmig und trägt auf kurzem Griffel eine mit kleinen Papillen beſetzte Narbe. Die Pollenblätter, vier

an der Zahl, liegen mit ihrer Rückseite dem Fruchtknoten an; die Antheren derselben sind auswärts gewendet, lanzettlich, und über den Antheren erhebt sich wie eine Lanzenspitze eine kleine blattartige Schuppe (s. untenstehende Abbildung, Fig. 4). Die Blüten sind proterogyn, d. h. die papillöse, von den vier eben erwähnten Schuppen eingefaßte Narbe ist schon belegungsfähig, wenn die Antheren noch geschlossen sind (Fig. 1). Zu dieser Zeit kann die



Autogamie durch Verlängerung des Stempels: 1, 2, 3. Blüten der Sockenblume (Epimedium alpinum) in den aufeinander folgenden, anfänglich auf Kreuzung berechneten, später zur Autogamie führenden Zuständen. — 4. Geschlossene Anthere, von der Breitseite gesehen. — 5. Dieselbe Anthere geöffnet, von der Schmalseite gesehen. Von jedem der beiden Fächer hat sich die vordere Wand als ein Lappen abgehoben und emporgeschlagen. — 6. Dieselbe Anthere; die abgehobenen Lappen noch mehr zusammengezogen, so daß sie sich wie eine Kappe über die lanzettförmige Spitze wölben. — Fig. 1, 2, 3: 10fach; Fig. 4, 5, 6: 25fach vergrößert. Vgl. Text, S. 344—346.

Narbe mit dem Pollen anderer Blüten gekreuzt werden. Nun öffnen sich die zweifächerigen Antheren und zwar auf eine ganz eigentümliche Weise. Von jedem der beiden Fächer hebt sich die vordere Wand in Form eines Lappens ab, dessen innerer Seite der gesamte Pollen des betreffenden Antherenfaches anhaftet. Die beiden Lappen schrumpfen zusammen, verkürzen sich, rollen sich wie Klappen empor, krümmen sich bogenförmig über das blattartige Spitzchen der Anthere (s. obenstehende Abbildung, Fig. 5) und auch noch über die dicht neben der blattartigen Spitze stehende Narbe (Fig. 2). Das alles erfolgt gleichzeitig an allen vier Antheren, und das Ergebnis dieses Vorganges ist, daß jetzt die Narbe von einer aus acht aufgerollten Lappen zusammengesetzten Kappe überdacht ist. Da den Lappen an der bei dem Aufrollen

nach außen gekehrten Seite eine dicke Lage Pollen anhaftet, so ist die über der Narbe stehende Kappe an der Außenseite ganz mit Pollen bedeckt (s. Abbildung, S. 345, Fig. 2). Wenn jetzt Insekten angeflogen kommen, um aus den pantoffelförmigen Kronenblättern Honig zu saugen, so müssen sie an dieser pollenbedeckten Kappe vorbei und werden mit dem Pollen unfehlbar beklebt, während sie früher an derselben Stelle die Narbe zu streifen gezwungen waren. In diesem Zustande erhält sich die Blüte gewöhnlich zwei Tage. Mittlerweile gehen auch an dem Stempel Veränderungen vor, welche zwar sehr unscheinbar, aber für die schließliche Autogamie von größter Wichtigkeit sind. Wurde nämlich die Narbe nicht schon im Beginne des Blühens durch Vermittelung der Insekten mit Pollen anderer älterer Blüten belegt, so verlängert sich der ganze Stempel und zwar so weit, als notwendig ist, damit die noch unbelegte Narbe in die mit Pollen bedeckte Kappe hineingeschoben wird. Da sich gegen das Ende des Blühens die an dem Aufbaue der Kappe beteiligten Lappen noch etwas mehr gerollt haben (s. Abbildung, S. 345, Fig. 6), so kommt die Narbe mit dem an den Lappen haftenden Pollen unvermeidlich in Berührung (Fig. 3).

Einen ähnlichen Vorgang beobachtet man auch an mehreren Schotengewächsen, für welche der gewöhnliche Ackersenf (Sinapis arvensis) als Vorbild dienen kann. Die Blüten dieser Pflanzen sind durchweg proterogyn. Wenn sich die Blütenknospe öffnet, was schon am frühen Morgen geschieht, so sind die einwärts gewendeten Antheren noch geschlossen, aber die über die Antheren etwas emporragende Narbe ist bereits belegungsfähig. In diesem ersten Entwickelungsstadium der Blüte kann nur eine Belegung der Narbe mit dem von Insekten herbeigebrachten Pollen anderer Blüten stattfinden. Nach Verlauf eines Tages erhält man bei dem Anblicke der Blüte ein ganz anderes Bild. Die vier längeren Antherenträger haben sich gestreckt und zugleich etwas auswärts gebogen, und die Antheren erscheinen über die Narbe emporgehoben. Während die Antheren in der Knospe nach einwärts gewendet waren, sind sie jetzt infolge einer rasch ausgeführten Drehung nach außen gewendet, haben sich an der nach außen gewendeten Seite mit zwei Längsspalten geöffnet und bieten Pollen aus. Die Narbe ist jetzt den Blicken des Beobachters ganz entzogen. Sie ist übrigens auch der Belegung mit Pollen entzogen; denn die zuständigen Antheren haben, wie gesagt, ihre mit Pollen bedeckte Seite weggewendet, und der von Insekten etwa herbeigetragene Pollen anderer Blüten kann nicht an die Narbe abgestreift werden, weil die zuständigen Antheren eine Kappe über dieselbe bilden. Alles ist in diesem Entwickelungsstadium darauf berechnet, daß der ausgebotene Pollen von Insekten abgeholt und zu Kreuzungen verwendet werde. Wieder einen Tag später bietet sich dem Beobachter ein drittes Bild. Die Antherenträger haben sich gerade gestreckt, und dadurch sind die Antheren näher als bisher an die Narbe herangerückt, die Antheren erscheinen aber auch ringsum mit Pollen bedeckt, und der Fruchtknoten hat sich verlängert. Infolge dieser Verlängerung wurde die Narbe in die Antherenkappe hineingeschoben und reichlich mit Pollen belegt.

Auch in den nickenden Blüten der Alpenrebe (Atragene alpina) und der auf Sumpfwiesen im ungarischen Tieflande häufigen ganzblätterigen Waldrebe (Clematis integrifolia) erfolgt die Autogamie durch Vorschieben der Stempel bis zu den mit Pollen bedeckten Antheren. Beide genannten Pflanzen sind kurze Zeit hindurch proterogyn und im Beginne des Blühens auf Kreuzung berechnet. Die gleich Dachschindeln dicht aufeinander liegenden Pollenblätter bilden zusammengenommen eine kurze Röhre, in deren Tiefe zahlreiche köpfchenförmig vereinigte Stempel sitzen, während am freien Rande der Röhre die Antheren ihren Pollen ausbieten. Von den Antheren öffnen sich zuerst jene der äußersten und zugleich längsten Pollenblätter, dann die der mittellangen und schließlich jene der kürzesten, welche unmittelbar an die Stempel angrenzen. Der Pollen der äußersten Antheren dient vorzüglich zur Kreuzung und kann schon mit Rücksicht auf seine Lage kaum jemals zur Autogamie

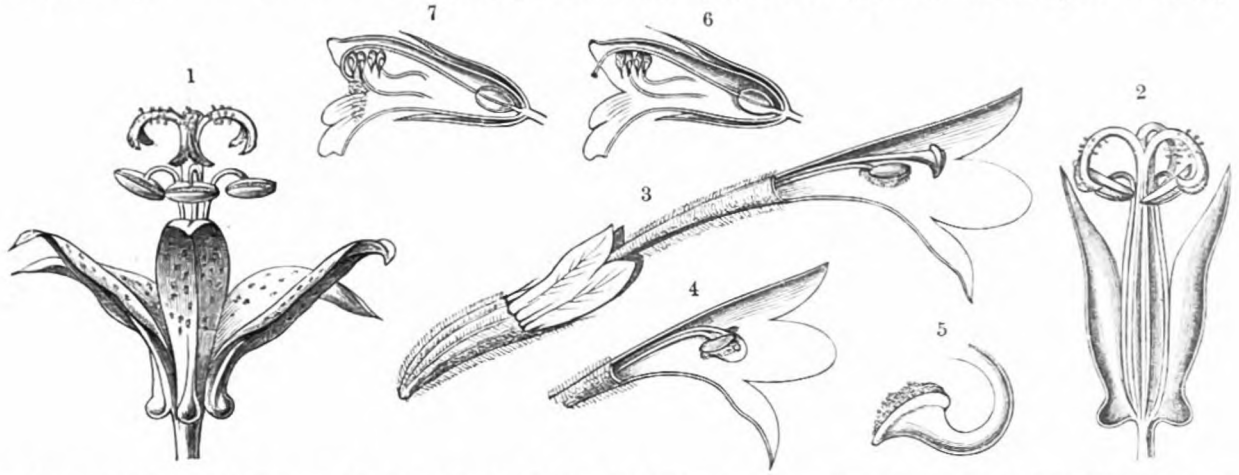
verwendet werden; aber auch aus den zuletzt sich öffnenden Antheren der kurzen Pollenblätter könnte der Pollen nicht zu den Narben gelangen, wenn nicht eine Verlängerung der Stempel erfolgen würde. Diese erfolgt nun in der That und zwar im Laufe der beiden letzten Tage des Blühens. Da zu dieser Zeit die Antheren noch immer Pollen enthalten und überdies auch an den seidigen Haaren der Antherenträger regelmäßig eine Menge Pollen haftet, so werden die etwas spreizenden Narben der sich verlängernden Stempel bei dem Vorschieben durch die Röhre mit Pollen reichlich belegt (s. Abbildung, S. 170, Fig. 3).

Die Blüten des Frauenmäntelchens oder Taubechers (Alchimilla vulgaris) sind gleichfalls proterogyn; die Antheren der vier kurzen Pollenblätter sind beim Öffnen der Blüte noch geschlossen, die bereits belegungsfähige Narbe steht in der Mitte der Blüte und ragt nur wenig über das Loch empor, von welchem das durch die Blüte gespannte honigabsondernde Zwerchfell durchbrochen ist. Zu dieser Zeit ist nur Kreuzung möglich. Binnen 24 Stunden wächst aber der Griffel, welcher die Narbe trägt, in die Länge, hält dabei eine schräge Richtung ein, so daß er auf eine der vier Antheren trifft, welche inzwischen mit einer Querspalte aufgesprungen sind. Da ist es fast unvermeidlich, daß die Narbe mit dem dort entbundenen Pollen belegt wird (s. Abbildung, S. 123, Fig. 5). Der Pollen der drei anderen Antheren kann noch von Fliegen abgeholt und zu Kreuzungen verwendet werden.

Das sind einige Vorbilder für jene Fälle, wo die Autogamie durch Auswachsen, beziehentlich durch Verlängerung der Griffel oder der ganzen Stempel erfolgt. Im ganzen genommen, zählt dieser Vorgang zu den selteneren, was um so merkwürdiger ist, als doch die Autogamie durch Auswachsen und Verlängern der Pollenblätter so häufig beobachtet wird. Noch seltener kommt es vor, daß durch Neigen eines zu allen Zeiten gerade bleibenden Griffels die Autogamie zu stande kommt. Am auffallendsten ist dieser Vorgang an dem amerikanischen Lippenblütler Collinsonia Canadensis zu sehen. In den eben geöffneten Blüten steht der lange, weit vorgestreckte Griffel genau in der Mitte zwischen den beiden fast ebenso langen, weit aus der Blüte herausragenden Pollenblättern. Gegen das Ende des Blühens beginnt der Griffel sich gegen eines der Pollenblätter zu neigen, er bewegt sich wie ein Uhrzeiger um 20—40° und trifft mit seiner Narbe regelmäßig die mit Pollen bedeckte Anthere, welche von einem der Pollenblätter getragen wird.

Viel häufiger kommt die Autogamie dadurch zu stande, daß Teile des Stempels, zumal die Griffel, sich krümmen, infolgedessen die Narben mit dem Pollen der zuständigen Pollenblätter entweder in unmittelbare Berührung gebracht, oder so unter die Antheren gestellt werden, daß der ausfallende Pollen auf sie treffen muß. Die Krümmung der Griffel richtet sich nach der Form und Einstellung der Blüte und insbesondere nach der Lage, welche die Antheren einnehmen. Die Blüten der Königskerze (Verbascum Thapsus), des Rapünzchens (Valerianella Auricula, carinata ꝛc.) sowie der nicht windenden Arten des Geißblattes (Lonicera alpigena, nigra, Xylosteum) sind proterogyn, und der Griffel ist bei der Eröffnung der Blumenpforte so gestellt, daß seine Narbe von den zum Blütengrunde einfahrenden Insekten gestreift werden muß. Selbstverständlich ist zu dieser Zeit nur Kreuzung möglich. Wenn sich späterhin die Antheren öffnen und ihren Pollen ausbieten, so wird die Narbe völlig aus dem Wege geschafft; es krümmt sich nämlich der Griffel nach abwärts oder nach einer Seite, so daß die Narbe weder durch Vermittelung der Insekten noch von selbst mit Pollen der zuständigen Pollenblätter in Berührung kommen kann. Erst gegen das Ende des Blühens kehrt der Griffel in seine ursprüngliche Lage zurück, krümmt sich wieder empor, und die Narbe wird an die noch immer mit Pollen bedeckten Antheren angedrückt. Die Blüten des Türkenbundes (Lilium Martagon) sind nickend und ihre Perigonblätter halbkreisförmig zurückgerollt; jedes dieser zurückgerollten Perigonblätter zeigt eine Rinne, welche in der Mitte durch zwei zusammenschließende

Randleiſten überdacht und geſchloſſen iſt, ſo daß der in ihr aufgeſpeicherte Honig nur an den beiden Enden, beziehungsweiſe an der inneren und äußeren Mündung der Rinne von Inſekten geſaugt werden kann. Dieſe Blüten ſind proterogyn. Der Griffel iſt in der kürzlich geöffneten Blüte gerade und die von ihm getragene Narbe ſo eingeſtellt, daß ſie von den Inſekten, welche an der inneren Mündung der erwähnten honigführenden Rinne Honig ſaugen wollen, geſtreift werden muß. Da zu dieſer Zeit die Antheren noch geſchloſſen ſind, ſo kann nur von anderen Blüten Pollen an die Narbe angeklebt werden. Später öffnen ſich die Antheren. Dieſelben ſind ſo vor die äußere Mündung der honigführenden Rinne geſtellt, daß Inſekten, welche dort ſaugen wollen, unvermeidlich den Pollen von ihnen abſtreifen müſſen, dabei aber die Narbe nicht berühren. Schon in dieſem zweiten Entwickelungsſtadium der Blüte hat ſich der Griffel etwas nach der Seite gekrümmt, gegen das Ende des Blühens wird die Krümmung ſo ſtark, daß die Narbe mit einer oder bisweilen auch mit zwei Antheren in Berührung kommt und ſich von dieſen den Pollen holt. Manch-



Autogamie durch Krümmung des Griffels: 1. Blüte der Tricyrtes pilosa im erſten, — 2. im letzten Entwickelungsſtadium. — 3. Blüte der Morina Persica im erſten, — 4. im letzten Entwickelungsſtadium. — 5. Die Narbe der Morina mit dem Pollen der zuſtändigen Antheren belegt. — 6. Blüte der Euphrasia minima im erſten, — 7. im letzten Entwickelungsſtadium. — Sämtliche Figuren etwas vergrößert. An Fig. 2, 3 4, 6 u. 7 der vordere Teil der Blume weggeſchnitten. Vgl. Text, S 348—350.

mal allerdings verfehlt die Narbe das Ziel, und es iſt darum bei dem Türkenbunde die Autogamie nicht ſo vollkommen ſichergeſtellt wie in den meiſten anderen Fällen. Auch darf nicht unerwähnt bleiben, daß die Krümmung nur dann ſtattfindet, wenn die Narbe nicht ſchon früher mit fremdem Pollen belegt wurde. Hat ſchon im Beginne des Blühens eine Kreuzung ſtattgefunden, ſo unterbleibt die Krümmung oder iſt nur ganz unbedeutend.

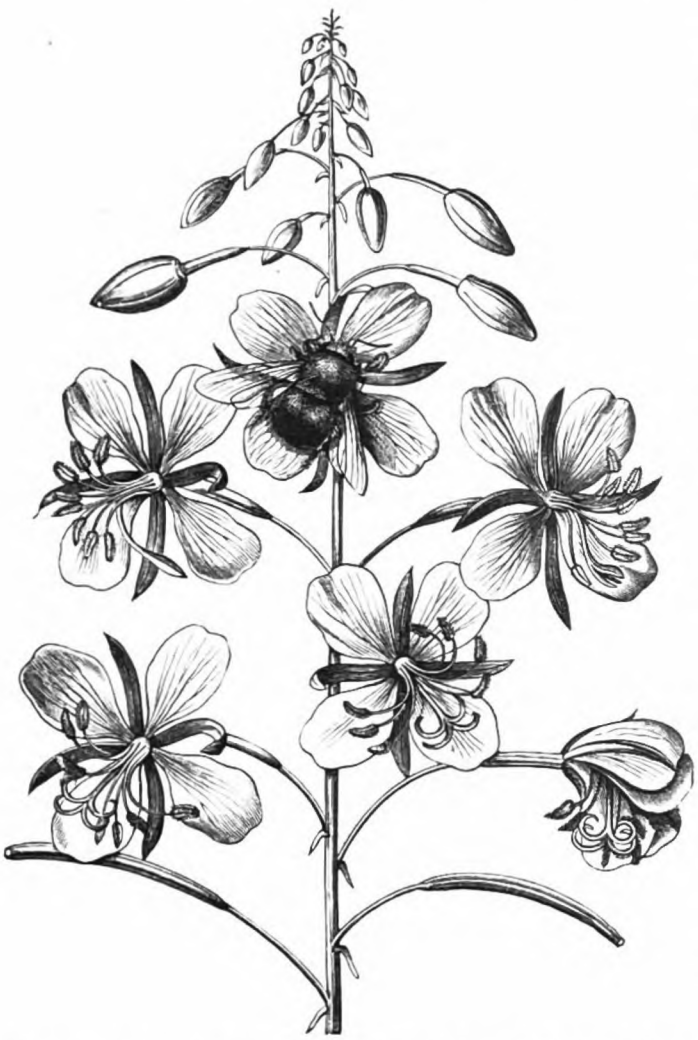
Das Abholen des Pollens durch die Narbe vermittelſt Abwärtskrümmung der Griffel beobachtet man an verſchiedenen Arten von Tricyrtes, Morina, Oenothera und Epilobium, weiterhin an mehreren Rhinanthaceen, Nelkengewächſen und Ranunkulaceen und an den meiſten Malvaceen. Die obenſtehend abgebildeten Blüten der Tricyrtes pilosa ſind proterogyn. Jeder der drei Griffel iſt nach abwärts gekrümmt und gabelig geteilt, ſo daß er einer Kralle nicht unähnlich ſieht. Das Narbengewebe findet ſich an dem Ende der Kralle und wird von den Inſekten, welche aus den ausgeſackten Perigonblättern Honig ſaugen wollen, beim Anfliegen geſtreift. Die freien Enden der Antherenträger ſind bogenförmig nach abwärts gekrümmt, und die Antheren erſcheinen unter den krallenförmigen Griffeläſten gleichſam aufgehängt (Fig. 1). Wenn die Antheren Pollen ausbieten, ſind ſie ſo eingeſtellt, daß die zum Honig des Blütengrundes einfahrenden Inſekten an ſie anſtreifen und ſich Pollen aufladen müſſen. Ohne Vermittelung der Inſekten würde bei gleichbleibender Lage der Narben und Antheren ſowie bei gleichbleibender aufrechter Einſtellung der Blüte eine Belegung der Narbe nicht zu ſtande kommen. Es findet daher für den Fall ausbleibenden

Inſektenbeſuches ein Herabkrümmen der krallenförmigen Griffel ſtatt. Dasſelbe dauert ſo lange, bis das am Ende der Kralle befindliche Narbengewebe mit den pollenbedeckten Antheren in unmittelbare Berührung kommt (ſ. Abbildung, S. 348, Fig. 2).

Während ſich der hier geſchilderte Vorgang bei Tricyrtes pilosa im Laufe einer Woche abſpielt, vollzieht er ſich in den Blüten der Morina Persica (ſ. S. 348, Fig. 3, 4, 5) binnen wenigen Stunden. Der Unterſchied in dem Eintreten der Paarungsfähigkeit der Narben und Antheren beträgt bei Morina kaum eine halbe Stunde; aber ſelbſt dieſe kurze Spanne Zeit genügt, um im Anfange des Blühens eine Kreuzung möglich zu machen, während in dem zweiten Zeitabſchnitte des Blühens die Autogamie erfolgt. Alle Arten der Gattung Morina, alſo auch die hier zum Vorbilde gewählte Morina Persica, öffnen ihre Blüten bei beginnender Dämmerung. Sobald ſich der Saum der Blumenkrone ausgebreitet hat, wird in der Mitte der Blüte dicht über der Zufahrt zum Honig die dicke, gewulſtete Narbe ſichtbar, welche an der unteren Seite das belegungsfähige Gewebe trägt. Die zwei dahinterſtehenden Antheren ſind noch geſchloſſen, und wenn jetzt Inſekten ihren Rüſſel in die mit Honig gefüllte lange Röhre der Blume einführen, ſo iſt, vorausgeſetzt, daß dieſe Inſekten Pollen von anderen ſchon etwas früher geöffneten Blüten mitbringen, eine Kreuzung unausbleiblich. Bei anderen Pflanzen, deren Blüten ſich am Morgen öffnen, iſt kaum zu erwarten, daß ſich ſofort nach der Eröffnung des Zuganges zum Honig auch ſchon die paſſenden Inſekten einſtellen; aber die Blüten der Morina ſind auf Abend- und Nachtſchmetterlinge berechnet, welchen nur 2—3 Stunden der Dämmerung zur Gewinnung des Honigs gegönnt ſind, und die ſich daher ſputen und dieſe ganze Zeit ausnutzen müſſen, wenn ſie nicht zu kurz kommen wollen. In der That erheben ſich die genannten Schmetterlinge von ihren Ruheplätzen in derſelben Viertelſtunde, in welcher die Blüten der Morina den Saum ausbreiten, und man kann faſt mit Sicherheit darauf rechnen, daß dort, wo überhaupt Schwärmer und Eulen mit einer Rüſſellänge von 3—4 cm um die Wege ſind, alſogleich nach dem Eröffnen des Blütengrundes eines oder mehrere dieſer Tiere heranſchwärmen und, vor den Blüten ſchwebend, Honig ſaugen. Es genügt daher ſelbſt die auf kaum eine halbe Stunde beſchränkte Dichogamie, daß bei ſolchen in der Dämmerung aufblühenden Pflanzen im Beginne des Blühens eine Kreuzung erfolgt. Bei Morina erſcheint die Kreuzung auch noch dadurch angeſtrebt, daß, wie bereits erwähnt wurde, im erſten Entwickelungsſtadium die Narbe vor den Antheren ſteht (ſ. Abbildung, S. 348, Fig. 3). Wenn die Schwärmer, Eulen und Spinner anfliegen und in den honigreichen Blütengrund einfahren, ſo ſtreifen ſie zuerſt an die große Narbe und erſt hinterdrein an die Antheren, und es iſt daher die Möglichkeit gegeben, daß auch noch in jenem Zeitabſchnitte, in welchem die Antheren bereits geöffnet ſind und ihren Pollen ausbieten, durch Vermittelung der Inſekten eine Kreuzung ſtattfindet. Für den Fall ausbleibenden Inſektenbeſuches krümmt ſich aber ſchon am folgenden Morgen der Griffel ſo weit im Bogen herab, daß die Narbe platt auf die Antheren zu liegen kommt (ſ. S. 348, Fig. 4). Der Pollen haftet leicht an, und wenn man nun die der Anthere angedrückte Narbe aus der Blüte nimmt, ſo erſcheint derſelben ein dicker Klumpen des Pollens aufgeklebt (ſ. S. 348, Fig. 5).

Ganz ähnliche Krümmungen des Griffels wie an der Morina finden auch in den Blüten zahlreicher Rhinanthaceen, z. B. Rhinanthus minor, Trixago apula, Melampyrum pratense, Euphrasia minima (ſ. Abbildung, S. 348, Fig. 6 und 7), ſtatt. Es wiederholt ſich bei dieſen Pflanzen überhaupt der ganze Vorgang, wie er ſoeben geſchildert wurde, nur iſt der Pollen bei ihnen nicht haftend, ſondern mehlig, und es wird dieſer Pollen auch nicht durch Anſchmiegen und Anpreſſen der Narbe an die Antheren auf das belegungsfähige Gewebe gebracht, ſondern es genügt, wenn die Narbe infolge der knieförmigen oder halbkreisförmigen Krümmung des Griffels unter die Antheren geſtellt wird. Die Pollenblätter ſind

hier nach dem Vorbilde von Zuckerzangen (ſ. S. 270) ausgebildet. Im erſten und zweiten Entwickelungsſtadium der Blüten fällt der mehlige Pollen nur dann aus den Löchern der Antheren heraus, wenn die ſpangenförmigen ſteifen Antherenträger durch Inſekten auseinander gerückt werden. Wenn aber keine Inſekten zu den Blüten kommen, ſo bleibt natürlich der Pollen in ſeinen Behältern zurück. Im dritten Entwickelungsſtadium der Blüte erſchlaffen dann die Antherenträger ſowie der mit ihnen verbundene Teil der Blumenkrone, infolgedeſſen weichen die bisher feſt zuſammenſchließenden Antheren etwas auseinander, und der mehlige Pollen fällt in die Tiefe. Da ſich aber mittlerweile der Griffel ſo weit herabgekrümmt hat, daß die glänzende, klebrige Narbe unter das vordere Antherenpaar zu ſtehen kommt, ſo fängt dieſe einen Teil des Pollens auf, und es findet ſomit Autogamie ſtatt (ſiehe Abbildung, S. 348, Fig. 7). Manchmal krümmt ſich übrigens der Griffel in ſeinem vorderen Drittel ſo ſtark, daß man von einem Einrollen desſelben ſprechen könnte, und dann kommt es wohl auch vor, daß die Narbe zwiſchen die auseinander weichenden Antheren eingeſchoben wird und bei dieſer Gelegenheit auch mit den die Antheren bekleidenden, gewöhnlich ganz mit Pollen eingeſtäubten Haaren in Berührung kommt.



Autogamie in den Blüten des ſchmalblätterigen Weidenröschens (Epilobium angustifolium). Vgl. Text, S. 351.

Tricyrtes, Morina ſowie die zuletzt beſprochenen Rhinanthaceen ſind proterogyn, die Nachtkerzen, Weidenröschen, Lichtnelken und Malvaceen, bei welchen die Autogamie gleichfalls durch Herabkrümmen der Griffel zu den mit Pollen bedeckten Antheren erfolgt, ſind dagegen proterandriſch. Wenn ſich die Blumenblätter der Nachtkerzen (Oenothera biennis, muricata ꝛc.) und jene der großblütigen Weidenröschen (Epilobium hirsutum, angustifolium; ſ. nebenſtehende Abbildung) ausbreiten, liegen die vier Äſte des Griffels, welche das belegungsfähige Gewebe tragen, und welche man Narben zu nennen pflegt, noch dicht aneinander, und an eine Belegung der Narben iſt jetzt um ſo weniger zu denken, als zufolge einer Seitwärtsneigung oder knieförmigen Krümmung des Griffels die Narbe von der zum Honig des Blütengrundes führenden Einfahrtslinie weggerückt erſcheint. Jetzt ſtehen die acht Antheren, welche nacheinander den Pollen ausbieten, vor den Punkten, wo die Inſekten Honig gewinnen können. Bald darauf und zwar bei den Nachtkerzen ſchon nach einer halben Stunde, bei den großblumigen Weidenröschen nach 24 Stunden ſtreckt ſich der Griffel gerade, ſtellt ſich in die Mitte der Blüte, ſeine vier Äſte ſpreizen auseinander und ſtehen nun kreuzweiſe geordnet vor dem Zugange zum Honig. Kurze Zeit hindurch verharren die Narben in dieſer Lage, und es

braucht wohl nicht näher auseinandergesetzt zu werden, daß jetzt durch die den Honig aufsuchenden Hummeln, welche mit dem Pollen jüngerer Blüten angeflogen kommen, eine Kreuzung vermittelt werden kann. Alsbald aber krümmen oder rollen sich die vier Narben zurück, so daß das belegungsfähige Gewebe derselben mit dem noch immer an den Antheren haftenden Pollen in Berührung kommt (s. Abbildung, S. 350; die unteren Blüten). Unterstützt wird diese Autogamie gewöhnlich auch noch dadurch, daß sich die Träger der Antheren etwas aufrichten, und daß sich der stielartige unterständige Fruchtknoten sanft bogenförmig nach abwärts krümmt, wodurch die Blüte in eine nickende Lage versetzt wird.

Unter den Ranunkulaceen zeigen einige Arten des Schwarzkümmels (Nigella) dieselbe Einrichtung. Die Blüten derselben sind proterandrisch. Der erste Vorgang, welchen man in ihnen nach der Ausbreitung der Blumenblätter beobachtet, besteht darin, daß sich die Pollenblätter in geregelter Reihenfolge gegen den Umfang der Blüte krümmen und ihre aufgesprungenen Antheren dicht über die honiggefüllten Nektarien hinstellen. Insekten, welche herangeflogen kommen, um den Honig zu gewinnen, müssen unvermeidlich den Pollen von diesen Antheren abstreifen und aufladen. Wenn nach und nach sämtliche Pollenblätter diese Bewegungen durchgemacht haben, werden auch die bisher unbeweglichen, straff aufgerichteten Griffel rührig und krümmen sich so weit nach außen, daß das an ihren Spitzen entwickelte, inzwischen belegungsfähig gewordene Narbengewebe über die Nektarien zu liegen kommt. Wenn bei dieser Stellung der Narbe Insekten mit dem Pollen jüngerer Blüten beladen anlangen, um Honig zu holen, so streifen sie den fremden Pollen an die Narbe ab und veranlassen dadurch eine Kreuzung. Das Auswärtskrümmen der spreizenden Griffel ist aber noch nicht zu Ende. Weiter und weiter biegen sie sich hinab, und schließlich stoßen die Narben mit den Antheren zusammen, an welchen noch immer etwas Pollen haftet.

Es gibt auch einige Nelkengewächse und Mieren (Lychnis alpina, Alsine Gerardi, Cerastium arvense, lanatum, Stellaria graminea, Holostea), bei welchen sich die Narben kurz vor dem Verwelken der Zwitterblüten den Pollen der zuständigen Antheren durch bogenförmige Krümmungen zu verschaffen wissen. Die Blüten derselben sind unvollkommen proterandrisch. Zuerst kommen die vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter zur Reife; ihre Antheren öffnen sich und bieten Pollen aus, der aber nur zu Kreuzungen verwendet werden kann, da die Narben in der betreffenden Blüte noch nicht belegungsfähig sind. Am folgenden Tage krümmen sich die Träger dieser Antheren soweit wie möglich gegen den Umfang der Blüte hin, und manche derselben verlieren bei dieser Gelegenheit auch ihre Antheren. Mittlerweile haben sich die vor den Kronenblättern stehenden Pollenblätter verlängert, die Antheren derselben sind aufgesprungen, und ihr Pollen kann ebenso wie jener der früheren von Insekten abgeholt werden. Wieder einen Tag später krümmen sich diese Pollenblätter ein wenig gegen den Umfang der Blüte, verlieren aber niemals ihre Antheren, sondern warten, mit Pollen bedeckt, das Ende des Blühens ab. Am vierten Tage spreizen die Griffel, welche bisher in der Mitte der Blüte gestanden hatten, auseinander, krümmen sich bogenförmig zurück, drehen sich bei einigen Arten wie eine Schraube und kommen dadurch mit den oben erwähnten Antheren, beziehentlich mit dem noch an ihnen haftenden Pollen in unmittelbare Berührung.

In den Blüten der oben genannten Mieren und Nelkengewächse sind die geschilderten Krümmungen der Antherenträger und Griffel auf 4—5 Tage verteilt, bei den Malven (Malva borealis, rotundifolia ꝛc.) spielen sich dieselben Vorgänge innerhalb 48 und bei dem Ibisch (Hibiscus Trionum) und dem Abutilon (Abutilon Avicennae) binnen 3—8 Stunden ab. An den eben ausgebreiteten Blüten der Malven erhebt sich eine Garbe aus zahlreichen Fäden, welche an ihrem freien Ende rundliche pollenbedeckte Antheren tragen, und die zugleich auch eine Hülle und Decke der Griffel bilden. Die Antherenträger, aus welchen

die Garbe zusammengesetzt ist, schlagen sich aber alsbald im Bogen herab, und man sieht nun die gebüschelten Griffel, welche das inzwischen belegungsfähig gewordene Narbengewebe tragen, an derselben Stelle, wo früher die Antheren gestanden hatten. Aber auch diese Stellung, welche augenscheinlich auf eine durch Insekten einzuleitende Kreuzung berechnet ist, dauert nicht lange; die Griffel drehen sich S-förmig und krümmen sich zugleich so weit herab, daß der Besatz aus Papillen, welcher das Narbengewebe bildet, mit dem Pollen der kurz vorher herabgeschlagenen Antheren in Berührung kommt. Bei dem an den Ufern der Theiß in ausgedehnten Beständen wachsenden Abutilon Avicennae bildet die Garbe aus Antherenträgern zu keiner Zeit eine Decke der Griffel, sondern man sieht schon in dem Augenblicke, wenn die Blumenblätter auseinander gehen, fünf schlanke, von roten samtigen kugeligen Narben abgeschlossene Griffel über die Antheren emporragen. Insekten, welche jetzt angeflogen kommen und sich auf die samtigen Narben setzen oder an dieselben anstreifen, können eine Kreuzung veranlassen. Aber schon ein paar Stunden später krümmen sich die Griffel im Halbbogen herab, und die Narben legen sich auf die mit Pollen reichlich bedeckten tiefer stehenden Antheren. Andere Malvaceen, z. B. Anoda hastata, zeigen mit Rücksicht auf die Krümmung der Griffel das entgegengesetzte Verhalten. In den Blütenknospen derselben sind sowohl die Antherenträger als die Griffel knieförmig gegen den Blütenboden herabgekrümmt. Nachdem sich die Blumenblätter ausgebreitet haben, strecken sich zuerst die Antherenträger gerade, richten sich in die Höhe und bilden nun eine Garbe aus Fäden, deren jeder eine mit Pollen beladene Anthere trägt. Etwas später kommt die Reihe des Krümmens und Aufrichtens an die Griffel. Sie schlagen denselben Weg ein, welcher kurz vorher von den Antherenträgern eingehalten wurde, und schieben sich in die Garbe der Antherenträger ein. Die Narben der längeren Griffel kommen dabei etwas über die Antheren zu stehen, jene der kürzeren Griffel legen sich dagegen unmittelbar an die Antheren an, und da diese noch immer etwas Pollen enthalten, findet regelmäßig Autogamie statt.

Eine entfernte Ähnlichkeit mit dieser Autogamie hat jene, welche in den Blüten des Sonnentaues (Drosera) beobachtet wird. Der kugelige Fruchtknoten dieser Pflanze trägt drei Griffel, und jeder dieser Griffel ist in zwei spatelförmige Lappen geteilt, die an der oberen Seite das Narbengewebe tragen. In der geöffneten schalenförmigen Blüte sieht man diese Lappen wie die Speichen eines Rades wagerecht ausgebreitet (s. Abbildung, S. 279, Fig. 10). Die Pollenblätter sind dagegen aufrecht, kreuzen in der offenen Blüte die Lappen unter einem rechten Winkel, und ihre Antheren stehen höher als das Narbengewebe. Sobald das Schließen der Blumen beginnt, krümmen sich die sechs Lappen empor und zwar so weit, daß das Narbengewebe mit dem Pollen der Antheren in Berührung kommen muß.

Bei mehreren Lippenblütlern und Utrikularineen erfolgt die Autogamie nicht durch Krümmung des Griffels, sondern durch Krümmung der Narbe. So z. B. krümmt sich bei dem Hohlzahne (Galeopsis ochroleuca, Tetrahit ꝛc.), dessen proterandrische Blüten in der ersten Zeit so eingerichtet sind, daß bei stattfindendem Insektenbesuche eine Kreuzung stattfinden muß, gegen das Ende des Blühens die mit dem Narbengewebe besetzte Spitze des unteren Griffelastes so weit nach ab- und rückwärts, daß sie mit den pollenbedeckten Antheren der längeren Pollenblätter in unmittelbare Berührung kommt, und bei manchen Arten der Gattung Ziest (Stachys palustris, silvatica ꝛc.) krümmen sich kurze Zeit vor dem Verblühen beide Narbenäste abwärts und holen sich von den Antheren den Pollen. Die nach der Seite geöffneten Blüten des in Band I auf der Tafel bei S. 131 abgebildeten Fettkrautes (Pinguicula) enthalten zwei knieförmig aufgebogene, von schüsselförmigen Antheren abgeschlossene Pollenblätter und über denselben einen eiförmigen Fruchtknoten, welchem eine große lappenförmige Narbe aufsitzt. Der untere Rand der lappenförmigen Narbe, welcher das belegungsfähige Gewebe trägt, hängt wie ein Vorhang über die Antheren hinab.

Insekten, welche ihren Rüssel in den honigführenden Sporn der Blüte einsenken, streifen zunächst diesen Narbenrand und dann die dahinterstehenden Antheren, belegen also, wenn sie von anderen Blüten mit Pollen beladen anrücken, zuerst die Narbe und entnehmen im nächsten Augenblicke neuen Pollen von den Antheren für wieder andere Blüten. Dadurch sind zunächst die Bedingungen der Kreuzung gegeben, und diese findet auch oft genug bei diesen Pflanzen statt. Wenn aber Insekten ausbleiben und die Kreuzung nicht zu stande kommt, so rollt sich der Narbenrand so weit ein, daß das belegungsfähige Gewebe auf die schüsselförmigen Antheren zu liegen kommt. Da hier noch reichlich Pollen aufgespeichert ist, so erfolgt unvermeidlich Autogamie. Ähnlich verhält es sich auch in den Blüten des Wasserschlauches (Utricularia) und wahrscheinlich bei der Mehrzahl der Utrikularineen.

Verhältnismäßig selten erfolgt die Autogamie in der Weise, daß sich kurz vor dem Verblühen sowohl die Träger der Antheren als auch die Griffel spiralig oder schraubenförmig zusammenrollen und einen Knäuel bilden, wobei die Narben mit dem Pollen einer oder mehrerer Antheren in unmittelbare Berührung



Autogamie durch spiraliges Einrollen der Antherenträger und Griffel: Blüte der Commelyna coelestis: 1. im ersten, — 2. im zweiten, — 3. im dritten Entwickelungsstadium. Längsschnitte. — Sämtliche Figuren etwas vergrößert.

kommen und belegt werden. Die meisten Pflanzen, bei welchen dieser seltsame Vorgang beobachtet wird, sind ephemer; im übrigen gehören sie den verschiedensten Familien an. Bei mehreren Kommelynaceen, namentlich an Commelyna coelestis (s. obenstehende Abbildung), steht die Narbe in den nach der Seite eingestellten, eben geöffneten Blüten vor und unterhalb der Antheren (Fig. 1). Wenn in dieser Periode des Blühens Insekten anrücken, um an den eigentümlich geformten, handförmig gelappten Nektarien zu naschen, so benutzen sie die Antheren als den mit Rücksicht auf das angestrebte Ziel geeignetsten Anflugsplatz, und da an den randständigen Spalten der Antheren bereits Pollen ausgeboten ist, so kleben sich die Insekten diesen Pollen auch sofort an. Bald darauf rollen sich die Antherenträger spiralig ein, und der Griffel, welcher inzwischen gleich den Antherenträgern in die Länge gewachsen ist, krümmt sich so, daß seine Narbe etwas höher als am Anfange zu stehen kommt und nun den geeignetsten Anflugsplatz für Insekten bildet (Fig. 2). Wenn jetzt Insekten, von anderen jüngeren Blüten kommend, anfliegen, so werden sie eine Kreuzung veranlassen. Dieser Stand der Dinge erhält sich aber nur sehr kurze Zeit; der Griffel rollt sich jetzt gleichfalls spiralig ein, verschlingt sich mit den eingerollten Antherenträgern, und da ist es nicht zu vermeiden, daß die Narbe mit einer oder der anderen Anthere in Berührung kommt und mit dem Pollen derselben belegt wird (Fig. 3). Mit überraschender Ähnlichkeit spielt sich das alles in den Blüten der Allionia violacea, der Mirabilis Jalappa und noch mehrerer anderer Nyktagineen ab. Von den Blüten der genannten Allionia wäre nur zu bemerken, daß sie proterogyn sind, daß die Narbe um 6 Uhr morgens, wenn das Blühen beginnt, höher steht als die Antheren, daß einige Stunden später infolge eigentümlicher

Bewegungen des Griffels und der Pollenblätter die Antheren höher stehen als die Narbe, und daß um 10 Uhr bereits das zur Autogamie führende Einrollen der Antherenträger und Griffel beginnt. In den eben geöffneten Blüten der Nachtblume (Mirabilis Jalappa) steht die pinselförmige Narbe vor den Antheren, und für den Fall, daß Insekten angeflogen kommen, um Honig zu saugen, werden zunächst die Papillen der Narbe und dann erst die Antheren gestreift. Ein Heben und Senken der Antherenträger und Griffel findet hier nicht statt; das Einrollen erfolgt aber in derselben Weise wie bei Allionia, und sobald die Autogamie eingetreten ist, faltet sich der Saum der Blütenhülle zusammen, wird matsch und bildet nun eine Art Pfropfen über den aus den fadenförmigen Antherenträgern und dem Griffel gebildeten Knäuel. Ich sage hier absichtlich Blütenhülle und nicht Blumenkrone, weil man vom morphologischen Standpunkte das blumenkronartige Gebilde als Hülle eines Blütenstandes ansehen muß. Daß man insofern bei den Nyktagineen den oben beschriebenen Vorgang als Geitonogamie und nicht als Autogamie aufzufassen berechtigt wäre, soll hier nur angedeutet sein; eine ausführliche Darlegung dieser Verhältnisse wäre hier nicht am Platze. Die Blüten des Portulakes (Portulaca oleracea) weichen von jenen der Commelyna, Allionia und Mirabilis insofern ab, als dieselben fünf Narben besitzen, welche in ihrer Form an zarte Federchen erinnern und sich inmitten der schalenförmigen aufrechten Blüte sternförmig ausbreiten. Die in schräger Richtung aus dem Blütengrunde aufragenden Pollenblätter stehen im Kreise um die Narbe herum, sind aber im Beginne des Blühens so eingestellt, daß zwischen ihren Antheren und den Narben ein kleiner Abstand besteht, aus welchem Grunde der an den Antheren haftende Pollen von selbst nicht zur Narbe gelangen kann. Nach Ablauf einiger Stunden nähern sich die im Sonnenscheine schalenförmig ausgebreiteten Blumenblätter, und die Blüte beginnt sich zu schließen; die federförmigen Narben krümmen sich alle fünf nach derselben Seite und rollen sich nach und nach spiralig ein. Aber auch die fadenförmigen Antherenträger gehen eine anfänglich bogenförmige, später spiralige oder schraubige Krümmung ein, wodurch die mit Pollen bedeckten Antheren an die federförmige Narbe angedrückt werden. Auch bei dem Portulake sieht man dann ähnlich wie bei der Nachtblume und den anderen Pflanzen mit ephemeren Blüten über dem Knäuel aus verwickelten Fäden die matschen Blumenblätter eine Decke bilden.

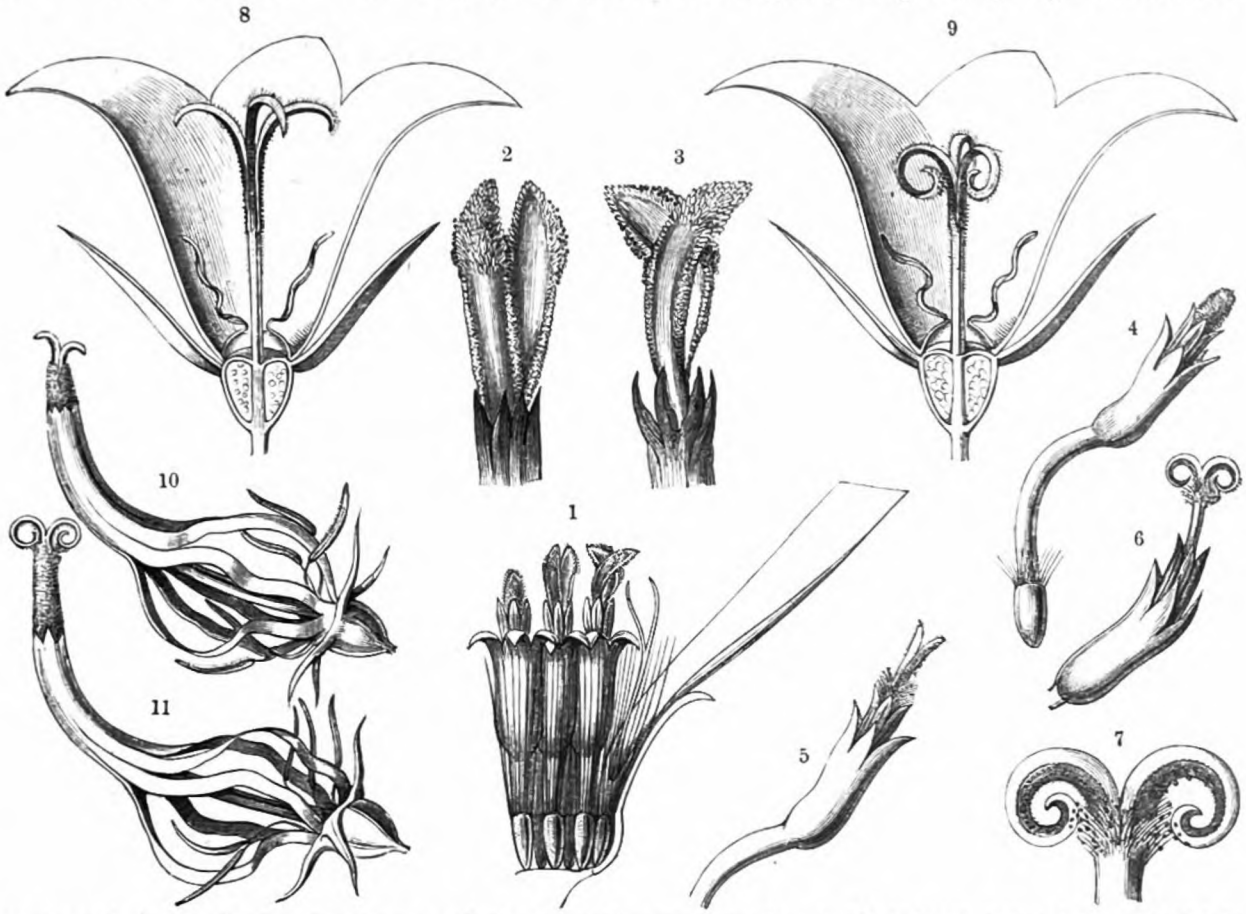
Wie bereits erwähnt, kommt diese Autogamie vorwaltend bei Eintagsblüten vor. An solchen, welche nur wenige Stunden hindurch offen bleiben, kann man die beschriebenen Bewegungen sozusagen mit den Augen verfolgen. An den wenigen hierher gehörigen Arten, deren Blüten zwei, drei und noch mehrere Tage offen sind, vollziehen sich natürlich auch diese Krümmungen und Drehungen viel langsamer. An den Grasnelken (Armeria alpina, vulgaris 2c.) sieht man in der Mitte der beckenförmigen Blüte fünf Narben in einer ähnlichen Anordnung wie bei dem Portulake, doch sind die Narben hier nicht federförmig, sondern stellen schlanke Cylinder dar, welche infolge des Besatzes aus kurzen, dicht gedrängten Papillen ein samtartiges Ansehen besitzen. Die der kurzen Kronenröhre angewachsenen Pollenblätter erheben sich vor den Blättern der Krone, und die Antheren kommen zwischen die Strahlen der Narbe zu stehen. Trotz des geringen Abstandes von Antheren und Narben gelangt doch weder in der ersten noch in der zweiten Periode des Blühens der Pollen von selbst auf das belegungsfähige Narbengewebe. Im Anfange des Blühens sind die Pollenblätter so eingestellt, daß die Insekten, welche zum Honig des Blütengrundes einfahren, die pollenbedeckten Antheren streifen müssen, während zu dieser Zeit die fünf Narben noch aufgerichtet sind. Etwas später vollzieht sich zwischen den Antheren und Narben, wie in so vielen anderen Fällen, ein Platzwechsel; die Pollenblätter richten sich auf, und die Antheren rücken gegen die Mitte der Blüte zusammen, die Narben dagegen spreizen auseinander und kommen neben die Zufahrt zum Honig zu liegen. Daß ein solcher Platzwechsel mit der

Kreuzung zuſammenhängt, iſt ſo oft geſagt worden, daß es überflüſſig erſcheint, es nochmals zu wiederholen. Wenn es aber infolge ausbleibenden Inſektenbeſuches nicht zur Kreuzung kommt, ſo drehen ſich die Griffel wie eine Schraube, bewegen ſich zugleich gegen die Mitte der Blüte und verſchlingen ſich mit den dort ſtehenden Antherenträgern, welche gleichfalls eine ſchraubige Drehung ausgeführt haben. Bei dieſer Gelegenheit kann es nicht fehlen, daß die ſamtigen Narben den noch an den Antheren haftenden Pollen aufnehmen.

Aus den bisherigen Mitteilungen über die Autogamie geht unter anderem auch hervor, daß bei ſehr vielen Pflanzen der in den Antheren ausgebildete Pollen, zumal wenn er ein haftender iſt, noch zur Zeit des Verblühens die Niſchen der Antheren erfüllt oder den zurückgeſchlagenen Rändern der aufgeſprungenen Behälter aufgelagert iſt. Selbſt dann, wenn blütenbeſuchende Inſekten einen Teil des Pollens abgeſtreift und zu anderen Blüten übertragen haben, bleibt regelmäßig noch eine zur Autogamie ausreichende Menge zurück, und nur in ſeltenen Fällen ſind die Behälter, in welchen ſich haftender Pollen entwickelt hatte, am Ende des Blühens gänzlich ausgeleert. Es gibt aber auch Pflanzen, bei welchen der haftende Pollen, ſobald er geſchlechtsreif geworden iſt, durch beſondere Einrichtungen aus den Antheren ausgebürſtet und ausgefegt oder auf irgend eine andere Art aus ſeinen Behältern entfernt und an einer beſonderen Stätte im Bereiche der Blüte abgelagert und ausgeboten wird. Von dem Pollen der Korbblütler iſt es bekannt, daß er aus den zu einer Röhre verwachſenen Antheren von dem ſich verlängernden, in der Röhre eingelagerten Griffel hinausgepreßt und hinausgeſchoben wird und dann an der oberen Mündung der Röhre als ein dem Griffelende aufgelagertes Klümpchen erſcheint. Bei den Glockenblumen wird der ganze Inhalt der Antheren an der Außenſeite des Griffels aufgeſpeichert, und dasſelbe geſchieht bei den Arten der Gattung Rapunzel und einigen kleinblütigen Gentianen. Anderſeits wird bei mehreren Pflanzen ein Teil des Pollens infolge des Schrumpfens der Antherenwände abgeſtoßen, kommt auf haarförmige Bildungen des Fruchtknotens, in die Vertiefungen ſchalenförmiger Blumenblätter oder an irgend eine andere Stelle der Blüte und wird dort zu weiterem Verbrauche aufgeſpeichert. Auch iſt es kaum zu vermeiden, daß die honigſaugenden oder pollenfreſſenden Tiere bei ihren Beſuchen an die Antherenträger anſtoßen, einen Teil des Pollens zum Abfallen bringen, und daß dieſer an beſtimmten Teilen der Krone, des Kelches oder des Perigons hängen bleibt. Solcher Pollen kann natürlich ebenſogut Verwendung finden wie der an den Antheren haftende, und in der That kommt es vor, daß die Narben den Pollen der zuſtändigen Antheren von deſſen zeitweiligen Ablagerungsſtätten holen, und daß auf dieſe Weiſe Autogamie erfolgt. Einrichtungen, welche zu dieſem Ziele führen, gibt es nicht gerade viel, dafür iſt aber die Zahl der Pflanzenarten, bei denen dieſe Autogamie ſtattfindet, überaus groß. Insbeſondere das Abholen des an der äußeren Seite der Griffelſäule oder der Griffeläſte abgelagerten Pollens durch das belegungsfähige Narbengewebe am Rande oder an der inneren Seite der Griffeläſte kommt an Hunderten von Glockenblumen und Tauſenden von Korbblütlern vor und ſoll darum hier zu allererſt erörtert werden.

Es laſſen ſich zwei Vorgänge unterſcheiden: erſtens die Verſchränkung und zweitens das ſpiralige Zurückrollen der Griffeläſte. Der erſtere Vorgang wird insbeſondere bei den Aſteroideen (Aster, Bellidiastrum, Erigeron, Solidago), zumal an den in der Mitte des Köpfchens dieſer Pflanzen ſtehenden Röhrenblüten, aber auch an vielen Korbblütlern, deren ſämtliche Blüten zungenförmig ſind, beobachtet. An dem als Vorbild gewählten Aster alpinus (ſ. Abbildung, S. 356, Fig. 1, 2 und 3) ſind die Griffeläſte kurz, dicklich, an der Innenſeite glatt und eben, an der Außenſeite etwas gewölbt und gegen das freie Ende zu mit papillenförmigen Fegehaaren beſetzt. Das belegungsfähige Narbengewebe befindet ſich

an den Rändern der Griffeläſte unterhalb der Fegehaare und iſt durch das gekörnte Anſehen der turgeszierenden Zellen kenntlich. Die Fig. 1 der untenſtehenden Abbildung zeigt in den nebeneinander ſtehenden Blüten das Verhalten der Griffeläſte vom Anfange bis zum Ende des Blühens. Faſt gleichzeitig mit dem Öffnen der röhrenförmigen Blumenkrone werden die beiden Griffeläſte über die Antherenröhre vorgeſchoben, und es wird durch die erwähnten Fegehaare der Pollen aus der Antherenröhre ausgebürſtet. Das belegungsfähige Narbengewebe iſt zu dieſer Zeit noch nicht zugänglich, und die Griffeläſte liegen noch dicht aneinander.



Autogamie durch Verſchränkung und ſpiraliges Zurückrollen der Griffeläſte: 1. Aster alpinus. Ausſchnitt aus dem Köpfchen, enthaltend eine randſtändige Fruchtblüte mit zungenförmiger Blumenkrone und drei röhrenförmige Blüten des Mittelfeldes. Die letzteren in den aufeinander folgenden, zur Autogamie führenden Zuſtänden. — 2. Griffeläſte des Aster alpinus, welche ſich ſoeben getrennt haben, an deren Fegehaaren aber noch etwas Pollen haftet. — 3. Die Griffeläſte verſchränkt, ſo daß der Pollen von den Fegehaaren des einen auf das Narbengewebe des anderen Griffelaſtes übertragen wird. — 4, 5, 6. Blüten aus der Mitte des Köpfchens der Centaurea montana in den aufeinander folgenden, zur Autogamie führenden Zuſtänden. — 7. Die beiden Griffeläſte ſo weit zurückgerollt, daß das Narbengewebe mit dem Pollen an den Fegehaaren in Berührung kommt. — 8. Campanula persicifolia; Längsſchnitt durch eine kürzlich geöffnete Blüte. — 9. Derſelbe Längsſchnitt; die Griffeläſte ſo weit zurückgerollt, daß das Narbengewebe mit dem Pollen an der Außenſeite der Griffelſäule in Berührung kommt. — 10. Blüte von Phyteuma orbiculare im Übergange vom erſten zum zweiten, — 11. im letzten Entwickelungsſtadium. — Fig. 8 und 9 in natürlicher Größe; die anderen Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 355—358.

Jetzt kann weder mit eigenem noch mit fremdem Pollen eine Belegung ſtattfinden, und der Pollen iſt nur ausgeboten, um von Inſekten zu Kreuzungen abgeholt zu werden. Die beiden Griffeläſte werden daraufhin noch weiter emporgehoben, trennen ſich und rücken etwas auseinander, was zur Folge hat, daß der ihren Fegehaaren aufgelagerte Pollen, wenn er nicht ſchon von Inſekten abgeholt wurde, zum großen Teile abgeſtoßen wird, abfällt und zur Geitonogamie Verwendung findet (ſ. S. 319). Ein kleiner Teil des Pollens bleibt aber ſtets an den unteren Fegehaaren hängen, und dieſer iſt es auch, welcher zur Autogamie herhalten muß (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 2). Dieſe Autogamie tritt nun endlich ein und zwar in der Weiſe, daß ſich beide Griffeläſte krümmen und kreuzen, etwa ſo wie zwei Arme, welche man verſchränkt, wodurch dann der an den unteren Fegehaaren des einen Griffelaſtes haftende

Pollen mit dem belegungsfähigen Gewebe am Rande des anderen Griffelastes in unmittelbare Berührung gebracht wird. Die beiden verschränkten Griffeläste erinnern jetzt auch lebhaft an die Form des Schnabels eines Kreuzschnabels, wie aus der Abbildung, S. 356, Fig. 3 zu sehen ist. Die Griffeläste jener Korbblütler, deren Köpfchen aus lauter Zungenblüten bestehen, sind immer viel länger als jene der Asteroideen, machen den Eindruck von Fäden und sind an ihrer Außenseite weit hinab mit Fegehaaren besetzt. Bei einem Teile dieser Korbblütler, für welche als Beispiele Crepis grandiflora, Hieracium umbellatum und Leontodon hastile angeführt sein mögen, findet gleichfalls kurz vor dem Verblühen eine Krümmung und zugleich schraubige Drehung der beiden Griffeläste statt, die noch weit mehr als bei den Asteroideen an das Verschränken der Arme erinnert und eine Autogamie im Gefolge hat.

Den zweiten Vorgang, nämlich das spiralige Zurückrollen der Griffeläste, beobachtet man besonders schön an den Kreuzkräutern, namentlich den hohen, in unseren Wäldern häufigen Arten: Senecio Fuchsii und nemorensis, sowie an den Flockenblumen (Centaurea). Ich wähle als Vorbild die in den Voralpen weitverbreitete Bergflockenblume (Centaurea montana; s. Abbildung, S. 356, Fig. 4, 5, 6 und 7). Die Griffel sind hier wesentlich anders gestaltet als bei den im vorhergehenden besprochenen Korbblütlern. Das Narbengewebe breitet sich über die innere Fläche der Griffeläste, insbesondere über den Teil in der Nähe der freien Enden, aus, und die Fegehaare sind auf eine schmale Zone unterhalb der Gabelung des Griffels beschränkt. Das Ausbürsten des Pollens aus der Antherenröhre (s. Abbildung, S. 356, Fig. 4) erfolgt wie bei den anderen Korbblütlern; nur kommt es bei den Flockenblumen vor, daß dieses Ausbürsten durch plötzliche Verkürzung der von Insekten berührten reizbaren Antherenträger noch beschleunigt wird (s. S. 252). Nachdem die Hauptmasse des ausgebürsteten Pollens durch Insekten entfernt oder infolge des Auseinanderweichens der Griffeläste abgestoßen wurde (Fig. 5), sieht man die belegungsfähigen Innenflächen der Griffeläste so eingestellt, daß Insekten, welche auf anderen Blütenköpfchen mit Pollen beklebt wurden und nun angeflogen kommen, eine Kreuzung veranlassen müssen. Dieser Zustand dauert aber nur kurze Zeit; alsbald rollen sich die beiden Griffeläste spiralig zurück und zwar so lange, bis das belegungsfähige Gewebe ihrer ursprünglich inneren Seite mit dem an den Fegehaaren zurückgebliebenen Pollen in Berührung kommt und eine Autogamie stattfindet (s. Abbildung, S. 356, Fig. 6 und 7).

Die Glockenblumen (Campanula) zeigen der Mehrzahl nach dieselbe Rollung der Griffeläste, und es hat dieser Vorgang auch die gleiche Bedeutung wie bei den Korbblütlern. Doch ist bei ihnen die Art und Weise, wie der Pollen auf die Außenseite des Griffels kommt, etwas abweichend. Im Inneren der geschlossenen Blütenknospe liegen zwar, ähnlich wie bei den Korbblütlern, die langen Antheren dem wie eine Mittelsäule sich erhebenden Griffel an und bilden eine Art Röhre um denselben; auch öffnen sich diese Antheren an ihrer inneren Seite und lagern ihren ganzen Pollen auf die Außenseite des Griffels ab, welche mit zarten, glashellen Papillen besetzt ist und sich dadurch zum Festhalten des Pollens vortrefflich eignet; aber der Pollen wird nicht aus der Antherenröhre ausgebürstet, sondern die Antheren, nachdem ihr Pollen auf der Griffelsäule abgelagert wurde, trennen und lösen sich, schrumpfen zusammen, werden bedeutend kürzer und sind jetzt nur noch als ausgeleerte verbogene und vertrocknete Reste im Blütengrunde zu sehen (s. Abbildung, S. 356, Fig. 8). Die Griffeläste sind zu dieser Zeit bereits spreizend und so in die Mündung der Blumenkrone gestellt, daß die den Honig des Blütengrundes aufsuchenden Bienen und Hummeln notwendig das belegungsfähige Gewebe an der Spitze der Griffeläste streifen müssen. Bringen diese Insekten Pollen von anderen Blüten mit, so ist eine Kreuzung unvermeidlich. Tiefer unten beladen sich dieselben Insekten mit dem Pollen, welcher der Griffelsäule aufgelagert ist, und können diesen wieder zu anderen Blüten bringen. Gegen den Schluß des Blühens rollen

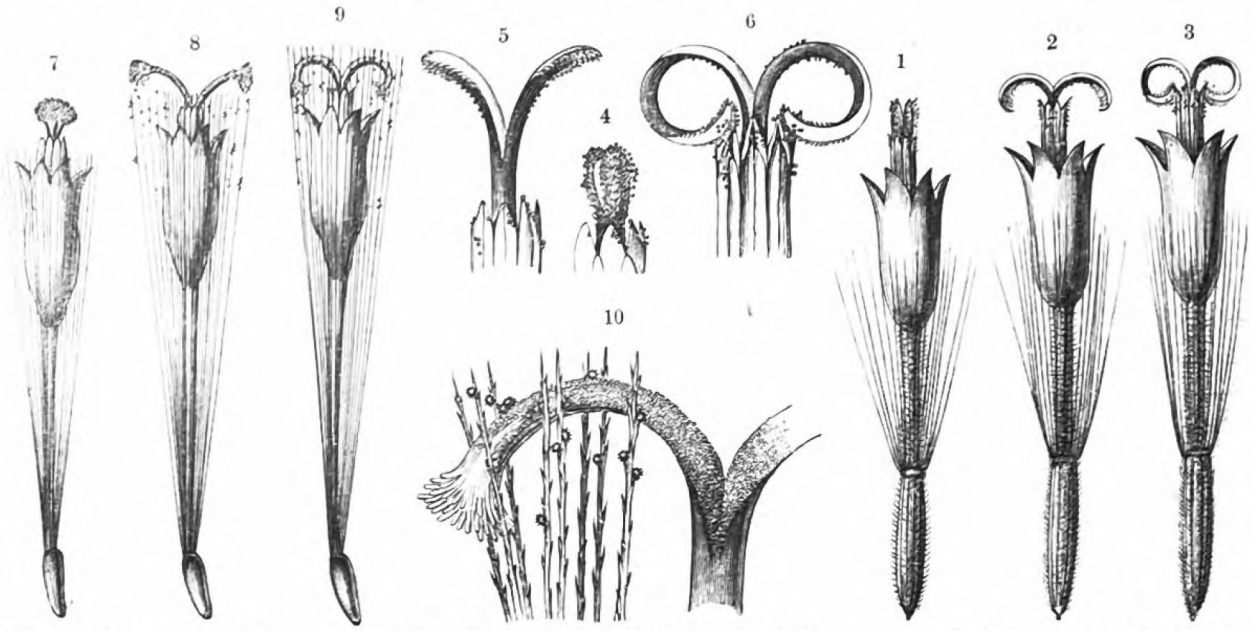
ſich die Griffeläſte ſpiralig zurück; das belegungsfähige Gewebe an der Spitze dieſer Äſte wird an die Griffelſäule angedrückt und mit dem Pollen belegt, von welchem noch immer eine genügende Menge ſich an der betreffenden Stelle erhalten hat (ſ. Abbildung, S. 356, Fig. 9). Als Vorbild für dieſe Glockenblumen wurde hier die großblütige Campanula persicifolia gewählt, bei welcher die Griffeläſte 1—1,6 cm lang ſind und $1^1/_2$—2 Spiralumgänge machen. Die meiſten anderen Glockenblumen (z. B. C. barbata, carpatica, pyramidalis, Rapunculus, spicata) laſſen an ihren Griffeläſten nur 1—$1^1/_2$ Spiralumgänge erkennen, und bei einigen wenigen (z. B. C. patula und rapunculoides) geht die Rollung über zwei Spiralumgänge etwas hinaus. Die Gattung Rapunzel (Phyteuma), für welche Phyteuma orbiculare als Vorbild gewählt wurde (ſ. Abbildung, S. 356, Fig. 10 und 11), unterſcheidet ſich in betreff der hier in Rede ſtehenden Vorgänge dadurch von den zunächſt verwandten Glockenblumen, daß die Ablagerung des Pollens ſowie das Zurückziehen und Vertrocknen der entleerten Antheren geſchieht, während die Spitzen der Blumenblätter noch zu einer Röhre verwachſen ſind. Kurze Zeit hindurch ragt dann das Ende der Griffelſäule, ringsum mit Pollen beladen, über die Blumenkrone vor, die beiden Griffeläſte trennen ſich, und ihre mit dem belegungsfähigen Narbengewebe beſetzten Spitzen ſind jetzt auf Kreuzung durch Vermittelung anfliegender Inſekten berechnet (ſ. Abbilduug, S. 356, Fig. 10). Wenn aber Inſektenbeſuch ausbleibt, ſo rollen ſich die Griffeläſte ſpiralig zurück, und ihre Spitzen legen ſich an den Pollen der Griffelſäule an (ſ. Abbildung, S. 356, Fig. 11). An allen unterſuchten Arten (Phyteuma confusum, hemisphaericum, Halleri, orbiculare, spicatum) vollführen die Griffeläſte 1—2 Schraubenumgänge. Bei Phyteuma Halleri wurde auch beobachtet, daß nach erfolgter Autogamie die glashellen Härchen an der Griffelſäule ſowie der von ihnen getragene Pollen ſchnell vertrocknen, und daß ſich die Griffeläſte wieder aufrollen.

Von Gentianeen zeigt dieſe Erſcheinung in auffallender Weiſe die kleine, auf den Hochgebirgen in der Umgebung des Brenners in Tirol verbreitete Gentiana prostrata. Die Blüten derſelben ſind proterandriſch; die Antheren liegen in der Knoſpe dem kurzen Griffel und der noch zuſammenſchließenden Narbe an, öffnen ſich und lagern ihren Pollen an die Außenſeite der genannten Gebilde ab. Hier kann der Pollen nach der Eröffnung der Blumenkrone abgeholt und zu Kreuzungen verwendet werden. Etwas ſpäter ſpreizen die beiden Narbenlappen auseinander, und wenn jetzt Inſekten in den Blütengrund einfahren, ſo ſtreifen ſie an die belegungsfähigen Stellen der Narbe an und können hier fremden Pollen abladen; endlich rollen ſich die beiden Narbenlappen ſpiralig zurück und zwar ſo lange, bis das belegungsfähige Gewebe der oberen Seite den noch immer an dem kurzen Griffel haftenden Reſt des Pollens erreicht hat.

Bei weitem ſeltener kommt es vor, daß ſich die zurückrollenden Narben den Pollen vom Saume der Antherenröhre, von Haaren an der Blumenkrone, von den Borſten des Pappus oder aus grubigen Vertiefungen der Blumenblätter holen. Das Abholen von dem Saume der Antherenröhre wurde an mehreren Korbblütlern, namentlich an den Arten der Gattung Adenostyles und Cacalia, ſowie an dem Wohlverleihe (Arnica montana) beobachtet. Der Griffel von Adenostyles beſitzt keine eigentlichen Fegehaare und iſt an der Außenſeite nur mit Papillen beſetzt, welche ihm ein drüſiges, rauhes Ausſehen geben und der Pflanze den Namen Drüſengriffel eingetragen haben. Der Pollen wird daher auch nicht aus der Antherenröhre ausgebürſtet, ſondern hinausgepreßt. Der Saum der Antherenröhre iſt fünfzackig; jeder der Zacken iſt etwas gerollt und faſt kahnförmig ausgehöhlt und dadurch geeignet, einen Teil des hinausgepreßten Pollens zurückzuhalten. Dieſer Pollen wird nur für den Fall, daß nicht auf andere Weiſe eine Belegung der Narben ſtattgefunden hat, zur Autogamie verwendet, indem ſich dann die beiden Griffeläſte ſo lange ſpiralig zurückrollen, bis das belegungsfähige Gewebe mit dem Saume der Antherenröhre in Berührung kommt.

Die Griffeläste des Wohlverleihes (Arnica montana; ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 1—6) ſind nur an den unbedeutend verdickten Spitzen an der Außenſeite mit Fegehaaren beſetzt, und es wird hier der Pollen förmlich ausgebürſtet (Fig. 1 und 4). Hierbei bleibt immer ein kleiner Teil des Pollens an dem fünfzackigen Saume der Antherenröhre zurück. Wie dann durch das ſpiralige Zurückrollen der Griffeläſte der Pollen auf das belegungsfähige Narbengewebe kommt, iſt durch die Figuren in der untenſtehenden Abbildung anſchaulich dargeſtellt.

Für das Abholen des Pollens von den Haaren der Blumenkrone wähle ich als leicht zugängliche Beiſpiele eine Glockenblume, zwei Nelken und einen weitverbreiteten Lippenblütler. Die neſſelblätterige Glockenblume (Campanula Trachelium) weiſt eine Blumenkrone auf, welche an der Innenſeite dicht mit Haaren beſetzt iſt. Dieſe Haare ſtehen in der Blütenknoſpe



Autogamie durch Krümmung der Griffeläſte: 1, 2, 3. Blüten der Arnica montana in den aufeinander folgenden, zur Autogamie führenden Zuſtänden. — 4. Aneinander liegende Griffeläſte der Arnica; kürzlich aus der Antherenröhre vorgeſchoben. An den Fegehaaren und an der Mündung der Antherenröhre haftet Pollen. — 5. Die Griffeläſte weiter vorgeſchoben und ſpreizend. — 6. Die Griffeläſte zurückgekrümmt, ſo daß das Narbengewebe mit dem an der Antherenröhre haftenden Pollen in Berührung kommt. — 7, 8, 9. Blüten des Senecio viscosus in den aufeinander folgenden, zur Autogamie führenden Zuſtänden. — 10. Ein abwärts gekrümmter Griffelaſt des Senecio viscosus, deſſen Narbengewebe mit dem auf den Borſten des Pappus haftenden Pollen in Berührung kommt. — Sämtliche Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 360.

wagerecht nach innen und berühren den Griffel und die Antheren. Die Ablagerung des Pollens auf die Griffelſäule erfolgt wie bei den früher beſprochenen Glockenblumen (ſ. S. 357), aber ſobald ſich die Antheren zurückziehen, gelangt ſtets etwas Pollen auf die Haare, und man ſieht dieſe immer ſchon mit einem Teile des Pollens beklebt, wenn ſich die Blumenkrone öffnet. Die in den Blütengrund einfahrenden Hummeln und Bienen können natürlich wieder eine Kreuzung veranlaſſen, alles genau ſo wie bei den anderen Glockenblumen. Aber gegen Ende des Blühens rollen ſich bei Campanula Trachelium die Griffeläſte nicht bis zur Mittelſäule hin; es genügt hier eine halbbogenförmige Krümmung zu den mit Pollen beklebten Haaren, um das belegungsfähige Narbengewebe der Griffelſpitzen mit Pollen zu verſehen.

An der in den Südalpen heimiſchen Nelke Dianthus neglectus und ebenſo an der Gletſchernelke (Dianthus glacialis) iſt die Platte der Blumenblätter mit Haaren beſetzt. Nachdem die Antheren ihren Pollen den Inſekten angeboten haben, krümmen ſich die Träger derſelben bogenförmig auswärts, und dabei wird etwas Pollen an die Haare der Platte angeheftet; auch wird durch die Inſekten, welche die proterandriſchen Blüten beſuchen, gewöhnlich etwas Pollen verſtreut und fällt auf die Platte der Blumenblätter hinab. Nun naht das Ende des Blühens. Die vor dem Eingange zum Blütengrunde geſtellten Narben

erwarten, daß anfliegende Insekten den Pollen anderer Blüten an sie anstreifen, was mit einer Kreuzung gleichbedeutend wäre. Mitunter bleiben aber die Insekten aus, und für diesen Fall wird noch im letzten Augenblicke der auf den behaarten Platten der Blumenblätter abgelagerte Pollen ausgenutzt. Die mit glashellen Papillen dicht besetzten Narben krümmen sich S-förmig, streifen wie eine Bürste über die Platte hinweg und werden dabei mit dem dort zurückbehaltenen Pollen belegt. Diese Belegung wird bei den beiden genannten Nelken noch wesentlich dadurch gefördert, daß die Platte der Blumenblätter im Verlaufe des Blühens um einige Millimeter in die Länge wächst, wodurch die mit Pollen beklebten Haare den Narben etwas näher gerückt werden. Bei Dianthus neglectus findet überdies ein Einrollen und Aufrichten der Platten am Abende statt, was gleichfalls das Abbürsten des Pollens durch die Narben sehr erleichtert.

An Ballota nigra, einem auf bebautem Lande, an Hecken und Zäunen häufigen Lippenblütler mit proterandrischen Blüten, fällt schon im Beginne des Blühens ein Teil des Pollens auf den Haarpelz, welcher die Ränder der Oberlippe bekleidet. Wenn nun bei dieser Pflanze eine Belegung der Narbe durch Vermittelung der Insekten nicht stattgefunden hat, so biegt sich am Ende des Blühens der untere Griffelast nach abwärts und holt sich den auf den besagten Haarpelz aufgespeicherten Pollen. Ähnliches vollzieht sich auch an einigen anderen Lippenblütlern, wie z. B. an der im mitteländischen Florengebiete heimischen Salvia viridis, indem deren Griffel bei ausbleibendem Insektenbesuche fast um einen ganzen Kreisbogen herabgekrümmt wird, damit die Narbe mit dem schon im Beginne des Blühens abgefallenen und auf der Unterlippe aufgespeicherten Pollen in Berührung kommt. Das Abholen des in schalenförmigen Vertiefungen der Blumenkrone aufgespeicherten Pollens durch den herabgekrümmten Griffel oder die von ihm getragene Narbe wurde von mir bisher nur bei Tozzia alpina und Pirola media beobachtet, dürfte aber auch noch bei manchen anderen Pflanzen vorkommen.

Der eigentümliche Fall, daß sich die belegungsfähige Narbe den Pollen von den Haaren des sogenannten Pappus holt, ist durch die Abbildung, S. 359, Fig. 7—10 dargestellt. Bei dem als Vorbild benutzten klebrigen Kreuzkraute (Senecio viscosus) sind die Griffeläste nur an der Spitze mit büschelförmig gruppierten Fegehaaren besetzt. Wenn sich der Griffel verlängert, bürsten diese Fegehaare den Pollen aus der Antherenröhre; der Pollen erscheint jetzt als ein rundliches Klümpchen der Antherenröhre aufgelagert (s. S. 359, Fig. 7) und kann von Insekten abgeholt werden. Zu dieser Zeit sind die Haare des Pappus und die Blumenkrone 6 mm lang. Bald darauf spreizen die beiden rasch verlängerten Griffeläste auseinander, der Pollen, wenn ihn nicht schon Insekten abholten, wird abgestoßen und fällt auf die Haare des Pappus, an dessen Rauhigkeiten er hängen bleibt (s. S. 359, Fig. 8). Nun soll das belegungsfähige Gewebe an der inneren, inzwischen nach oben gekehrten Seite der Griffeläste durch Vermittelung von Insekten mit dem Pollen anderer Blüten belegt werden. Alle Teile der Blüte haben sich mittlerweile verlängert; die Haare des Pappus sind 7, die Blumenkrone ist 6,5 mm lang. Endlich tritt die Blüte in das dritte Entwickelungsstadium ein. Die beiden Griffeläste krümmen sich im Halbbogen abwärts, und das belegungsfähige Gewebe derselben kommt mit dem an den Haaren des Pappus hängenden Pollen in Berührung, was noch wesentlich dadurch gefördert wird, daß sich die Pappushaare von 7 auf 8 mm verlängert haben, so daß sie jetzt sogar über die Griffeläste hinausragen (s. S. 359, Fig. 9 u. 10).

In den bisher besprochenen Fällen sind an dem Zustandekommen der Autogamie nur Pollenblätter und Fruchtanlagen beteiligt. Bald neigen und krümmen sich die Träger der Antheren, bald die Träger des Narbengewebes, mitunter kommen sich auch beide Teile wechselseitig entgegen und suchen sich förmlich auf. Die Blumenblätter, welche in Wirteln um die Pollenblätter herumstehen, spielen dagegen bei allen diesen Pflanzen keine in den

Vorgang der Autogamie unmittelbar eingreifende Rolle. Ich komme nun zur Schilderung jener Pflanzen, bei welchen den Blumenblättern die Aufgabe zukommt, die Autogamie zu vermitteln.

Am einfachsten vollzieht sich diese Vermittelung, wenn die an der Innenseite röhrenförmiger, becherförmiger oder beckenförmiger Blumen angewachsenen Antheren infolge der Verengerung oder des Zusammenschließens der Blumen mit der Narbe in Berührung gebracht werden. Als Vorbild mag der Vogelkopf (Thymelaea Passerina) dienen. Die unscheinbaren kleinen Blüten enthalten Nektar und locken durch ihren Honigduft kleine Insekten an, welche bei dem Saugen des süßen Saftes den Pollen von den Antheren abstreifen, ihn auf die Narben anderer Blüten bringen und Kreuzungen einleiten. Die Antheren sind der Innenseite des becherförmigen Perigons angewachsen und anfänglich von den Narben nur $^1/_2$ mm entfernt. Trotz dieses geringen Abstandes kommt im Beginne des Blühens der klebrige haftende Pollen nicht von selbst auf die zuständige Narbe. Erst am Schlusse des Blühens zieht sich das Perigon im oberen Drittel etwas zusammen, und die dort in gleicher Höhe mit der Narbe stehenden Antheren werden dadurch an die Narbe angedrückt. An der zu den Protulaceen gehörenden Claytonia perfoliata erfolgt die Autogamie auf dieselbe Weise, und es besteht nur insofern eine Abweichung, daß hier die Antheren besondere fadenförmige Träger besitzen, welche mit der Basis der Blumenblätter verwachsen sind. Diese Fäden machen aber alle Bewegungen der Blumenblätter mit, und die von ihnen getragenen Antheren werden bei dem Zusammenschließen der Krone pünktlich an die Narbe angedrückt.

In anderen Fällen werden die der Innenseite der Blumenblätter angewachsenen Pollenblätter, deren Antheren im Beginne des Blühens unterhalb, beziehentlich hinter den Narben stehen, durch das Auswachsen und die Verlängerung der Blumenblätter während der Blütezeit vorgeschoben und kommen dadurch am Schlusse des Blühens an die Seitenränder der Narben zu liegen. Bei den Nachtschattengewächsen (Hyoscyamus, Lycium, Nicotiana, Physalis, Scopolia) ist dieser Vorgang etwas sehr Gewöhnliches. Auch bei den Gentianeen (z. B. Erythraea pulchella, Gentiana campestris, glacialis) wurde er beobachtet. Bei einigen dieser Pflanzen ist die Verlängerung, welche die Röhre der Blumenkrone erfährt, im Verhältnis zur Größe der Blüte sehr bedeutend. Bei dem Tabak (Nicotiana Tabacum) beträgt sie fast $^1/_2$ cm, bei dem kleinen Tausendgüldenkraute nur 2 mm. In den meisten Fällen geht übrigens mit der Verlängerung der Blumenkronenröhre auch eine Streckung der Antherenträger Hand in Hand. Infolge dieses vereinten Längenwachstums werden die Antheren in den kurzgriffeligen Blüten des Bocksdornes (Lycium barbarum) binnen 24 Stunden um $^1/_2$ cm vorgeschoben. In den Blüten des Bilsenkrautes (Hyoscyamus niger), welche sich am Morgen geöffnet haben, stehen die Antheren 7 mm unterhalb der Narbe, aber schon am Abende desselben Tages sind durch das gleichzeitige Längenwachstum der Kronenröhre und der an dieselbe angewachsenen Pollenblätter die Antheren bis zur Narbe emporgehoben und an dieselbe angedrückt. Es braucht kaum erwähnt zu werden, daß bei diesen Gewächsen, die sämtlich proterogyn sind, im Beginne des Blühens eine Kreuzung ermöglicht ist und auch in der That durch Vermittelung der Insekten sehr häufig stattfindet.

Einen überaus merkwürdigen Fall bilden auch die großblütigen Arten der Gattung Augentrost (Euphrasia Rostkoviana, versicolor, speciosa) und der schmalblätterige und behaarte Klappertopf (Rhinanthus angustifolius und hirsutus). Die Blüten dieser Pflanzen sind seitlich eingestellt; ihre Blumenkrone zeigt eine dreilappige Unterlippe und eine zweilappige, helmförmig gewölbte Oberlippe. Der Blumenkronenröhre sind vier streuzangenförmige Pollenblätter angewachsen. Die Antheren sind unter dem schützenden Dache der

Oberlippe geborgen; der lange, fadenförmige Griffel ist S-förmig gekrümmt, liegt über den Antheren und erscheint im Anfange des Blühens ein gutes Stück über die Antheren vorgestreckt (s. Abbildung, S. 273, Fig. 4). Narbe und Antheren sind jetzt so gestellt, daß die zum Blütengrunde einfahrenden Insekten vorerst die Narbe streifen müssen und kurz darauf mit dem aus den streuzangenförmigen Antheren ausfallenden Pollen eingestäubt werden. Wenn von den Insekten mehrere Blüten nacheinander besucht werden, so sind Kreuzungen unvermeidlich. Wenn aber Insekten ausbleiben, so verlängert sich die Röhre der Blumenkrone, und es werden dadurch die derselben angewachsenen Pollenblätter vorgeschoben. Da der Griffel seine anfängliche Länge beibehält, so kommt jetzt die ihn abschließende Narbe, welche bisher vor den Antheren stand, neben oder über die Antheren zu stehen. Die Narbe wird also von den nachgeschobenen Antheren gewissermaßen überholt. Bei den großblütigen Arten des Augentrostes drückt dann der gespannte Griffel auf die vorgeschobenen Antheren, bewirkt, daß sie auseinander weichen und senkt sich nach abwärts. Seine Narbe kommt dadurch zwischen die noch immer mit Pollen erfüllten Schalen der Antheren und wird dort unfehlbar belegt. Bei den genannten Arten des Klappertopfes gleitet der Griffel neben den Antheren vorbei und streift gewöhnlich den Pollen, welcher aus den erschlaffenden Streuzangen am Schlusse des Blühens ausgefallen und an den Haaren der Anthere und den eingebogenen Falten der Blumenkrone hängen geblieben ist.

Weit seltener als die Blumenkrone beteiligt sich der Kelch in der angegebenen Weise an dem Zustandekommen der Autogamie, und es ist bisher nur die nordamerikanische Tellima grandiflora bekannt geworden, bei welcher im Beginne des Blühens die Narbe etwas höher steht als die Antheren, aber alsbald durch Verlängerung des Kelches und Vorschieben der an die Kelchröhre angewachsenen Pollenblätter von den mit Pollen bedeckten Antheren erreicht und belegt wird.

An vielen Pflanzen kommt die Autogamie dadurch zu stande, daß die Narbe durch die Röhre der abfallenden Blumenkrone durchgezogen wird und dabei entweder an die noch mit Pollen beladenen Antheren oder an die mit Pollen beklebte Innenseite der Krone anstreift. Dieser Vorgang setzt voraus, daß zur Zeit der vollen Blüte die Antheren von der Narbe überragt werden, und daß dann, wenn die Blumenkrone sich ablöst und abfällt, die Narbe noch belegungsfähig ist. Diese beiden Bedingungen sind auch in Wirklichkeit an allen hierher gehörigen Pflanzen erfüllt. Bei den Arten der Gattung Gilea, dann bei der brasilischen Psychotria leucocephala sind die langen, fadenförmigen Griffel in spreizende Äste geteilt, welche das zarte Narbengewebe tragen, und es ragen diese Griffeläste zur Zeit der vollen Blüte über den Saum der Blumenkrone und ebenso über die Antheren weit hinaus. Demzufolge treffen auch die Insekten, welche auf solche Blüten angeflogen kommen, zuerst auf die vorstehenden Narben und veranlassen für den Fall, daß sie mit Pollen beladen von anderen Blüten herankommen, zunächst eine Kreuzung. Anderseits hat diese Lage und Form der Narben den Vorteil, daß für den Fall ausbleibenden Insektenbesuches bei dem Abfallen der Blumenkrone, also im letzten Augenblicke des Blühens, noch ein Abstreifen des Pollens durch die noch immer belegungsfähige Narbe erfolgen kann. Nicht selten sieht man bei den genannten Pflanzen, daß die abgelöste Blumenkrone an dem langen Griffel und den spreizenden Narben eine Zeitlang hängen bleibt, wodurch jedenfalls die Autogamie wesentlich gefördert wird. Dieses Hängenbleiben der sich ablösenden Blumenkrone kommt übrigens auch bei Blüten mit knopfförmiger oder kurzlappiger Narbe vor, wie z. B. bei dem gewimperten Alpenröschen (Rhododendron hirsutum), bei Digitalis, Anchusa, Cestrum und verschiedenen anderen Skrofularineen, Asperifolieen und Nachtschattengewächsen. Wenn der Griffel durch die abfallende Blumenkrone des genannten Alpenröschens durchgeschleift wird, so streift die Narbe den Pollen ab,

welcher aus den Antheren regelmäßig schon vor der Eröffnung der Blüte auf die Haare im Inneren der Kronenröhre übergeht. Bei Cestrum aurantiacum, welches die eigentümliche Einrichtung zeigt, daß die von steifen, etwas einwärts gebogenen Fäden getragenen Antheren an den Griffel angedrückt werden, bleiben die Blumenkronen gewöhnlich noch ein paar Tage nach ihrer Ablösung an dem Griffel hängen und fallen erst nach erfolgter Befruchtung mit diesem zusammen ab. Überhaupt sind zur Erzielung der Autogamie bei dem Durchziehen des Griffels durch die abfallende Blumenkrone sehr mannigfaltige Einrichtungen getroffen. Drei derselben sollen hier noch in Kürze beschrieben werden. Die Blüte des Mottenkrautes (Verbascum Blattaria), welche als Vorbild für eine große Zahl von Blüten anderer Skrofularineen dienen kann, zeigt eine Blumenkrone mit sehr kurzer Röhre und einen radförmig ausgebreiteten Saum. Der Röhre angewachsen sieht man fünf mit violetter Wolle bekleidete Pollenblätter, von welchen die drei oberen etwas kürzer sind als die zwei unteren. Alle Pollenblätter ragen in schräger Richtung über den Saum der Blumenkrone vor. Noch weiter ragt aus der Mitte der Blüte der Griffel heraus, welcher als Anflugsstange für die Insekten dient. Begreiflicherweise wird bei dieser Stellung der Blütenteile durch jedes von anderen Blüten herankommende und Pollen mitbringende Insekt zuerst eine Kreuzung eingeleitet. Die Autogamie ist wie in so vielen anderen Fällen dem Ende des Blühens vorbehalten. Damit sie erfolgen kann, schlagen sich zuerst die beiden bisher vorgestreckten längeren Antherenträger über die Mündung der Kronenröhre, etwa so wie zwei Arme, welche man über die Brust kreuzt. Dadurch kommen die zwei Antheren, welche zu dieser Zeit noch immer mit orangefarbigem Pollen erfüllt sind, hinter die Narbe zu stehen. Nun löst sich die Blumenkrone von dem Blütenboden ab, sinkt nach vorn über, bleibt aber an dem langen Griffel noch kurze Zeit aufgehängt, dreht sich etwas nach rechts oder links und fällt auch schließlich mit drehender Bewegung ab. Dabei ist es unvermeidlich, daß die Narbe an die eine oder andere der beiden erwähnten, vor die Mündung der Blüte geschlagenen Antheren anstreift und mit Pollen belegt wird. Der zu den Primulaceen gehörige Gauchheil (Anagallis) entwickelt eine Blumenkrone, welche, nicht unähnlich jener des eben besprochenen Mottenkrautes, eine sehr kurze Röhre, einen radförmig ausgebreiteten Saum und fünf mit violetten Haaren besetzte Pollenblätter aufweist. Die Pollenblätter sind hier gleich lang, und der Griffel ist nach einer Seite gebogen und zwischen zwei Pollenblätter durchgesteckt. Dadurch erscheint die Narbe dem Bereiche der Antheren entrückt, und es kann bei dieser Lage im Beginne des Blühens der Pollen nicht auf die Narbe gelangen. Dagegen können kleine Insekten, welche über die tellerförmige Blumenkrone herankommen, um an den Haaren der Pollenblätter zu naschen, eine Kreuzung herbeiführen. Die Blüten des Gauchheiles gehören zu jenen, deren Blumenkronen sich periodisch öffnen und schließen, und zwar erfolgt das Schließen in der Weise, daß sich der schüsselförmig ausgebreitete Saum in Falten legt, welche sich übereinander schieben. Wenn die Schließbewegung zum zweiten Male stattfindet, kommen die Antheren mit dem eingefalteten Teile der Blumenkrone in Berührung, und es klebt an die letztere immer etwas Pollen an. Dieser Pollen ist an der inneren Seite der Blumenkrone auch am nächsten Tage noch zu sehen, wenn der Saum sich wieder flach ausgebreitet hat, und er erhält sich dort bis zum Abende, bei dessen Heranrücken sich die Blumenkrone zum dritten Male schließt. Nach dem drittmaligen Schließen öffnet sie sich nicht wieder, sondern fällt geschlossen ab, und dabei ist es unvermeidlich, daß der zwischen zwei Pollenblättern durchgesteckte Griffel mit seiner Narbe an die Innenwand der Blumenkrone anstreift, und daß die Narbe mit dem dort angeklebten Pollen belegt wird. Und nun noch die Soldanella (Soldanella alpina), welche schon wiederholt im Hinblicke auf andere Verhältnisse erwähnt und auf S. 332 mit Rücksicht auf eine zweite bei ihr vorkommende Form der Autogamie besprochen wurde. Der Griffel ragt als Mittelsäule durch die glockenförmige Blumenkrone, und die fünf Pollenblätter,

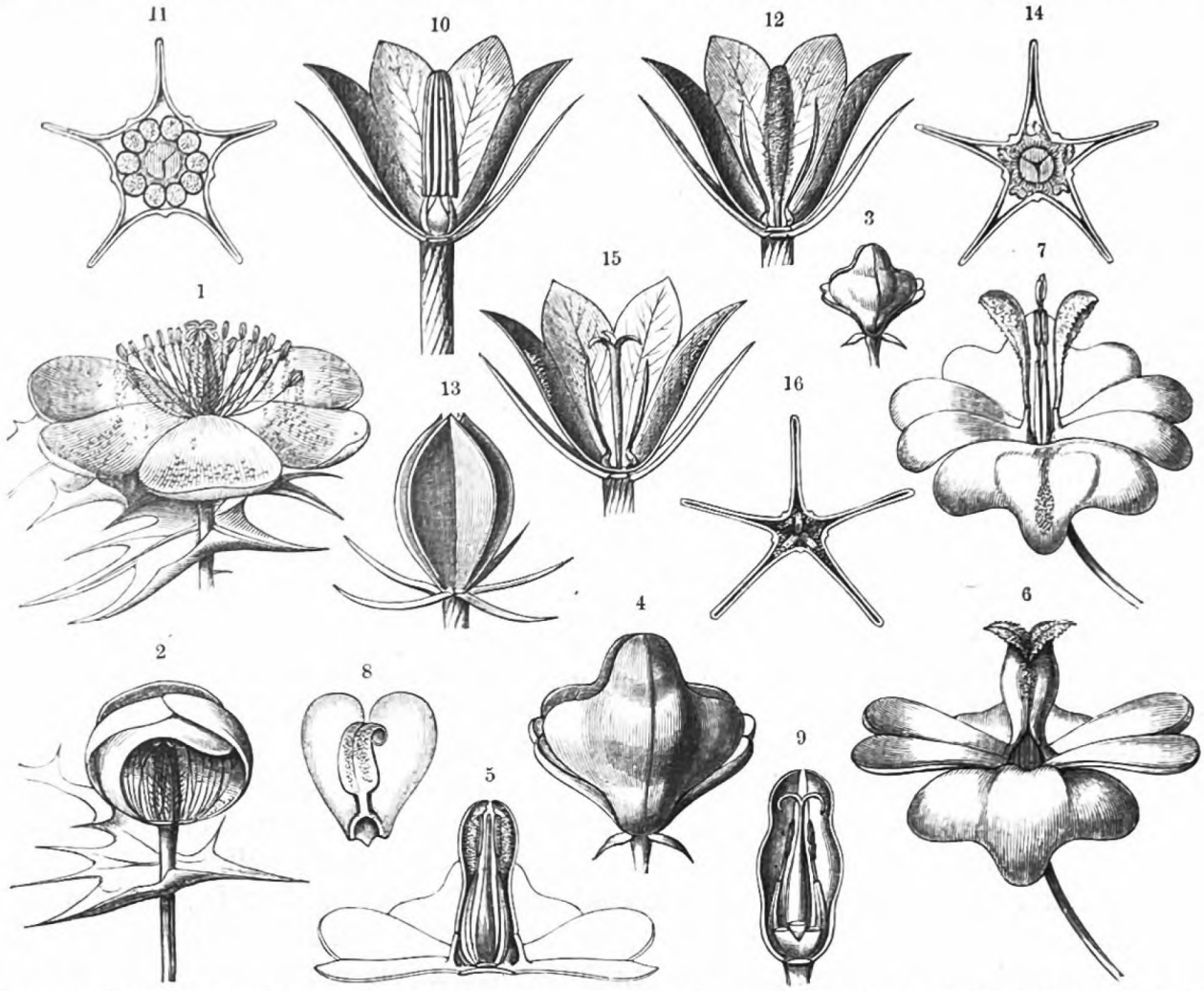
deren Antheren einen Streukegel bilden, liegen dieser Mittelsäule an. Insekten, welche in die Glöckchen einfahren, streifen zuerst die Narbe und können diese mit fremdem Pollen belegen. Wenn sie weiter gegen den Blütengrund vordringen, werden sie infolge des Verschiebens einzelner Glieder des Streukegels mit Pollen bestäubt. Bei ausbleibendem Insektenbesuche sind die Antheren auch zur Zeit des Abfallens der Blumenkrone noch mit Pollen erfüllt, und wenn nun der Griffel durch den gelockerten Antherenkegel durchgezogen wird, so streift die den Griffel abschließende Narbe an den im Inneren des Streu-, beziehentlich Antherenkegels zurückgebliebenen Pollen, und es findet Autogamie statt.

An diese Gewächse, deren Narben bei dem Durchschleifen durch die Röhre der abfallenden Blumenkrone belegt werden, schließt sich eine Gruppe von Arten, bei welchen die Belegung der Narben mit Pollen aus den zuständigen Antheren in folgender Weise erfolgt. Im Beginne des Blühens werden die Blumenblätter mit etwas Pollen beklebt. Dieser Pollen bleibt gewissermaßen in Reserve. Wenn die Narbe der betreffenden Blüte inzwischen nicht mit fremdem Pollen belegt wird, so werden am Schlusse des Blühens von den Blumenblättern Bewegungen ausgeführt, welche zur Folge haben, daß der an ihren Flächen, Rändern, Lappen oder Falten angeklebte Pollen auf die zuständige Narbe kommt. Die hierher gehörigen Fälle sind sehr zahlreich, und es empfiehlt sich, dieselben zur besseren Übersicht in kleine Gruppen zusammenzufassen und diese durch besonders augenfällige Beispiele zu erläutern.

Bei Argemone, Hypecoum und Specularia, welche als Vorbilder für die erste Gruppe hingestellt sein mögen, ist eine bedeutende Verlängerung der mit Pollen beklebten Blumenblätter im Verlaufe des Blühens nicht zu bemerken. Bei Argemone dauert das Blühen ohnedies nur einen Tag, und da spielt sich der Vorgang in folgender, sehr einfacher Weise ab. Sobald am Morgen die Blumenblätter weit auseinander gehen und auch die Garbe der Pollenblätter, welche den Stempel umgibt, gelockert wird, fällt sofort etwas Pollen in die schalenförmige Vertiefung der Blumenblätter (s. Abbildung, S. 365, Fig. 1). Die Blumen stehen aufrecht; auch der Stempel ist aufrecht gestellt, und seine sternförmige Narbe, welche den besten Anflugsplatz für Insekten bildet, ragt zwar nicht bedeutend, aber doch um so viel über die Antheren empor und ist in wagerechter Richtung so weit von diesen entfernt, daß der ausgebotene Pollen von selbst nicht auf das belegungsfähige Gewebe gelangen kann. Insekten, welche mit Pollen beladen von anderen Blüten herangeflogen kommen, werden im Laufe des Tages bei Benutzung des erwähnten Anflugsplatzes eine Kreuzung veranlassen. Nun kommt der Abend. Die Blumenblätter schließen zusammen, krümmen sich empor, und eines derselben legt sich unmittelbar mit seiner pollenbedeckten Seite an die Narben an (s. Abbildung, S. 365, Fig. 2).

Bei weitem verwickelter ist die Sache bei der Lappenblume (Hypecoum). Die Blüten dieser Pflanze (s. S. 365, Fig. 3 und 4) zeigen zwei kleine Kelchblättchen und vier größere dreilappige Kronenblätter. Die letzteren sind paarweise geordnet und kreuzweise gestellt; ein Paar steht etwas tiefer, ein anderes etwas höher. An den Blättern des höher stehenden Paares zeigt der mittlere Lappen eine seltsame Ausbildung; er ist ausgehöhlt, hat in der jungen Blüte die Gestalt eines Löffels oder einer Tasche, ist am Rande gefranst und hat die Aufgabe, gleich im Beginne des Blühens den gesamten Pollen der Antheren aufzunehmen. Die Antheren sind hier ähnlich wie bei den Korbblütlern zu einer den Griffel umfassenden Röhre verwachsen, öffnen sich aber nicht wie bei diesen an der nach innen, sondern an der nach außen gewendeten Seite. Zur Zeit des Öffnens und des Pollenaustrittes liegen ihnen die zwei löffel- oder taschenförmigen Mittellappen der oberen Kronenblätter an, und der gesamte Pollen geht, wie gesagt, auf diese Lappen über (s. S. 365, Fig. 5). Ist diese Übertragung erfolgt, so trennen sich die beiden mit Pollen beladenen Lappen und zwar zunächst an ihrem

oberen freien Ende und an ihren Seitenrändern (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 6). Dadurch iſt jetzt der Pollen frei ausgeſetzt und ausgeboten und kann von Inſekten, welche angeflogen kommen, um ſich den verſteckten Honig aus der kleinen Grube unter dem Lappen (Fig. 8) zu holen, aufgeladen und fortgetragen werden. Die beiden linealen Narben liegen zu dieſer Zeit noch aneinander und ihr Gewebe kann noch nicht belegt werden; erſt 2 Tage nach dem erſtmaligen Öffnen der Blüte trennen ſie ſich, werden ſpreizend und bilden jetzt den



Autogamie durch Vermittelung der Blumenblätter: 1. Blüte der Argemone Mexicana, im Sonnenſcheine geöffnet. Auf den ſchalenförmigen Blumenblättern haftet aus den Antheren gefallener Pollen. — 2. Dieſelbe Blüte geſchloſſen; eines der mit Pollen beklebten Blumenblätter hat ſich auf die Narbe gelegt. (Das vordere Blumenblatt entfernt.) — 3. Geſchloſſene Blüte des Hypecoum grandiflorum in natürlicher Größe. — 4. Dieſelbe Blüte vergrößert. — 5. Längsſchnitt durch die geöffnete Blüte; erſtes Stadium. — 6. Geöffnete Blüte, an welcher ſich die mit Pollen beladenen Lappen der inneren Blumenblätter zu trennen beginnen. — 7. Dieſelbe Blüte in einem ſpäteren Stadium. — 8. Eines der beiden inneren Blumenblätter; der mittlere Lappen mit Pollen bedeckt, darunter die Honiggrube. — 9. Längsſchnitt durch eine geſchloſſene Blüte; letztes Stadium. — 10. Specularia Speculum; Längsſchnitt durch eine offene Blüte; erſtes Stadium. — 11. Querſchnitt durch eine geſchloſſene Blüte; erſtes Stadium. — 12. Längsſchnitt durch eine offene Blüte; zweites Stadium. — 13. Geſchloſſene Blüte. — 14. Querſchnitt durch eine geſchloſſene Blüte; zweites Stadium. — 15. Längsſchnitt durch eine offene Blüte; letztes Stadium. — 16. Querſchnitt durch eine geſchloſſene Blüte; letztes Stadium. — Fig. 1, 2, 3 in natürlicher Größe; die anderen Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 364—366.

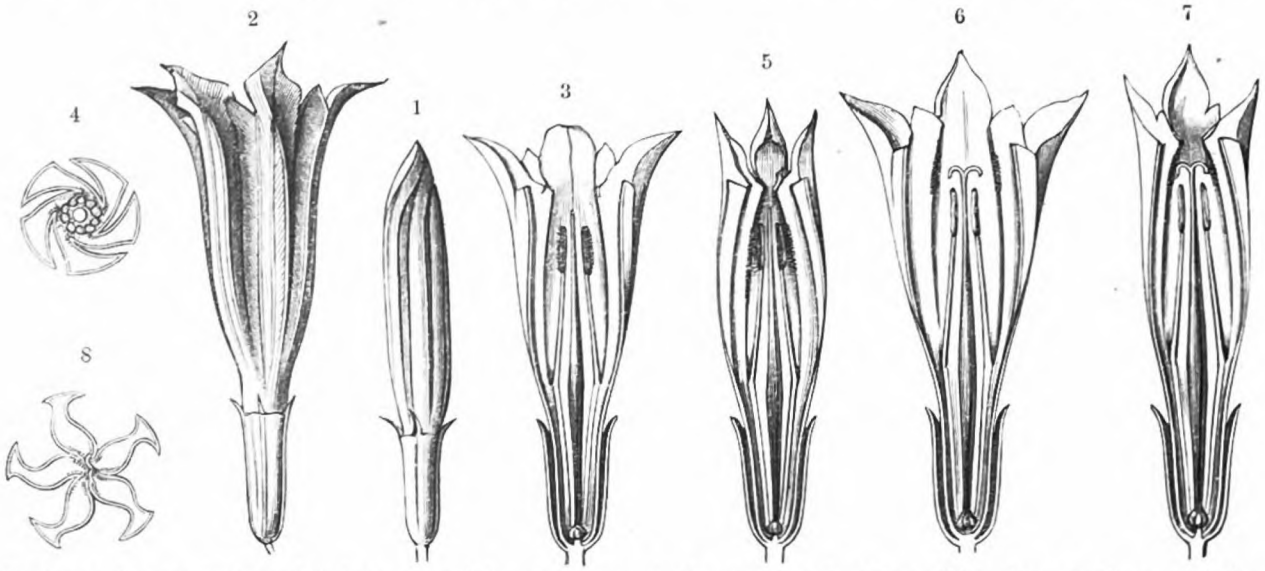
bequemſten Anflugsplatz für die Inſekten, welche zu dem Honig in den oben erwähnten Honiggruben einfahren wollen. Sie befinden ſich genau an derſelben Stelle, wo früher der Pollen ausgeſetzt war (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 7), und wenn jetzt die Narben als Anflugsplatz von ſolchen Inſekten benutzt werden, die von anderen jüngeren Blüten herkommen, ſo wird das Narbengewebe unvermeidlich mit fremden Pollen belegt. Die mit Pollen beladenen Lappen der zwei oberen Blumenblätter, insbeſondere die ſeitlichen Ränder derſelben, haben ſich mittlerweile noch weit mehr zurückgekrümmt; die frühere gewölbte Rückſeite derſelben erſcheint jetzt kahnförmig ausgehöhlt, und der ganze Lappen iſt gewiſſermaßen umgeſtülpt.

Die beiden ſpreizenden Narben ſtehen unter einem rechten Winkel gegen die beiden oberen Blumenblätter, und ihre Spitzen ſind gegen die Mittellinie der beiden unteren Blumenblätter gerichtet. Infolgedeſſen ſind die Narben von dem Pollen der Lappen ſo weit entfernt, daß ohne eine beſondere Vermittelung die Autogamie nicht ſtattfinden könnte. Dieſe Vermittelung wird von den zwei äußeren, beziehentlich unteren Kronenblättern übernommen, und das geſchieht auf folgende Art. Sobald der Abend heranrückt, ſchließen ſich die Blüten der Lappenblume; zuerſt richten ſich die zwei nicht mit Pollen beladenen Lappen der oberen Kronenblätter empor, worauf dann die beiden unteren dreilappigen Kronenblätter ſich wie zwei große Klappen darüber decken (ſ. Abbildung, S. 365, Fig. 3 und 4). Wenn ſich nun am zweiten oder dritten Tage die Ränder des pollenbedeckten Lappens in der oben geſchilderten Weiſe zurückgerollt haben und die über ſie zuſammenſchließenden beiden Kronenblätter mit den zurückgerollten und pollentragenden Rändern in Berührung kommen, ſo wird an dieſelben ein Teil des Pollens angeklebt, und es iſt am darauf folgenden Tage, wenn ſich die Blüte wieder geöffnet hat, an der Mittellinie der beiden äußeren Kronenblätter ein Streifen angeklebten Pollens zu ſehen (ſ. S. 365, Fig. 7). Am letzten Tage des Blühens krümmen ſich die beiden Narbenſpitzen, von welchen früher erwähnt wurde, daß ſie gegen die Mittellinie der beiden äußeren Kronenblätter gerichtet ſeien, im Halbbogen herab, und wenn nun bei eintretender Dämmerung die Blüte ſich wieder ſchließt, ſo wird der an der Mittellinie der klappenförmigen Blumenblätter haftende Pollen an die Narbenſpitzen angedrückt (ſ. S. 365, Fig. 9) und es erfolgt ſo im letzten Augenblicke des Blühens Autogamie.

Die Blüten der Spiegelglocke (Specularia Speculum; ſ. Abbildung, S. 365, Fig. 10 bis 15) ſind gleich jenen der gewöhnlichen Glockenblume (Campanula) proterandriſch; ihre Antheren, welche in der eben geöffneten Blüte eine Röhre bilden (ſ. S. 365, Fig. 10 und 11), öffnen ſich nach innen und ſetzen ihren geſamten Pollen auf die zarten Haare ab, mit denen die Außenſeite der Griffelſäule beſetzt iſt. Nachdem ſich die ausgeleerten und geſchrumpften Antheren getrennt haben, ſieht man in der Mitte der Blüte einen mit Pollen bedeckten Zapfen, der den honigſuchenden Inſekten als Anflugsplatz dient (ſ. S. 365, Fig. 12). Jetzt können die Inſekten nur Pollen abholen; denn die Griffeläſte liegen noch aneinander, und das belegungsfähige Gewebe iſt noch nicht zugänglich. Allabendlich ſchließt ſich die beckenförmige mit ihrer Weitung nach oben ſehende Blumenkrone und zwar ſo, daß ſich fünf einſpringende Winkel, beziehentlich Falten bilden (ſ. S. 365, Fig. 13). Bei dieſem Schließen kommen die Kanten der einſpringenden Falten bis an die mit Pollen bedeckte Mittelſäule (ſ. S. 365, Fig. 14), und es wird ein Teil des Pollens an ſie angeklebt. Wenn ſich am anderen Morgen die Blumenkrone öffnet, ſo ſieht man an der Innenſeite derſelben linienförmige Streifen des angeklebten Pollens. Inzwiſchen haben ſich die drei kurzen Äſte des Griffels getrennt und ſpreizen auseinander; der Pollen, welcher bisher die Griffelſäule bedeckte, iſt abgefallen (ſ. S. 365, Fig. 15) oder von Inſekten entführt worden. Wenn jetzt die ſpreizenden Griffeläſte als Anflugsplatz von Inſekten benutzt werden und zwar von ſolchen, denen kurz vorher bei dem Beſuche jüngerer Blüten Pollen angeklebt wurde, ſo iſt Kreuzung die notwendige Folge. Nun kommt die Dämmerung, die Blüte ſchließt ſich in derſelben Weiſe wie an den vorhergehenden Abenden, die mit Pollen beklebten Kanten der einſpringenden Falten legen ſich an die ſpreizenden und etwas zurückgekrümmten Griffeläſte und belegen das Narbengewebe mit Pollen (ſ. S. 365, Fig. 16). Sollte ſchon früher durch Vermittelung der Inſekten eine Belegung mit fremden Pollen ſtattgefunden haben, ſo iſt dieſe Autogamie überflüſſig, aber für den Fall, daß eine Kreuzung nicht ſtattgefunden hat, kommt die Autogamie zur Geltung und hat auch ſtets eine Befruchtung und Fruchtbildung zur Folge. In den nickenden oder hängenden Blüten verſchiedener Nachtſchattengewächſe, zumal der Kartoffelpflanze (Solanum tuberosum), wird ein ähnlicher Vorgang beobachtet,

ähnlich insofern, als auch da häufig etwas Pollen auf die Blumenkrone gelangt und von der sich in Falten legenden Blumenkrone auf die Narbe übertragen werden kann. Aber der Pollen kommt hier aus den Löchern an den Spitzen der Antheren zum Vorscheine, fällt nicht regelmäßig und nicht auf bestimmte Stellen der Krone, demzufolge die Autogamie bei diesen Pflanzen auch nicht so sichergestellt ist wie bei der Spiegelglocke.

Aus den obigen Schilderungen geht hervor, daß bei Argemone, Hypecoum und Specularia die Autogamie durch Vermittelung der Blumenkrone erfolgt, daß aber dabei eine merkbare Verlängerung der mit Pollen beklebten Blumenblätter während des Blühens nicht stattfindet. Es ist nun eine andere Gruppe von Pflanzen zu besprechen, bei welchen die Blumenblätter an der Autogamie in ganz ähnlicher Weise wie bei den vorhergehenden beteiligt sind, aber auch die Verlängerung der Blumenkrone eine sehr wichtige Rolle spielt.



Autogamie durch Vermittelung der Blumenkrone: 1. Gentiana asclepiadea; Blüte kurz vor dem erstmaligen Öffnen. — 2. Offene Blüte im letzten Entwickelungsstadium. — 3. Längsschnitt durch eine zum ersten Male geöffnete Blüte. — 4. Querschnitt durch diese Blüte. — 5. Längsschnitt durch eine zum ersten Male geschlossene Blüte. An die einspringenden Falten der Blumenkrone wird Pollen geklebt. — 6. Längsschnitt durch eine zum letzten Male geöffnete Blüte. — 7. Längsschnitt durch eine zum letzten Male geschlossene Blüte. Der Pollen wird von den Falten der Blumenkrone auf die zurückgekrümmten Narben übertragen. — 8. Querschnitt durch diese Blüte. — Die Antherenröhre in Fig. 3, 5, 6 und 7 im optischen Durchschnitte. Vgl. Text, S. 368.

Als Vorbilder dieser Gruppe können die Gentianen aus der Rotte Coelanthe (Gentiana asclepiadea, Pneumonanthe ꝛc.), verschiedene Giftlilien (Colchicum, Sternbergia), einige Irideen aus der Gattung Sisyrinchum und die mit Zungenblüten ausgestatteten Korbblütler (Crepis, Hieracium, Hypochoeris, Leontodon ꝛc.) hingestellt werden.

Die Blüten der im subalpinen Gau der baltischen Flora weitverbreiteten Gentiana asclepiadea (s. obenstehende Abbildung) sind proterandrisch; die Antheren erscheinen nach dem Muster der Korbblütler und Glockenblumen zu einer Röhre miteinander verwachsen, entbinden aber ihren Pollen nicht wie bei diesen in das Innere der Röhre, sondern verhalten sich in dieser Beziehung gleich jenen der Lappenblume; sie öffnen sich nämlich mit Längsrissen an der äußeren Seite, und es erscheint dem entsprechend die Antherenröhre nach dem Öffnen der Fächer an der äußeren Seite ringsum mit Pollen besetzt (s. oben, Fig. 3). Die linealen Narben, beziehentlich die Griffeläste, welche das Narbengewebe tragen, liegen zu dieser Zeit dicht aneinander und sind noch nicht belegungsfähig. Da der Blütengrund reichlichen Honig birgt, so kommen viele Insekten, namentlich Hummeln, angeflogen, welche in den während des Tags weit geöffneten Blumentrichter einfahren und oft in seiner Tiefe völlig verschwinden. Wenn dieser Besuch jungen Blüten, d. h. solchen, welche sich eben geöffnet haben, abgestattet wird, so beladen sich dabei die besuchenden Tiere jedesmal mit

Pollen, welchen sie von der Antherenröhre abstreifen. Ein paar Tage später trennen sich die linealen Narben, spreizen auseinander, krümmen sich im Halbbogen herab und nehmen eine solche Stellung ein, daß die Hummeln, welche sich bei der noch immer nicht versiegten Honigquelle einstellen, notwendig an das belegungsfähige Gewebe anstreifen. Kommen diese Besucher von anderen jüngeren Blüten her, so bringen sie von diesen Pollen mit, belegen mit demselben die Narben und veranlassen eine Kreuzung. Die trichterförmige Blumenkrone ist in eigentümliche Falten gelegt, deren Beschreibung hier zu weitläufig sein würde, von deren Lage aber die Figuren 1 und 2 der Abbildung auf S. 367 ein Bild zu geben im stande sind. Wenn sich die Blüte im Laufe des Vormittags öffnet, so weiten sich die Falten, wenn sie sich bei Sonnenuntergang schließt, so springen die Falten wieder tief gegen den Innenraum des Trichters vor, und es erfolgt gleichzeitig eine Drehung derart, daß die Falten jene Lage bekommen, welche der Querschnitt der Blüte (s. S. 367, Fig. 4) zur Anschauung bringt. Wie an dieser Figur und auch an Figur 5 ersichtlich ist, kommen die einspringenden Falten mit der Außenseite der Antherenröhre in unmittelbare Berührung, legen sich an dieselbe an und übernehmen einen Teil des sehr klebrigen Pollens. Am folgenden Tage öffnet und schließt sich die Blüte neuerdings, auch noch am dritten und vierten Tage. Im Verlaufe dieser Zeit haben sich fast alle Teile der Blüte in die Länge gestreckt, die Träger der Antheren sind um 1 mm, der Stempel ist um 3 mm länger geworden, und die untere Hälfte der Blumenkrone hat sich sogar um 5 mm verlängert. Infolge dieser Verlängerung wurde der von der Antherenröhre auf die Falten der Blumenkrone übergegangene Pollen um 5 mm gehoben und ist so in gleiche Höhe mit den inzwischen spreizend gewordenen Narben gebracht. Wenn jetzt die Blumenkrone sich wieder in Falten legt und mit beginnender Dämmerung zusammenschließt, so wird der an die einspringenden Falten angeklebte Pollen auf das belegungsfähige Gewebe übertragen. Diese Belegung wird noch wesentlich dadurch begünstigt, daß jetzt am Schlusse des Blühens die einspringenden Falten eine etwas andere Form und Lage annehmen (s. S. 367, Fig. 8), der zufolge die mit Pollen beklebten Stellen noch weiter gegen den Mittelpunkt der Blüten vorrücken können. Diese wunderbare die Autogamie erzielende Einrichtung ist, wie schon bemerkt, auch an der auf feuchten Wiesen durch ganz Europa verbreiteten Gentiana Pneumonanthe zu sehen, und bei dieser beträgt die Verlängerung des trichterförmigen Teiles der Blumenkrone in der Zeit vom erstmaligen bis zum letztmaligen Schließen sogar 7 mm.

Bei weitem einfacher als an den genannten Gentianen entwickelt sich dieser Vorgang an den zu den Giftlilien gehörenden Arten der Gattungen Sternbergia und Colchicum. Die Blüte der Sternbergia lutea hat ein aufrechtes, trichterförmiges Perigon mit sechs Blättern, von welchen drei etwas länger, drei etwas kürzer sind. Die sechs aufrechten Pollenblätter, an deren Basis Nektar ausgeschieden wird, sind den Zipfeln des Perigons angewachsen, tragen auswärts gewendete Antheren und ordnen sich in zwei Wirteln um die Griffel, welch letztere als drei lange Fäden in der Mitte der Blüte sich erheben. Die Narben, mit welchen diese Griffel abschließen, stehen zu allen Zeiten höher als die Antheren, und da der Pollen in den Nischen der aufgesprungenen Antheren haftet, kommt er von selbst nicht an die zuständigen Narben. Die Blüten sind proterogyn und im Beginne des Blühens auf Kreuzung mit dem von anderen Blüten durch Insekten herbeigebrachten Pollen angewiesen. Auch dann, wenn sich die auswärts gewendeten Antheren geöffnet haben, streifen die zum Honig einfahrenden Insekten zunächst die Narben und dann erst die tiefer unten stehenden Antheren. Das Perigon ist nur am Tage geöffnet; am Abende schließen seine Zipfel zusammen und zwar so sehr, daß die innere Seite derselben mit dem Pollen der auswärts gewendeten Antheren in Berührung kommt und mit Pollen beklebt wird. Das geschieht schon am ersten Abende, welcher dem Öffnen der Antheren folgt. Der an die Perigonzipfel

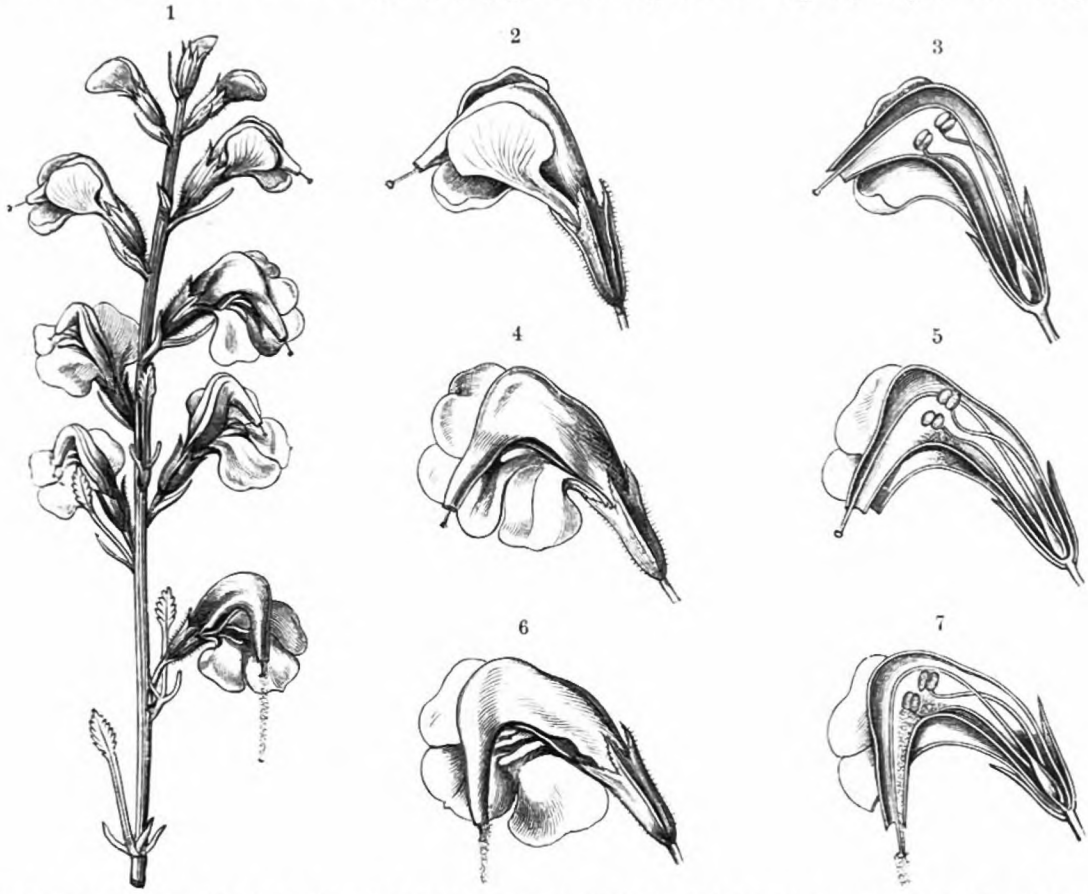
angeklebte Pollen wird nun im Laufe der folgenden Tage bis zu den Narben emporgehoben und zwar dadurch, daß sich der untere Teil der Perigonzipfel durch Wachstum streckt und verlängert. Es findet zwar gleichzeitig auch eine Verlängerung der anderen Blütenteile statt, aber diese wird durch das ganz außerordentliche Wachstum der Blätter des Perigons überholt. Die Griffel haben sich um 4, die Träger der Antheren um 9—10, die Perigonzipfel um 18,5 mm verlängert! Wenn jetzt das Perigon sich am Abend schließt, so wird der Pollen von der Innenseite der Perigonzipfel auf die Narben übertragen. Diese Autogamie wird noch durch zwei Umstände wesentlich gefördert, erstens dadurch, daß die freien Enden der Griffel, welche das Narbengewebe tragen, sich gegen den Schluß des Blühens auswärts krümmen, und zweitens dadurch, daß es ganz vorzüglich die drei vor den Narben stehenden Perigonzipfel sind, welche die außerordentliche Verlängerung zeigen.

In den Blüten der Herbstzeitlose (Colchicum autumnale) spielen sich dieselben Vorgänge ab. Wer im Herbste über eine Wiese geht, auf welcher die Blüten der genannten Pflanze in allen Entwickelungsstufen zwischen dem Grase emporragen, der wird unschwer den großen Unterschied in der Länge der Perigonzipfel an jungen und alten Blüten erkennen und kann sich auch leicht von dem oben dargestellten Zusammenhange dieses Unterschiedes mit der Autogamie überzeugen. Bei der Herbstzeitlose wird der Vorgang dadurch etwas verworren, daß bei ihr die Heterostylie (s. S. 301) weit mehr als bei den anderen Giftlilien ins Spiel kommt. Es finden sich nämlich langgriffelige, mittelgriffelige und kurzgriffelige Blüten der Zeitlose, die auf einer und derselben Wiese durcheinander wachsen, und die Verlängerung der Perigonzipfel erfolgt bei diesen dreierlei Formen nichts weniger als gleichmäßig. Zufolge sorgfältiger Messungen an einem halben Tausend Zeitlosenblüten ergab sich folgendes merkwürdige Verhältnis. Es verlängern sich in den langgriffeligen Blüten die drei längeren Perigonzipfel um 9, die drei kürzeren um 12,6 mm, in den kurzgriffeligen Blüten die längeren Perigonzipfel um 10, die kürzeren um 15 mm und in den mittelgriffeligen Blüten die längeren Perigonzipfel um 13,5 und die kürzeren um 18,5 mm. Ich komme auf die Heterostylie ohnedies nochmals zurück, und es wird sich dann Gelegenheit bieten, ihre Bedeutung genauer zu erörtern; hier sei nur das eine erwähnt, daß die Narben der kurzgriffeligen Blüten am Schlusse des Blühens nicht nur mit den an die Perigonzipfel angeklebten Pollen, sondern auch mit den Spitzen der Antheren selbst in Berührung kommen, da bei dieser Form auch die Antherenträger ein entsprechendes Längenwachstum zeigen.

Während bei der Herbstzeitlose und Sternbergie sowie bei den Gentianen aus der Rotte Coelanthe eine Woche vergeht, bis in ihren Blüten Autogamie stattfindet, vollzieht sich derselbe Vorgang bei dem zierlichen, zu den Schwertlilien gehörenden Sisyrinchum binnen wenigen Stunden. Die Blüten zeigen, abgesehen von dem unterständigen Fruchtknoten, einen ähnlichen Aufbau wie die der Giftlilien. Die drei kleinen, blumenblattartigen Narben, welche den Griffel abschließen, überragen die Antheren, deren Träger zu einer Röhre verwachsen sind; die Antheren werden schon zu einer Zeit geöffnet, wenn die Blüte sich noch im Knospenzustande befindet, und da sie auswärts gewendet sind, klebt ein Teil ihres Pollens den anliegenden Perigonblättern an. Insekten können in der offenen beckenförmigen Blüte Kreuzungen veranlassen. Wenn aber der Abend heranrückt und sich die Blüte schließt, so findet Autogamie statt, da sich im Verlaufe weniger Stunden die Blätter des Perigons genau um so viel verlängern, als notwendig ist, um den an ihre Innenseite angeklebten Pollen in die Höhe der Narben zu bringen.

Es wäre hier auch noch jener Korbblütler zu gedenken, bei welchen durch Verlängerung der zungenförmigen Blumenkrone und die dadurch bewirkte Hebung des an dieselbe angeklebten Pollens Autogamie zu stande kommt. An den meisten, ja wahrscheinlich an allen Arten von Crepis, Hieracium, Leontodon und Hypochoeris, in deren Köpfchen

die am Umfange ſtehenden Zungenblüten bedeutend länger ſind als die des Mittelfeldes, kann man deutlich ſehen, daß bei Gelegenheit des Zuſammenſchließens der Blütenköpfchen am Abend die Zungen ſich aufrichten und mit ihrer Innenſeite dem Pollen anlagern, welcher aus der Antherenröhre der betreffenden Blüte im Laufe des Tages vorgeſchoben worden iſt. Hier bleibt er angeheftet am folgenden und auch noch am nächſtfolgenden Tage, und da während dieſer beiden Tage die Zunge noch um ein paar Millimeter in die Länge wächſt, ſo wird dieſer Pollen thatſächlich etwas gehoben. Mittlerweile iſt aber aus der benachbarten Antherenröhre auch der Griffel herausgewachſen, und ſeine beiden ſpreizend gewordenen Äſte, welche das belegungsfähige Narbengewebe tragen, ſtehen nun in gleicher



Autogamie durch Vermittelung der Blumenkrone: 1. Pedicularis incarnata. — 2 Blüte dieſer Pflanze, welche für Inſekten ſoeben zugänglich wurde. — 3. Längsſchnitt durch dieſe Blüte. — 4. Dieſelbe Blüte auf einer ſpäteren Entwickelungsſtufe. — 5. Längsſchnitt durch dieſe Blüte. — 6. Dieſelbe Blüte kurz vor dem Welken der Blumenkrone. Die Oberlippe hat ſich abwärts gekrümmt, und der aus den gelockerten Antherenſchalen fallende mehlige Pollen rieſelt durch die röhrenförmige Oberlippe zu der vor der Röhrenmündung ſtehenden Narbe. — 7. Längsſchnitt durch dieſe Blüte. — Fig. 1 in natürlicher Größe; die anderen Figuren zweifach vergrößert. Vgl. Text, S. 371

Höhe mit dem an die zungenförmige Blumenkrone angeklebten Pollen. Schließt ſich nun das Blütenköpfchen wieder zuſammen, ſo wird der Pollen auf die Narben übertragen und es findet Autogamie ſtatt. Es iſt dieſe Einrichtung an den randſtändigen Blüten der Köpfchen um ſo bemerkenswerter, als bei den Blüten des Mittelfeldes in den Köpfchen derſelben Pflanzen regelmäßig Geitonogamie beobachtet wird (ſ. S. 317).

Eine der ſeltſamſten zur Autogamie führenden Einrichtungen beſteht darin, daß durch eigentümliche Krümmungen der Blumenkrone am Ende des Blühens mehliger, aus den Antheren ausfallender Pollen zu den Narben hingeleitet wird. Zur Erläuterung dieſer Einrichtung mögen zwei Arten der Gattung Läuſekraut (Pedicularis) vorangeſtellt ſein. Zunächſt die auf Alpenwieſen häufige Pedicularis incarnata, welche dem Leſer in der obenſtehenden Abbildung vorgeführt iſt. Die Blüten dieſer Pflanze ſind ährenförmig gruppiert, und ihre Entwickelung geht von unten nach oben vor ſich (Fig. 1).

Die Blumenkrone ist zweilippig, die Lappen der Unterlippe sind anfänglich aufgebogen (s. Abbildung, S. 370, Fig. 2), später in eine schräge Ebene ausgebreitet (Fig. 4 und 6). Die Oberlippe ist helmförmig gewölbt, und das Ende derselben hat infolge eigentümlicher Einrollung die Gestalt einer Röhre (Fig. 2—7). Die Pollenblätter besitzen die Form von Streuzangen, und die von ihnen getragenen Antheren sind unter der helmförmigen Wölbung der Oberlippe geborgen (Fig. 3, 5 und 7). Der lange Griffel ist entsprechend der Gestalt der Oberlippe winkelig gebogen; sein vorderes Ende ist durch die erwähnte Röhre durchgesteckt, so daß die Narbe vor die Mündung der Röhre und zugleich vor die Einfahrt zum Blütengrunde zu stehen kommt. Hummeln, welche diese Einfahrt benutzen, müssen die Narbe streifen und werden, wenn sie mit Pollen beladen von anderen älteren Blüten herkommen, eine Kreuzung veranlassen. Da die Blüten proterogyn sind, so kann im ersten Zeitabschnitte des Blühens (Fig. 2 und 3) nur die Narbe belegt werden, und die besuchenden Tiere werden keinen Pollen aus der Blüte forttragen können; später wird bei dem Einfahren zwar auch zuerst die Narbe gestreift, aber im nächsten Augenblicke fällt infolge der Verschiebung der Antherenträger mehliger Pollen aus den Antheren der streuzangenförmigen Pollenblätter herab (Fig. 5) und bestäubt den Kopf des einfahrenden Insektes. Es ist zu diesem Zwecke unter der helmförmigen Wölbung der Oberlippe ein Schlitz angebracht (Fig. 4), durch welchen der Pollen herabfallen kann, und dieser Schlitz wird, wenn ein Insekt zwischen Unter- und Oberlippe einfährt, jedesmal etwas erweitert. Der auf den Kopf der Hummel herabfallende Pollen kann selbstverständlich zu anderen Blüten übertragen werden. Bleibt Insektenbesuch aus, so erhält sich der Pollen ziemlich lange ruhend in den Antheren der Streuzangenvorrichtung; im letzten Zeitabschnitte des Blühens aber erschlaffen die Träger der Antheren, weichen auseinander, und der Pollen fällt nun von selbst auf die Ränder des Schlitzes. Da gleichzeitig auch eine starke Winkelbewegung der röhrenförmig verlängerten Oberlippe stattgefunden hat, derzufolge jetzt die röhrenförmige Verlängerung eine senkrechte Lage einnimmt, so kollert der mehlige Pollen nach vorn und abwärts in die Röhre und kommt so zu der Narbe, welche dicht vor der Röhrenmündung steht (Fig. 7). Bisweilen wird die Narbe bei der erwähnten Winkelbewegung in die Röhre hineingezogen und steckt in ihr wie der Pfropfen im Halse einer Flasche, in welchem Falle dann die Autogamie innerhalb der Röhre stattfindet. Die Autogamie nach dem Muster der vorgeführten Pedicularis incarnata kommt mit geringen Abweichungen bei allen Arten vor, deren Oberlippe in einen röhrenförmigen Schnabel vorgezogen ist, und aus deren Reihe insbesondere Pedicularis asplenifolia, Portenschlagii, rostrata und tuberosa untersucht wurden.

Wesentlich anders verhalten sich mehrere Arten dieser Gattung, deren Oberlippe die Form einer Kappe oder eines vorn abgestutzten Helmes besitzt, wie z. B. Pedicularis Oederi, foliosa, comosa und recutita. Als Vorbild für dieselben greife ich die auf den Alpenwiesen in der Umgebung des Brenners in Tirol sehr häufige Pedicularis Oederi heraus. Im Aufbaue der Blüten weicht sie von P. incarnata insofern ab, daß die Narbe vor dem abgestutzten Helme der Oberlippe zu stehen kommt, und daß sich an den beiden Seiten der Blumenkrone eigentümliche rippenartige Vorsprünge zeigen, welche die Krümmung am Schlusse des Blühens gleich einem Hebelwerke vermitteln. Gegen den Schluß des Blühens krümmt sich nämlich die ganze helmförmige Oberlippe so stark herab, daß es den Eindruck macht, es sei die Blüte absichtlich geknickt worden. Der Rücken der Oberlippe, welcher anfänglich als die gerade Verlängerung der Kronenröhre erscheint, bildet jetzt mit der Kronenröhre einen Winkel von 60, ja später sogar von 90 Grad. Dieselbe Bewegung machen natürlich auch der Griffel und die unter der Oberlippe geborgenen streuzangenförmigen Pollenblätter mit. Das hat aber zur Folge, daß jetzt die den Griffel abschließende Narbe nicht mehr vor den Antheren steht, sondern unterhalb derselben zu stehen kommt, und daß

auch die bisher fest zusammenschließenden Antheren auseinander weichen und ihren Pollen fallen lassen. Die Narbe kommt also in die Falllinie des Pollens, und da sie sehr klebrig ist, bleibt ein Teil des abfallenden Pollens immer an ihr hängen. So findet hier die Autogamie statt. Dieselben Veränderungen in der Lage, welche sich am Schlusse des Blühens von selbst einstellen und zur Autogamie führen, können merkwürdigerweise im Beginne des Blühens durch die an die Blüte sich anhängenden Hummeln veranlaßt werden, bedingen aber dann nicht Autogamie, sondern Kreuzung, worüber die Schilderung der Vorgänge an Pedicularis recutita (s. S. 272) nachzulesen ist. Auch mag hier noch die Bemerkung am Platze sein, daß nicht aller am Schlusse des Blühens aus den Antheren ausfallender Pollen zur Autogamie verwendet wird. Hierzu genügen ja einige wenige Pollenzellen, welche der klebrigen Narbe anhaften. Weit mehr Pollenzellen fallen neben der Narbe vorbei in die Luft und können von einer Strömung des Windes erfaßt und als Staubwölkchen fortgetragen werden. Wenn sich in der Richtung der Luftströmung die Narben anderer Blüten von Pedicularis im belegungsfähigen Zustande finden, so werden einzelne Zellen des Staubwölkchens auch an diesen Narben hängen bleiben und es wird auf diese Weise eine Kreuzung zu stande kommen, ähnlich jener an den Blüten der Schuppenwurz, welche auf S. 328 geschildert wurde.

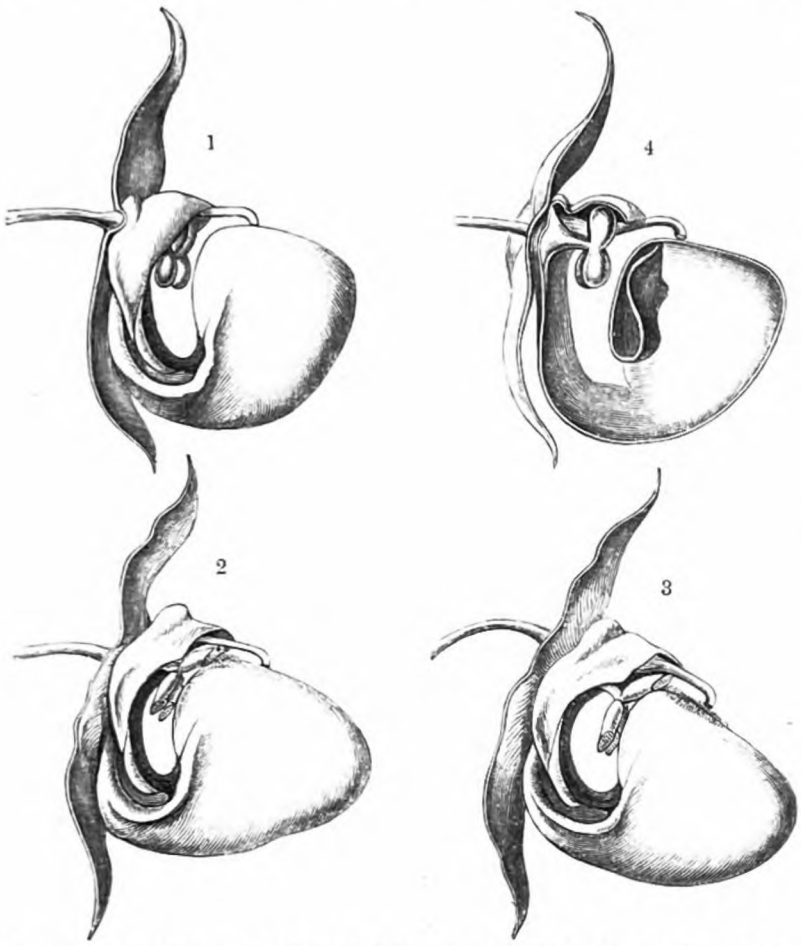
Von den mit der Gattung Pedicularis zunächst verwandten Rhinanthaceen zeigen noch einige Arten des Wachtelweizens, für welche Melampyrum silvaticum als Vorbild gelten kann, die oben beschriebene Einrichtung, nur krümmt sich bei dieser Pflanze die Röhre der Blumenkrone schon 2 mm über der Basis in einen knieförmigen Winkel herab, während der davorstehende, aus Ober- und Unterlippe gebildete Saum keine Knickung oder Krümmung erfährt. Der Erfolg ist übrigens derselbe wie bei den erwähnten Arten der Gattung Pedicularis, insofern nämlich, als durch die knieförmige Biegung der Kronenröhre auch bei Melampyrum silvaticum der Pollen aus den Antheren der streuzangenförmigen Pollenblätter auf die darunter gestellte Narbe fällt.

An diesen Vorgang, bei welchem durch Krümmung der Blumenkrone ein Verschieben der streuzangenförmigen Pollenblätter und ein Ausfallen des mehligen Pollens aus den Antheren auf die Narbe erfolgt, schließt sich noch ein anderer an, bei dem durch die Krümmung der Blumenkrone am Ende des Blühens die mit haftendem Pollen bedeckten Antheren mit der zuständigen Narbe in Berührung gebracht werden. Wer den Blütenstand der windenden Arten des Geißblattes (Lonicera Caprifolium, Etrusca, Periclymenum) aufmerksam betrachtet, dem kann nicht entgehen, daß die Kronenröhre der dem Aufspringen nahen Blütenknospen schief aufwärts gerichtet ist, daß sie sich in der eben geöffneten Blüte wagerecht einstellt und sich kurz vor dem Verwelken abwärts krümmt. Der Winkel, um welchen die Achse der Blüte im Verhältnisse zu dem blütentragenden Stengel verrückt wird, beträgt 45—90 Grad; an wagerecht abstehenden Stengeln ist er kleiner, an aufrechten Stengeln größer, immer ist aber dafür gesorgt, daß die offene Blumenkrone bei beginnender Dämmerung für die anfliegenden Abendschmetterlinge so bequem wie möglich eingestellt ist. In den Blüten, welche den Besuch der Abendschmetterlinge erwarten, nimmt die Narbe eine Lage ein, derzufolge sie mit dem haftenden Pollen der zuständigen Antheren von selbst nicht belegt werden kann. Schwärmer, welche ihren langen Rüssel in den honigreichen Blütengrund einsenken, berühren zuerst die Narbe und dann erst die Antheren und werden bei dem Besuche mehrerer Blüten wie in so vielen anderen Fällen Kreuzungen herbeiführen. Kommen aber keine Abendschmetterlinge zu den Blüten, so erfolgt jedesmal Autogamie und zwar durch die schon erwähnte Krümmung der Kronenröhre. Die Pollenblätter sind der Kronenröhre angewachsen, machen die Krümmung derselben mit, und dadurch kommen die noch mit Pollen bedeckten Antheren mit der Narbe, welche in der wagerecht eingestellten Blüte etwas vor und unterhalb der Antheren stand, in unmittelbare Berührung.

Die zuletzt besprochenen Pflanzen bilden in betreff der sich bei ihnen vollziehenden Autogamie den Übergang zu einer umfangreichen Gruppe von Gewächsen, bei welchen im Beginne des Blühens wegen der gegenseitigen Stellung der Antheren und Narben eine Autogamie verhindert ist, wo aber gegen das Ende des Blühens durch Änderungen der Lage und Richtung der Blütenstiele die Narben mit dem Pollen der zuständigen Antheren in Verbindung kommen. Diese Veränderung in der Lage der Blütenstiele ist gewöhnlich mit einer der vielen anderen Einrichtungen, welche im Vorhergehenden geschildert wurden, verbunden. So z. B. krümmen und verlängern sich die Griffel oder die Träger der Antheren, es werden durch die sich verlängernden Blumenkronen die Pollenblätter oder es wird der an die Blumenblätter angeklebte Pollen vorgeschoben und dergleichen; und doch könnten diese Vorgänge für sich allein bei den nachfolgend zu besprechenden Pflanzen nicht zur Autogamie führen, wenn nicht auch die Blütenstiele eingreifen und mithelfen würden. Um es kurz zu sagen, die Narben und die Antheren werden für den Fall, daß nicht schon eine Kreuzung erfolgt ist, durch das Strecken und Krümmen der Blütenstiele schließlich so eingestellt, daß die Autogamie unvermeidlich wird. Wer erwägt, daß die Änderungen in der Lage und Richtung der Blütenstiele und das dadurch bedingte Nickendwerden oder Aufrichten der Blüten auch sonst noch eine wichtige Rolle im Leben der Pflanzen spielt, daß insbesondere der Schutz des Pollens gegen Nässe sowie die passendste Einstellung des Blüteneinganges für die als Besucher willkommenen Tiere oft genug durch diese unscheinbaren Streckungen und Krümmungen veranlaßt werden, der kann nicht überrascht sein, wenn er erfährt, daß gerade diese Einrichtung eine der allerhäufigsten ist. Es werden eben zugleich oder kurz nacheinander mehrere Vorteile erreicht, und dergleichen Einrichtungen, welche der Ökonomie der Pflanzen am besten entsprechen, sind erfahrungsgemäß immer die am meisten verbreiteten.

Zunächst wäre hier jener Blüten zu gedenken, in welchen die Narbe zu Anfang des Blühens außerhalb der Falllinie des Pollens der zuständigen Antheren liegt, weil diese Lage im Hinblicke auf die Kreuzung von Vorteil ist, wo aber später die ganze Blüte infolge der Streckungen oder Krümmungen des Stieles eine andere Lage erhält, während die Richtung und Stellung der Pollenblätter, Griffel und Narben gleichgeblieben ist. Bei mehreren Narzissen, wie z. B. dem zierlichen Narcissus juncifolius, ebenso bei einigen Asperifolieen, beispielsweise dem gewöhnlichen Waldvergißmeinnicht (Myosotis silvatica), sind anfänglich die Blüten mit ihrer Eingangspforte seitlich gerichtet; die Narbe steht hinter den Antheren, und der aus den Antheren ausfallende Pollen gelangt, solange die Blumenröhre wagerecht eingestellt ist, nicht zu den Narben. Nun aber streckt sich der bisher gekrümmte Ast des Blütenstandes, welcher die Blumenröhre in wagerechter Stellung erhalten hatte, gerade; die Blumenröhre wird dadurch aufgerichtet, nimmt nachgerade eine lotrechte Stellung ein, und die Narbe kommt dadurch in die Falllinie des aus den schrumpfenden Antheren sich ablösenden Pollens. In den bei weitem häufigeren Fällen, wo die Narbe im Beginne des Blühens die Antheren überragt, krümmt sich der Blütenstiel später abwärts, versetzt dadurch die Blüten in eine nickende oder hängende Stellung und bringt so die Narbe in die Falllinie des Pollens. Dies ist der Fall bei Tulipa silvestris, Polemonium coeruleum, Saxifraga hieracifolia, Chrysosplenium alternifolium, Rhododendron Chamaecistus, Vaccinium, Arctostaphyllos, Cerinthe, Symphitum und Cyclamen. An den Arten der zuletzt genannten Gattung, welche gegenwärtig als Zierpflanzen so beliebt sind und auch als Topfpflanzen vielfach gezogen werden, läßt sich der Vorgang besonders deutlich verfolgen. Am ersten Tage, nachdem sich die Blüte geöffnet und die Blumenblätter zurückgeschlagen haben, erscheint der vom Boden sich erhebende Blütenstiel an seinem Ende nahezu rechtwinkelig umgebogen. Das umgebogene

kurze Stück des Stieles ist gegen den Horizont unter einem Winkel von 50—60 Grad geneigt. Der Unterschied in der Größe dieses Winkels rührt davon her, daß der längere untere Teil des Blütenstieles gewöhnlich schief vom Boden aufragt und nur in seltenen Fällen lotrecht gestellt ist. Nun kann man sehen, wie sich der Neigungswinkel von Tag zu Tag um ungefähr 10 Grad verkleinert, so daß am Ende des Blühens das herabgebogene kurze Endstück und das aufrechte lange Stück des Blütenstieles fast parallel liegen und daß jetzt der Stiel hakenförmig gekrümmt ist. Da in der geraden Verlängerung von dem kurzen Stücke des Blütenstieles der Griffel der Blüte liegt und dieser sowohl über die Röhre der Blumenkrone als auch über den Antherenkegel vorragt, so kann in der ersten Zeit des Blühens bei einer Neigung des Griffels von 50—60 Grad gegen den Horizont eine Autogamie nicht stattfinden. Insekten, welche zu dieser Zeit die Blüte besuchen, werden zuerst die Narbe am Ende des vorstehenden Griffels streifen und können Kreuzungen veranlassen; aber selbst für den Fall, daß bei Gelegenheit eines Insektenbesuches aus den verschobenen Antheren des Streukegels etwas mehliger Pollen in die Tiefe fallen sollte, so gelangt dieser nicht auf die Narbe, welche noch außerhalb der Falllinie des Pollens liegt. Gegen das Ende des Blühens dagegen wird infolge der oben beschriebenen Krümmung des Blütenstieles die Narbe in die Falllinie des Pollens gestellt, die Träger der bisher fest zusammenschließenden Antheren erschlaffen, die Antheren weichen etwas auseinander, der in dem Streukegel noch enthaltene Pollen rieselt in die Tiefe und bestäubt die noch immer belegungsfähige Narbe.



Autogamie, veranlaßt durch Krümmung des Blütenstieles, Bildung einer schiefen Ebene an der dem Pollen zur Ablagerungsstätte dienenden Unterlippe und Hinabgleiten des Pollens über diese schiefe Ebene zur Narbe: Calceolaria Pavonii; 1, 2, 3. Seitliche Ansicht der Blüte in den drei aufeinander folgenden zur Autogamie führenden Zuständen. — 4. Längsschnitt durch eine im ersten Entwickelungsstadium befindliche Blüte. — Sämtliche Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 375.

Ein seltsamer Fall der Autogamie, dessen Besprechung hier den passendsten Platz findet, wird an der südamerikanischen Calceolaria Pavonii (s. obenstehende Abbildung) beobachtet. Die Blüten dieser Pflanze sind proterogyn. Im Anbeginne des Blühens werden sie von geraden, nahezu wagerecht abstehenden Stielen getragen. Die noch geschlossenen Antheren sind unter der abgestutzten kurzen Oberlippe geborgen; die Narbe, welche bereits belegungsfähig ist, bildet den Abschluß eines gerade vorgestreckten, nahe seinem Ende hakenförmig gekrümmten Griffels und liegt der ausgehöhlten Unterlippe auf, wie es durch die Fig. 1 und 2 zur Anschauung gebracht ist. Der mittlere Zipfel der Unterlippe, welcher in die Höhlung eingeschlagen ist, erscheint schalenförmig vertieft und sondert Honig ab. Kurzrüsselige Hautflügler, welche diesen Honig gewinnen wollen, benutzen die obere Wand der von der

Unterlippe gebildeten Höhle als Anflugsplatz. In dem Augenblicke, als sie sich dort niedergelassen, senkt sich die Unterlippe ähnlich wie bei dem Löwenmaule abwärts, welche Bewegung durch kräftige Rippen an den beiden Seiten der Blumenkrone geregelt wird. Durch diese Bewegung wird nicht nur der Rachen der Blüte weit aufgesperrt, sondern auch der honigabsondernde, bisher in der Höhlung geborgene Lappen hervorgekehrt, und der Hautflügler, welcher die Bewegung veranlaßte, kann jetzt mit Leichtigkeit den Honig lecken. Bei dieser Gelegenheit streift das Insekt aber mit dem Rücken auch an die Narbe, und wenn dasselbe aus einer älteren Blüte Pollen mitgebracht hat, wird die Narbe mit dem fremden Pollen belegt, beziehentlich gekreuzt. So verhält es sich im Beginne des Blühens. Am nächsten oder zweitnächsten Tage öffnen sich die Antheren, indem am Scheitel eines jeden Pollenbehälters ein verhältnismäßig großes Loch ausgebildet wird. Das Konnektiv steht mit dem Antherenträger in einer gelenkartigen Verbindung, so zwar, daß die Antheren beim Anstoßen in eine schaukelnde Bewegung versetzt werden und mehligen Pollen ausfallen lassen. Wenn jetzt ein größerer Hautflügler auf die Blüte angeflogen kommt, um Honig zu gewinnen, so muß er an die Antheren anstoßen und sich mit dem ausfallenden Pollen bestreuen lassen, um so mehr, als sich die Antherenträger mittlerweile so weit verlängert haben, daß die oberen Pollenbehälter auf die oberste Wölbung der Unterlippe zu liegen kommen. Wenn die Blüte von Insekten unbesucht bleibt, so fällt ein Teil des mehligen Pollens von selbst auf diese Wölbung (s. Abbildung, S. 374, Fig. 3). Bald darauf krümmt sich der Stiel der Blüte bogenförmig abwärts, die obere Wand der ausgehöhlten Unterlippe oder, besser gesagt, die Decke der Höhlung, welche auf dem höchsten Punkte den ausgefallenen Pollen trägt, und die als Anflugsplatz für die Insekten hätte dienen sollen, erhält dadurch eine abschüssige Lage, der Pollen gleitet über die schiefe Ebene hinab und kommt auf diese Weise zu der Narbe, welche noch immer belegungsfähig ist (s. Abbildung, S. 374, Fig. 4).

Ebenso häufig wie in Einzelheiten mannigfaltig kommt die Autogamie durch das Zusammenwirken und Ineinandergreifen von Bewegungen und Krümmungen der Blütenstiele mit solchen der Pollenblätter und Griffel zu stande. Der nickende Milchstern (Ornithogalum nutans) hat zwar seinen Namen im Hinblicke auf das Nicken seiner Blüten erhalten, aber diese Lage nehmen die Blüten eigentlich erst ganz zuletzt an; im Knospenzustande sind sie aufrecht, und auch dann, wenn die Perigonblätter sich bereits weit ausgebreitet haben, stehen die Stiele noch wagerecht von der Spindel der Blütentraube ab und die Weitung der Blüten ist nach der Seite gerichtet. Die Blüten sind proterandrisch. Gleichzeitig mit dem Auseinandergehen der Perigonblätter springen die Antheren der drei vor den honigabsondernden Grübchen des Fruchtknotens stehenden Pollenblätter auf, und diese Antheren sind so eingestellt, daß sie von den zum Honig einfahrenden Insekten unvermeidlich gestreift werden müssen. Die Narbe ist zu dieser Zeit noch nicht belegungsfähig. Etwas später, wenn das Narbengewebe die Fähigkeit erlangt hat, Pollen festzuhalten, rücken die Pollenblätter von der Mitte gegen den Umfang der Blüte, gehen den einfahrenden Insekten sozusagen aus dem Wege, und jetzt ist die Möglichkeit gegeben, daß durch die Insekten, welche von anderen jüngeren Blüten mit Pollen beladen ankommen, eine Kreuzung eingeleitet werde. Im dritten Stadium des Blühens neigt und krümmt sich der Stiel abwärts, so daß die Blüte jetzt wirklich nickend erscheint. Die Pollenblätter sind wieder gegen die Mitte der Blüte gerückt, und die Narbe steht nun dicht unterhalb einer der Antheren, welche von den kürzeren Pollenblättern getragen werden. In diesen Antheren ist noch immer Pollen vorhanden, da sie erst im zweiten Blütenstadium aufgesprungen sind und von Insekten nicht gestreift werden konnten. Dieser Pollen fällt nun bei dem allmählichen Schrumpfen der Antheren auf die benachbarte Narbe, und so erfolgt noch kurz vor dem Ende des Blühens Autogamie.

Als besonders lehrreiche Beispiele sind an dieser Stelle auch die Zwitterblüten der Rosifloreen: Dryas octopetala, Geum coccineum, montanum und reptans, Potentilla atrosanguinea und repens, Waldsteinia geoides, dann der Ranunkulaceen: Adonis vernalis, Anemone alpina und baldensis anzuführen. Die Blüten aller dieser Pflanzen sind proterogyn und zeichnen sich dadurch aus, daß die zahlreichen Stempel, welche in der Mitte der Blüte gehäuft beisammenstehen, von ebenso zahlreichen, in mehreren Wirteln geordneten Pollenblättern wie von einem Kranze umgeben sind. Bei den genannten Rosifloreen sind diese Pollenblätter in der Knospe eingeschlagen und strecken sich erst dann gerade, wenn die Antheren nahe daran sind, sich zu öffnen und ihren Pollen auszubieten. Zuerst öffnen sich die Antheren, welche dem äußersten Wirtel der Pollenblätter angehören und von den Narben des in der Mitte stehenden Fruchtknotenköpfchens am weitesten entfernt sind. Bei dieser gegenseitigen Lage und insbesondere dann, wenn die Blüte aufrecht steht, ist die Autogamie ausgeschlossen; dagegen können Insekten, welche zunächst auf die Narben in der Mitte der Blüte anfliegen, von da nach außen fortschreiten, um Pollen zu sammeln und Honig zu lecken, vom Rande der Blüte wieder abfliegen und weiterhin andere Blüten in derselben Weise besuchen und ausbeuten, eine Kreuzung einleiten. Allmählich kommen nun auch die Pollenblätter des innersten Wirtels zur Entwickelung; sie strecken sich gerade, verlängern sich, und ihre den Pollen ausbietenden Antheren kommen in die gleiche Höhe mit den Narben der im Mittelfelde stehenden Stempel. Die Belegung eines Teiles dieser Narben ist jetzt unvermeidlich und erfolgt um so sicherer, als sich jene Griffel, welche den äußeren Stempeln angehören, auswärts neigen und auswärts krümmen, wodurch ihre Narben mit dem ausgebotenen Pollen in unmittelbare Berührung kommen. Aber die Narben in der Mitte des Fruchtknotenköpfchens könnten bei ausbleibendem Insektenbesuche leer ausgehen. Damit das nicht geschieht, krümmen sich die Blütenstiele in sanften Bogen so weit nach der Seite, daß die zuletzt erwähnten Narben in die Fallinie des Pollens kommen und am Schlusse des Blühens noch belegt werden. Die neben den Rosifloreen noch erwähnten Ranunkulaceen weichen nur in geringfügigen Dingen in betreff dieser Vorgänge ab. Bei Adonis vernalis kann ein Auswärtskrümmen der Griffel wegen ihrer Kürze nicht stattfinden, dagegen krümmen sich bei dieser Pflanze die an das Fruchtknotenköpfchen zunächst angrenzenden Pollenblätter bogenförmig einwärts und lagern ihren Pollen auf die nächsten Narben ab. Bei Anemone alpina öffnen sich zuerst die Antheren, welche von dem innersten Wirtel der Pollenblätter getragen werden, und die Entwickelung schreitet von da nach außen vor. Da aber die Griffel zu Anfang des Blühens ein dicht gedrängtes Büschel bilden, kommt es zunächst nicht zur Autogamie; erst später krümmen und drehen sich die Griffel so, daß die Narben teilweise die Antheren berühren, und wenn dann noch infolge der Krümmung des Blütenstieles die Blüte nickend wird, kommt auch der noch nicht belegte Teil der Narben in die Fallinie des Pollens. Durch ein merkwürdiges Zusammenwirken der Antherenträger und Blütenstiele kommt bei der in unseren Fichtenwäldern heimischen Pirola uniflora am Ende des Blühens Autogamie zu stande. Die dem Aufblühen nahen Knospen (s. Abbildung, S. 377, Fig. 1) sowie die jungen Blüten, deren Blumenblätter sich eben ausgebreitet haben (s. Abbildung, S. 377, Fig. 2 und 3), befinden sich an Stielen, die einen halben Kreisbogen beschreiben, und erscheinen gewissermaßen umgestürzt und aufgehängt. Der Griffel in diesen Blüten ist lotrecht gestellt und seine Narbe abwärts gerichtet. Die Antherenträger sind S-förmig gekrümmt und zwar so, daß die beiden Löcher der streubüchsenförmigen Antheren nach oben sehen und der in denselben geborgene Pollen von selbst nicht ausfallen, am allerwenigsten auf die Narbe gelangen kann. Von Insekten, welche von untenher anfliegen, wird in solchen Blüten zuerst die Narbe gestreift, und daraufhin werden die Antheren durch Anstoßen zum Umkippen gebracht. Der aus den Löchern ausfallende Pollen bestäubt die

anstoßenden Tiere, und wenn diese weiterfliegen und eine andere Blüte der Pirola uniflora aufsuchen, so werden sie den mitgebrachten Pollen an die klebrige Narbe anheften und Kreuzung verursachen. Im Verlaufe des Blühens vollziehen sich nun zwei wenig auffallende, aber für das Zustandekommen der Autogamie äußerst wichtige Veränderungen. Der Bogen, welchen der Blütenstiel beschreibt, entspricht am Schlusse des Blühens nicht mehr einem Halbkreise, und es ist demzufolge die Blüte auch nicht mehr hängend, sondern nur nickend; der Griffel ist nicht mehr senkrecht, sondern schräg nach abwärts gerichtet, und die von ihm getragene Narbe kommt dadurch unter einen Teil der Antheren zu stehen. Die

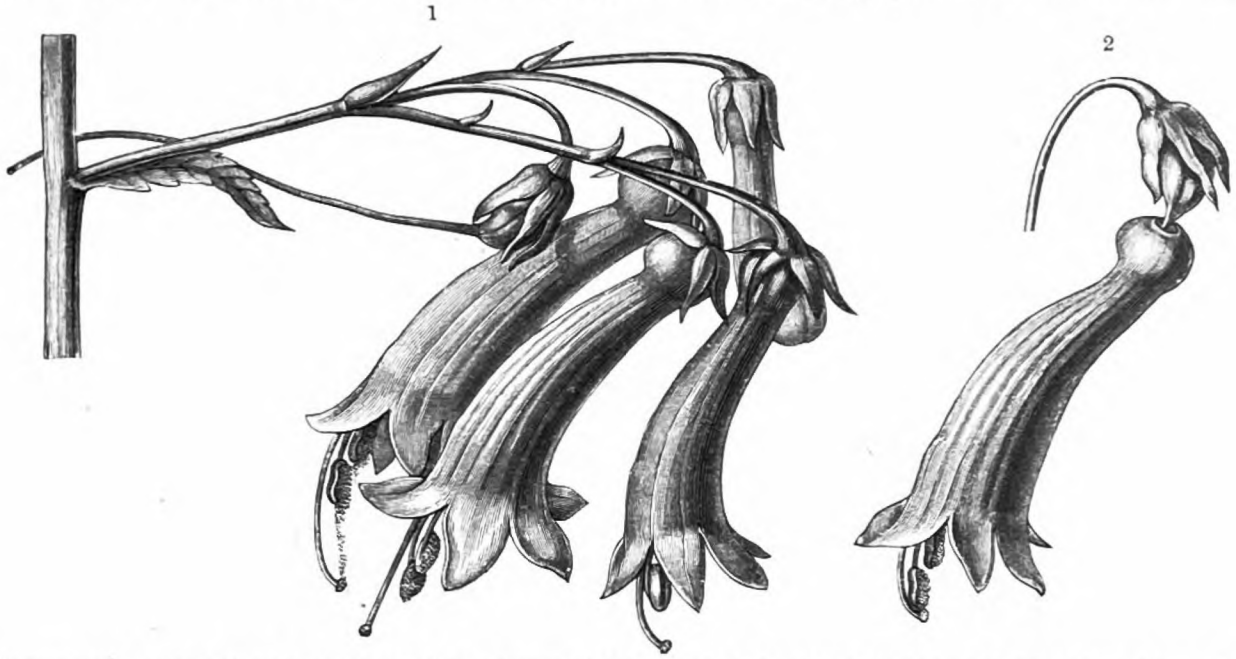


Autogamie veranlaßt durch Zusammenwirken der Krümmung des Blütenstieles und der Antherenträger: Pirola uniflora; 1. Längsschnitt durch eine dem Aufspringen nahe Blütenknospe. — 2. Die ganze Pflanze, ihre Blüte im ersten Entwickelungsstadium. — 3. Blüte im ersten Entwickelungsstadium; etwas vergrößert; die vorderen Blumenblätter weggeschnitten. — 4. Die ganze Pflanze; ihre Blüte im letzten Entwickelungsstadium. — 5. Blüte im letzten Entwickelungsstadium; etwas vergrößert; Längsschnitt. Vgl. Text, S. 376.

Antherenträger erscheinen zwar auch jetzt S-förmig gekrümmt, aber in entgegengesetzter Richtung als im Anbeginne des Blühens; die Antheren sind dadurch in eine umgekehrte Lage gebracht und ihre Löcher abwärts gerichtet. Die schwächste Erschütterung des schlanken Stengels durch leichte Luftströmungen genügt, um jetzt ein Ausfallen des Pollens zu veranlassen, und dabei kann es nicht fehlen, daß die klebrige Narbe mit einem Teile des ausfallenden Pollens belegt wird (s. obenstehende Abbildung, Fig. 4 und 5).

An Phygelius capensis, einer zu den Skrofularineen gehörenden Pflanze des Kaplandes, welche ihrer dunkelscharlachroten Blumen wegen auch in Ziergärten mitunter gepflanzt wird, stehen die Äste des Blütenstandes und die Blütenstiele nahezu wagerecht von dem steif aufrechten Stengel ab (s. Abbildung, S. 378, Fig. 1). Die Blütenstiele sind an ihrem verdickten Ende hakenförmig gekrümmt und so wie die jungen geöffneten Blüten fast rechtwinkelig abwärts gekrümmt, wodurch der ganze Blütenstand ein recht seltsames Aussehen

erhält. Die Blüten ſind proterogyn, und es kann am erſten Tage, nachdem ſie ſich geöffnet haben, nur Pollen aus anderen älteren Blüten auf die Narbe gebracht werden. Der Griffel iſt anfänglich ſo gekrümmt, daß die belegungsfähige Narbe vor die Einfahrt zu dem honigreichen Blütengrunde geſtellt erſcheint und von den honigſaugenden Tieren geſtreift werden muß. Am darauf folgenden Tage ſtreckt ſich der Griffel gerade und die Narbe kommt dadurch abſeits von der Zufahrtslinie zum Honig; dagegen haben ſich nun die Antheren geöffnet, und ihre mit Pollen bedeckte Seite iſt ſo an die Einfahrt zum Blütengrunde hingeſtellt, daß beſuchende Tiere unvermeidlich den Pollen abſtreifen müſſen. Am dritten Tage krümmt ſich dagegen der Griffel neuerdings und nimmt dieſelbe Lage an, welche er am erſten Tage innehatte. Zugleich krümmt ſich auch der Blütenſtiel, wodurch die röhrenförmige Blumenkrone der Hauptachſe des Blütenſtandes genähert wird. Dieſes Zuſammenwirken der Krüm-

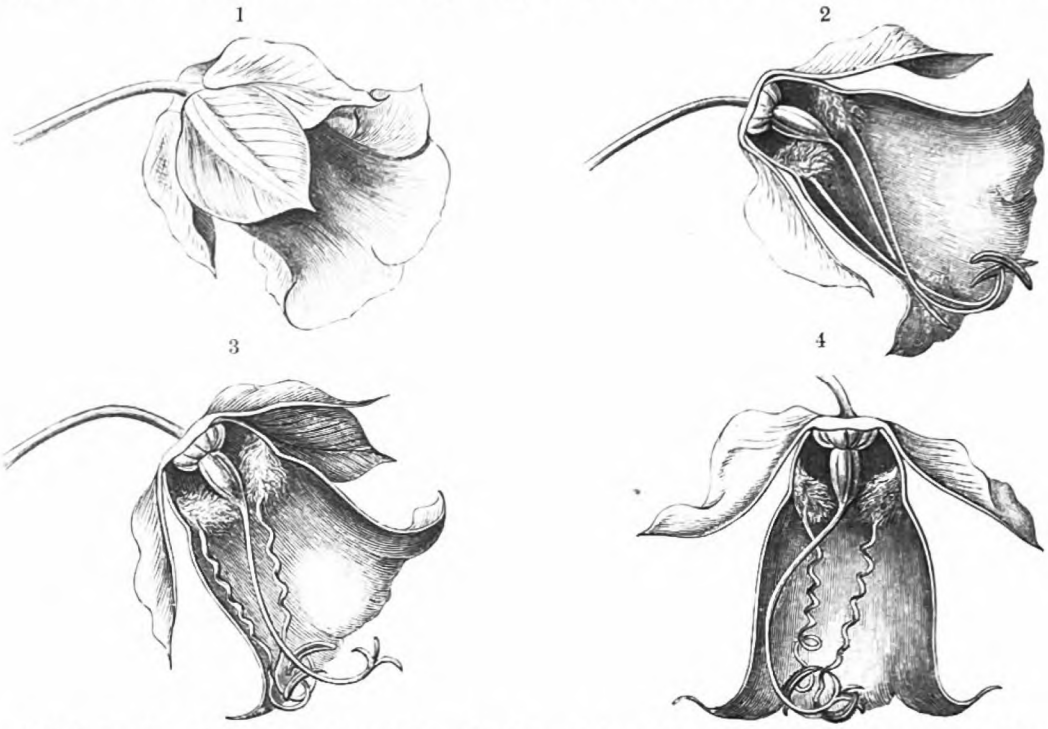


Autogamie infolge der Krümmung des Blütenſtieles und bei Gelegenheit des Abfallens der Blumenkrone: Phygelius capensis; 1. Ausſchnitt aus dem Blütenſtande; die von einem wagerechten Aſte des Blütenſtandes getragenen Blüten (von rechts nach links) in den aufeinander folgenden zur Autogamie führenden Entwickelungszuſtänden. — 2. Einzelne Blüte in dem Augenblicke, in welchem die Blumenkrone ſich ablöſt und die mit Pollen bedeckten Antheren an die Narben ſtreifen. Vgl. Text, S. 377.

mungen hat aber zur Folge, daß die klebrige Narbe unter die ſchrumpfenden Antheren geſtellt und mit den teilweiſe ausfallenden krümeligen Pollen belegt wird. Sollte der Pollen dennoch ſein Ziel nicht erreichen, ſo kommt die Autogamie noch bei dem Abfallen der Blumenkrone zu ſtande. Es iſt nämlich unvermeidlich, daß die Narbe, welche durch die abfallende Blüte gewiſſermaßen durchgeſchleift wird, die Antheren berührt und die letzten Reſte des dort etwa noch haftenden Pollens aufnimmt (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 2).

Zu wiederholten Malen wurde in früheren Kapiteln der prächtigen kletternden Cobaea scandens gedacht, einer Polemoniacee, deren Heimatland das tropiſche Amerika iſt, die aber als einjährige Pflanze auch in den Gärten des mittleren und ſüdlichen Europa vortrefflich gedeiht, zur Überkleidung von Spalieren und Geländern in Gärten häufig Verwendung findet und im Hochſommer ihre trübvioletten glockenförmigen Blüten (ſ. Abbildung, S. 379, Fig. 1) entfaltet. Die Antheren, welche von langen, an ihrer Baſis zottig behaarten Fäden getragen werden, ſind im Anbeginne des Blühens ſo an die Pforte der Blüte geſtellt, daß ſie von den zum honigreichen Blütengrunde einfahrenden Tieren unvermeidlich geſtreift werden müſſen. Der Griffel iſt zu dieſer Zeit noch kurz, ſein freies Ende unter den Antheren verſteckt, und die drei das Narbengewebe tragenden Äſte desſelben liegen noch dicht

aneinander (s. untenstehende Abbildung, Fig. 2). Etwas später findet ein Platzwechsel der Antheren und Narben statt; die Antheren, deren Träger sich inzwischen verlängert und lockenförmig gedreht haben, liegen jetzt tiefer als die drei das Narbengewebe tragenden Griffeläste, welche jetzt auseinander spreizen und sich so vor die Blütenpforte stellen, daß die von anderen jüngeren Blüten herbeikommenden Tiere den mitgebrachten Pollen an ihnen abstreifen und eine Kreuzung veranlassen müssen (s. untenstehende Abbildung, Fig. 3). Wenn die honigsuchenden Tiere ausbleiben und eine Kreuzung nicht zu stande kommt, so erfahren die Stiele der Blüten eine Krümmung um einen Winkel von ungefähr 45 Grad, und die bisher nickende Blüte wird dadurch hängend. Gleichzeitig krümmt sich der Griffel und es rücken die Schraubenumgänge der lockenförmig gedrehten Antherenträger etwas zusammen. Das Ergebnis aller dieser Veränderungen ist, daß die immer noch etwas Pollen enthalten-

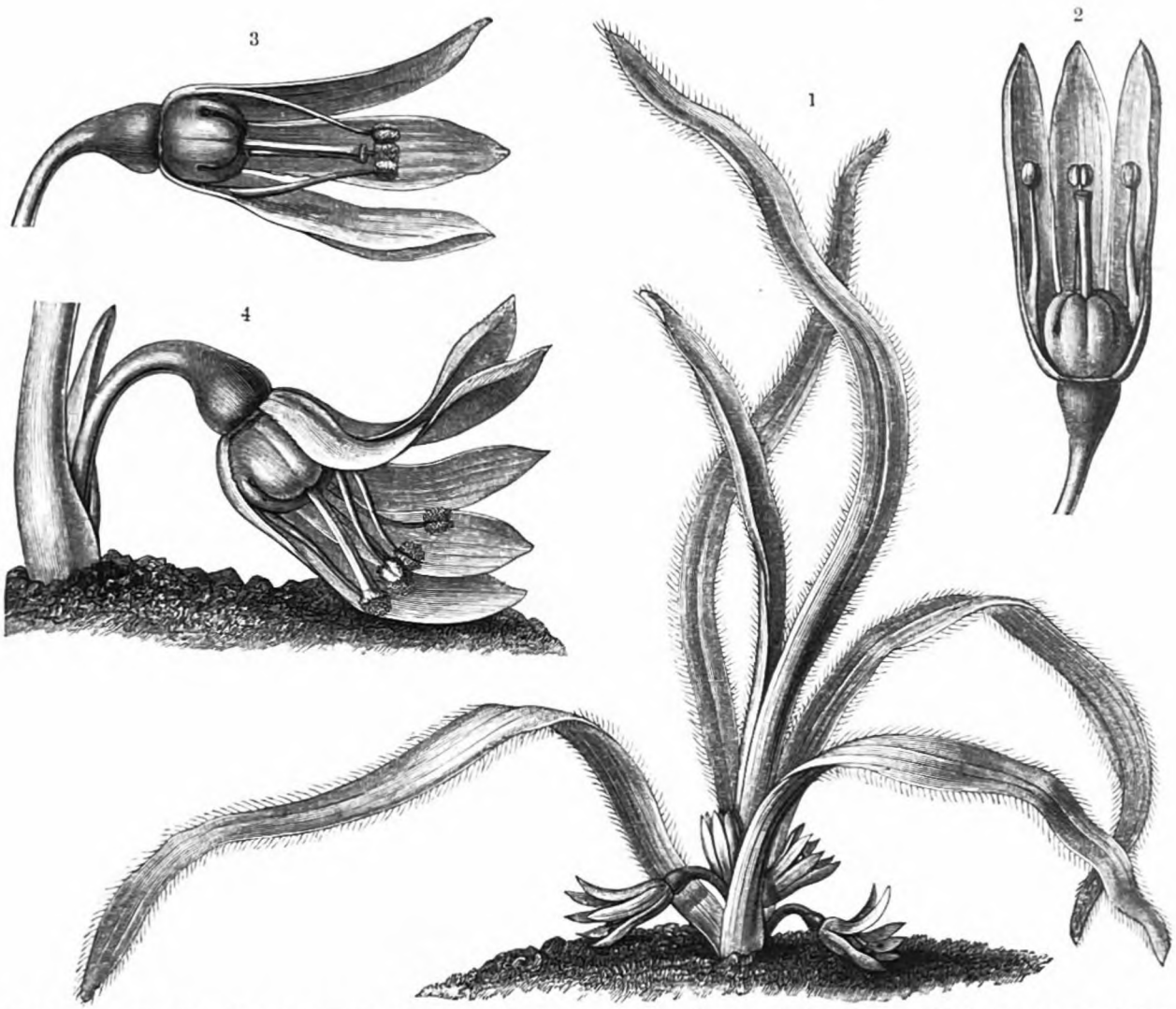


Autogamie infolge der Krümmung des Blütenstieles und der schraubigen Drehung der Antherenträger: Cobaea scandens; 1. Seitliche Ansicht einer kürzlich geöffneten Blüte. — 2, 3, 4. Blüten in den drei aufeinander folgenden zur Autogamie führenden Zuständen; Längsschnitte. Sämtliche Figuren etwas verkleinert. Vgl. Text, S. 378.

den Antheren mit dem immer noch belegungsfähigen Narbengewebe in unmittelbare Berührung kommen und eine Autogamie stattfindet (s. obenstehende Abbildung, Fig. 4).

Als Vorbild für Gewächse, in deren Blüten die Autogamie durch Zusammenwirken der Krümmung des Blütenstieles mit der Neigung des Griffels gegen die Ablagerungsstätte des Pollens erfolgt, mag hier der Zwerglauch (Allium Chamaemoly; s. Abbildung, S. 380, Fig. 1) hingestellt sein. Die kleinen weißen, nur wenig über die Erde vorgeschobenen Blüten sind mit ihrer Weitung anfänglich aufwärts gerichtet und zwischen den langen bandförmigen grünen Laubblättern halb versteckt. Trotzdem werden die Blüten dieser Pflanze von kleinen Insekten fleißig besucht und findet der an den Seiten des Fruchtknotens in kleinen Grübchen ausgeschiedene Honig reichlichen Zuspruch. Im ersten Stadium des Blühens ist nur Kreuzung möglich; die Narbe steht in der Mitte der Blütenpforte, und ihr Gewebe ist bereits befähigt Pollen aufzunehmen, während die Antheren noch geschlossen und der Wand des Perigons angedrückt sind (s. Abbildung, S. 380, Fig. 2). Später neigen sich sämtliche Antherenträger gegen die Mitte der Blüte, die Antheren springen auf, bedecken sich ringsum mit Pollen und bilden zusammen einen gelben Knopf, welcher in die Mitte des Blüteneinganges gestellt ist, so daß einfahrende Insekten den Pollen abzustreifen und aufzuladen

gezwungen ſind. Die Narbe iſt jetzt hinter den Antheren verſteckt (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 3) und wird von den Inſekten nicht berührt. Wenn aus was immer für einem Grunde keine Inſekten zu den Blüten kamen, ſo erfolgt im dritten Stadium des Blühens Autogamie. Der Blütenſtiel krümmt ſich im Halbbogen abwärts und drückt die Blüte auf die Erde. Infolge dieſes Druckes werden die zarten weißen Blumenblätter und die fadenförmigen Pollenblätter verſchoben; ein Teil des Pollens fällt dabei aus den Antheren auf die unteren, der Erde aufliegenden Blumenblätter; der Griffel neigt ſich unbedeutend ſeit-



Autogamie durch das Zuſammenwirken der Krümmung des Blütenſtieles und der Neigung des Griffels zur Ablagerungsſtätte des Pollens: Allium Chamaemoly; 1. Der über der Erde ſichtbare Teil der Pflanze in natürlicher Größe; — 2, 3, 4. einzelne Blüten, von welchen die vorderen Blumenblätter weggeſchnitten wurden; etwas vergrößert; in den aufeinander folgenden zur Autogamie führenden Zuſtänden. Vgl. Text, S. 379.

wärts, beziehentlich abwärts, und der Erfolg dieſer Lageänderungen beſteht jedesmal darin, daß die Narbe entweder mit dem abgefallenen, auf dem unteren Blumenblatte liegenden Pollen oder mit dem noch an den Antheren haftenden Pollen des einen oder anderen Pollenblattes in Berührung kommt und belegt wird (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 4).

Aus der Reihe jener Gewächſe, bei welchen die Autogamie durch das Zuſammenwirken der ſich krümmenden Blütenſtiele und der ſich krümmenden oder faltenden Blumenbätter zu ſtande kommt, ſollen hier insbeſondere zwei Formen, nämlich die Veilchen aus der Rotte Melanium und die ſtengelloſen Gentianen, hervorgehoben werden. Wie bei den Veilchen der Pollen durch Vermittelung der Inſekten an die Narbe gelangt, wurde bereits S. 279 angegeben und durch die Abbildung auf S. 279, Fig. 1—3

erläutert. Der an dem schmalen vorspringenden Lappen der kopfförmigen Narbe von Insekten abgeladene Pollen stammt natürlich von anderen Blüten her, und die Belegung der Narbe mit solchen fremden Pollen ist entweder eine zweiartige oder einartige Kreuzung. In der ersten Zeit des Blühens ist überhaupt bei den Veilchen Autogamie kaum möglich. Wenn der eingeführte Rüssel des besuchenden Insektes fast in demselben Augenblicke, in welchem er die vordere Seite des vorspringenden Narbenlappens mit fremden Pollen belegt, mit Pollen aus den verschobenen Antherenkegel der besuchten Blüte behaftet wird, so kann dieser Pollen bei dem Zurückziehen des Rüssels teilweise vielleicht an die hintere Seite des Narbenlappens, aber nicht auf das belegungsfähige Gewebe der Narbe gelangen. Auch jener Teil des ausgefallenen Pollens, welcher nicht durch das besuchende Insekt entführt wird, sondern unter dem Antherenkegel in der Rinne des gespornten Blumenblattes liegen bleibt, kommt im ersten Stadium des Blühens nicht zu dem Narbengewebe, weil die Rinne durch den vorspringenden Lappen wie durch eine Fallthür nach außen zu abgesperrt ist. Gegen den Schluß des Blühens verhält sich die Sache aber wesentlich anders. Bei den Veilchen der Rotte Melanium, für welche das Ackerveilchen (Viola arvensis) als die am weitesten verbreitete Art zum Vorbilde gewählt sein mag, lockert sich allmählich der Antherenkegel von selbst, der mehlige Pollen fällt aus und erfüllt den hinteren Teil der Rinne des gespornten Blumenblattes. Gleichzeitig krümmt sich auch die Platte dieses Blumenblattes, was zur Folge hat, daß die Rinne von dem Narbenlappen nicht mehr abgeschlossen ist und nun der Pollen unbehindert gegen die Pforte der Blüte gelangen könnte. Es handelt sich jetzt nur noch um eine Anregung zu dieser Bewegung des Pollens, und diese wird durch die Krümmung des Blütenstieles gegeben. Ohnehin erfährt bei dem Ackerveilchen, dem Stiefmütterchen und den anderen in die Rotte Melanium gehörenden Arten der Blütenstiel in hellen Nächten eine starke Krümmung (s. Band I, S. 495), aber diese hat zur Zeit der vollen Blüte für die Autogamie keine Bedeutung. Am Schlusse des Blühens aber hat sie zur Folge, daß der mehlige Pollen in der Rinne des unteren Blumenblattes weiter und weiter hinabgleitet und endlich das belegungsfähige Narbengewebe erreicht.

Eine merkwürdige Ähnlichkeit hat dieser Vorgang mit jenem, welcher bei den von den beschreibenden Botanikern als „stengellos" bezeichneten Gentianen (Gentiana acaulis, angustifolia, Clusii; s. Abbildung, S. 382) beobachtet wird. Die Blüten dieser Gentianen gehören in die Abteilung der Revolverblüten. Dadurch, daß im unteren Teile der trichterförmigen Blüte die Antherenträger mit der Blumenkrone verwachsen sind und als fünf kräftige Leisten gegen den wie eine Mittelsäule sich erhebenden Fruchtknoten vorspringen, entstehen ebenso viele röhrenförmige Zugänge zu dem in der Tiefe reichlich ausgeschiedenen Honig. Die Antheren befinden sich etwas über der Mittelhöhe des Trichters und sind zu einer den Griffel umschließenden Röhre miteinander verwachsen. Jede Anthere öffnet sich an der auswärts gewendeten Seite mit zwei Längsrissen, und die Antherenröhre erscheint alsbald nach der Eröffnung der Blütenpforte ringsum mit Pollen bedeckt. Über der Antherenröhre sieht man die Narbe, welche aus zwei am Rande gekerbten und zerschlitzten weißen Lappen gebildet wird. Die Narbe sowie die Antheren sind so gestellt, daß die von Blüte zu Blüte schwärmenden Hummeln Kreuzungen herbeiführen müssen. Wenn aber infolge ungünstiger Witterung die Hummeln ausbleiben und die Kreuzung nicht zu stande kommt, so gelangt der von den schrumpfenden Antheren sich allmählich ablösende und abfallende Pollen durch Vermittelung der Blumenkrone und der Blütenstiele auf folgende Weise an die zuständigen Narben. Solange die Blüte aufrecht oder schief emporgerichtet ist (s. Abbildung, S. 382, Fig. 1 und 2), fällt der Pollen von der schrumpfenden Antherenröhre nach abwärts und sammelt sich über der Basis der Antherenträger an, und wenn sich die Blumenkrone zum Schutze des Pollens bei Regenwetter und während der Nacht zusammenfaltet,

ſo kommt der Pollen in die Rinnen zwiſchen den einſpringenden Falten zu liegen, welche dicht an der Baſis der Antherenträger beginnen und ſich von da bis nahe zur Mündung der Blüte erſtrecken. Dieſe Rinnen bilden in der That auch das Rinnſal, durch welches der abgefallene Pollen zu den Narben gelangt. Nur muß hierzu die Blüte früher in eine geſtürzte Lage verſetzt und die Narbe ſo eingeſtellt werden, daß ihre gefranſten Ränder bis zu der betreffenden Rinne reichen. Beides geſchieht. Die geſtürzte Lage der Blüte kommt dadurch zu ſtande, daß ſich die zu Anfang des Blühens noch kurzen Blütenſtiele ſehr verlängern und dann bei Regenwetter und bei eintretender Nacht in einem Halbbogen krümmen (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 2). Die Ränder der Narbe aber gelangen dadurch in die Rinne, daß der Griffel etwas in die Länge wächſt, ſo daß die von ihm getragene Narbe in



Autogamie durch das Zuſammenwirken der ſich krümmenden Blütenſtiele und der ſich faltenden Blumenkrone: 1. Gentiana Clusii, deren Blüte ſich zum erſten Male geöffnet hat. — 2. Dieſelbe Pflanze; ihre Blüte im letzten Entwickelungsſtadium mit geſchloſſener Blumenkrone und verlängertem bogenförmig gekrümmten Stiele. — 3. Längsſchnitt durch eine Blüte, welche ſich zum erſten Male geöffnet hat. — 4. Längsſchnitt durch eine Blüte, welche ſich zum letzten Male geſchloſſen hat. Vgl. Text, S. 381.

den Hohlkegel vorgeſchoben wird, welcher bei dem Zuſammenfalten des Kronenſaumes entſteht. Dort münden gewiſſermaßen alle Rinnen der Kronenröhre zuſammen und nähern ſich ſo ſehr der Mittellinie der Blüte, daß eine Berührung mit den Rändern der in der Mitte des Hohlkegels ſtehenden Narbenlappen unvermeidlich wird. Wenn nun die überhängende Blüte durch fallende Regentropfen oder durch Windſtöße erſchüttert wird, ſo gleitet der Pollen durch die ganz glatte Rinne wirklich bis zu den Narben herab und wird von dem ausgekerbten und ausgefranſten Rande derſelben aufgenommen (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 4). Dieſer Darſtellung der bei Gentiana acaulis, angustifolia und Clusii ſtattfindenden Autogamie iſt die Bemerkung beizufügen, daß die genannten Arten in den Alpen meiſtenteils an graſigen Abhängen oder auf den Geſimſen ſteil abfallender Felswände wachſen. An ſolchen Stellen kann man bei Regenwetter Tauſende der Blüten parallel zu der Abdachung des Bodens überhängend ſehen, und aus dieſen Blüten gehen auch nach lange anhaltender Regenzeit regelmäßig Früchte hervor. Die Blüten der auf ebenen Wieſenflächen wachſenden Stöcke ſind dagegen in dem Nickendwerden mitunter behindert. Bei

diesen kommt es begreiflicherweise auch nicht zur Autogamie, und wenn wegen schlechten Wetters keine Hummeln fliegen, auch nicht zur Kreuzung. Auf solchen ebenen Plätzen kann man darum auch häufig genug verkümmerte Fruchtanlagen sehen.

Für jene Fälle, wo die Autogamie durch Zusammenwirken der sich krümmenden Blütenstiele und der sich verlängernden Blumenblätter erfolgt, mögen die Küchenschellen Anemone Pulsatilla und vernalis als Vorbild hingestellt sein. Die Blüten dieser Pflanzen sind zur Zeit, wenn die Blumenblätter zum ersten Male auseinander gehen, sehr kurz gestielt und mit ihrer Weitung himmelwärts gerichtet. Sie verharren in dieser Lage ungefähr 48 Stunden, öffnen sich am Tage bei Sonnenschein und schließen sich mit beginnender Dämmerung und bei eintretendem Regenwetter. Ein Nickendwerden der Blüten ist innerhalb der ersten zwei Tage nicht zu bemerken und wäre auch mit Rücksicht auf die Kürze des Stieles kaum möglich. Die Blüten sind ausgesprochen proterogyn. Die zahlreichen Pollenblätter sind dicht zusammengedrängt, und ihre geschlossenen Antheren stehen wie die Körner eines Maiskolbens geordnet in der Mitte der Blüte. Über die Antheren erhebt sich, einer kleinen Garbe vergleichbar, das Bündel der Griffel mit den belegungsfähigen Narben. Die Insekten, zumal Bienen und Hummeln, werden zu dieser Zeit durch den Honig angelockt, welcher von kleinen kolbenförmigen, zwischen den Blumenblättern und Pollenblättern eingeschalteten Nektarien abgesondert wird. Sie streifen bei dem Einfahren die aus den Narben gebildete Garbe oder benutzen diese wohl auch als Anflugsplatz und veranlassen für den Fall, daß ihrem Leibe Pollen anderer älterer Blüten anhaftet, zweiartige oder einartige Kreuzung. Nach Ablauf zweier Tage ist das Bild ein wesentlich anderes. Der Blütenstiel hat sich nicht unbedeutend verlängert, und die Blüte wird am Abend etwas nickend; die inneren Wirtel der Pollenblätter haben sich gelockert und auswärts gekrümmt, die Antheren, welche den Griffeln zunächst stehen, sind aufgesprungen und bieten Pollen aus. Die an der inneren Seite ausgehöhlten Blumenblätter haben sich zum Schutze des Pollens etwas verlängert. Anfliegende Insekten, welche jetzt nicht nur Honig, sondern auch Pollen zu gewinnen suchen, beladen sich in den Blüten unvermeidlich mit Pollen und können diesen zu anderen jüngeren Blüten übertragen. Beim Schließen der Blüten am Abend wird regelmäßig Pollen aus den Antheren der auswärts gebogenen Pollenblätter an die innere Seite der auflagernden Blumenblätter angeheftet. Auch kann schon jetzt von den Antheren der längsten Pollenblätter etwas Pollen abgestoßen werden und dieser fällt in der nickenden Blüte auf die mittleren Narben der Griffelgarbe. Nach wieder zwei Tagen stellen sich die Blüten der Küchenschellen folgendermaßen dar. Der Blütenstiel hat sich um das Zehn- bis Zwanzigfache verlängert, und die Blüte erscheint auch am Tage nickend. Die Pollenblätter sind sämtlich gelockert, die Antherenträger auswärts gekrümmt und die Antheren geöffnet. Die Blumenblätter haben sich von 16 auf 38 mm verlängert, und dadurch ist der ihrer Innenseite angeheftete Pollen bis zu den Narben gehoben oder vorgeschoben worden. Auch hat sich die Form der drei inneren Blumenblätter verändert; die innere Seite, welche bisher vertieft war, ist jetzt gewölbt und die früher gewölbte Außenseite ist jetzt vertieft. Die Folge dieser Veränderungen ist, daß nun auch die Narben am Umfange der Griffelgarbe, wenn sie nicht schon durch Vermittelung der Insekten belegt wurden, Pollen erhalten, indem sich die verlängerten Blumenblätter an sie anlegen und den ihrer vorgewölbten Innenseite angehefteten Pollen an die Narben abgeben.

Noch verwickelter sind die Vorgänge, welche bei der Bachnelkenwurz (Geum rivale), der Himbeere (Rubus Idaeus) und einigen anderen mit diesen verwandten Rosifloreen zur Autogamie führen. So z. B. sind die Blüten des Geum rivale am Tage ihrer Eröffnung von wagerechten Stielen getragen und mit ihrer Eingangspforte nach der Seite gerichtet;

die Antherenträger sind kurz und die Antheren sämtlich geschlossen; aber die Narben, welche als ein Büschel über die Antheren um ein paar Millimeter vorragen, sind bereits belegungsfähig. Anfliegende Insekten können jetzt Kreuzungen veranlassen, aber eine Autogamie ist noch nicht möglich. Später verlängern sich die Antherenträger, die Antheren der längsten Pollenblätter öffnen sich und kommen mit einigen Narben am Umfange des Griffelbündels in unmittelbare Berührung. Der Blütenstiel ist jetzt gekrümmt und die Blüte nickend. Infolgedessen kommt der aus den schrumpfenden Antheren von oben abfallende Pollen gleichfalls an die Narben am Umfange des Griffelbündels und zwar auf jene der oberen Blütenhälfte. Der aus den schrumpfenden Antheren unterseits abfallende Pollen gelangt dagegen zunächst auf die Blumenblätter der unteren Blütenhälfte und wird, nachdem sich diese etwas verlängert haben, von den Narben der benachbarten, sich auswärts krümmenden Griffel abgeholt. Wieder ein paar Tage später erscheint die Blüte an dem bogenförmig gekrümmten Stiele hängend und ihre Mündung bodenwärts gerichtet. Nun haben sich auch die Antheren der kürzeren Pollenblätter geöffnet, die ganze Blüte hat sich gelockert, das Bündel der Griffel erscheint jetzt als Garbe; sämtliche Griffel, auch die mittelständigen, drehen und krümmen sich so nach außen, daß die Narben unter die zuletzt geöffneten Antheren zu stehen kommen, und wenn nun beim Schrumpfen dieser Antheren der Pollen abgestoßen wird, so fällt er unvermeidlich auf die mittelständigen Narben, welche bisher noch nicht belegt wurden. Es wirken demnach hier 1) die Krümmung der Blütenstiele, 2) die Verlängerung der Kronenblätter, 3) die Verlängerung der Pollenblätter und 4) die Krümmung der Griffel zusammen, damit für den Fall ausgebliebenen Insektenbesuches sämtliche Narben mit Pollen aus den Antheren der zuständigen Pollenblätter belegt werden.

Die bisherigen Schilderungen, wenn auch äußerst kurz und knapp bemessen, geben doch immerhin ein übersichtliches Bild der vielerlei Einrichtungen, durch welche in den Zwitterblüten neben der Kreuzung auch die Autogamie angestrebt erscheint. Auch geht aus diesen Schilderungen zur Genüge hervor, daß die Einrichtungen, welche zur Autogamie führen, nur dann im vollen Umfange zur Wirksamkeit gelangen, wenn nicht schon eine Kreuzung stattgefunden hat. Immer und immer wieder wurde hervorgehoben, daß gewisse Vorgänge nur dann zur Geltung kommen, wenn Insektenbesuch, durch welchen eine Kreuzung hätte herbeigeführt werden können, ausgeblieben ist. Hiermit steht nun auch die merkwürdige Erscheinung im Zusammenhange, daß sich manche Blüten, obschon darauf angelegt, durch Vermittelung der Insekten gekreuzt zu werden, gar nicht öffnen, wenn der Besuch der betreffenden Tiere nicht erwartet werden kann. In den Gebirgsgegenden der gemäßigten Zonen kommt es häufig vor, daß dann, wenn die Blüten nahe daran sind, sich zu öffnen, Regenwetter eintritt, welches wochenlang beharrlich anhält. Die Bienen, Hummeln, Falter und Fliegen haben sich in ihre Baue und Schlupfwinkel zurückgezogen und müssen das Besuchen der Blüten längere Zeit unterbrechen. Das Wachstum der Pflanzen ist aber während dieser Zeit nicht aufgehalten; auch in den Blüten schreitet bei entsprechender Temperatur die Entwickelung ruhig fort; das Narbengewebe wird belegungsfähig, die Antheren erlangen ihre Reife, springen auf und entlassen ihren Pollen; aber noch immer hat kein Sonnenstrahl das Gewölk durchbrochen; es regnet fort und fort, und die Insekten bleiben in ihren regensicheren Verstecken geborgen. Unter solchen Umständen findet auch eine Eröffnung der Blütenpforte nicht statt; es kommt in der geschlossen bleibenden Blüte zur Autogamie, und die Vorrichtungen, durch welche eine Kreuzung hätte erzielt werden können, kommen nicht in Wirksamkeit. So verhält es sich zum Beispiele bei Alsine rubra, Anagallis phoenicea, Arabis coerulea, Azalea procumbens, Calandrinia compressa, Centunculus minimus, Drosera longifolia, Gagea lutea, Gentiana campestris, glacialis.

prostrata, Hypecoum pendulum, Hypericum humifusum, Lepidium sativum, Montia fontana, Oxalis corniculata, stricta, Polycarpon tetraphyllum, Portulaca oleracea, Sagina saxatilis, Silene noctiflora, Sisyrinchum anceps, Spergula arvensis, Stellera Passerina, Veronica alpina bellidifolia und Chamaedrys, Pflanzen der verſchiedenſten Standorte, die aber eins miteinander gemein haben, nämlich daß ihre Blüten, auch wenn ſie ſich öffnen, nur von kurzer Dauer ſind. An Pflanzen mit langlebigen Blüten iſt es eine nicht ſeltene Erſcheinung, daß ſich bei andauerndem Regenwetter die Autogamie in der geſchloſſenen Blüte vollzieht, daß aber nachträglich bei günſtiger Witterung die Blumenblätter doch noch auseinander gehen und dadurch wenigſtens die Möglichkeit gegeben wird, daß Inſekten den zur Autogamie nicht verwendeten Pollen abholen. Als Beiſpiele, an welchen dieſe Einrichtung häufig beobachtet wird, könnten das wimperhaarige Alpenröschen (Rhododendron hirsutum), der Fieberklee (Menyanthes trifoliata) und der Teufelszwirn (Cuscuta europaea) genannt werden.

Es gibt auch Pflanzen, welche in Waſſerlachen, in Tümpeln und am Ufer der Teiche mit wechſelndem Waſſerſpiegel ihren gewöhnlichen Standort haben, wie beiſpielsweiſe Alisma natans, Illecebrum verticillatum, Limosella aquatica, Peplis Portula und Subularia aquatica, welche für den Fall, daß ihre dem Öffnen nahen Blütenknoſpen unter Waſſer geſetzt werden, ſich nicht öffnen, und bei denen ſich dann die Autogamie in den geſchloſſen bleibenden Blüten unter Waſſer vollzieht, wozu bemerkt werden muß, daß in den mit Luft erfüllten Innenraum ſolcher Blüten das umgebende Waſſer nicht eindringt und demnach der merkwürdige Fall vorliegt, daß die Übertragung des Pollens auf die zuſtändige Narbe zwar unter Waſſer, aber dennoch in der Luft erfolgt.

An einigen Knöterichen (Polygonum Hydropiper, minus und mite) kann man auch die Beobachtung machen, daß ſich an jenen Stöcken, welche vereinzelt wachſen, und deren ſämtliche mit Blüten beſetzte Zweige dem Sonnenlichte ausgeſetzt und den Inſekten ſichtbar und zugänglich ſind, alle Blüten öffnen, daß aber dann, wenn von derſelben Art Hunderte von Stöcken dichtgedrängt beiſammen ſtehen, nur ein Teil der Blüten die Perigone öffnet. Nur die Blüten an den aufrechten Zweigen ſolcher Stöcke erſchließen ſich den beſuchenden Inſekten, jene an den unterſten, dem Boden aufliegenden Zweigen, welche beſchattet, verſteckt und für die Inſekten nicht leicht zu erreichen ſind, bleiben geſchloſſen. Und dennoch vollzieht ſich auch in dieſen mit ſichtlichem Erfolge die Autogamie.

Solche Pflanzen bilden den Übergang zu denjenigen, welche regelmäßig zweierlei Blüten ausbilden, ſolche, welche ſich öffnen und danach angethan ſind, daß in ihnen durch Vermittelung von Tieren eine Kreuzung eingeleitet werde, und ſolche, welche geſchloſſen bleiben, und in welchen mit großer Pünktlichkeit Autogamie ſtattfindet. Die letzteren hat man kleiſtogame (κλειστος = verſchließbar; γαμειν = heiraten) Blüten genannt und von denſelben eine Reihe ſehr merkwürdiger Formen unterſchieden. Ein gemeinſames Merkmal derſelben iſt die Verkümmerung oder das gänzliche Fehlſchlagen jener Blumenblätter, welche durch ihren Duft, ihre Farbe und ihren Honig die Inſekten zum Beſuche anlocken könnten. Was von Blumenblättern ausgebildet wird, hat nur die Bedeutung einer Hülle, unter deren Schutz die Samenanlagen und Narben, die Antheren und der Pollen ihre Geſchlechtsreife erlangen und ſich miteinander verbinden können. In manchen Fällen iſt keine Spur einer Blumenkrone zu ſehen, nur grüne Kelchblätter ſind entwickelt, welche feſt zuſammenſchließen und die Pollenblätter und Stempel wie ein Hohlkegel umgeben. So z. B. findet man an der in den Laubwäldern Krains häufigen Aremonia agrimonioides kleiſtogame Blüten im Umfange von 2—3 mm, in welchen vom Rande der krugförmig vertieften Scheibe Pollenblätter und Kelchblätter ausgehen, aber die Kronenblätter vollſtändig fehlen. In anderen Fällen ſind die Kronenblätter

zwar vorhanden, bleiben aber klein und von grünlichweißer Farbe. Gerade diejenigen Teile der Krone, welche in offenen Blüten durch ihre Geſtalt und ihren Farbenſchmelz am meiſten auffallen, ſind hier verkümmert. So iſt in den kleiſtogamen Blüten mehrerer Veilchen das geſpornte Blumenblatt, welches in den offenen Blüten am meiſten in die Augen fällt, kaum mehr zu erkennen; die Platte desſelben iſt im Umriſſe eiförmig, auch erſcheint ſie eingerollt und bildet einen über die Antheren und die Narbe geſtülpten Hohlkegel. Die Antheren ſind in den meiſten kleiſtogamen Blüten ſo geſtellt, daß der zur Reife gekommene und aus den aufgeſprungenen Fächern hervordrängende Pollen unmittelbar mit der Narbe in Berührung kommt. Mitunter beſteht zwar ein winziger Abſtand zwiſchen dem an den Antherenfächern haftenden Pollen und der zuſtändigen Narbe, aber dann treiben aus den Pollenzellen Schläuche in der Richtung der Narbe hervor, welche ſich an die Papillen der Narbe anlegen und von dort ihren weiteren Weg zu den Samenanlagen nehmen. In den kleiſtogamen Blüten einer Taubneſſel (Lamium amplexicaule) hat man auch geſehen, daß ſich die Antheren nicht öffnen, daß aber dennoch Pollenſchläuche aus den Pollenzellen hervortreten, welche die Antherenwand durchbrechen und zu den Narben hinwachſen. Betrachtet man eine ſolche kleiſtogame Blüte, nachdem ſich in ihr die Autogamie vollzogen hat, ſo könnte man im erſten Anblicke glauben, die Antheren ſeien mit den Narben verwachſen, indem die Pollenſchläuche eine ziemlich feſte Verbindung mit der Narbe herſtellen.

Es wurde bereits erwähnt, daß alle Pflanzenarten, welche kleiſtogame Blüten hervorbringen, neben dieſen auch noch andere mit geöffneter Pforte entwickeln. Der Mehrzahl nach ſind dieſe letzteren durch Form, Farbe und Duft ſehr auffallend. Sie erſcheinen berechnet auf den Beſuch von Tieren, welche Kreuzungen vermitteln ſollen. Merkwürdigerweiſe fehlen aber dieſen geöffneten Blüten jene Einrichtungen, welche für den Fall ausbleibenden Inſektenbeſuches zur Autogamie führen. Auf Grund ſolcher Erfahrungen iſt man wohl berechtigt, anzunehmen, daß hier eine Art Teilung der Arbeit ſtattgefunden hat, daß nämlich die Aufgaben, welche bei den meiſten Pflanzen nur von einer Form der Zwitterblüten gelöſt werden, hier zweierlei Zwitterblüten zugeteilt ſind: die Kreuzung den ſich öffnenden, die Autogamie den geſchloſſen bleibenden.

Von Gräſern, Binſen, Simſen und ähnlichen Pflanzen, deren Zwitterblüten ſtäubenden Pollen entwickeln, ſind nur wenige Arten mit kleiſtogamen Blüten nachgewieſen. Das am längſten bekannte Beiſpiel iſt wohl Oryza clandestina, ein mit der Reispflanze verwandtes, weitverbreitetes Sumpfgras, welches in ſeinen Riſpen vorwaltend geſchloſſen bleibende, auf Autogamie angewieſene und nur an den oberſten Verzweigungen einige wenige ſich öffnende Blüten entwickelt, die durch Vermittelung des Windes gekreuzt werden können. Deſto größer iſt die Zahl der Arten mit kleiſtogamen Blüten unter denjenigen Gewächſen, welche haftenden Pollen ausbilden und von Inſekten gekreuzt werden können. Zahlreiche Asklepiadeen, Malpighiaceen, Papilionaceen und Orchideen der tropiſchen und ſubtropiſchen Florengebiete bieten hierfür lehrreiche Beiſpiele. Ihre offenen, prachtvoll gefärbten und weithin ſichtbaren Blumen locken Tiere heran, und wenn dieſe wirklich die Blüten beſuchen, ſo iſt durch die mannigfaltigſten Schlagwerke, Streuwerke und Schleuderwerke die Kreuzung geſichert; aber wenn trotz aller Anlockungsmittel die erwarteten Tiere ausbleiben, ſo werden die Narben nicht belegt, und dieſe offenen großen Blüten verwelken, ohne zur Fruchtbildung gelangt zu ſein. Nun kommen bei dieſen Pflanzenarten die kleiſtogamen Blüten an die Reihe; in den Achſeln beſtimmter Blätter entwickeln ſich kleine, grünliche, knoſpenähnliche Gebilde, welche aller Anlockungsmittel für Inſekten entbehren, aber um ſo ſicherer reife Früchte und keimfähige Samen hervorbringen. Übrigens fehlt es auch in den Florengebieten gemäßigter Zonen nicht an Pflanzen, bei welchen dieſelbe Erſcheinung beobachtet wird. Eine Menge Glockenblumen, Sonnenröschen, Balſaminen, Polygaleen, Oxalideen und

Skrofularineen (z. B. Campanula, Specularia, Helianthemum, Impatiens, Polygala, Oxalis, Linaria) und insbeſondere die Veilchen aus den Rotten Nominium und Dischidium zeigen denſelben Gegenſatz in den Aufgaben ihrer zweierlei Blüten. Das ſchöne Veilchen unſerer Laubwälder, Viola mirabilis, entfaltet im Frühlinge duftende, honigreiche Blüten mit großen violetten Blumenblättern. Wenn dieſelben von Bienen oder Hummeln beſucht werden, findet in ihnen eine Kreuzung ſtatt; aber viele Blüten bleiben unbeſucht und verwelken, ohne daß jene Autogamie zu ſtande gekommen wäre, welche im Vorhergehenden (S. 381) von den Veilchenarten der Rotte Melanium beſchrieben wurde. Nun kommen aber im Sommer an demſelben Stocke, und zwar an beſonderen Verzweigungen desſelben, kleine, grüne Blütenknoſpen zum Vorſcheine, welche ſich nicht öffnen, und aus denen nichtsdeſtoweniger bald darauf reife, große Fruchtkapſeln mit einer Fülle von Samen hervorgehen. Schon den Botanikern des vorigen Jahrhunderts war dieſe der gewöhnlichen Vorſtellung von dem Erfolge des Blühens ſcheinbar widerſprechende Erſcheinung aufgefallen, und ſie hatten dieſes Veilchen, an welchem ſie die offenen, großen Blüten meiſtens fehlſchlagen und die geſchloſſen bleibenden knoſpenartigen Blüten ſtets zu Früchten werden ſahen, Viola mirabilis, das wunderbare Veilchen, genannt.

An dem wunderbaren Veilchen und an allen mit demſelben verwandten Arten, welche die beſchreibenden Botaniker „ſtengeltreibend“ genannt haben, gelangen die kleiſtogamen Blüten an beſonderen Sproſſen zur Ausbildung, und es erſcheinen dieſe Sproſſe entweder als aufrechte oder als lange, zickzackförmig gebogene und auf dem Boden liegende Zweige. Ähnliches beobachtet man auch an mehreren Arten der Gattung Sauerklee (Oxalis) und an der ſchon früher erwähnten Aremonia agrimonioides. Man kennt auch einige Schmetterlingsblütler (z. B. Vicia amphicarpa) und Schotengewächſe (z. B. Cardamine chenopodiifolia), bei welchen die kleiſtogamen Blüten an unterirdiſchen Ausläufern, beziehentlich Stielen entſtehen, während die offenen Blüten von oberirdiſchen Trieben getragen werden. An mehreren Veilchen, welche die beſchreibenden Botaniker „ſtengellos“ nennen, ſo namentlich an Viola collina und sepincola, kommen die kleiſtogamen Blüten gleichfalls unterirdiſch und zwar an Stielen, welche von kurzen Stockſproſſen ausgehen, zur Entwickelung In allen dieſen Fällen iſt es einer und derſelbe Stock, welcher die zweierlei Blüten getrennt an den verſchiedenen Achſengebilden trägt; es gibt aber auch Pflanzen, wie z. B. das Springkraut (Impatiens Nolitangere), welche an dem einen Stocke ſich öffnende und an dem anderen Stocke geſchloſſen bleibende Blüten ausbilden. Um der Wahrheit gerecht zu werden, ſollte übrigens hier jedesmal das Wort „vorwaltend“ beigeſetzt werden; denn Übergänge und Zwiſchenſtufen ſind nichts weniger als ſelten. So z. B. kommen Stöcke des zuletzt genannten Springkrautes vor, an welchen offene Blüten mit großen Blumenkronen, halb offene Blüten mit verkümmerten Blumenkronen und kleine, geſchloſſen bleibende, kleiſtogame Blüten nebeneinander ſtehen, und wiederholt wurden an den zickzackförmigen, liegenden Ausläufern des Sandveilchens (Viola arenaria) neben den kleiſtogamen Blüten auch ſolche mit großen ausgebreiteten Blumenblättern geſehen. Dasſelbe gilt auch in betreff der Zeit, in welcher die kleiſtogamen Blüten auftreten. In der Mehrzahl der Fälle werden ſie erſt entwickelt, wenn die offenen Blüten bereits verwelkt und entſchwunden ſind, aber bei Cardamine chenopodiifolia hat man beobachtet, daß die unterirdiſchen kleiſtogamen Blüten früher ausgebildet wurden als jene, welche von den oberirdiſchen Stengeln getragen werden und ihre Blumenblätter ausbreiten.

Ehemals wurde auch behauptet, daß es Pflanzen gebe, welche niemals andere als kleiſtogame Blüten tragen. So wurde von der Krötenſimſe (Juncus bufonius) erzählt, daß ſie ausſchließlich kleiſtogame Blüten hervorbringe. Spätere Unterſuchungen haben aber ergeben, daß dieſe Pflanze zweierlei Blüten beſitzt, dreimännige endſtändige, welche kleiſtogam

ſind, und ſechsmännige ſeitenſtändige, welche ſich im warmen Sonnenſcheine des Mittags in derſelben Weiſe öffnen wie jene der anderen Simſen. Auch von einem afrikaniſchen Salbei, für welchen der Name Salvia cleistogama gewählt wurde, hatte man angegeben, daß er nur kleiſtogame Blüten entwickele, aber nach wiederholten Ausſaaten desſelben kamen auch Stöcke mit aufgeſchloſſenen Blüten zum Vorſcheine. Wer das Springkraut Impatiens Nolitangere nur auf dem Sande und den Schutthalden an Ufern der Gebirgsbäche in den tiroliſchen Hochthälern zu ſehen Gelegenheit hätte, könnte auch von dieſer Pflanze glauben, ſie komme nur mit kleiſtogamen Blüten vor, denn an den bezeichneten Orten iſt noch niemals eine offene Blüte derſelben geſehen worden. Säet man aber die aus den kleiſtogamen Blüten hervorgegangenen Samen dieſes Springkrautes in gute Walderde an eine halbſchattige Stelle des Gartens, ſo tauchen regelmäßig ſchon nach der erſten Ausſaat einige Stöcke mit großen, gelben, aufgeſchloſſenen Blumen auf. Auf den Hügeln am Fuße der Solſteinkette im tiroliſchen Innthale wächſt in dichtem Waldesſchatten ein Veilchen, Namens Viola sepincola. Ich hatte dasſelbe dort zum erſtenmal um die Mitte des Monats Mai geſehen und zwar ſchon reichlich beſetzt mit ausgereiften Früchten. In den folgenden Jahren fahndete ich nach den Blüten dieſer Pflanze und zwar ſchon zeitig im Frühlinge, alsbald nach dem Schmelzen der Schneedecke; aber nicht ein einziger Stock hatte offene Blüten mit ausgebreiteten Blumenblättern an aufrechten oberirdiſchen Stielen entwickelt; dagegen zeigten ſich viele unter dem abgefallenen Laube verſteckte und teilweiſe in der Erde geborgene kleiſtogame Blüten, ſo daß ſich auch in betreff dieſes Veilchens damals die Mutmaßung aufdrängte, es komme nur mit ſolchen Blüten vor. Stöcke dieſer Pflanze in den Garten an eine zeitweilig beſonnte Stelle geſetzt, entwickelten aber ſchon im zweitnächſten Jahre neben den kleiſtogamen auch aufknoſpende, ſchön violette und duftende Blüten an aufrechten Stielen.

Dieſes Ergebnis wirft auch einiges Licht auf die Anregung zur Bildung der hier in Rede ſtehenden Blüten. Im tiefen, kühlen Waldesſchatten wurde an Viola sepincola keine offene oberirdiſche Blüte angelegt, wohl aber im freien Lande an einem zeitweilig beſonnten Standorte. Man geht wohl nicht fehl, wenn man den Sonnenſtrahlen als Anregungsmitteln für die Anlage blütentragender Sproſſe und zwar ſolcher, in deren Blüten auch bunt gefärbte Blumenblätter eingeſchaltet ſind, eine hohe Bedeutung zuſchreibt. Mittelbar aber ergibt ſich für die betreffenden Pflanzen der Vorteil, daß ſie ihre Bauthätigkeit im tiefen, kühlen Schatten, wo ſich weder Bienen noch Hummeln einſtellen, und wo die offenen Veilchenblüten unbeſucht bleiben würden, auf die Anlage und Entwickelung kleiſtogamer Blüten beſchränken und die Ausbildung offener, auf Kreuzung berechneter Blüten gewiſſermaßen erſparen können. Fallen die beſchattenden Bäume des Waldes, ſei es durch Windbruch oder durch die Axt des Holzhauers, und wird die Stelle, wo das in Rede ſtehende Veilchen wächſt, der Sonne zugänglich, ſo ſtellen ſich dort gewiß auch Bienen und Hummeln ein, die nach Honig ſuchen, von Blüte zu Blüte ſchwirren und dabei Kreuzungen einleiten. Dann ſind die offenen, duftenden, violetten Blüten am Platze, und derſelbe Veilchenſtock, der jahrelang im dichten Waldesſchatten nur kleiſtogame Blüten entwickelte, wird durch die Sonnenſtrahlen angeregt, Blüten mit ausgebreiteten Blumenblättern anzulegen.

Eine ähnliche Bewandtnis hat es auch mit der auf bebautem Lande, in Gemüſegärten, Weinbergen und unter der Saat gedeihenden ſtengelumfaſſenden Taubneſſel (Lamium amplexicaule). Dieſe Pflanze entwickelt zweierlei Blüten, ſolche mit einer 15 mm langen, purpurnen Blumenkrone, welche die zum Honig führende Pforte weit aufſperrt, und kleiſtogame Blüten mit verkümmerter Blumenkrone und einem kleinen, geſchloſſen bleibenden grünen Kelche. Wie bei vielen anderen einjährigen Unkräutern erhalten ſich auch bei dieſer Taubneſſel die in vorgerückter Jahreszeit aufgekeimten Stöcke lebend über den Winter, bis in den nächſten Frühling, und man kann ſie daher in allen Jahreszeiten an den erwähnten

Standorten friſch und grün ſehen. Auch Blüten werden von ihr in allen Jahreszeiten angelegt und entwickelt, aber merkwürdigerweiſe ſind nur im warmen Sommer zur Zeit, wenn blütenbeſuchende Inſekten um die Wege ſind, die ſchönen, purpurnen Kronen, in deren weit geöffneten Schlund die Honigſauger mit Rüſſel und Kopf einfahren können, zu ſehen; im kühlen Spätherbſte und im erſten Frühlinge, wenn die blütenbeſuchenden Inſekten fehlen, kann ſich die Taubneſſel den Luxus der roten, auf die Inſekten als Anlockungsmittel wirkenden Blumenkronen erſparen, und in der That kommen dann nur kleiſtogame Blüten zum Vorſcheine. Das iſt nun freilich nicht ſo aufzufaſſen, als ob die Pflanze aus eigener kluger Überlegung die Ausbildung der Kronen unterlaſſen würde, ſondern die Beziehung iſt als eine mittelbare zu denken, und man darf ſich vorſtellen, daß unter dem Einfluſſe der kurzen Tage und der niederen Temperatur im ſpäten Herbſte und im erſten Frühlinge die Anregung zur Anlage der Blütenknoſpen eine andere iſt als unter dem Einfluſſe der langen, warmen Tage des Sommers.

Unter den Einrichtungen, welche dazu beſtimmt ſind, im Beginne des Blühens eine Kreuzung herbeizuführen, wurde im vorhergehenden Kapitel auch die Ausbildung heteroſtyler Blüten (ſ. S. 301 und 310) namhaft gemacht. Auch wurde dort (S. 315) darauf hingewieſen, daß bei den heteroſtylen Pflanzen infolge der Dichogamie die allererſten, beziehentlich die allerletzten Blüten der betreffenden Art auf eine zweiartige Kreuzung oder, was dasſelbe ſagen will, auf eine Baſtartierung berechnet ſind, und daß, wie die Erfahrung zeigt, dieſe Kreuzung ſehr oft von Erfolg begleitet iſt. Im Hinblicke auf die Ergebniſſe bei anderen zwitterblütigen Gewächſen ließ ſich nun vorausſetzen, daß bei den heteroſtylen Arten auch Vorſorge für eine rechtzeitig eintretende Autogamie getroffen ſei, d. h. daß für den Fall ausbleibenden Inſektenbeſuches im geeigneten Augenblicke die Narben mit Pollen aus den zuſtändigen Antheren belegt werden. Dieſe Vorausſetzung hat ſich auch wirklich bewährt; alle diesbezüglich angeſtellten Unterſuchungen haben nämlich erwieſen, daß auch bei den heteroſtylen Blüten eine Autogamie ſtattfinde, aber immer nur an einer der Formen, welche zuſammengenommen die Art ausmachen. Bei einem Teile der heteroſtylen Arten, beiſpielsweiſe jenen, welche den Gattungen Gentiana, Menyanthes und Thesium angehören, ſind die kurzgriffeligen Blüten auf Autogamie berechnet, bei anderen, wie z. B. den heteroſtylen Arten der Gattung Mertensia und Pulmonaria, kommt die Autogamie bei den langgriffeligen Blüten zu ſtande. Bei Primula longiflora und minima ſind es die kurzgriffeligen, bei Primula Auricula und glutinosa die langgriffeligen Blüten, deren Narben mit dem Pollen der zuſtändigen Pollenblätter belegt werden. Die in dieſer Beziehung beſtehende Mannigfaltigkeit hängt mit den anderen zur Autogamie führenden Einrichtungen der betreffenden Blüten auf das innigſte zuſammen.

Eine Erſcheinung, welche hier erwähnt zu werden verdient, iſt auch die an den zweierlei Blütenformen einer Art beobachtete ungleiche Größe und Auffälligkeit der Blume. An Primula longiflora und minima zeigen die langgriffeligen, an Primula Auricula und glutinosa die kurzgriffeligen Büten einen größeren und mehr in die Augen fallenden Saum der Blumenkrone. Es kann wohl als allgemeine Regel gelten, daß die auf Kreuzung angewieſenen Blüten, bei welchen keine Autogamie ſtattfindet, größere Blüten haben als jene, bei welchen unvermeidlich eine Autogamie erfolgt. Man hat dieſe Erſcheinung mit dem Inſektenbeſuche in Zuſammenhang gebracht und in der Weiſe erklärt, daß man ſagte: die auf Kreuzung angewieſenen Blüten bedürfen ausgiebiger Anlockungsmittel für die Inſekten, die anderen Blüten, bei welchen auch ohne Inſektenbeſuch die Narben belegt werden, können ſich dagegen mit einer weniger auffallenden Blumenkrone beſcheiden.

Die Mittel, durch welche bei den Arten mit heteroſtylen Blüten die Autogamie erreicht wird, ſind im großen und ganzen dieſelben wie bei den nicht heteroſtylen Pflanzen. In

dem einen Falle verlängern sich die Pollenblätter oder die mit Pollen beklebten Blumenblätter so lange, bis die Narbe mit dem Pollen der zuständigen Antheren belegt ist, in einem anderen Falle findet zur Erreichung desselben Erfolges ein Neigen und Krümmen der Antherenträger und Griffel statt, wieder in einem anderen Falle wird bei dem Abfallen der Blumenkrone die Narbe durch den Antherenkranz oder Antherenring durchgeschleift, oder es beteiligen sich die Blumenblätter, indem sie sich öffnen und schließen oder falten und glätten, an der Übertragung des Pollens auf die zuständige Narbe, oder endlich es findet ein Krümmen und Strecken der Blütenstiele statt, durch welches die Narbe unter die Antheren gestellt wird, so daß der aus den schrumpfenden Antheren ausfallende Pollen auf sie treffen muß. Aus der Fülle einschlägiger Beobachtungen können hier nur einige wenige als Beispiele herausgegriffen werden, und es empfehlen sich hierzu insbesondere jene, welche die schon wiederholt genannten Primeln: Primula Auricula, glutinosa, longiflora und minima, betreffen.

Die Blumenkrone der kurzgriffeligen Blüten von Primula Auricula zeigt einen verhältnismäßig großen, flach schüsselförmig ausgebreiteten Saum; die fünf Pollenblätter sind dem Grenzgebiete von Saum und Röhre, dem sogenannten Schlunde, angewachsen, und die Antheren bilden dort einen Kranz, durch dessen Mitte die Insekten in den Blütengrund einzufahren haben. Der Griffel ist kurz, und die von ihm getragene kugelige Narbe erhebt sich nur bis zu dem unteren Drittel der Kronenröhre. Zur Zeit, wann die Antheren Pollen ausbieten, sind die Blüten etwas nickend oder wagerecht eingestellt. Bei dieser Stellung kommt natürlich kein Pollen auf die Narbe, und wenn nicht Gäste aus der Insektenwelt anfliegen, welche eine Kreuzung veranlassen, so bleibt die Narbe bis zum Schlusse des Blühens unbelegt. Auch bei dem Abfallen der Blumenkrone gelangt aus den zuständigen Antheren kein Pollen auf das belegungsfähige Gewebe. Anders bei den langgriffeligen Blüten der beiden in Rede stehenden Primeln. Die Blumenkronen derselben haben einen etwas kleineren, beckenförmigen Saum, die fünf Pollenblätter sind dem unteren Drittel der Röhre angewachsen, und deren Antheren stehen in derselben Höhe, welche in den kurzgriffeligen Blüten von der Narbe eingehalten wird. Der Griffel ist lang, und seine Narbe ist in der Mitte des Schlundes sichtbar. Im übrigen ist kein bemerkenswerter Unterschied von der kurzgriffeligen Blüte zu sehen. Insekten können die Narbe mit dem Pollen belegen, welchen sie von den am Schlunde kurzgriffeliger Blüten stehenden Antheren abgestreift haben. Mag das nun geschehen sein oder nicht, unter allen Umständen wird bei dem Ablösen und Abfallen der Blumenkrone die Narbe durch den Antherenkranz in der Blumenkronenröhre durchgeschleift, streift bei dieser Gelegenheit an den Pollen, welcher in größerer oder geringerer Menge an den Antherenfächern haftet, und wird mit diesem pünktlich belegt.

Ganz anders verhält sich in betreff der Autogamie die Primula longiflora. Bei dieser Primel zeigen die langgriffeligen Blüten eine kürzere Röhre und einen breiteren Saum der Blumenkrone als die kurzgriffeligen. Die Antheren stehen dicht hinter der Mündung der Röhre im sogenannten Schlunde; der Griffel ist lang, ragt aus dem Schlunde weit hervor, und seine Narbe steht um ein gutes Stück über, beziehentlich vor dem Antherenkranze. Die Blüten sind wagerecht eingestellt oder schräg emporgerichtet, und bei dieser Stellung kann der an den Antheren haftende Pollen nicht zu den Narben gelangen. Da die Blumenkrone bei dieser Primel am Ende des Blühens nicht abfällt, sondern in Verbindung mit dem Blütenboden welkt und verbleicht, so kommt in der freien Natur in den langgriffeligen Blüten dieser Primel keine Autogamie zu stande. Dagegen wird durch besuchende Insekten, welche bei dem Einfahren zum Blütengrunde unvermeidlich an die vor den Zugang gestellte Narbe streifen müssen, eine Kreuzung eingeleitet. Die kurzgriffeligen Blüten besitzen, wie schon erwähnt, eine vergleichsweise längere Röhre und einen schmäleren Saum der Blumenkrone; die Antheren stehen hier, abweichend von vielen anderen Primeln, dicht unterhalb des

Saumes im Schlunde an derſelben Stelle wie bei den langgriffeligen Blüten, aber der Griffel ragt aus dem Schlunde nicht hervor, und die von ihm getragene Narbe ſteht ganz nahe über den Spitzen der Antheren. Bei dieſer Stellung kann durch Inſekten gerade ſo gut wie in den langgriffeligen Blüten eine Kreuzung eingeleitet werden; aber überdies findet hier auch gegen den Schluß des Blühens eine Autogamie ſtatt und zwar dadurch, daß die Kronenröhre, welche ſich ſeit der Eröffnung des Blütengrundes um einige Millimeter verlängert hat, den ihrem Schlunde angewachſenen Antherenkranz vorſchiebt, wodurch die Narbe in die Mitte des Antherenkranzes gelangt und mit Pollen dicht belegt wird.

An Primula minima, welche auf S. 301, Fig. 1 u. 2 abgebildet erſcheint, ſind die heteroſtylen Blüten aufrecht und verharren in dieſer Lage unverändert bis zum Verwelken und Verbleichen der Blumenkrone. Der Kronenſaum der langgriffeligen Blüten (ſ. Abbildung, S. 301, Fig. 1) zeigt einen größeren Umfang als jener der kurzgriffeligen (ſ. Abbildung, S. 301, Fig. 2). Die Antheren ſind in der langgriffeligen Blüte dem unteren Teile der Röhre eingefügt, der Griffel ragt über den Antherenkranz hinaus, und die Narbe ſteht ungefähr im oberen Drittel der Röhre. Inſekten, welche in den Blütengrund einfahren, berühren zuerſt die Narbe und können dieſelbe mit dem Pollen anderer Blüten belegen. Eine Autogamie kommt hier kaum jemals zu ſtande. Die Blumenkrone welkt und verbleicht in der freien Natur am Stocke, ohne abzufallen; nur in ſeltenen Fällen kommt es dazu, daß die Krone ſich von dem Blütenboden ablöſt und durch den Sturmwind entführt wird. Bei dieſer Gelegenheit könnte die Narbe an den Antherenkranz anſtreifen und mit Pollen belegt werden. Deſto ſicherer erfolgt die Belegung der Narbe mit dem Pollen der zuſtändigen Antheren in den kurzgriffeligen Blüten. In dieſen ſind die Antheren dem oberen Drittel der Kronenröhre eingefügt, und die Narbe, welche den kurzen Griffel abſchließt, ſteht unterhalb des Antherenkranzes. Wenn nun am Schluſſe des Blühens die Röhre infolge des Welkens ſich etwas zuſammenzieht, ſo fällt aus den gleichzeitig ſchrumpfenden Antheren Pollen in die Tiefe und trifft dort unvermeidlich auf die Narbe.

Während demnach bei Primula Auricula und glutinosa die Autogamie in den langgriffeligen Blüten infolge des Durchſchleifens der Narbe durch den Antherenkranz der abfallenden Blumenkrone und bei Primula longiflora in den kurzgriffeligen Blüten durch Verlängerung der Kronenröhre und Emporſchieben der Antheren bis in die Höhe der Narbe erfolgt, findet ſie bei Primula minima in den kurzgriffeligen Blüten durch Pollenfall aus den ſchrumpfenden Antheren ſtatt. Dieſer Umſtand, daß unter den Primeln allein ſchon dreierlei zur Autogamie führende Einrichtungen vorkommen, geſtattet einen annähernden Schluß auf die große Mannigfaltigkeit, welche in dieſer Hinſicht bei den heteroſtylen Pflanzen überhaupt beſteht. Von einer ausführlichen Darſtellung dieſer Mannigfaltigkeit kann aber hier um ſo eher Abſtand genommen werden, als dieſelbe zum größten Teile doch nur eine Wiederholung früherer Mitteilungen ſein würde.

Es erübrigt nur noch zu bemerken, daß die Zahl der Pflanzenarten mit heteroſtylen Blüten weit größer iſt, als in früherer Zeit angenommen wurde. Man kennt gegenwärtig dergleichen Arten aus den Familien der Aſperifolieen, Kaprifoliaceen, Karyophylleen, Colchicaceen, Kraſſulaceen, Ericineen, Gentianeen, Globularineen, Irideen, Lineen, Lythrarineen, Onagrarieen, Oxalideen, Papaveraceen, Plantagineen, Plumbagineen, Polygoneen, Primulaceen, Rubiaceen, Santalaceen, Solaneen und Valerianeen, und es iſt wahrſcheinlich, daß dieſe Liſte bei eingehenderen Unterſuchungen zumal tropiſcher Gewächſe noch erheblich erweitert werden wird. In den meiſten Fällen bringen die Arten einer Gattung nur zweierlei Blütenformen hervor. Es gibt aber auch Gattungen, wie z. B. Linum und Oxalis, von welchen ein Teil der Arten lang-, mittel- und kurzgriffelige, ein anderer Teil lang- und kurzgriffelige Blüten und ein dritter Teil durchweg Blüten mit gleichlangen Griffeln

ausbildet. Bei manchen Arten ist die Feststellung der Heterostylie darum mit einigen Schwierigkeiten verbunden, weil sich die Antherenträger während des Blühens sowohl in den langgriffeligen als in den kurzgriffeligen Blüten verlängern, wodurch das gegenseitige Verhältnis der Längenmaße außerordentlich verwickelt wird. Auch ist man der Gefahr ausgesetzt, Pflanzenarten, welche auf einem Teile ihrer Stöcke scheinzwitterige Blüten mit zwar deutlich sichtbaren, aber dennoch zur Paarung nicht geeigneten Fruchtknoten, Griffeln und Narben tragen, für heterostyle Arten zu halten.

Die Ergebnisse der in diesem Kapitel zur Besprechung gekommenen Untersuchungen über die Autogamie lassen sich zum Schlusse in folgende Worte zusammenfassen. Bei denjenigen Pflanzen, deren Zwitterblüten *weder kleistogam noch heterostyl* sind, ist die Einrichtung getroffen, daß eine und dieselbe Blüte zu verschiedenen Zeiten der *Kreuzung und der Autogamie* dient; bei den Gewächsen mit *kleistogamen Blüten* ist eine Teilung der Arbeit in der Weise erfolgt, daß *zweierlei Zwitterblüten* entstehen, von welchen *die sich öffnenden auf Kreuzung* berechnet sind, während in den *geschlossen bleibenden nur Autogamie* stattfinden kann, und endlich gibt es noch *heterostyle Pflanzen*, bei welchen zu jeder Art *zwei- oder dreierlei Stöcke mit verschiedenen Blüten* gehören, solche, in deren Blüten eine *Kreuzung*, und solche, in deren Blüten insbesondere *Autogamie* angestrebt erscheint.

Befruchtung und Fruchtbildung der Phanerogamen.

Die Belegung des Narbengewebes mit Pollen ist bei den Phanerogamen die Einleitung zu jenem Vorgange, welcher Befruchtung genannt wird. Aber auch nichts weiter als die Einleitung. Es ist verwirrend und trübt die Einsicht in die Beziehungen der Fruchtbildung zur Geschichte der Pflanzenwelt, wenn, wie das häufig geschieht, Belegung und Befruchtung als dasselbe hingenommen werden. Befruchtung kann bei den Phanerogamen nur zu stande kommen, wenn die Belegung der Narben vorhergegangen ist, aber oft genug findet eine Belegung statt, ohne daß eine Befruchtung nachfolgen würde. Es sind Fälle bekannt, daß aus Blüten, deren Narben von Insekten mit Pollen anderer Blüten rechtzeitig gekreuzt wurden, keine Früchte hervorgingen, und ebenso ist es erwiesen, daß Blüten, auf deren Narben Pollen aus den zuständigen Antheren abgelagert wurde, nicht zur Fruchtbildung gelangten. Mit anderen Worten, es kann sowohl die Kreuzung als die Autogamie erfolglos sein.

Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei hier erwähnt, daß die älteren Angaben über die in Rede stehende Erfolglosigkeit mit großer Vorsicht aufzunehmen sind. Ehemals, als es für selbstverständlich galt, daß die in einer echten Zwitterblüte entstandenen zweierlei Geschlechtszellen unausweichlich im Bereiche dieser Blüte zusammenkommen, wurde mit den Aussprüchen über die Ergebnisse der Belegung etwas leichtfertig umgegangen. Blieb in echten Zwitterblüten die Fruchtbildung aus, so wurde angenommen, daß die Belegung ohne Erfolg war, ohne genau nachzusehen, ob denn überhaupt eine Belegung stattgefunden habe. Es ist vorgekommen, daß Pflanzen für unfruchtbar ausgegeben wurden, welche man nur in einem oder in einigen wenigen Stöcken im Garten beobachtet hatte. Der Beobachter hatte zwar richtig gesehen, aber nur im Hinblicke auf die untersuchten wenigen Stöcke, deren Zwitterblüten vollkommen proterogyn waren. Zur Zeit, als die Narben hätten belegt werden sollen, fehlte es an Pollen, nachdem Stöcke derselben Art mit vorgeschritteneren Blüten im Garten nicht gezogen wurden. Da konnte freilich eine Befruchtung nicht zu stande gekommen sein. Es gibt auch Zwitterblüten, in welchen die gegenseitige Lage der Antheren und Narben weder am Anfange noch am Ende und überhaupt zu keiner Zeit des Blühens die Autogamie zuläßt. Sie sind allezeit auf Kreuzung angewiesen. Wenn aber die Kreuzung

aus irgend einem Grunde nicht eintritt, so entfällt selbstverständlich die Befruchtung und Fruchtbildung. Auch solche Fälle wurden von botanischen Schriftstellern früherer Zeit vorgeführt, um zu zeigen, daß die Zwitterblüten gewisser Arten unfruchtbar seien.

Mitunter hielt man Pflanzenarten für unfruchtbar, weil an dem Beobachtungsorte die Insekten fehlten, welche bei ihnen die Übertragung des Pollens vorzunehmen pflegen. Paederota Ageria, eine in den Felsritzen der südlichen Alpen nicht seltene Pflanze, wurde in großer Menge im Innsbrucker botanischen Garten gepflanzt, entfaltete dort alljährlich zahlreiche Blüten, blieb aber nichtsdestoweniger unfruchtbar. Die Blüten dieser Pflanze sind auf Kreuzung durch Vermittelung von Insekten berechnet. Die Antheren sind von der Blumenkrone verdeckt, der Griffel ragt als Anflugsstange für Insekten weit über die Blumenpforte vor, und die Narbe ist und bleibt vom Anfange bis zum Ende des Blühens so gestellt, daß sie von dem Pollen aus den zuständigen Antheren von selbst nicht belegt werden kann. Da nun in dem erwähnten Garten jene Insekten fehlten, welche die Blüten der Paederota Ageria in den Südalpen besuchen, und da auch keine Autogamie bei dieser Pflanze stattfindet, so blieben die Narben unbelegt, und es bildeten sich niemals Früchte aus. An den ursprünglichen Standorten in Südtirol und Krain werden die Blüten dieser Pflanze von Insekten besucht, und dort gehen aus ihnen auch Früchte in Hülle und Fülle hervor. Ähnlich verhält es sich auch mit mehreren aus fernen Ländern bei uns eingeführten und teilweise verwilderten Gewächsen. Die Zwitterblüten des im östlichen Asien einheimischen Kalmus (Acorus Calamus) stehen dicht gedrängt auf einer dicken Spindel und bilden das, was in der botanischen Kunstsprache ein Kolben genannt wird. Die Blüten sind vollkommen proterogyn. Wenn sich die Antheren öffnen, ist die zuständige Narbe schon braun und vertrocknet. Autogamie ist demnach hier ausgeschlossen. Die Entwickelung der Blüten schreitet von der Basis gegen die Spitze des Kolbens vor, und zur Zeit des Öffnens der Antheren an den untersten Blüten sind die Narben in den obersten Blüten noch belegungsfähig. Wenn der Pollen von den untersten Blüten zu den obersten übertragen würde, könnte daher eine Geitonogamie stattfinden, freilich nur durch Vermittelung von Insekten, da der Pollen ein haftender ist. In Europa, wo diese Pflanze nicht ursprünglich einheimisch ist, kommt das niemals vor und zwar darum nicht, weil jene Insekten fehlen, welche die Blütenkolben zu besuchen pflegen. Bei uns bleibt daher der Kalmus unfruchtbar. In seiner Heimat, in China und Indien, werden die Blüten durch Insekten gekreuzt, und dort bilden sich an den Kolben rötliche Beerenfrüchte aus. Die gelbrote Taglilie (Hemerocallis fulva) hat ephemere Blüten, welche sich im Sommer zwischen 6 und 7 Uhr morgens öffnen und zwischen 8 und 9 Uhr abends schließen. Die großen, seitlich eingestellten Blüten sind sehr kurze Zeit proterogyn. Die belegungsfähige Narbe ragt schon eine halbe Stunde vor dem Öffnen der Blume über die Spitze der Perigonzipfel vor. Gleichzeitig mit der Ausbreitung der Perigonzipfel springen die Antheren auf und bieten reichlichen haftenden Pollen aus. Der Griffel ist länger als die Antherenträger, die Narbe steht daher wie in so vielen anderen Fällen vor den Antheren und kommt mit dem haftenden Pollen derselben von selbst nicht zusammen. Honigsaugende Tiere, welche in die Blüte einfahren wollten, müßten zuerst die Narbe und dann erst die Antheren streifen und würden, wenn sie, mit Pollen beladen, von anderen Blüten kommen, eine Kreuzung einleiten. Honig ist im Blütengrunde in einer 2 cm langen Röhre des Perigons geborgen. Der Zugang zu diesem Honig ist so sehr verengert, daß nur eine dünne Borste, beziehentlich ein dünner Rüssel eingeführt werden kann. Käfer, Fliegen, Bienen und andere kurzrüsselige Insekten, welche die weite Blütenpforte überschreiten, ohne die Narben und die Antheren gestreift zu haben, werden sich vergeblich bemühen, diesen Honig zu erbeuten. Die ganze Blüte macht den Eindruck, daß sie auf große Tagschmetterlinge, welche mit einem langen, dünnen Rüssel ausgestattet sind, berechnet ist. Merkwürdigerweise

werden aber in unſeren Gegenden die Blüten der Hemerocallis fulva niemals von Schmetterlingen beſucht. Da in dieſen Blüten keinerlei Einrichtungen getroffen ſind, welche zu einer Autogamie führen würden, ſo bleiben in unſeren Gegenden die Narben unbelegt, und es kommt auch nicht zur Fruchtbildung. In den europäiſchen Gärten, wo die Pflanze doch ſehr verbreitet iſt und alljährlich reichlich blüht, ebenſo dort, wo ſie in der Nähe der Gärten im ſüdlichen Europa verwilderte, hat noch niemand eine Frucht derſelben geſehen. Es iſt daher mehr als wahrſcheinlich, daß Hemerocallis fulva in ihrer urſprünglichen Heimat, das iſt im öſtlichen Aſien, von Tagſchmetterlingen beſucht wird, welche in Europa fehlen.

Daß auch die Blüten der amerikaniſchen Yucca-Arten, auf deren Narben der Pollen von kleinen, in Europa fehlenden Motten gebracht wird, bei uns keine Früchte anſetzen, wurde bereits bei früherer Gelegenheit erzählt (ſ. S. 155). Ebenſo wurde ſchon in einem früheren Kapitel (ſ. S. 239) darauf hingewieſen, daß aus den Blüten einiger zu den Leimkräutern gehörenden, in den ſüdlichen und öſtlichen Alpen heimiſchen Pflanzen Honig von den Hummeln entführt wird, ohne daß dabei die Narben mit Pollen belegt werden, und daß dieſe Leimkräuter nur ſehr ſelten Früchte mit keimfähigen Samen zur Reife bringen.

Für manche gepflanzte Arten, deren Blüten auf Kreuzung durch Vermittelung der Inſekten angewieſen ſind, mag es auch verhängnisvoll werden, daß ſie im Garten viel früher oder viel ſpäter blühen als an den natürlichen Standorten. In der freien Natur fällt ihre Blütezeit mit der Flugzeit gewiſſer Inſekten zuſammen; im Garten dagegen ſchwirren dieſe Inſekten, vorausgeſetzt, daß ſie dort überhaupt ſich einfinden, zu einer Zeit, wenn die in Rede ſtehenden Gewächſe ſchon verblüht oder noch nicht aufgeblüht ſind. Mit dieſen Bemerkungen ſollte zunächſt nur feſtgeſtellt werden, daß die Unfruchtbarkeit in manchen Fällen nur ſcheinbar iſt, indem das Fehlſchlagen der Fruchtanlage nur infolge des Ausbleibens befruchtender Pollenzellen ſtattfindet.

In anderen Fällen wird die Narbe zwar mit Pollen belegt, aber dieſer Pollen iſt verkümmert, und es geht ihm die Fähigkeit ab, Pollenſchläuche zu treiben. Die Verkümmerung des Pollens wird am häufigſten bei den in Gärten auf üppigem, gut gedüngtem Boden gezogenen Gewächſen, an den künſtlich erzeugten Baſtarten und an ſolchen Pflanzen beobachtet, deren Pollenblätter teilweiſe in Blumenblätter umgewandelt ſind. Allerdings darf dieſe Erfahrung nicht zu dem Ausſpruche verallgemeinert werden, daß alle Pflanzen, in deren Blüten die erwähnte Umwandlung ſtattgefunden hat, ſchlechten Pollen erzeugen; denn die teilweiſe in Blumenblätter metamorphoſierten Pollenblätter der gefüllten Roſen bergen in ihren Antheren nicht ſelten ordentlichen befruchtungsfähigen Pollen, der von den Gärtnern bei künſtlichen Belegungen mit beſtem Erfolge verwendet wird. Aber für die Mehrzahl ſolcher Gewächſe kann die Verkümmerung des Pollens immerhin als Regel gelten, und es braucht kaum weiter ausgeführt zu werden, daß die Belegung der Narben mit ſolchem Pollen keine Befruchtung und Fruchtbildung nach ſich zieht.

In der freien Natur, zumal an Orten, wo viele Pflanzenarten zu gleicher Zeit ihre Blüten entwickeln, wie z. B. am Rande von Waldbeſtänden, auf Wieſen und Heiden, iſt es unvermeidlich, daß ſich der Pollen der verſchiedenſten Arten auf einer Narbe zuſammenfindet. Mit Vorliebe halten ſich zwar die Inſekten durch längere Zeit an eine und dieſelbe Pflanzenart, insbeſondere dann, wenn dieſe Art in großer Zahl von Stöcken auf einem beſchränkten Gelände in Blüte ſteht; aber wer dieſen Tieren bei den Blütenbeſuchen zuſieht, überzeugt ſich leicht, daß auch der Wechſel in den aufgeſuchten Blüten ſehr häufig vorkommt. Die Biene, welche ſoeben in der Blüte einer Winterblume (Eranthis) Honig geſogen und ſich dabei mit Pollen beladen hat, fliegt von da zu den Blüten der Lorbeerweide (Salix daphnoides), und wenn ſie gerade an einem blühenden Strauche des Seidelbaſtes (Daphne Mezereum) vorbeikommt, ſo unterläßt ſie es gewiß nicht, auch dort einen Beſuch abzuſtatten,

um sich Honig zu holen; im nächsten Augenblicke schwirrt sie zu den Blüten des Frühlingssafrans (Crocus vernus) auf der angrenzenden Wiese, um dann weiterhin noch in den Blüten des duftenden Veilchens (Viola odorata) einzukehren. Da darf es wohl nicht überraschen, wenn auf den Narben des Veilchens sich mitunter auch Pollenzellen der Winterblume, der Lorbeerweide, des Seidelbastes und des Frühlingssafrans finden, oder daß an den Narben des Frühlingssafrans auch Pollen des Seidelbastes haftet und so fort. Ähnlich verhält es sich auch mit dem stäubenden Pollen. Auf den Narben der Einbeere (Paris quadrifolia) fand ich einmal Pollenzellen der Fichte (Abies excelsa) und des Bingelkrautes (Mercurialis perennis), welche der Wind herbeigetragen hatte, und ein anderes Mal sah ich die Narbe des Gelbsternes (Gagea lutea) mit dem Pollen der Grünerle (Alnus viridis) so dicht belegt, daß anderer Pollen daneben nicht mehr Platz gefunden hätte.

Daß der Pollen der Lorbeerweide nicht zur Befruchtung des Frühlingssafrans, der Pollen des Bingelkrautes nicht zur Befruchtung der Einbeere und der Pollen der Grünerle nicht zur Befruchtung des Gelbsternes taugen werde, ließ sich im vorhinein erwarten. Man konnte an denselben nur jene Veränderungen erkennen, welche sich jedesmal einstellen, wenn Pollen auf eine feuchte Unterlage kommt; aber die weitere Entwickelung unterblieb; die Anfänge von Pollenschläuchen, welche sich in einigen Fällen zeigten, kamen über das Narbengewebe nicht hinaus, und die Befruchtung der Samenanlagen kam nicht zu stande. Eine andere Frage ist freilich, ob solcher fremdartiger Pollen ganz bedeutungslos ist, ob er nicht vielleicht das Narbengewebe einigermaßen zu verändern im stande ist, so daß dadurch anderer, nachträglich auf dieses Gewebe abgelagerter Pollen, welcher weniger fremdartig ist und Pollenschläuche zu den Samenanlagen hinabtreibt, beeinflußt wird. Aber diese Frage kann wohl erst in einem späteren Kapitel zur Besprechung kommen. Hier ist nur die Thatsache festzuhalten, daß nicht jeder auf die Narbe kommender Pollen derselben genehm ist, und daß der Narbe die Fähigkeit zukommt, eine Auswahl zu treffen.

Welche Verhältnisse bei dieser Auswahl des Pollens ins Spiel kommen, ist schwer zu sagen. Die Beobachtungen der Vorgänge auf der Narbe drängen zu dem Schlusse, daß das lebendige Protoplasma in der Pollenzelle durch die Stoffe, welche aus dem Narbengewebe herstammen, tiefgreifend beeinflußt wird. In dem einen Falle werden diese Stoffe in die Pollenzelle aufgenommen, und der Protoplast zeigt infolgedessen Veränderungen in seinem Leibe und seiner Zellhaut, welche sich als Erscheinungen des Wachstums nach einer bestimmten Richtung kundgeben; in dem anderen Falle werden diese Stoffe nicht aufgenommen, oder wenn sie auf diosmotischem Wege in das Innere der Pollenzelle gelangen, so wird doch kein Wachstum mit bestimmtem Ziele angeregt. Es macht vielmehr im letzteren Falle den Eindruck, daß das lebendige Protoplasma unter dem Einflusse dieser aufgenommenen Stoffe geschädigt wird und zu Grunde geht. Danach ist es wahrscheinlich, daß das, was dem Beobachter als Wahlvermögen der Narbe erscheint, von der Wahlverwandtschaft zwischen dem Inhalte der Pollenzellen und der Narbenzellen abhängt. Zunächst mag man wohl an chemische Einflüsse denken, welche hierbei zur Geltung kommen, aber es ist auch nicht ausgeschlossen, daß aus den Narbenzellen mit dem Wasser Stoffe in die Pollenzelle übergehen, welche nur den Anstoß zu molekularen Umlagerungen geben, ohne daß eine wesentliche Veränderung in der chemischen Zusammensetzung erfolgen würde. Möglicherweise kommt auch der Umstand in Betracht, daß der Umfang der Pollenzellen und der aus ihnen hervortretenden Pollenschläuche zu dem einzuschlagenden Wege im Bereiche des Narbengewebes in einem Mißverhältnis steht.

Es hat wohl nicht an Versuchen gefehlt, welche eigens zur Lösung der Frage nach der hier berührten Wahlverwandtschaft angestellt wurden; aber diese Versuche geben über das Wesen und die letzten Gründe der hier in Betracht kommenden Vorgänge eigentlich keine

Aufschlüsse. Was durch sie ermittelt wurde, war nichts weiter als der günstige oder ungünstige Erfolg künstlich vorgenommener Belegungen in betreff der Samenbildung. Es wurde durch dieselben festgestellt, daß die Belegung in dem einen Falle keine Samenbildung nach sich zog, daß sie in einem anderen Falle mit der Ausbildung sehr spärlicher und in einem dritten Falle mit der Ausbildung sehr reichlicher Samen verbunden war. Der Fehlerquellen bei solchen Versuchen gibt es natürlich sehr viele, und es darf darum nicht überraschen, wenn die Ergebnisse nicht immer jene Übereinstimmung zeigen, welche wünschenswert wäre. So z. B. ergaben Versuche, welche von mir mit verschiedenen Nelken angestellt wurden, daß die Belegung der Narbe einer bestimmten Blütenform mit dem Pollen einer anderen bestimmten Blütenform das eine Mal ganz wirkunglos blieb, während sich bei Wiederholung desselben Versuches in einem anderen Jahre herausstellte, daß ein Teil der Samenanlagen befruchtet wurde und keimfähige Samen lieferte. Anderen Beobachtern ist es in dieser Hinsicht nicht besser gegangen, und ich zweifle nicht, daß alle diejenigen, welche sich der großen Mühe derartiger Untersuchungen unterzogen haben, in der Ansicht übereinstimmen, man könne den Ergebnissen derselben kein unbedingtes Vertrauen entgegenbringen. Anderseits darf das Mißtrauen gegen diese Versuche nicht allzu weit gehen, und es wäre ungerecht, ihnen allen und jeden Wert abzusprechen. Nur vor der Verallgemeinerung der durch Versuche mit einigen wenigen Pflanzenarten gewonnenen Ergebnisse soll gewarnt sein. Die allgemeinen Ergebnisse sind gewiß in hohem Grade lehrreich und dürfen insbesondere bei Untersuchungen über den Zusammenhang der Befruchtungsvorgänge mit der Entstehung neuer Arten nicht unberücksichtigt bleiben.

Übersichtlich läßt sich das, was die Versuche gelehrt haben, in folgender Weise zusammenfassen. Wenn der Pollen einer Art auf die Narbe einer anderen Art gebracht wird, so treibt derselbe nur dann Pollenschläuche in der Richtung der Samenanlagen, wenn beide Arten derselben Gattung oder doch derselben natürlichen Pflanzenfamilie angehören. Familie und Gattung sind allerdings Begriffe, welche die Botaniker ausgedacht haben, und es unterliegt ihre Abgrenzung bis zu einem gewissen Grade der Willkür oder doch der individuellen Auffassung des Beobachters; im großen und ganzen besteht aber in dieser Beziehung, zumal was die Abgrenzung der Pflanzenfamilien anbelangt, nur eine geringe Meinungsverschiedenheit. Ob nicht weitere Entdeckungen wieder eine Verschiebung der dermalen festgehaltenen Grenzen veranlassen werden, muß freilich dahingestellt bleiben, und wenn wir daher den Satz aussprechen: daß Kreuzungen zwischen zwei Arten aus zwei verschiedenen Pflanzenfamilien erfolglos bleiben, so ist das nur im Hinblicke auf die gegenwärtig von den Botanikern festgehaltene Abgrenzung der Familien gemeint. Derselbe Vorbehalt im Hinblicke auf die Abgrenzung der Gattungen gilt natürlich auch für den Ausspruch, daß die Kreuzungen zweier Arten aus zwei verschiedenen Gattungen nur in seltenen Fällen Erfolg aufzuweisen haben.

Die Kreuzung zweier Arten derselben Gattung hat dagegen in den meisten Fällen eine Befruchtung, beziehentlich die Bildung von Bastarten zur Folge. Dabei ist es sehr merkwürdig, zu sehen, daß die äußere Ähnlichkeit der sich kreuzenden Arten für den Erfolg oder Mißerfolg nicht maßgebend ist. Zu den häufigsten in der freien Natur sich bildenden Primelbastarten zählen jene, welche der Kreuzung der Primula glutinosa und Primula minima ihr Dasein verdanken, zweier Arten, welche sich in der Gestalt ihrer Laub- und Blumenblätter doch gar nicht ähnlich sehen; dagegen werden Bastarte aus den einander ähnlichen, zu gleicher Zeit blühenden und auch von denselben Bienen besuchten Frühlingsprimeln Primula elatior und officinalis nur sehr selten beobachtet, und auch künstliche Kreuzungen dieser beiden Arten haben, wie Versuche lehrten, nur selten Erfolg aufzuweisen.

Wenn geschlechtsreifer Pollen aus der Pollenblüte einer Art auf die belegungsfähige Narbe einer Fruchtblüte derselben Art gelangt, so kann der Erfolg als gesichert angesehen werden. Das gilt sowohl für die zweihäusigen als für die einhäusigen Arten und ebenso für jene Pflanzen mit scheinzwitterigen Blüten, die mit Rücksicht auf die Ausbildung geschlechtsreifen Pollens und geschlechtsreifer Samenanlagen eigentlich auch einhäusig und zweihäusig sind.

Für die Pflanzen mit nicht heterostylen echten Zwitterblüten ist nachgewiesen, daß geschlechtsreifer Pollen, aus den Antheren der einen Blüte rechtzeitig auf die Narben einer anderen Blüte derselben Art übertragen, stets Befruchtung veranlaßt. Nur in jenen Fällen, wo die nicht heterostyle Zwitterblüte Pollenblätter von ungleicher Länge enthält, hat die Belegung der Narben einen ungleichen Erfolg, je nachdem der Pollen aus den längeren oder aus den kürzeren Pollenblättern entnommen wird.

Eigentümlich verhalten sich die Gewächse mit heterostylen Zwitterblüten. Der Pollen aus den Antheren einer kurzgriffeligen Blüte auf die Narbe einer langgriffeligen Blüte oder jener aus den Antheren einer langgriffeligen Blüte auf die Narbe einer kurzgriffeligen Blüte übertragen, ist von bestem Erfolge begleitet; die anderen Verbindungen, so insbesondere jene des Pollens aus den Antheren einer langgriffeligen mit den Narben einer anderen langgriffeligen Blüte oder des Pollens aus den Antheren einer kurzgriffeligen mit den Narben einer anderen kurzgriffeligen Blüte, haben nur geringen oder manchmal auch gar keinen Erfolg aufzuweisen. Es gibt Pflanzenarten mit teilweise scheinzwitterigen und teilweise echten Zwitterblüten, von welchen die letzteren heterostyl sind. So z. B. kommen von Silene Saxifraga Stöcke vor, welche nur scheinzwitterige Fruchtblüten, Stöcke, welche nur scheinzwitterige Pollenblüten, Stöcke, welche nur langgriffelige echte Zwitterblüten, und Stöcke, welche nur kurzgriffelige echte Zwitterblüten tragen. Die mit diesen verschiedenen Blütenformen vorgenommenen Kreuzungen ergaben, daß die Belegung der Narben in den scheinzwitterigen Fruchtblüten mit dem Pollen der kurzgriffeligen Zwitterblüten den besten Erfolg hatten. Einen nahezu ebenso guten Erfolg zeigte die Belegung der Narben in den scheinzwitterigen Fruchtblüten mit dem Pollen der scheinzwitterigen Pollenblüten. Weniger günstig war das Ergebnis infolge der Belegung der letztgenannten Narben mit dem Pollen aus den kurzgriffeligen Pollenblüten. Die Kreuzung der Narben in den langgriffeligen Zwitterblüten mit Pollen aus den kurzgriffeligen Zwitterblüten sowie die Kreuzung der Narben in den kurzgriffeligen Zwitterblüten mit dem Pollen aus den langgriffeligen Zwitterblüten war wieder mit gutem Erfolge verbunden; dagegen hatte die Übertragung des Pollens aus einer langgriffeligen Zwitterblüte auf die Narbe einer langgriffeligen Zwitterblüte sowie jene des Pollens aus einer kurzgriffeligen Zwitterblüte auf die Narbe einer kurzgriffeligen Zwitterblüte einen entschiedenen Mißerfolg. Für die Blüten des Weiderichs (Lythrum Salicaria), welche teils langgriffelig, teils mittelgriffelig, teils kurzgriffelig erscheinen (s. S. 301), und bei welchen 18 verschiedene Verbindungen möglich sind, haben Versuche ergeben, daß alle Verbindungen des Pollens mit Narben, welche Geschlechtsorgane von gleicher Höhenlage betreffen, Befruchtungen im Gefolge haben, während die übrigen Verbindungen entweder gar keinen oder doch nur einen geringen Erfolg nach sich ziehen.

Es wurde bei den Pflanzen mit heterostylen Blüten auch die Beobachtung gemacht, daß die Pollenzellen, welche aus den Antheren verschieden langer oder in verschiedener Höhe in die Blumenkrone eingefügter Pollenblätter hervorgehen, in der Größe und mitunter auch in der Farbe voneinander abweichen. So z. B. sind bei dem Weiderich die trockenen Pollenzellen der langen Pollenblätter grünlich, 30—38 Mikromillimeter lang und 20—26 Mikrom. breit, jene der mittleren sind gelblich, 23—26 Mikrom. lang und 13—16 Mikrom. breit, und jene der kurzen sind auch gelblich, aber 20—25 Mikrom. lang und 11—13 Mikrom.

breit. Bei der Frühlingsprimel (Primula officinalis) zeigen die Pollenzellen aus den Antheren der hoch oben an der Mündung der Kronenröhre eingefügten Pollenblätter, welche für die Narben langer Griffel bestimmt sind, einen Durchmesser von 30, dagegen die Pollenzellen aus den Antheren der tief unten in der Kronenröhre eingefügten Pollenblätter, welche für die Narben der kurzen Griffel bestimmt sind, einen Durchmesser von 20 Mikromillimeter. Die für diese Erscheinung gegebene Erklärung, daß Pollenschläuche, welche einen langen Griffel durchlaufen müssen, einer größeren Fülle des Stoffes bedürfen als jene, welche nur einen kurzen Weg zur Samenanlage zurückzulegen haben, hat jedenfalls viel Wahrscheinlichkeit für sich. Alles in allem kann für die Arten mit heterostylen Zwitterblüten der Satz gelten: daß die Kreuzung dann den besten Erfolg hat, wenn hierzu Pollen aus einer Anthere gewählt wird, die mit der zu belegenden Narbe auf derselben Höhe steht.

Was den Erfolg der Autogamie in den nicht heterostylen Zwitterblüten anbelangt, so ist auffallend, daß in allen jenen Fällen, wo die Pollenblätter eine ungleiche Länge besitzen, der Pollen einen verschiedenen Erfolg aufzuweisen hat, je nachdem er von den längeren oder kürzeren Pollenblättern herstammt. Wenn man Pollen, welcher von selbst nicht auf die zuständige Narbe gelangen könnte, künstlich dorthin bringt, so ist der Erfolg gewöhnlich sehr gering, während dann, wenn in derselben Zwitterblüte Pollen zur Belegung benutzt wird, welcher nachträglich von selbst auf die zuständige Narbe gelangt sein könnte, jedesmal eine Befruchtung erfolgt. Künstlich eingeleitete Autogamie in Zwitterblüten, die nicht heterostyl und deren Pollenblätter von gleicher Länge sind, hat in den meisten Fällen guten Erfolg aufzuweisen, und es scheint gleichgültig, ob der zur Belegung der zuständigen Narben verwendete Pollen von den zuerst oder den zuletzt aufspringenden Antheren genommen wird. Die Zahl der Arten, bei welchen die künstlich eingeleitete Autogamie fehlschlägt, ist sehr gering. Crambe tataria, Draba repens, Lilium bulbiferum, Lysimachia numularia und einige Orchideen und Schmetterlingsblütler könnten allenfalls als Beispiele dienen, aber selbst bei diesen Pflanzen bleibt es fraglich, ob nicht bei wiederholten Versuchen doch eine Befruchtung nachfolgt, ob nicht bei den bisherigen Versuchen eine Fehlerquelle übersehen wurde, und ob nicht einer der im Eingange dieses Kapitels erwähnten Umstände zu einer Täuschung Veranlassung gab.

Hier ist wohl die geeignetste Stelle, um auch des in den Zwitterblüten beobachteten Vorganges zu gedenken, welcher als Bevorzugung des fremden vor dem eigenen Pollen gedeutet wird. Einschaltungsweise sei hier zunächst erklärt, was man in diesem Falle unter fremden und eigenen Pollen versteht. Den auf die Narbe einer Blüte gebrachten Pollen, der aus den Antheren einer anderen Blüte herstammt, gleichgültig, ob es die Blüte derselben oder einer anderen Art ist, hat man zur Vermeidung der Weitläufigkeit bei den Schilderungen kurzweg fremden Pollen genannt, während man den auf die Narbe einer Blüte gebrachten Pollen, welcher aus den Antheren der zuständigen Pollenblätter herstammt, als eigenen Pollen anspricht. Wie verhält es sich nun mit der sogenannten Bevorzugung des fremden vor dem eigenen Pollen? Öffnet man die Blüte eines Lerchenspornes (Corydalis) am frühen Morgen des Tages, an welchem sie für Insekten zugänglich wird, so sieht man, daß die Antheren bereits aufgesprungen sind, und daß der eigene Pollen die spatelförmige Narbe umgibt. Die Narbe liegt zwischen den beiden löffelförmigen Blumenblättern im Pollen förmlich eingebettet. Sie ist aber zu dieser Zeit noch nicht belegungsfähig, und so erklärt es sich, daß in diesem Stadium der Pollen und die Narbe noch keine Wechselwirkung aufeinander ausüben. Wenn nun Insekten die Blüte besuchen, so wird denselben ein Teil des Pollens, welcher die Narben umgibt, aufgeladen (s. S. 266). Sollten

die beſuchenden Inſekten ſchon mit Pollen beladen von anderen Lerchenſpornblüten herkommen, ſo wird dem an der Unterſeite des Inſektenleibes haftenden Pollen noch neuer Pollen zugeſellt. Zugleich wird aber auch ein Teil dieſes fremden Pollens auf die Narbe gebracht, und, wenn ſich die Inſekten zurückziehen und die Narbe wieder ihre frühere Lage zwiſchen den beiden löffelförmigen Blumenblättern einnimmt, ſo iſt ſie in Berührung mit zweierlei Pollen, mit eigenem Pollen, da dieſer nicht vollſtändig an die beſuchenden Inſekten abgegeben wurde, und mit dem von den beſuchenden Inſekten herbeigebrachten fremden Pollen. Wenn ſich der Inſektenbeſuch wiederholt, ſo wird an dieſem Verhältnis nicht viel geändert; denn eine geringe Menge eigenen Pollens iſt doch immer noch vorhanden. Endlich wird die Narbe belegungsfähig; das Narbengewebe tritt in Wechſelwirkung mit dem auflagernden Pollen, und es kann nun in dem zu Anfang dieſes Kapitels angedeuteten Sinne eine Auswahl zwiſchen eigenem und fremdem Pollen durch die Narbe ſtattfinden. Dieſe Auswahl mit den Augen zu verfolgen, iſt begreiflicherweiſe unmöglich; aber im Hinblicke auf die Ergebniſſe verſchiedener künſtlich vorgenommener Belegungen hält man ſich für berechtigt, anzunehmen, daß in ſolchen Fällen dem fremden Pollen der Vorzug gegeben werde. An dem hohlen Lerchenſporne (Corydalis cava) hat man nämlich die Beobachtung gemacht, daß dann, wenn ausſchließlich eigener Pollen auf die Narbe gebracht wird, die Befruchtung unterbleibt, daß dagegen dann, wenn nur fremder Pollen auf die Narbe gebracht wird, eine Befruchtung ſtattfindet und zwar am ſicherſten dann, wenn der benutzte fremde Pollen aus den Blüten eines anderen Stockes ſtammt. In dieſem Falle ſcheint alſo wirklich der fremde Pollen vorgezogen zu werden und der eigene keine Befruchtung herbeizuführen. Berückſichtigt man dagegen andere Arten der Gattung Lerchenſporn, z. B. Corydalis capnoides, fabacea und ochroleuca, ſo überzeugt man ſich leicht, daß bei ihnen auch der eigene Pollen zweifellos eine Befruchtung veranlaßt. Wird der Anflug der Inſekten von den Blüten dieſer Lerchenſporne abgehalten und dadurch die Zuführung fremden Pollens verhindert, ſo bleiben die Narben vom Anfange bis zum Ende des Blühens im eigenen Pollen eingebettet. Im Beginne des Blühens iſt die Narbe noch nicht belegungsfähig, und da kann von einer Befruchtung überhaupt nicht die Rede ſein; aber ſpäter wird ſie belegungsfähig, ihr Gewebe tritt in Wechſelwirkung mit dem ihr auflagernden eigenen Pollen, und dieſe Wechſelwirkung hat den Erfolg, daß ſämtliche Früchte ſolcher Stöcke ausreifen und alle in dieſen Früchten enthaltenen Samen keimfähig werden.

Dieſe Erfahrungen zeigen, wie trügeriſch es wäre, die an Corydalis cava gemachten Beobachtungen zu verallgemeinern, ſie als Grundlage für weitgehende Hypotheſen, insbeſondere für die Annahme, daß die Autogamie vielfach verhindert ſei und keinen Erfolg habe, zu gebrauchen. Thatſächlich iſt die Autogamie bei der Mehrzahl der Lerchenſporne weder verhindert noch erfolglos, ſie findet an den gegen Inſektenbeſuch geſchützten Stöcken merkwürdigerweiſe in den geſchloſſenen Blüten ſtatt und erinnert inſofern an jene Form der Autogamie, welche als Kleiſtogamie bezeichnet wurde (ſ. S. 385). Daß in jenen Fällen, wo die Narben von Corydalis capnoides, fabacea, ochroleuca ꝛc. zugleich mit eigenem und fremdem Pollen in Berührung kommen, der letztere vorgezogen wird, läßt ſich weder behaupten noch beſtreiten, iſt aber im Hinblicke auf die vorhandenen Einrichtungen, welche auf eine Kreuzung abzielen, ſehr wahrſcheinlich.

Mit den Lerchenſpornen ſtimmen in betreff der ſoeben erörterten Vorgänge die zahlreichen Arten der Gattung Erdrauch (Fumaria) ſowie eine große Menge von Schmetterlingsblütlern, namentlich jene, in deren Blüten das auf S. 260 beſchriebene Pumpwerk ausgebildet iſt, überein. Die Erbſen und Linſen (Pisum, Ervum), die verſchiedenen Arten des Hornklees und Steinklees (Lotus, Melilotus) ſowie die zahlloſen Arten der Gattung Klee (Trifolium) und noch viele andere reifen auch dann, wenn von ihren Blüten die

Insekten abgehalten werden, alle ihre Fruchtanlagen aus, und nur vereinzelte Arten dieser Gattungen geben bei ausbleibendem Insektenbesuche schlechte Ernten ab. Es gilt daher auch für sie die Satzung: hat die Narbe zwischen eigenem und fremdem Pollen zu wählen, so zieht sie allem Anscheine nach den letzteren vor, kommt sie nur mit eigenem Pollen in Berührung, so ist in den meisten Fällen auch die Autogamie von Erfolg begleitet.

Bei den Skabiosen (Scabiosa) zeigt sich ein ähnliches Verhältnis. Die zu Köpfchen vereinigten echten Zwitterblüten dieser Pflanzen sind proterandrisch. Das Narbengewebe ist zur Zeit, wenn von den Antheren Pollen ausgeboten wird, noch nicht geschlechtsreif; nichtsdestoweniger bleibt an den Narben der aus den schrumpfenden Antheren ausfallende Pollen bereits hängen, und wenn sich die Antheren von ihren Trägern ablösen, sieht man die Narben in den meisten Blüten der betrachteten Köpfchen mit eigenem Pollen belegt. Dieser Pollen bleibt aber zunächst noch wirkungslos. Insekten, welche sich auf die Blütenköpfchen setzen, können den Pollen von den Narben teilweise abstreifen und, wenn sie fremden Pollen von anderen Stöcken mitbringen, diesen auf die Narbe übertragen, so daß dann ein Gemenge von Pollen auf den Narben haftet. Wenn endlich das Narbengewebe geschlechtsreif wird und die ihm auflagernden Pollenzellen beeinflußt, so kann eine Auswahl erfolgen, wobei der fremde Pollen wahrscheinlich vorgezogen wird. Wenn aber der Insektenbesuch ausbleibt, so wird auch der eigene Pollen wirksam, was daraus erschlossen werden kann, daß die sämtlichen Fruchtanlagen der Skabiosen auch dann zur Reife kommen, wenn man von den Blütenköpfchen dieser Gewächse die Insekten durch besondere Umhüllungen fern gehalten hat.

Auch bei mehreren Lippenblütlern, für welche Leonurus heterophyllus als Vorbild gewählt sein mag, scheint eine Bevorzugung fremden Pollens vorzukommen. Die echten Zwitterblüten der eben genannten Pflanze sind proterandrisch. Wenn sich die Blüte öffnet, sind die von der Oberlippe überdachten Antheren bereits aufgesprungen und so an die Eingangspforte gestellt, daß der von ihnen ausgebotene Pollen durch besuchende Insekten unvermeidlich abgestreift werden muß. Die Narbe ist dagegen zu dieser Zeit noch nicht belegungsfähig; sie liegt zwischen den Antheren versteckt und kann von den einfahrenden Insekten noch nicht berührt werden. Im zweiten Zeitabschnitte des Blühens verlängert sich die Röhre der Blumenkrone, und es werden infolgedessen die Pollenblätter, beziehentlich die Antheren vorgeschoben. Dabei ist es unvermeidlich, daß die unverrückt stehen bleibende Narbe einen Teil des Pollens von den an sie anstreifenden Antheren aufnimmt. Die Narbe ist daher schon mit eigenem Pollen belegt, bevor noch die Möglichkeit eintritt, daß sie von den in den Blütengrund einfahrenden Insekten berührt und mit fremdem Pollen belegt wird. Diese Möglichkeit wird erst im dritten Stadium des Blühens gegeben und zwar dadurch, daß die Narbe sich senkt und einen Ast an die Zufahrt zum Blütengrunde stellt. Findet jetzt wirklich ein Besuch von seiten der Insekten statt, welche mit Pollen beladen aus anderen Blüten herbeifliegen, so kann es geschehen, daß fremder und eigener Pollen zugleich der Narbe angeheftet ist, und es mag dann der fremde Pollen vorgezogen werden. Bleiben die Insekten aus, so wird der eigene Pollen wirksam, was daraus geschlossen wird, daß sämtliche Fruchtanlagen auch an solchen Stöcken ausreifen, von welchen die Insekten fern gehalten werden. Mehrere Skrofularineen, z. B. Linaria littoralis und minor, zeigen Einrichtungen in den Blüten, welche den eben geschilderten so ähnlich sind, daß darauf verzichtet werden kann, sie hier ausführlicher zu schildern, und es soll daher nur noch eine zu den Nelkengewächsen gehörende Pflanze vorgeführt werden, bei welcher man aus verschiedenen Umständen auf eine Bevorzugung fremden Pollens schließen zu können sich berechtigt glaubt. Ich wähle hierzu das nachtblühende Leimkraut (Silene noctiflora). Diese Art öffnet ihre Blüten von selbst nach Sonnenuntergang um 7 Uhr abends. Wenn man aber die Blüten schon früher, etwa um 6 Uhr abends, künstlich öffnet, sieht man, daß nicht nur

alle zehn Antheren bereits aufgesprungen sind, sondern daß auch die zarten Papillen des Narbengewebes mit Pollen aus den Antheren der kurzen Pollenblätter schon belegt sind. Es hat also hier unzweifelhaft schon in der Blütenknospe eine Autogamie stattgefunden und zwar eine Autogamie, welche lebhaft an jene der kleistogamen Blüten erinnert. Wenn sich nichtsdestoweniger die Blüte öffnet, so kann das wohl nur zu dem Zwecke geschehen, um möglicherweise auch noch fremden Pollen durch Vermittelung von Abend- und Nachtschmetterlingen zu erhalten. Es gehören die Blüten dieser Leimkräuter zwar nicht zu jenen, welche von Insekten besonders reichlich aufgesucht werden; aber ab und zu stellt sich doch eine Plusia oder eine andere kleine Eule ein, welche von Blüte zu Blüte schwärmt, Honig saugt, hier Pollen abholt, dort Pollen abstreift und dabei dem schon an dem Narbengewebe haftenden eigenen Pollen auch noch fremden beigesellt. Es kann nun wieder eine Auswahl unter den zweierlei Pollen stattfinden, und diese dürfte wohl zu gunsten des fremden ausfallen; denn sonst wäre ja nicht zu begreifen, warum die Blüte sich überhaupt öffnet, nachdem doch ihre Narben schon in der Knospe mit Pollen belegt waren. Für den Fall ausbleibenden Insektenbesuches wird aber auch in den Blüten der Silene noctiflora der eigene Pollen wirksam. Es reifen hier die Fruchtanlagen sogar für den Fall aus, wenn sich wegen schlechter, naßkalter Witterung die Blüten gar nicht öffnen, was ich wiederholt zu beobachten Gelegenheit hatte. Alles in allem verhält es sich bei diesen Lerchenspornen, Schmetterlingsblütlern, Skabiosen, Lippenblütlern, Skrofularineen und Nelkengewächsen nicht anders wie bei so vielen anderen Pflanzen, deren Blüten von Insekten besucht werden: im ersten Stadium des Blühens soll die Möglichkeit einer Kreuzung durch Vermittelung der Insekten gegeben sein, und wenn der Insektenbesuch ausbleibt, erfolgt Autogamie.

Nach diesen Bemerkungen, welche einzuschalten notwendig war, um mehrere an und für sich zwar richtige, aber einseitig und überhastet erklärte Thatsachen in das rechte Licht zu stellen und zugleich vor Benutzung derselben als Stütze weitgehender Hypothesen zu warnen, komme ich endlich dazu, die Entwickelung der Pollenschläuche aus jenen Pollenzellen zu schildern, auf welche die entsprechende geschlechtsreife Narbe einen nachweisbaren Einfluß übt. Das Wort Einfluß hat hier nicht nur eine sinnbildliche Bedeutung; denn thatsächlich findet hier ein Einfließen, ein Übergehen flüssiger Substanz aus dem geschlechtsreifen Narbengewebe in den Innenraum der Pollenzelle statt, wenn dieses Übergehen auch nicht in offenen Bahnen, sondern durch die Zellhaut hindurch auf diosmotischem Wege erfolgt. Welcher Art die von der Narbe in die Pollenzelle übergehende Flüssigkeit ist, bedarf noch einer genaueren Feststellung. Aus dem Umstande, daß das Hervortreiben der Pollenschläuche in vielen Fällen mittels einer dreiprozentigen Rohrzuckerlösung, der man eine geringe Menge von Gelatine zugesetzt hat, auf einem Glasplättchen zu stande gebracht werden kann, mag man den Schluß ziehen, daß gelöster Zucker in der Narbenflüssigkeit enthalten sei. Im Hinblicke auf verschiedene andere Erscheinungen, insbesondere auf das früher erwähnte Wahlvermögen der Narben, ist aber anzunehmen, daß die chemische Zusammensetzung bei verschiedenen Arten in wesentlichen Dingen abweicht.

Der nächste äußerlich sichtbare Erfolg der Aufnahme von Narbenflüssigkeit in die Pollenzelle ist das Hervordrängen der zarten, wachstumsfähigen inneren Schicht der Pollenzellhaut in Form eines Schlauches und zwar durch die Austrittsstellen, welche an der äußeren schalenförmigen Schicht derselben Pollenzellhaut vorgebildet sind. Der Bau dieser Austrittsstellen wurde auf S. 102 eingehend geschildert, hier ist nur zu bemerken, daß durch jede der vorgebildeten Austrittsstellen ein Schlauch hervortreiben kann. Aus Pollenzellen mit mehreren Austrittsstellen, welche man in eine eigens zubereitete Zuckerlösung eingelegt hat, sieht man nahezu gleichzeitig nach mehreren Richtungen Pollenschläuche hervorwachsen; wenn aber dieselben Pollenzellen auf einem entsprechenden frischen Narbengewebe haften, so geht nur aus

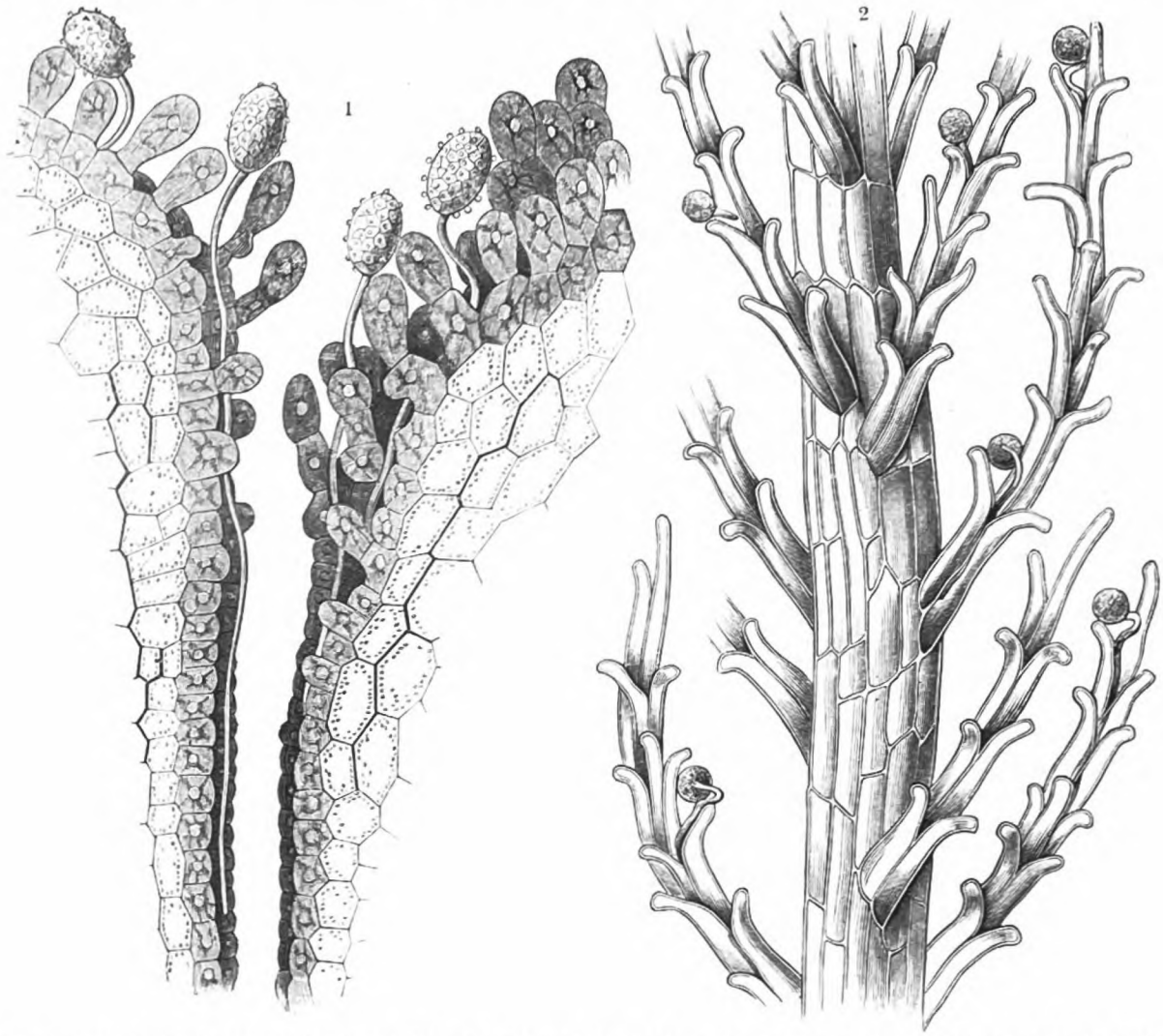
einer einzigen Austrittsstelle ein Pollenschlauch hervor. Der Schlauch, welcher den gesamten protoplasmatischen Inhalt der Pollenzelle, beziehentlich das ganze Spermatoplasma derselben enthält, verläßt nun in raschem Wachstume die Hülle, welche von der äußeren Schale der Pollenzelle gebildet wird, und läßt diese als eine tote, ausgeleerte Hülse zurück. Alsbald nach dem Hervortreten aus der Austrittsöffnung zeigt er einen Querdurchmesser, welcher jenem der verlassenen Hülse der Pollenzelle meistens gleichkommt, und einen Längendurchmesser, welcher jenen dieser Hülse um das Vielfache übertrifft. Selbstverständlich kann diese Vergrößerung und dieses Wachstum nur auf Kosten der von dem Narbengewebe herstammenden flüssigen Stoffe erfolgen, und das Verhältnis, in welchem der Pollenschlauch zu dem Gewebe der Narbe steht, ist jetzt nicht unähnlich demjenigen, welches der aus einer Spore hervorgegangene Mycelfaden eines schmarotzenden Schimmelpilzes zu seiner Wirtpflanze zeigt. Auch insofern besteht eine auffallende Ähnlichkeit des Pollenschlauches mit einem solchen Mycelfaden, als beide die Fähigkeit besitzen, in das unterliegende Gewebe einzudringen und sich durch dasselbe auf weite Strecken hin den Weg zu bahnen.

Dieses Wegbahnen ist jedenfalls einer der merkwürdigsten Vorgänge im Leben der Pflanze und hat von jeher gerechtes Erstaunen bei allen Beobachtern hervorgerufen. Das Ziel, welches der Pollenschlauch erreichen soll, ist die zu befruchtende Samenanlage, welche bei den bedecktsamigen Pflanzen oder Angiospermeen in dem Gehäuse des Fruchtknotens geborgen ist. Mag nun die Narbe unmittelbar dem Fruchtknoten aufsitzen, oder mag zwischen sie und dem Fruchtknoten ein Griffel eingeschaltet sein, stets ist die Entfernung von der Narbe bis zu den Samenanlagen eine im Verhältnisse zur Größe des Pollenschlauches bedeutende zu nennen, und, was das Wichtigste ist, der Weg führt nicht immer, wie früher geglaubt wurde, durch einen offenen Kanal, sondern in den meisten Fällen durch geschlossene Zellen und geschlossenes Gewebe. Allerdings sind es ganz bestimmte Zellen und Zellenreihen, an welche sich der Pollenschlauch hält, und von denen man annimmt, daß sie ihn führen und leiten, aber die Erscheinung wird dadurch nur noch rätselhafter, weil nun auch noch die Frage auftaucht, in welcher Weise diese Zellen befähigt sind, den Pollenschlauch zu seinem Ziele hinzulenken.

Aus den bisherigen Untersuchungen hat sich ergeben, daß für die Wanderung des Pollenschlauches, beziehentlich des Spermatoplasmas von dem oberflächlichen Narbengewebe bis zur Samenanlage in der Höhlung des Fruchtknotens verschiedene Wege bestehen. Am einfachsten und der Vorstellung, welche man früher von diesem Vorgange hatte, am meisten entsprechend ist die Wanderung des Pollenschlauches durch einen wirklichen Griffelkanal, wie sie bei der Türkenbundlilie (Lilium Martagon; s. Abbildung, S. 403, Fig. 1) beobachtet wird. Wenn man den säulenförmigen Griffel dieser Lilienart quer durchschneidet, so zeigt sich, daß hier ein dreiseitiger Kanal vorhanden ist, welcher sich in der Richtung zum Fruchtknoten verengert, gegen die Narbe zu trichterförmig erweitert und mit einer dreistrahligen Spalte mündet. In der Umgebung dieser Mündung befinden sich zahlreiche kolbenförmige Papillen, durch welche die Pollenzellen festgehalten und zur Entwickelung der Pollenschläuche veranlaßt werden. Die Spitzen der Pollenschläuche wenden sich ausnahmslos der trichterförmigen Vertiefung zu und schmiegen sich bei ihrem Weiterwachsen den Zellen an, welche den Griffelkanal auskleiden. Diese sind zur Zeit des Eindringens der Pollenschläuche stets zu Schleim verquollen, und die Pollenschläuche wachsen daher hier in einem die Wände des Griffelkanales bekleidenden Schleime in die Fächer des Fruchtknotens zu den Samenanlagen hinab.

Wie ganz anders erfolgt dagegen die Wanderung des Pollenschlauches bei den Gräsern, für welche hier als Vorbild das Raigras (Arrhenatherum elatius; s. Abbildung, S. 403,

Fig. 2) gewählt ſein mag. Von dem kugeligen Fruchtknoten gehen bei dieſer Pflanze zwei in ſanften Bogen auswärts gekrümmte Gebilde aus, welche die Geſtalt kleiner Federn haben, und die von den Botanikern als Narben beſchrieben werden. Die Spindel dieſer kleinen Federn beſteht aus ſaftreichen, farbloſen, langgeſtreckten Zellen; auch die dem Barte der Feder entſprechenden zarten Fäden beſtehen aus ſolchen Zellen. Dieſe ſind einer Schraubenlinie entſprechend aneinander gereiht, zeigen die ſogenannte Eindrittelſtellung und ſind



Entwickelung der Pollenſchläuche: 1. Längsſchnitt durch die Narbe und den oberen Teil des Griffels der Türkenbundlilie (Lilium Martagon). Aus den Pollenzellen, die an den Narbenpapillen haften, haben ſich Pollenſchläuche entwickelt, welche durch die verſchleimten Zellen des Griffelkanales abwärts wachſen. (Nach Dodel-Port.) — 2. Ausſchnitt der federförmigen Narbe des Raigraſes (Arrhenatherum elatius). Aus den Pollenzellen, welche an den papillenförmigen Enden der Narbenzellen haften, haben ſich Pollenſchläuche entwickelt, deren fortwachſende Spitze die Scheidewände benachbarter Narbenzellen ſpaltet und in die gebildete Spalte eindringt. — Fig. 1: 110fach, Fig. 2: 170fach vergrößert. Vgl. Text, S. 402—404.

mit ihren freien Enden unter einem ſtumpfen Winkel ſeitlich abgebogen, ſo daß dieſe Enden als zarte Papillen erſcheinen. Weder in dem Federbarte, noch in der Spindel desſelben iſt ein Kanal oder ein Zwiſchenzellengang zu bemerken; die Zellen ſchließen lückenlos aneinander, und der Pollenſchlauch, welcher dieſes Gewebe durchdringen wollte, müßte ſich zuvor aus eigener Kraft den Weg bahnen. Das iſt auch in der That der Fall. Die durch den Wind herbeigetragenen glatten Zellen des ſtäubenden Pollens bleiben an dem zarten Federbarte hängen und erſcheinen ausnahmslos den papillenartigen vorſpringenden Enden der feinen Fäden angeſchmiegt (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 2). Die Papillen ſind prall und ihre Wandung mit einer ungemein zarten Cuticula überzogen. Kurze Zeit, nachdem ſich an dieſer

oder jener Papille eine Pollenzelle angelegt hat, tritt aus der einzigen Austrittsstelle, welche diese Pollenzelle besitzt, der Pollenschlauch hervor. Mag nun die Austrittsstelle der Papille zugewendet oder von ihr abgewendet sein, stets richtet sich die Spitze des hervorwachsenden Schlauches gegen den Winkel, welchen die zunächst liegende Papille mit der Achse des Fadens bildet, wobei oft die seltsamsten Krümmungen stattfinden. Überraschend ist es zu sehen, wie insbesondere jene Pollenschläuche, die aus einer von der Papille abgewendeten Austrittsöffnung der Pollenzelle hervorkommen, sich durch die umgebende Luft in Form eines Halbbogens oder mitunter in Form einer U-förmigen Schlinge diesem Winkel zuwenden. Bisweilen kommt es auch vor, daß sich der Pollenschlauch um eine der Papillen schraubenförmig herumwindet. Das wunderbarste aber ist, daß die Spitze des Pollenschlauches, sobald sie in dem erwähnten Winkel angelangt ist, zwischen die festverbundenen Zellen hineinwächst, die Scheidewände der benachbarten Zellen spaltet und sich gewissermaßen einen Zwischenzellengang ausweitet, durch welchen dann der ganze Pollenschlauch gleich einem Wurme fortkriecht. Auch im Zellgewebe der Narbenspindel wandert der Pollenschlauch durch einen von seiner Spitze geschaffenen Zwischenzellengang, bis er endlich die Samenanlage im Fruchtknoten erreicht hat.

Bei den Gräsern ist also im Bereiche der Narben keine Spur eines vorgebildeten Kanales zu sehen, ebensowenig zeigen die Zellen, deren Wände von den Pollenschläuchen gespalten werden, irgend eine äußerlich wahrnehmbare Verschiedenheit gegenüber denjenigen, welche von den Pollenschläuchen unberührt bleiben. In dieser Beziehung unterscheiden sich die Gräser von jenen zahlreichen anderen Gewächsen, die für den einwandernden Pollenschlauch das sogenannte leitende Gewebe vorbereitet haben, dessen Zellen von den benachbarten auffallend abweichen. Der Griffel, durch welchen der Pollenschlauch hindurchwachsen soll, hat zwar auch hier keinen vorgebildeten offenen Kanal, aber durch die Mitte desselben zieht doch ein Strang aus reihenweise angeordneten, langgestreckten Zellen mit gequollenen Wandungen, und diese Wandungen sind es, welche durch die Spitze des von der Narbe herabwachsenden Pollenschlauches gespalten und zu einem Wege für den Pollenschlauch ausgeweitet werden. So verhält es sich beispielsweise bei den Nachtschattengewächsen und Skrofularineen. Das leitende Gewebe ist übrigens in vielen Fällen von der Umgebung nichts weniger als deutlich abgegrenzt, und es ist dann sozusagen die ganze Narbe und der ganze Griffel als leitendes Gewebe aufzufassen, wie das z. B. bei den Orchideen, Cistrosen und Sonnenröschen der Fall ist.

Eine merkwürdige Ausbildung ist bei den Nopalen, zumal den großblütigen Arten der Gattung Cereus, beobachtet worden. Dort ist zwar ein dünner, den Griffel durchsetzender Kanal vorhanden, indessen dient er den Pollenschläuchen nicht eigentlich als Weg in die Fruchtknotenhöhle. Die Pollenschläuche bahnen sich hier selbständig ihren Weg durch das den Griffelkanal auskleidende Gewebe, woraus man entnehmen mag, daß es für den Pollenschlauch von Vorteil ist, wenn er auf seiner Wanderung den selbstgeschaffenen Gang vollständig ausfüllt und in ihm förmlich eingepfercht ist.

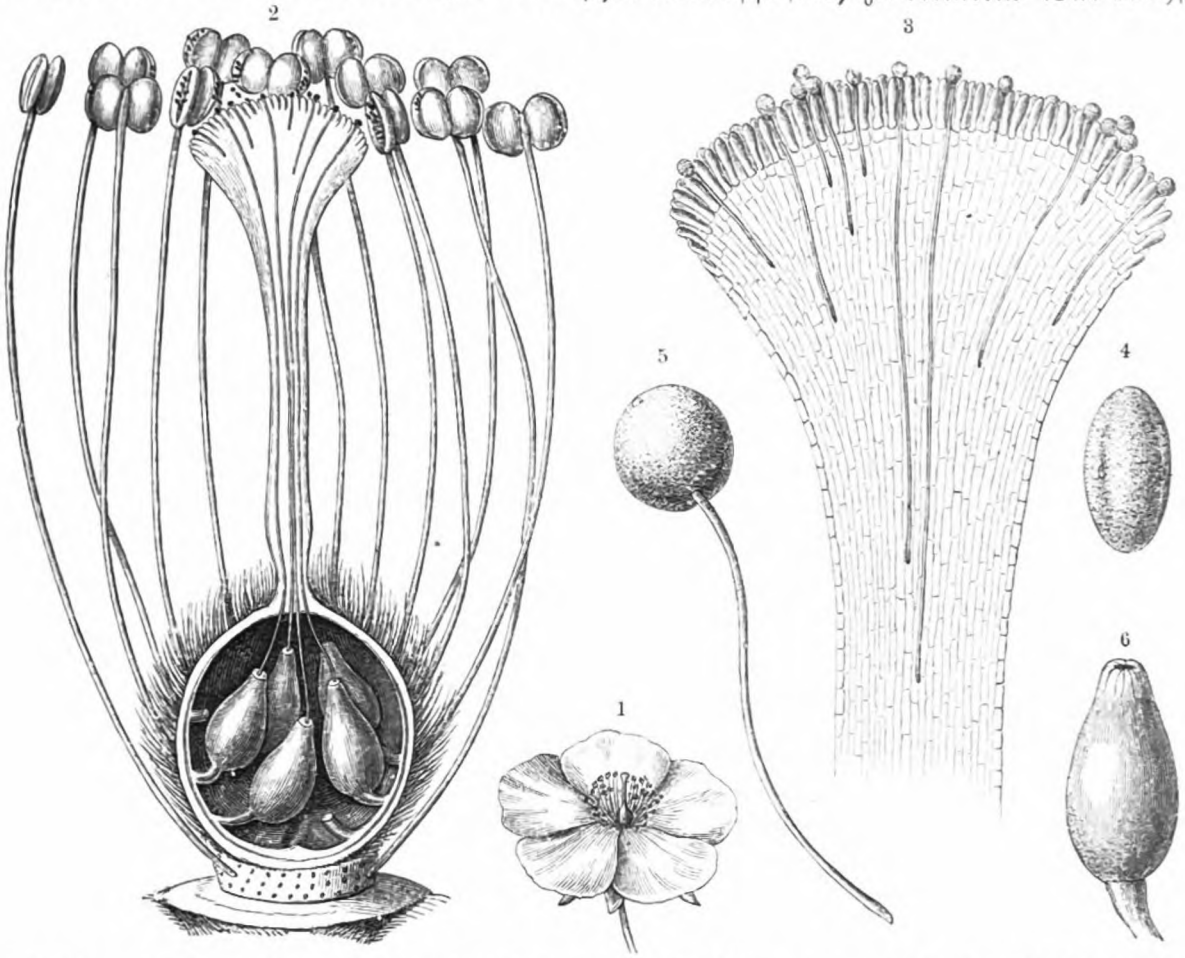
Wieder auf eine andere Art wird die Wanderung der Pollenschläuche von der Narbe abwärts zur Fruchtknotenhöhle bei den Malvaceen und den meisten Nelkengewächsen ausgeführt. Die Narben haben hier eine entfernte Ähnlichkeit mit denen der Gräser. Von der Oberfläche eines vielzelligen, langgestreckten, dem freien Auge als Faden erscheinenden Gewebekörpers erheben sich lange, cylindrische, glashelle, ungemein zarte Zellen, an welche der Pollen durch Vermittelung der Insekten angeheftet wird. Alsbald nach dieser Anheftung treibt aus jeder Pollenzelle, und zwar immer nur aus einer der zahlreichen Austrittsstellen, der Pollenschlauch hervor, seine Spitze legt sich an die Wand einer glashellen Narbenzelle an und löst diese an der Berührungsstelle auf. Der ganze Pollenschlauch schlüpft nun durch die gebildete Öffnung in den Innenraum der betreffenden Narbenzelle und strebt weiterwachsend dem Gewebekörper zu, welcher die glashellen Narbenzellen trägt. Über das Verhalten des

Pollenschlauches im Inneren dieser glashellen Narbenzellen sind Erfahrungen veröffentlicht worden, welche man, würden sie nicht von den gewissenhaftesten Beobachtern herrühren, kaum für glaubhaft halten möchte. An dem Raden (Agrostemma Githago) wurde z. B. gesehen, daß der in die Narbenzelle eingedrungene Pollenschlauch bei seinem Weiterwachsen mitunter eine falsche Richtung einschlägt, d. h. daß er nicht sofort nach dem Eindringen die Richtung gegen die Samenanlage einhält, sondern anfänglich in entgegengesetzter Richtung weiterwächst. In solchen Fällen findet aber stets eine Umkehr statt, und es dauert nicht lange, bis die Spitze des Pollenschlauches die zur Samenanlage führende Richtung gefunden hat, sich nun dem Gewebekörper zuwendet, welcher die glashellen Narbenzellen trägt, und hier, die Zellwände spaltend und sich einen Zwischenzellengang ausweitend, bis zur Höhlung des Fruchtknotens vordringt. Bei dem Raden sowie bei einigen anderen Nelkengewächsen wird der Inhalt der glashellen Narbenzellen durch den eingedrungenen Pollenschlauch nicht vollständig verdrängt und aufgezehrt; bei den Malvaceen dagegen erfüllt der eingedrungene Pollenschlauch sogleich den ganzen Innenraum dieser Narbenzelle, und, was das merkwürdigste ist, das Spermatoplasma oder, was dasselbe sagen will, das lebendige Protoplasma des Pollenschlauches läßt bei dem Verlassen dieses Zellenraumes seine äußerst zarte Umhüllung zurück und kriecht nun ohne Zellstoffhülle durch die ausgeweiteten Zwischenzellengänge zur Fruchtknotenhöhle hinab, eine Fortbewegung, welche lebhaft an das Fortschreiten der Protoplasmamassen gewisser Schleimpilze (Myxomyceten) durch die Zwischenzellengänge im Bereiche grüner Pflanzenstengel und Blattstiele erinnert. Häufig nimmt das wandernde Spermatoplasma die Gestalt einer Keule oder eines unregelmäßig geformten Klumpens an, welcher auf seiner Wanderung mannigfaltige Umgestaltungen seines Umrisses erfährt.

Mag sich das aus der Pollenzelle herstammende Protoplasma seiner zarten Zellstoffhülle entledigt haben oder nicht, in allen Fällen ist *das Ziel seiner Wanderung eine der Samenanlagen in der Höhlung des Fruchtknotens*. Um dieses Ziel zu erreichen, bedarf der von der Narbe, beziehentlich von dem Griffel in den Bereich der Fruchtknotenhöhle übergetretene Pollenschlauch neuerdings einer Führung. Er hat hier eine genau bestimmte Stelle zu erreichen und eine genau bestimmte Bahn einzuhalten. Er soll zu jenem Punkte der Samenanlage gelangen, welcher unter dem Namen Keimmund oder Mikropyle bekannt ist (s. Band I, S. 604), und soll dort zu dem Gewebe geführt werden, in dessen einer Zelle das zu befruchtende Ooplasma der Befruchtung harrt. Die Mikropyle liegt aber nur in seltenen Fällen so, wie es die Abbildung auf S. 70, Fig. 3 darstellt, in der geraden Verlängerung des Weges, welchen der von der Narbe herabkommende Pollenschlauch bisher eingehalten hat. Bald ist sie der Seitenwand der Fruchtknotenhöhle, bald der Mittelsäule des Fruchtknotens zugewendet, wie z. B. bei dem Milchsterne (Ornithogalum; s. Abbildung, S. 409, Fig. 3, 4 und 5), und häufig erscheint die Samenanlage wie umgestürzt, so daß die Mikropyle dem Grunde der Fruchtknotenhöhle zusieht (s. Abbildung, S. 75, Fig. 8). Es ist hier auch der Umstand zu berücksichtigen, daß in den meisten Fällen mehrere Samenanlagen in der Höhlung eines Fruchtknotens geborgen sind, daß zu jeder Samenanlage ein Pollenschlauch hinwachsen soll, und daß daher die Wege für die gemeinschaftlich durch den Griffel herabgekommenen Pollenschläuche im Fruchtknoten auseinanderlaufen, ähnlich wie die Seitenwege, welche von einer Hauptstraße abzweigen. Man sollte nun erwarten, daß gerade für diesen wichtigsten Abschnitt des Weges, welchen die Pollenschläuche zu nehmen haben, besondere Leitungsvorrichtungen ausgebildet seien, ist aber bei näherem Zusehen sehr enttäuscht; denn nur in verhältnismäßig wenigen Fällen finden sich besondere saftstrotzende Papillen, verlängerte fadenförmige Zellen, zapfenartige Gewebekörper, Leisten und Furchen, welche die Führung der Pollenschläuche in der Fruchtknotenhöhle übernehmen. Meistens fehlen derartige Vorrichtungen gänzlich. Die Pollenschläuche kriechen entlang der Innenwand des Fruchtknotens

oder an der Wand der Mittelſäule über das Gewebe, welches die Unterlage der Samenanlage bildet, oberflächlich hin und kommen pünktlich bei der Mikropyle an. Wenn zahlreiche Samenanlagen in der Höhlung des Fruchtknotens vorhanden ſind, wie beiſpielsweiſe bei dem Sonnenröschen (Helianthemum; ſ. untenſtehende Abbildung), ſo laufen die Pollenſchläuche, welche bisher bündelförmig gruppiert von der Narbe herabgewachſen waren, ſtrahlenförmig auseinander, und jeder derſelben ſteuert der Mikropyle einer anderen Samenanlage zu.

Es hat nicht an Verſuchen gefehlt, die Erſcheinungen, welche mit der Wanderung des Pollenſchlauches von der Narbe bis zur Mikropyle verknüpft ſind, zu erklären. Das Nächſte,



Entwickelung der Pollenſchläuche: 1. Blüte des Sonnenröschens (Helianthemum marifolium). — 2. Dieſelbe Blüte; die Blumenblätter entfernt, der Fruchtknoten, der Griffel und die Narbe im Längsſchnitte; die durch den Griffel bündelförmig hinabwachſenden Pollenſchläuche laufen in der Fruchtknotenhöhle auseinander und jeder derſelben trifft auf die Mikropyle einer Samenanlage. — 3. Die Narbe und der obere Teil des Griffels. Aus einem Teile der an den Papillen der Narbe haftenden Pollenzellen haben ſich Pollenſchläuche entwickelt, welche in das Gewebe des Griffels hineingewachſen ſind. — 4. Trockene Pollenzelle. — 5. Befeuchtete Pollenzelle, welche einen Pollenſchlauch treibt. — 6. Samenanlage. — Fig. 1 in natürlicher Größe; Fig. 2: 22fach, Fig. 3: 55fach, Fig. 4 und 5: 300fach, Fig. 6: 50fach vergrößert.

was man als Erklärungsgrund herbeizuziehen ſuchte, ſind chemiſche Einflüſſe, welche einerſeits von dem Pollenſchlauche, beziehentlich von dem Spermatoplasma ausgehen und im Gewebe der Narbe, des Griffels und des Fruchtknotens beſtimmte Veränderungen veranlaſſen, und anderſeits wieder chemiſche Einflüſſe, welche von den Zellen der Narbe, des Griffels und des Fruchtknotens ausgehen und die Richtung des wachſenden Pollenſchlauches beſtimmen ſollen. Was das erſtere anbelangt, ſo ſtellt man ſich vor, daß der Spitze des Pollenſchlauches die Fähigkeit zukomme, die Wandung der Zellen, in welche das Eindringen erfolgen ſoll, an der Berührungsſtelle aufzulöſen, und daß auch die Spaltung der Zellwände und das Ausweiten der gebildeten Spalten zu einem Zwiſchenzellengange auf eine Löſung der ſogenannten Mittellamelle zurückzuführen ſei.

Die Wirkung der Gase und Flüssigkeiten auf die Richtung des wachsenden Pollenschlauches könnte entweder als Abstoßung oder als Anziehung gedacht werden. Es wurde beobachtet, daß sich die Pollenschläuche, welche aus den in Zuckerlösung unter einem Deckglase eingelegten Pollenzellen hervorwuchsen, anfänglich dem Rande der Zuckerlösung und des Deckglases zuwendeten, sich aber sofort zurückkrümmten, sobald sie in die unmittelbare Nähe der angrenzenden atmosphärischen Luft gelangten. Man glaubt daraus den Schluß ziehen zu können, daß die wachsende Spitze des Pollenschlauches der atmosphärischen Luft, beziehentlich dem Sauerstoffe derselben ausweiche. Diese Abneigung gegen die atmosphärische Luft wäre aber gleichbedeutend mit einer Zuneigung zu der Zuckerlösung, und so könnte man sich vorstellen, daß auch die Abneigung des auf der Narbenoberfläche wachsenden Pollenschlauches gegen die atmosphärische Luft eine Zuneigung zu dem saftreichen Gewebe des Griffels und ein Hineinwachsen des Pollenschlauches in dieses Gewebe zur Folge habe.

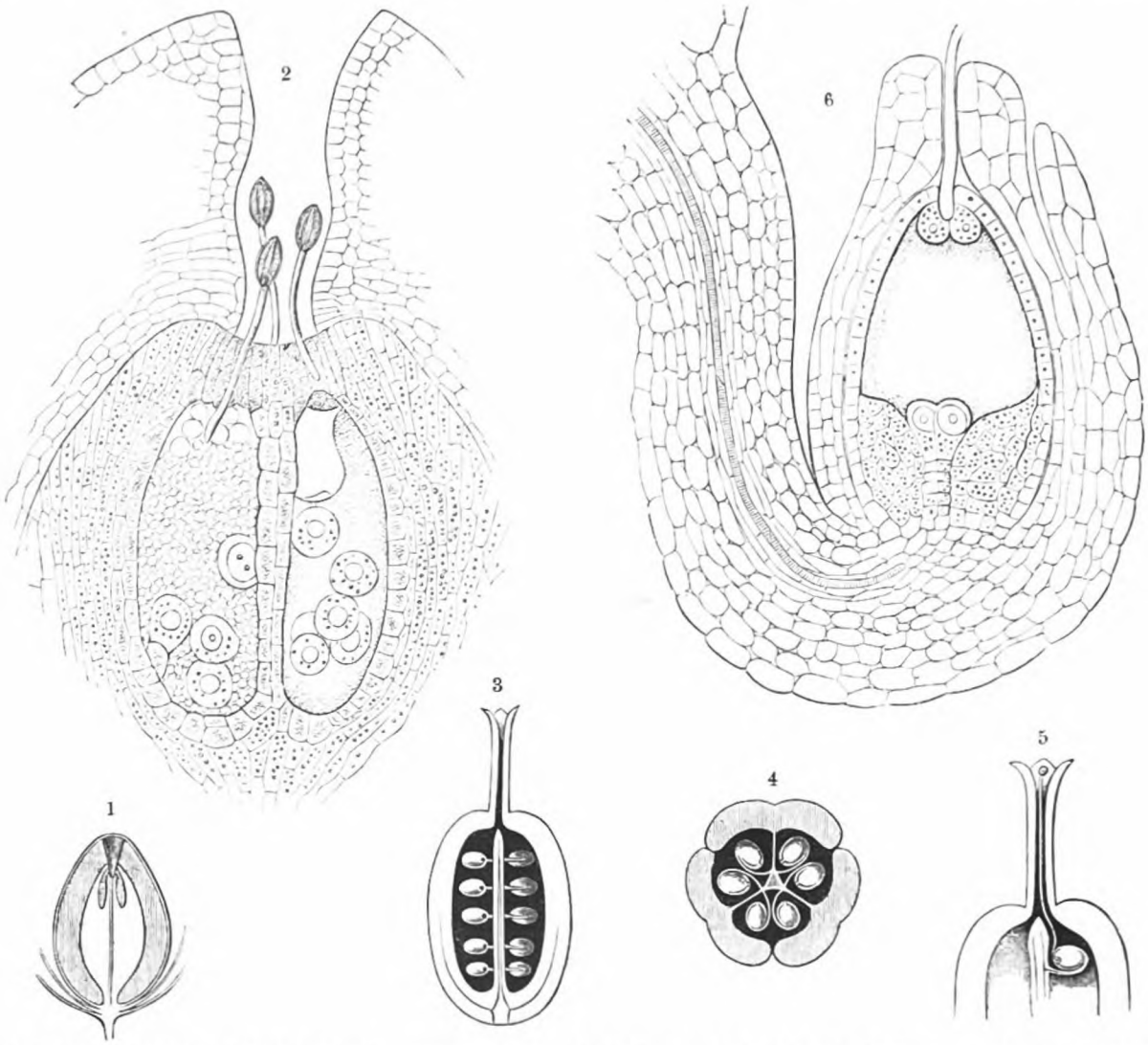
Die Wirkung flüssiger, von der Frucht- und Samenanlage ausgeschiedener Stoffe könnte man sich ungefähr so vorstellen wie jene, von welcher bei Schilderung des Befruchtungsvorganges der Farne auf S. 63 die Rede war; indessen tritt hier ein wesentlicher Unterschied insofern hervor, daß bei den Farnen die Wanderung der Spermatozoiden, beziehentlich des Spermatoplasmas durch Tau- und Regenwasser erfolgt, was bei den Phanerogamen nicht der Fall ist. Wo der Pollenschlauch mit verschleimenden Zellen in Berührung kommt, oder wo er über Zellen hinkriecht, welche mit einer flüssigen Schicht überzogen sind, da kann man sich denken, daß die Richtung der Pollenschlauchspitze durch flüssige Stoffe beeinflußt werde, daß insbesondere eine Anziehung erfolge; aber dort, wo der Pollenschlauch durch die in der Fruchtknotenhöhle befindliche Luft wächst, müßte man geradezu eine Fernwirkung der in Rede stehenden Stoffe voraussetzen. Es darf hier wohl auf die schon bei früherer Gelegenheit mitgeteilte Beobachtung (s. S. 386) hingewiesen werden, daß bei mehreren kleistogamen Blüten die in den Antherenfächern austreibenden Pollenschläuche sich einen Weg durch die der Narbe zugewendete Antherenwand bahnen, ohne Umschweife durch die Luftschicht zur Narbe hinwachsen und von da weiterhin in die Höhlung des Fruchtknotens zu den Samenanlagen vordringen. Auch darf nicht unerwähnt bleiben, daß bei den Gräsern das Eindringen der Pollenschläuche in das geschlossene Gewebe der Narbe so rasch erfolgt, daß an eine vorhergehende Auflösung des Zellstoffes der sogenannten Mittellamelle durch die Pollenschlauchspitze nicht zu denken ist. Dieser Vorgang macht weit mehr den Eindruck, als ob eine mechanische Trennung und eine nachfolgende Erweiterung der in der Zellwand gebildeten Kluft durch die kräftig fortwachsende Spitze des Pollenschlauches stattfinden würde.

Übrigens ist weder der Nachweis der Anziehung des Pollenschlauches durch bestimmte ausgeschiedene Stoffe noch jener der Auflösung oder mechanischen Spaltung einer Zellstoffwand durch die Pollenschlauchspitze eine Erklärung, sondern nur eine erweiterte Schilderung der Vorgänge. Der Anstoß zu diesen Vorgängen, die letzte Ursache der Anziehung und Abstoßung, der Grund, warum die anziehenden und abstoßenden Kräfte gerade in demjenigen Zeitpunkte zur Geltung kommen, welcher für den Erfolg der Befruchtung der geeignetste ist, entzieht sich der Erklärung, oder besser gesagt, der Naturforscher ist in diesem sowie in so vielen anderen Fällen darauf angewiesen, Hypothesen aufzubauen, um für die beobachteten Thatsachen wenigstens den Schein einer Erklärung geben zu können. Wenn die Wanderung des Spermatoplasmas zu dem Ooplasma mit der Ausscheidung bestimmter Stoffe aus bestimmten Zellen der Frucht- und Samenanlage in Zusammenhang gebracht und als Anziehung beschrieben wird, wenn weiterhin als Grund dieser Anziehung eine frei gewordene Molekularkraft vorausgesetzt wird so ist das eben nur eine Hypothese. Es genügt in dieser Beziehung in Erinnerung zu bringen, daß der molekulare Aufbau der chemischen Verbindungen sinnlich nicht wahrnehmbar, daß

die Annahme von Molekülen selbst eine Hypothese, und daß das Wesen der molekularen Kräfte völlig unbekannt ist. Für die früher erwähnte Fernwirkung könnten übrigens jene Naturkräfte, welche unter dem Namen Molekularkräfte in die Wissenschaft eingeführt wurden, ohnedies nicht herbeigezogen werden. Ebensowenig ist es mit Rücksicht auf die in Rede stehenden Erscheinungen statthaft, von jenen Naturkräften zu sprechen, welche man als Massenanziehung oder Gravitation und als magnetische Kraft zu bezeichnen pflegt. Nachdem aber alle jene Naturkräfte, welche zur Erklärung der Erscheinungen von der fortschreitenden Naturwissenschaft nach und nach eingeführt wurden, hier nicht ausreichen, so liegt die Notwendigkeit vor, noch eine weitere Naturkraft anzunehmen, welche im Hinblicke auf den Umstand, daß ihre Wirkungen nur am lebendigen Protoplasma wahrgenommen werden, am passendsten den Namen Lebenskraft führt (s. Band I, S. 49). Über das Wesen derselben wissen wir nicht mehr und nicht weniger als über die anderen zur Erklärung der Erscheinungen angenommenen Naturkräfte, und wir kennen eigentlich nur die Wirkungen derselben. Die Lebenskraft äußert sich im Rahmen der für die anderen Kräfte ermittelten Gesetze, zunächst in auffallender Weise als Anziehung und Abstoßung, und es wird Aufgabe der künftigen Forschung sein, zu ermitteln, ob sie auch nach dem Grundsatze der Erhaltung der Kraft oder Erhaltung der Energie in andere Naturkräfte umgesetzt werden kann. Wie diese anderen Kräfte ist auch die Lebenskraft als ruhende und thätige zu unterscheiden. Als thätige Kraft erscheint sie als Instinkt, welchen man seinerzeit spottweise „faule Vernunft" genannt und damit eingestanden hat, daß zwischen Vernunft und Instinkt eine scharfe Grenze zu ziehen nicht möglich ist. Wird der Instinkt für unzählige Bewegungserscheinungen des tierischen Protoplasmas als die thätige Kraft angenommen, so kann derselbe für die entsprechenden Bewegungen des pflanzlichen Protoplasmas nicht abgelehnt werden. Wenn sich die Paarung der Flagellaten und anderer niederster Tierformen unter Einfluß des Instinktes vollzieht, so ist nicht einzusehen, warum nicht auch bei den Pflanzen die Paarung des lebendigen Spermatoplasmas mit dem lebendigen Ooplasma von dem Instinkte beherrscht sein sollte, und ich nehme daher keinen Anstand, die rätselhaften, früher geschilderten Vorgänge bei der Wanderung des Pollenschlauches zur Samenanlage auf den Instinkt zurückzuführen.

Um nun den Vorgang der Vereinigung des Spermatoplasmas mit dem Ooplasma, welcher sich im Inneren der Samenanlage abspielt, schildern zu können, ist vor allem nötig, den Aufbau der Samenanlage eingehend zu beschreiben. Diese Beschreibung wird dadurch erschwert, daß zu verschiedenen Zeiten für sehr verschiedene Dinge ein und derselbe Name in die Wissenschaft eingeführt wurde, demzufolge die Nomenklatur sehr verworren ist. Die Botaniker älterer Zeit haben die ganze Samenanlage Eichen (ovulum) genannt, und man unterschied an jedem Eichen den Kern (nucleus, nucellus) und die denselben umgebende Hülle (integumentum). Die Stelle, wo die Hülle den Kern unbedeckt läßt, wurde Keimmund (micropyle) genannt (s. Band I, S. 603 f.). In neuerer Zeit nannte man, um das nötige Einverständnis mit den Zoologen herzustellen, nur denjenigen Protoplasten, aus welchem nach erfolgter Befruchtung der Keimling hervorgeht: Ei und den Kern dieses Protoplasten: Eikern. Was die mit der Untersuchung der Befruchtungsvorgänge sich beschäftigenden Botaniker in neuerer Zeit Ei nennen, ist also nur ein winziger Teil desjenigen Gebildes, welches die Morphologen bis in die jüngste Zeit Eichen genannt haben und noch nennen, und ebenso verhält es sich mit dem Namen Eikern, worunter von den Botanikern verschiedener Richtung wesentlich verschiedene Gebilde begriffen wurden. Um Verwechselungen hintanzuhalten, empfiehlt es sich, unter solchen Umständen die Ausdrücke Ei und Eikern durch andere nicht zweideutige zu ersetzen. Um aber doch den so sehr erwünschten Einklang mit den Zoologen herzustellen, sollen im nachfolgenden dort, wo es passend erscheint, die entsprechenden Ausdrücke in Klammern beigesetzt werden.

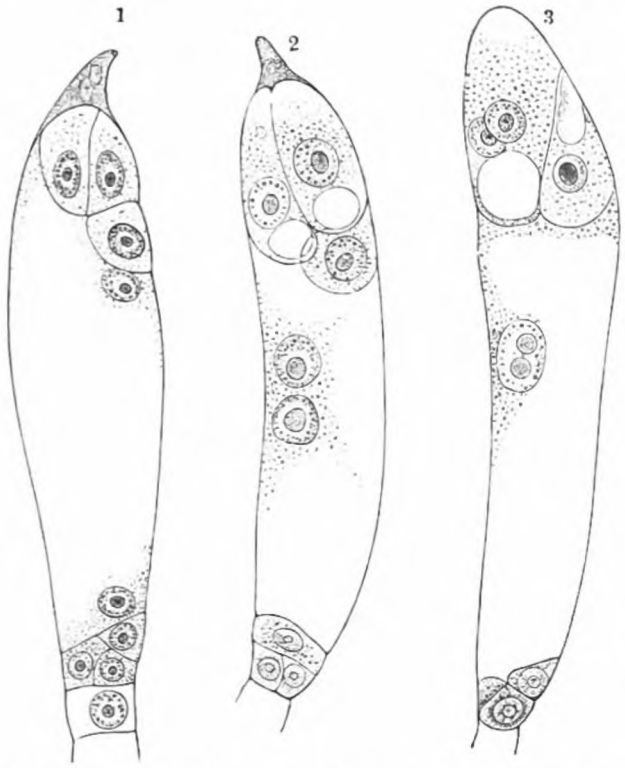
Die wichtigſte Zelle im Bereiche der ganzen Samenanlage iſt diejenige, welche das Ooplasma einſchließt. Wir nennen ſie bei den hier zunächſt in Betracht kommenden bedecktſamigen Phanerogamen (Angioſpermeen) gerade ſo wie bei den Kryptogamen Oogonium. In früherer Zeit hat man ſie auch als Embryoſack beſchrieben. Das Oogonium der bedecktſamigen Phanerogamen iſt eine der vielen Zellen desjenigen Gewebekörpers, welcher den Kern der Samenanlage bildet und von Integumenten eingehüllt wird.



Befruchtung: 1. Längsſchnitt durch die Samenanlage von Ephedra. — 2. Derſelbe Durchſchnitt. In der Mikropyle ſind Pollenzellen eingelagert, welche Pollenſchläuche getrieben haben. — 3. Längsſchnitt durch die Fruchtanlage von Ornithogalum nutans. — 4. Querſchnitt durch dieſelbe Fruchtanlage. — 5. Längsſchnitt durch die Narbe, den Griffel und den oberſten Teil des Fruchtknotens von Ornithogalum nutans. Von der an der Narbe haftenden Pollenzelle geht ein Pollenſchlauch aus, deſſen Spitze an der Mikropyle einer Samenanlage angelangt iſt. — 6. Längsſchnitt durch die Samenanlage von Ornithogalum. Die Spitze des Pollenſchlauches hat ſich durch die Zellenlage des Amphigoniums den Weg in das Oogonium gebahnt und berührt an der einen Seite einen Synergiden, an der anderen den Ooplaſten. Der zweite Synergide iſt aufgelöſt. (Teilweiſe nach Strasburger.) — Fig. 1, 4, 5: 3fach, Fig. 3: 2fach, Fig. 2 und 6: 100fach vergrößert. Vgl. Text, S. 405, 411 und 413.

Sie übertrifft zur Paarungszeit alle ihre Nachbarzellen an Größe. Die viel kleineren Nachbarzellen bilden um ſie eine geſchloſſene Hülle, welcher dieſelbe Rolle zukommt, wie dem Amphigonium bei den Mooſen und Farnen, und die darum auch bei den Phanerogamen am paſſendſten Amphigonium genannt wird. Es iſt demnach das mit Ooplasma erfüllte Oogonium von dem Amphigonium umſchloſſen, und dieſes wird wieder von den Integumenten eingehüllt. Die Integumente bilden keine vollſtändig geſchloſſene Hülle. Die offen gelaſſene Stelle iſt die oft genannte Mikropyle. Dieſe bildet die Pforte,

durch welche der Pollenſchlauch, beziehentlich das Spermatoplasma an das Amphigonium herantritt. Das Amphigonium wird daſelbſt nur aus einer einzigen Zellenlage gebildet, und unter dieſer Zellenlage befindet ſich das mit Ooplasma erfüllte in der untenſtehenden Abbildung in drei Entwickelungsſtufen dargeſtellte Oogonium. Das Ooplasma ſondert ſich in demſelben ſchon, bevor der mit Spermatoplasma erfüllte Pollenſchlauch an der Mikropyle angelangt iſt, in mehrere deutlich abgegrenzte Protoplaſten, von welchen jeder einen rundlichen oder ellipſoidiſchen Ballen darſtellt. Dieſe Protoplaſten entbehren der Haut aus Zellſtoff, ſind aber nichtsdeſtoweniger deutlich abgegrenzt. An dem der Mikropyle zugewendeten Pole oder Scheitel des Oogoniums haben ſich zwei ſolcher Protoplaſten ausgebildet, welche den Namen Gehilfen oder Synergiden führen. Anſchließend an die Synergiden iſt im Scheitel des Oogoniums auch jener Protoplaſt entſtanden, welcher den Ausgangspunkt für den Keimling oder Embryo bilden ſoll und dementſprechend als Embryoplaſt vorgeführt ſein mag. An dem gegenüberliegenden Pole, welchen man als Grund des Oogoniums anſpricht, ſind 2 oder 3 Protoplaſten entſtanden, welche den Namen Gegenfüßler oder Antipoden führen. Überdies hat ſich noch ein Protoplaſt mit einem deutlichen Kerne über den Antipoden und einer unter dem Embryoplaſten ausgebildet. Dieſe beiden rücken ſpäter in die Mitte des Oogoniums, ihre Kerne verſchmelzen dort miteinander und bilden den Anfang zu jenem Gewebe, welches mit dem Dotter des tieriſchen Eies verglichen werden könnte.



Oogonium oder Embryoſack von Monotropa in drei Entwickelungsſtadien (Fig. 1, 2, 3). In jedem derſelben ſind, in der Reihenfolge von oben nach unten zu ſehen: die Synergiden, der Embryoplaſt, der obere Polkern, der untere Polkern, die Antipoden. Vgl. Text, S. 415.

Sowohl der Embryoplaſt (Ei) als auch die Synergiden enthalten eine Vakuole, welche aber weder mit Luft noch mit wäſſeriger Flüſſigkeit, ſondern mit Plasma erfüllt iſt, allerdings mit einem Plasma, das von der Umgebung verſchieden ſein muß, weil es ſich von dieſem deutlich abgegrenzt zeigt. In den Synergiden findet ſich dieſe Vakuole in der vom Scheitel des Oogoniums abgewendeten, im Embryoplaſten (Ei) in der dem Scheitel zugewendeten Hälfte (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 2 und 3). Ebenſo enthält jeder dieſer Protoplaſten einen Kern, von deſſen Baue die bei anderer Gelegenheit gegebene Schilderung und Abbildung (ſ. Band I, S. 542) eine ungefähre Vorſtellung zu geben im ſtande iſt. Die Synergiden enthalten den Kern in der dem Scheitel des Oogoniums zugewendeten, der Embryoplaſt in der vom Scheitel des Oogoniums abgewendeten Hälfte. Der Kern des Embryoplaſten wurde ehemals Keimbläschen und wird, wie ſchon oben erwähnt wurde, jetzt Eikern genannt. Bisweilen iſt dieſer Kern ſo umfangreich, daß das übrige Protoplasma nur eine ſchwache Hülle desſelben bildet.

Das Spermatoplasma, welches die Pollenzelle erfüllt, ſondert ſich in zwei getrennte Protoplaſten, deren jeder einen Kern enthält. Dieſe Kerne, welche Spermakerne heißen, weichen ſowohl in der Größe als auch im Baue voneinander ab. Der eine macht den Eindruck eines grobfädigen Knäuels, der andere wird von einem zarten Fadennetze gebildet. Da

ermittelt wurde, daß der letztere an dem Befruchtungsvorgange nur mittelbar beteiligt ist, und daß ihm die Aufgabe zufällt, Nährstoffe für andere Gebilde zu liefern, so wurde er vegetativer Spermakern genannt, während man den an dem Befruchtungsvorgange unmittelbar beteiligten als generativen Spermakern angesprochen hat. Der letztere teilt sich in den meisten Fällen, und es sind dann zwei generative und ein vegetativer Spermakern vorhanden. Die Bildung dieser Spermakerne erfolgt schon im Inneren der Pollenzelle, noch vor dem Austritte des Pollenschlauches. In dem zur Fruchtknotenhöhle vordringenden Schlauche sieht man sie dicht hinter der fortwachsenden Spitze, und selbst dann, wenn der Pollenschlauch die Mikropyle erreicht hat und in sie eingedrungen ist, sind die beiden generativen Spermakerne noch deutlich zu erkennen. Der vegetative dagegen ist inzwischen schon aufgelöst und verbraucht worden.

Nachdem die Spitze des Pollenschlauches die Pforte der Mikropyle passiert hat, trifft sie auf die Zellenlage des Amphigoniums, bahnt sich durch diese, ähnlich wie durch das Narben- und Griffelgewebe, einen Weg und gelangt so an den Scheitel des Oogoniums. Hier wird sie von den Synergiden empfangen, welche bei der Annäherung des Pollenschlauches merkwürdige Veränderungen erfahren. Wenn die Pollenschlauchspitze an dem Scheitel des Oogoniums angelangt ist, stellt sich an dem der Mikropyle zugewendeten Teile jedes Synergiden eine Längsstreifung ein, und es bildet sich dort eine Kappe aus, von welcher flüssige Stoffe ausgeschieden werden. Auch zieht sich das Protoplasma der Synergiden zusammen und wird stark lichtbrechend. Diese Veränderungen stehen ohne Zweifel mit der Aufgabe der Synergiden, das Spermatoplasma des Pollenschlauches zu den Embryoplasten hinzuleiten, im Zusammenhange. Durch die von den Synergiden ausgeschiedenen Stoffe wird nämlich die zarte Zellhaut des Oogoniums aufgelöst, und durch die Zusammenziehung der Synergiden soll für das Spermatoplasma ein Weg zu den Embryoplasten geschaffen werden. In manchen Fällen beschränkt sich übrigens die Veränderung nicht nur auf die Zusammenziehung, sondern es erfolgt eine förmliche Auflösung der Synergiden. Bei Ornithogalum z. B. werden die Umrisse eines der beiden Synergiden verschwommen, und alsbald ist der ganze Synergide verschwunden. Dann sieht man am Scheitel des Oogoniums nur noch einen Synergiden dicht neben dem Embryoplasten, wie es die Abbildung auf S. 409, Fig. 1, zur Anschauung bringt.

Sobald der Pollenschlauch an die den Scheitel des Oogoniums erfüllenden Protoplasten herangetreten ist, wird seine Zellhaut an der Berührungsstelle aufgelöst oder doch so verändert, daß sie dem Durchtritte des Spermatoplasmas kein Hindernis mehr entgegensetzt. Der größere Teil des Spermatoplasmas verläßt jetzt thatsächlich den Pollenschlauch, welcher bisher zu dessen Führung gedient hat, folgt der durch die eben erwähnten Veränderungen der Synergiden gebildeten Bahn und gelangt so zu dem Embryoplasten. Zugleich werden die beiden Spermakerne, welche in der Spitze des Pollenschlauches eingebettet waren, zu dem Embryoplasten (Ei) hingeleitet. Der Embryoplast übernimmt nun denjenigen Spermakern, welcher bei der Wanderung vorausgegangen ist. Der zweite scheint die Bedeutung eines Reservekernes zu haben und nur dann an die Reihe zu kommen, wenn der erste die zur Befruchtung nötigen Fähigkeiten nicht besitzen sollte. Übrigens hat man auch beobachtet, daß von den Embryoplasten beide Spermakerne aufgenommen wurden, was möglicherweise mit der Zwillingsbildung im Zusammenhange stehen könnte. Die Aufnahme des Spermakernes von seiten des Embryoplasten vollzieht sich in folgender Weise. Der Spermakern tritt seitlich an den Embryoplasten heran, dringt in diesen ein und nähert sich dem im unteren Teile des Embryoplasten eingelagerten Eikerne. Beide Kerne legen sich aneinander, verschmelzen zu einem einzigen Kerne, und hiermit ist die so wichtige Befruchtung vollzogen. Welche Rolle in diesem letzten Augenblicke das Protoplasma des Embryoplasten spielt, zumal ob dasselbe eine anziehende Wirkung auf den Spermakern ausübt, ist schwer zu entscheiden. Ebenso dürfte es schwierig sein, zu ermitteln, wie sich das

an den Embryoplasten angelagerte Spermatoplasma verhält, nachdem der Spermakern dasselbe verlassen hat. Eine Verschmelzung desselben mit dem Embryoplasten scheint nicht stattzufinden, und es wird angenommen, daß dieses Plasma nur zur Ernährung des befruchteten Eikernes diene. Ebenso glaubt man annehmen zu können, daß der zweite zur Befruchtung nicht verwendete Spermakern sowie die noch vorhandenen Reste der Synergiden zur Ernährung des befruchteten Eikernes Verwendung finden. Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß andere Teile der Samenanlage, welche nach erfolgter Befruchtung rasch heranwachsen, von diesem verfügbaren Protoplasma Nutzen ziehen, und einige Thatsachen, auf welche später bei Besprechung des Entstehens der Bastarte zurückzukommen sein wird, scheinen dafür zu sprechen, daß von dem in die Frucht- und Samenanlage eingeführten Spermatoplasma auch, nachdem es sich des einen Spermakernes entledigt hat, ein formändernder Einfluß auf die Umgebung ausgeübt wird, mit anderen Worten, daß durch die Aufnahme dieses Spermatoplasmas die betreffenden Zellen angeregt werden, sich anders auszugestalten, als es ohne dieser Aufnahme geschehen sein würde.

Nachdem die Verschmelzung des Spermakernes mit dem Eikerne erfolgt ist, umgibt sich der Embryoplast (Ei) mit einer Haut aus Zellstoff. Die so gebildete Zelle nennt man Keimzelle; der Kern inmitten des protoplasmatischen Inhaltes dieser Zelle heißt Keimkern.

Es braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden, daß die Schilderung, welche hier von der Befruchtung der bedecktsamigen Phanerogamen gegeben wurde, keine erschöpfende ist, und daß die bisherigen Untersuchungen in einzelnen Fällen manche kleine Abweichungen ergeben haben. In der Hauptsache aber ist die gegebene Darstellung gewiß richtig, und es ist auch nicht zu erwarten, daß infolge künftiger ausgedehnterer Untersuchungen irgend welche erhebliche Unterschiede gefunden werden.

In mehrfacher Beziehung abweichend ist dagegen die Befruchtung der nacktsamigen Phanerogamen (Gymnospermeen), unter welchem Namen man die Cykadeen, Koniferen und Gnetaceen zusammenfaßt. Die Blüten dieser Gewächse entwickeln Pollenblätter mit Antheren, und es entstehen in den Fächern der Antheren Pollenzellen in derselben Weise wie bei den bedecktsamigen Phanerogamen; aber die Fruchtanlage zeigt in ihrem Aufbau eine unleugbare Ähnlichkeit mit jener gewisser Kryptogamen, zumal der Moose und Farne. Dieses Verhältnis gewinnt an Bedeutung, wenn man sich erinnert, daß die Befruchtung der Kryptogamen unter Wasser, jene der Phanerogamen an der Luft erfolgt (s. S. 67). Das in Spermatozoiden geteilte Spermatoplasma der Kryptogamen wird aus den Antheridien entlassen und kann nur schwimmend die Fruchtanlage erreichen; es bedarf bei dieser Wanderung keiner schützenden Hüllen aus Zellstoff, ja es würde eine solche Hülle im Wasser nur einen Hemmschuh bilden. Anders bei den in der Luft sich befruchtenden Phanerogamen. Da ist für das Spermatoplasma die Hülle aus Zellstoff von größter Wichtigkeit. Eingeschlossen in dieser Hülle kann dasselbe weite Wanderungen durch den trockensten Luftraum ausführen, ohne Schaden zu leiden, und überdies dient dann die Hülle in Form des Pollenschlauches als ein sicheres, wegbahnendes Gefährt, welches erst dann sich öffnet und sein Spermatoplasma mitsamt den Spermakernen entläßt, wenn das Ziel der Wanderung, das ist die Samenanlage, erreicht ist. Diese letztere mag in ihrem Aufbaue an die Fruchtanlage der Moose und Farne erinnern, das Wichtigste ist doch immer, daß bei den nacktsamigen Gewächsen das Spermatoplasma mittels eines Schlauches aus Zellstoff zu jenen Stellen hingeleitet wird, wo die Vereinigung mit dem Oplasma erfolgen soll. In diesem Punkte stimmen aber die Cykadeen, Koniferen und Gnetaceen mit den bedecktsamigen Phanerogamen überein und sind dem entsprechend auch als Phanerogamen anzusprechen.

Jede Samenanlage birgt bei den nacktſamigen Phanerogamen (Gymnoſpermeen) 2—15 mit Ooplasma erfüllte Zellen, welche Oogonien genannt werden. Dieſelben bilden ſich ſtets in dem oberen Teile jenes Gewebekörpers aus, welcher als Kern der Samenanlage erſcheint, und dieſer Gewebekörper wird von einer vielzelligen Hülle, dem Integument, mantelförmig umgeben. Die Stelle, wo das mantelförmige Integument den Kern der Samenanlage unbedeckt läßt, und die manchmal nur eine ſeichte, grubenförmige Vertiefung, meiſtens aber einen tiefen Trichter darſtellt (ſ. Abbildung, S. 409, Fig. 1, und S. 70, Fig. 8), wird ſo wie bei den bedecktſamigen Phanerogamen Mikropyle geheißen. Die Oogonien entwickeln ſich verhältnismäßig ſpät. Es iſt nachgewieſen, daß ſie bei den meiſten Arten erſt dann entſtehen, wenn die Mikropyle bereits Pollenzellen aufgenommen hat. Die Zellen, welche den Ausgangspunkt für die Oogonien bilden, liegen ſtets unterhalb der Mikropyle. Jede derſelben fächert ſich durch Einſchiebung einer Querwand in zwei Tochterzellen. Diejenige, welche der Mikropyle näher liegt, fächert ſich bei manchen Arten von neuem, aber die bei dieſer Gelegenheit eingeſchobenen Scheidewände ſtehen dann immer ſenkrecht auf der früher erwähnten Querwand.

Bei einem Vergleiche mit der Fruchtanlage der Mooſe und Farne gelangt man zu dem Ergebniſſe, daß die hinter der Querwand liegende Zelle, welche das zu befruchtende Ooplasma enthält und als Oogonium angeſprochen wird, der Zentralzelle entſpricht, und daß die vor der Querwand näher der Mikropyle liegenden Zellen den ſogenannten Halszellen gleichwertig ſind (ſ. S. 60 und 62). Der Inhalt des Oogoniums ſondert ſich bei einigen Arten in zwei Protoplaſten, einen kleineren, welcher der unmittelbare Nachbar der Halszellen iſt, und den man mit dem Namen Bauchkanalzelle bezeichnet, und einen auffallend großen, welcher als Ausgangspunkt des Embryos den Namen Embryoplaſt zu führen hat.

Wie ſchon erwähnt, enthält bei den nacktſamigen Phanerogamen jede Samenanlage mehrere Oogonien. Bei der Fichte und Kiefer zählt man deren 3—5, bei der Cypreſſe und dem Wachholder 5—15. Bei den erſteren ſind die Oogonien durch eingeſchaltete Wände aus Zellgewebe deutlich voneinander getrennt, bei den letzteren dagegen ſchließen die Oogonien unmittelbar aneinander und zeigen ebenſo wie die über ihnen ausgebildeten Halszellen eine roſettenförmige Anordnung. Indem jene Zellen der Samenanlage, welche an die Oogonien angrenzen, wiederholt gefächert werden, entſteht eine deutlich unterſcheidbare, die Oogoniengruppe einhüllende Schicht, welche als innere Wandſchichte des Amphigoniums zu gelten hat. Das Zellgewebe des Amphigoniums außerhalb dieſer Wand iſt bei den nacktſamigen Phanerogamen ſehr umfangreich und enthält reichliche Mengen von Stoffen aufgeſpeichert, welche ſpäterhin, nach erfolgter Befruchtung, dem ſich entwickelnden Keimlinge zu gute kommen.

Bei den bedecktſamigen Phanerogamen ſind die Samenanlagen im Fruchtknotengehäuſe eingeſchloſſen; der Pollen gelangt auf die Narbe, und die Pollenſchläuche müſſen durch das Gewebe der Narbe und des Griffels wachſen, um zur Samenanlage zu gelangen. Den nacktſamigen Phanerogamen fehlt das Fruchtknotengehäuſe; es fehlt der Griffel, es fehlt die Narbe, und es gelangt der Pollen durch Vermittelung des Windes unmittelbar zur Mikropyle der Samenanlage. Um die Pollenzellen hier feſtzuhalten, ſind verſchiedene Einrichtungen getroffen. Die Mikropyle iſt zur Zeit, wenn der Pollen ausſtäubt, weit geöffnet, und die oberflächlichen Zellen ſind ſo klebrig, daß der durch den Wind herbeigetragene, ſtäubende Pollen leicht an denſelben anhaftet. Häufig quillt aus der Mikropyle eine helle Flüſſigkeit in Form eines Tropfens hervor; an dieſem Tropfen bleiben die Pollenzellen kleben, und wenn dann ſpäter der Flüſſigkeitstropfen wieder eingeſogen wird, ſo werden zugleich die angeklebten Pollenzellen in die trichterförmige Vertiefung der Mikropyle hinabgezogen. Es wird alſo bei den nacktſamigen Phanerogamen nicht die Narbe, ſondern die Mikropyle mit Pollen belegt (ſ. Abbildung, S. 409, Fig. 2).

Nachdem die Belegung erfolgt ist, zieht sich die Pforte der Mikropyle zusammen, und der eingewanderte Pollen ist nun förmlich eingesperrt. Zwischen der Belegung und dem Austreiben der Pollenschläuche verstreicht bei den nacktsamigen Phanerogamen eine verhältnismäßig lange Zeit. Bei den Kiefern (Pinus) bleibt der im Mai in die Mikropyle eingewanderte Pollen den ganzen Sommer, Herbst und Winter hindurch unverändert, und erst nach einem vollen Jahre beginnt die Entwickelung der Pollenschläuche. Inzwischen sind im Inneren der Samenanlage jene Veränderungen vor sich gegangen, welche früher geschildert wurden. Im Oogonium harrt jetzt der empfängnisfähige Embryoplast auf die Ankunft des in den Pollenzellen eingeschlossenen Spermatoplasmas.

Das Spermatoplasma hat sich in der Pollenzelle in mehrere Protoplasten gesondert, wobei natürlich den Zellkernen die wichtigste Rolle zufiel. Das Ergebnis dieser Sonderung ist die Ausbildung mehrerer kleiner und eines auffallend großen Protoplasten. Ähnlich wie bei den bedecktsamigen Phanerogamen werden die ersteren im Hinblicke auf die Rolle, welche ihnen weiterhin zukommt, vegetativ, der letztere generativ genannt (s. S. 411). Das Austreiben der Pollenschläuche aus den Pollenzellen vollzieht sich zwar in derselben Weise wie bei den bedecktsamigen Phanerogamen, doch ist bei den Cykadeen, Koniferen und Gnetaceen hauptsächlich nur der generative Protoplast beteiligt; die vegetativen Protoplasten schrumpfen während der Bildung des Pollenschlauches rasch zusammen. Der Zellkern des generativen Protoplasten hält sich nahe dem fortwachsenden Ende des Pollenschlauches und erfährt dort bei den Kiefern und Tannen eine einmalige, bei den Cypressen und den Wachholdern eine wiederholte Teilung. Nach erfolgter Teilung sammelt sich das Spermatoplasma um die Tochterkerne, und man sieht dann in dem unteren Ende des Pollenschlauches zwei oder mehrere Protoplasten eingebettet. Die Kerne dieser Protoplasten sind als Spermakerne anzusprechen.

Das untere Ende des Pollenschlauches schmiegt sich nun dem inneren, von dem Integumente umschlossenen Gewebe der Samenanlage an, welches hier gewissermaßen den Boden der gruben- oder trichterförmigen Mikropyle bildet und bisweilen warzenförmig in diese vorgedrängt ist. Nicht selten findet hier eine Verbreiterung und Ausbauchung des Pollenschlauches statt, so daß dieser das warzenförmig sich erhebende Gewebe wie eine Kappe bedeckt. Von den Embryoplasten ist der Pollenschlauch jetzt noch durch die Zellenlage des Amphigoniums, die Zellhaut des Oogoniums und die Halszellen getrennt. Diese müssen noch durchsetzt werden, und es ist die Annahme gestattet, daß das auf dieselbe Weise geschieht wie bei den bedecktsamigen Phanerogamen, d. h. daß durch Auflösen und teilweises Zusammenziehen der genannten Gebilde der Weg für das Spermatoplasma gebahnt wird. So viel ist gewiß, daß der Pollenschlauch diese Gebilde leicht durchdringt und auf dem kürzesten Wege das Spermatoplasma mitsamt den Spermakernen zu den empfängnisfähigen Embryoplasten bringt. Bei den Cypressen und Wachholdern, welche zahlreiche Oogonien, beziehentlich zahlreiche Embryoplasten dicht nebeneinander ausgebildet haben, kommt es auch vor, daß an dem bauchig erweiterten Ende eines Pollenschlauches mehrere Ausstülpungen entstehen, von welchen jede zu einem Embryoplasten hinabwächst. Da bei diesen Pflanzen in jedem Pollenschlauche zahlreiche Spermakerne entstehen, so kann mittels dieser Ausstülpungen jedem der Embryoplasten ein Spermakern zugeführt werden.

Die Befruchtung oder Empfängnis erfolgt nun gerade so wie bei den bedecktsamigen Phanerogamen; die Spermakerne treten in den Embryoplasten ein, und einer derselben verschmilzt mit dem die Mitte des Embryoplasten einnehmenden Eikerne. Der andere löst sich nach einiger Zeit auf und wird so wie das ihn umgebende spärliche Spermatoplasma mutmaßlich als Nährstoff für die auswachsenden Samenanlagen verwendet. Möglicherweise kommt ihm auch die Bedeutung eines Reservekernes in dem auf S. 411 angedeuteten Sinne zu.

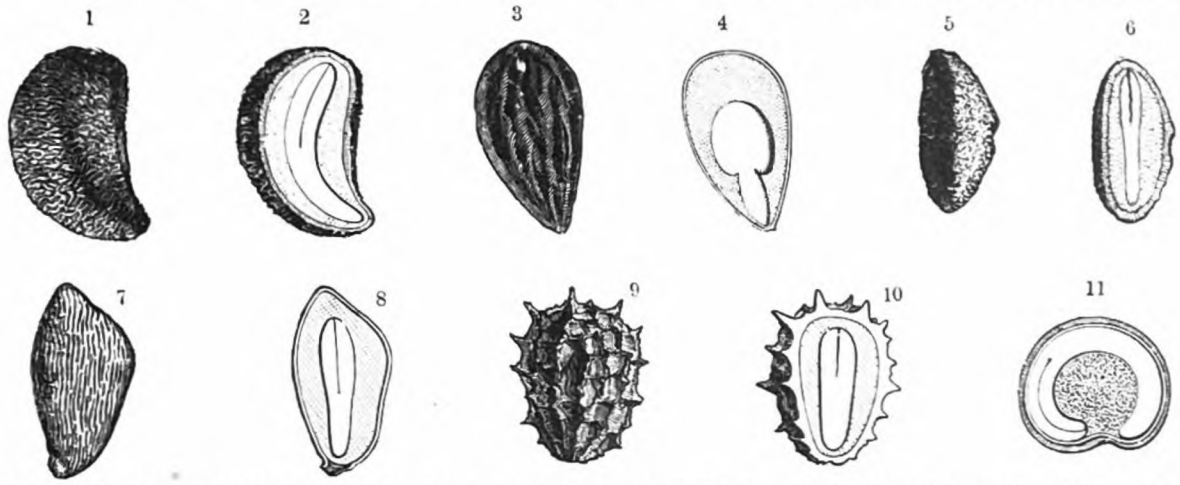
Die Entwickelung des Keimlinges oder Embryos aus der Keimzelle ist bei den bedecktsamigen und nacktsamigen Phanerogamen verschieden. Bei den ersteren verwächst die Keimzelle, nachdem ihre Haut aus Zellstoff hergestellt ist, mit dem Scheitel des Oogoniums und fächert sich nach vorhergegangener Teilung des Zellkernes durch Einschiebung einer queren Scheidewand in ein Zellenpaar. Diese Fächerung wiederholt sich, und so entsteht eine in das Oogonium hineinragende Zellenreihe. Die Endzellen dieser Reihe werden dann zum Keimlinge, die anderen zum Träger des Keimlinges. Der ausgewachsene Keimling besteht bei einigen Schmarotzerpflanzen und bei den Orchideen aus einer kleinen Zellengruppe, welche keinerlei Gegensatz von Achse und Blättern erkennen läßt; bei den meisten bedecktsamigen Phanerogamen aber erscheint er deutlich gegliedert, und man unterscheidet an ihm bereits die Anlage eines Stammes, die Anlage einer ersten Wurzel und die Anlagen von Blattgebilden (s. Abbildung, Band I, S. 559, Fig. 1 und 2). Am meisten in die Augen fallend sind die Keimblätter, welche vom Keimblattstamme ausgehen, und welche bei manchen Arten, wie z. B. bei Styphnolobium Japonicum, durch reichliches in den Zellen ausgebildetes Chlorophyll grün gefärbt sind. Bei vielen Pflanzen, so z. B. bei den Äpfeln und Mandeln, den Bohnen und Erbsen, der Kapuzinerkresse und der Wassernuß sowie bei den Eichen (s. Abbildung, Band I, S. 566, Fig. 1—6), werden die Keimblätter gedunsen, dick und prall, gestalten sich zu einem Reservestoffbehälter, liefern für die auswachsende Achse des Keimlinges die nötigen Baustoffe und füllen nachgerade den von den Integumenten umschlossenen Raum so vollständig aus, daß für andere Gebilde neben dem Keimlinge kein Platz mehr übrigbleibt. In den meisten Fällen aber sind die Keimblätter zart und dünn, und es würden die in ihnen abgelagerten Stoffe als Baustoffe für die auswachsende Achse nicht ausreichen. Dann erscheint dem Keimlinge, welcher früher oder später von der Mutterpflanze sich trennt, für die erste Zeit seiner Selbständigkeit ein Vorrat von Nährstoffen in einem besonderen Speichergewebe mitgegeben. Dieses Gewebe, dessen Zellen mit Fett und Mehl (Stärke- und Proteinkörner) vollgepfropft sind, entspricht dem Dotter im Vogelei, und es wäre sehr wünschenswert, wenn sich die Botaniker dahin einigen könnten, dasselbe auch bei den Pflanzen Dotter zu nennen. Die mannigfaltigen Namen, welche diesem Nahrungsspeicher gegeben wurden, Endosperm, Kernmasse, Albumen, Eiweiß, Eiweißkörper ꝛc., sind nämlich unpassend und verwirrend, weil sie in ihrem Anlaute ganz oder teilweise mit den für wesentlich andere Stoffe und Gebilde eingebürgerten und in Anwendung gebrachten Bezeichnungen übereinstimmen.

Den Ausgangspunkt für dieses dem Dotter entsprechende Speichergewebe bilden zwei schon frühzeitig im Oogonium angelegte Kerne, von welchen der eine unterhalb des Embryoplasten, der andere oberhalb der Antipoden zu sehen ist (s. Abbildung, S. 410, Fig. 1), und die man als oberen und unteren Polkern unterschieden hat. Diese beiden Kerne, um welche sich ein Teil des Protoplasmas ballt, nähern sich (s. Abbildung, S. 410, Fig. 2) und verschmelzen daraufhin zu einem einzigen Kerne, dem sogenannten Zentralkerne (Fig. 3). Indem dieser Zentralkern späterhin wiederholte, sehr mannigfaltige Teilungen erfährt, wird er der Ausgangspunkt für ein parenchymatisches Gewebe, dessen Zellen sich mit den erwähnten Reservestoffen (Fett, Stärke- und Proteinkörner) füllen.

Die Verbindung des Keimlinges mit seinem Nahrungsspeicher ist auf sehr verschiedene Weise hergestellt. In vielen Fällen, wie z. B. bei dem Gauchheile, dem Sauerklee, dem Löwenmaule und dem Erdbeerbaume (Anagallis phoenicea, Oxalis Acetosella, Antirrhinum majus, Arbutus Unedo; s. Abbildung, S. 416, Fig. 3—10), liegt der geradlinige Keimling mitten in dem Nahrungsspeicher eingebettet. Auch bei der Weinraute (Ruta graveolens; s. Abbildung, S. 416, Fig. 1 und 2), welche einen gekrümmten Keimling besitzt, beobachtet man dasselbe Verhältnis; dagegen liegt bei der Kermesbeere (Phytolacca

decandra; ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 11) der Keimling dem Nahrungsſpeicher ſeitlich an und iſt um denſelben wie ein Hufeiſen gekrümmt. Die Sapindaceen und die Meldengewächſe zeigen einen ſpiralig gerollten Keimling. Bei den Gräſern iſt der Keimling dem Nahrungsſpeicher ſeitlich angeſchmiegt, aber nicht gekrümmt, ſondern gerade. In welcher Weiſe der auswachſende Keimling die ihm von der Mutterpflanze in dem Speichergewebe mitgegebenen Nährſtoffe verbraucht und ſich nutzbar macht, wurde ausführlich im Band I, S. 560 geſchildert.

Sowohl der Keimling als auch das Speichergewebe nehmen auf Koſten der an das Oogonium unmittelbar angrenzenden, mit Protoplasma erfüllten Zellen an Umfang zu, und es iſt von dieſen letzteren in dem ausgewachſenen Samen meiſtens keine Spur mehr zu finden. Nur bei verhältnismäßig wenigen Pflanzen bleibt ein Teil der genannten Zellen erhalten und erlangt eine ähnliche Bedeutung wie das Speichergewebe, welches ſich im In-

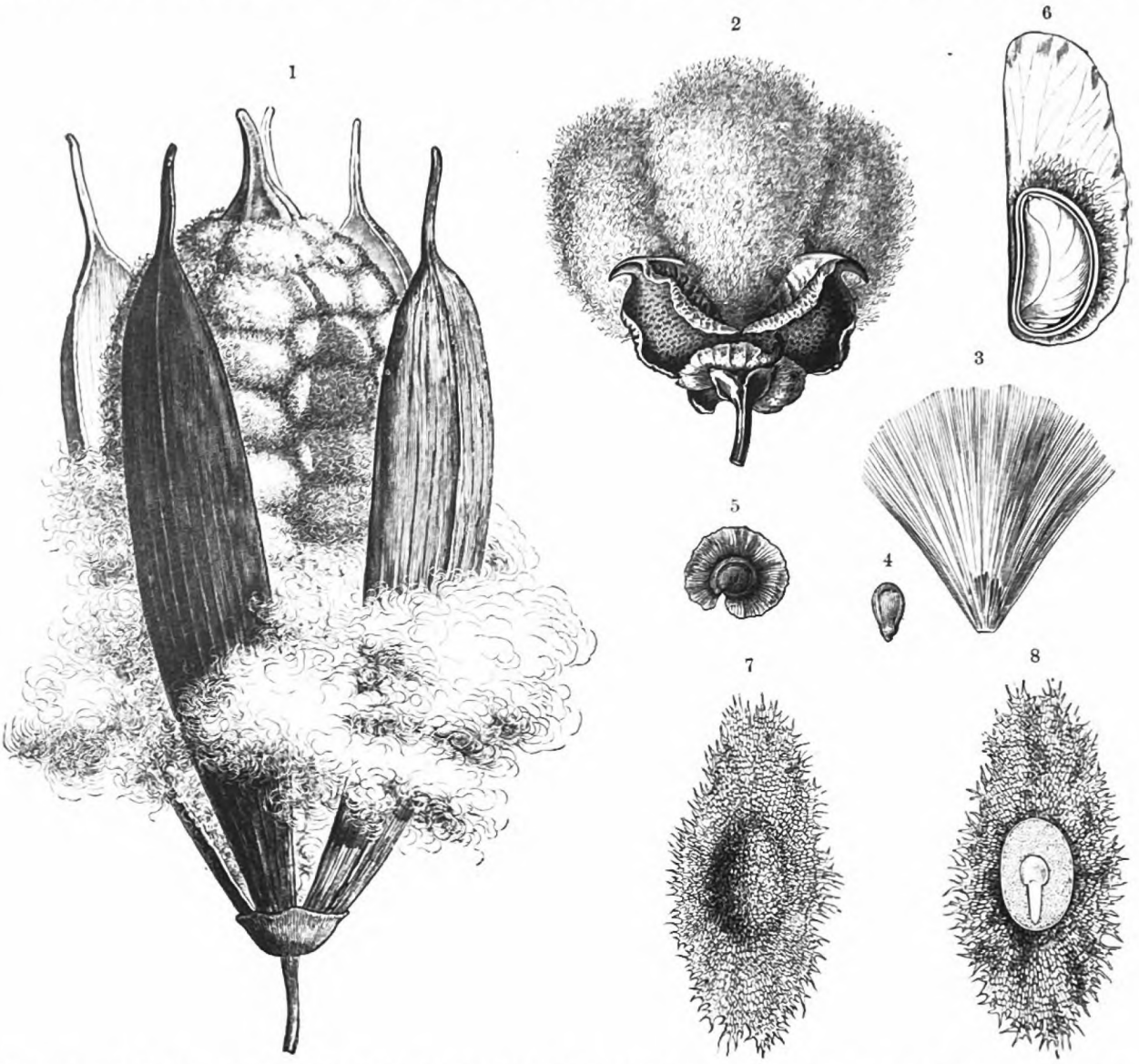


Samen mit einem Speichergewebe: 1. Ruta graveolens, ganzer Same. — 2. Längsſchnitt durch denſelben. — 3. Oxalis Acetosella, ganzer Same. — 4. Längsſchnitt durch denſelben. — 5. Anagallis phoenicea, ganzer Same. — 6. Längsſchnitt durch denſelben — 7. Arbutus Unedo, ganzer Same. — 8. Längsſchnitt durch denſelben. — 9. Antirrhinum majus, ganzer Same. — 10. Längsſchnitt durch denſelben. — 11. Längsſchnitt durch den Samen von Phytolacca decandra. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 415.

neren des Oogoniums ausgebildet hat. Es füllen ſich nämlich auch dieſe Zellen mit Fett und mit Stärke- und Proteinkörnern, welche ſpäterhin von dem auswachſenden Keimlinge verwertet werden können. Im Gegenſatz zu dem Endoſperm, unter welchem Namen das im Oogonium entſtandene Speichergewebe begriffen wird, hat man jenes, welches außerhalb des Oogoniums entſteht, Periſperm genannt. Will man den Namen Dotter in Anwendung bringen, ſo könnte das Periſperm als äußerer Dotter von dem Endoſperm oder inneren Dotter unterſchieden werden.

Es iſt bemerkenswert, daß die Ausbildung dieſer Speichergewebe unterbleibt, wenn die Befruchtung des Embryoplaſten nicht ſtattgefunden hat. Die Befruchtung hat augenſcheinlich einen Einfluß, welcher über die Grenzen des Embryoplaſten weit hinausgeht. Ich möchte dieſen Einfluß mit dem Anſtoße vergleichen, welcher durch einen in das Waſſer geworfenen Stein hervorgebracht wird. Ähnlich wie die ſich erweiternden Wellenkreiſe im Waſſer entwickeln ſich auch in der Samenanlage Veränderungen, zunächſt in der unmittelbaren Nachbarſchaft des durch die Befruchtung zum Ausgangspunkte des Keimlinges gewordenen Embryoplaſten, dann in den Integumenten, weiterhin in den Fruchtblättern und endlich auch noch in dem Teile des Hochblattſtammes, welcher als Träger der ganzen Fruchtanlage erſcheint. Dieſe Veränderungen, welche auf Bewegungen kleinſter Teile zurückzuführen ſind und ſich als Wachstum offenbaren, erfolgen bei jeder Pflanze nach einem im vorhinein beſtimmten, durch die eigenartige Zuſammenſetzung des Protoplasmas

vorgezeichneten Bauplane. Das Ziel der Wachstumsvorgänge aber iſt unſchwer zu erkennen. Das neue Weſen, welches durch die Befruchtung entſtanden iſt, ſich früher oder ſpäter von der Mutterpflanze ablöſt, ſelbſtändig werden, ſich anſiedeln und an der neuen Wohnſtätte ein gedeihliches Fortkommen finden ſoll, muß für ſeine Zukunft entſprechend eingerichtet ſein; der Keimling bedarf beſtimmter Ausrüſtungen für ſeine Reiſe und ſeine neue Anſiedelung, er bedarf entſprechender Verbreitungsmittel, er bedarf einer



Samen mit flügelförmigem Saume und haarigem Samenmantel: 1. Aufgeſprungene Frucht von Eriodendron; zwiſchen den Klappen die in einem haarigen Samenmantel eingehüllten Samen ſichtbar. — 2. Aufgeſprungene Frucht von Gossypium herbaceum; zwiſchen den Klappen die in einem haarigen Samenmantel eingehüllten Samen ſichtbar. — 3. Same von Populus tremula mit haarigem Samenmantel. — 4. Derſelbe Same, von dem Samenmantel abgelöſt. — 5. Geflügelter Same von Lepigonum marginatum. — 6. Längsſchnitt durch den geflügelten Samen von Vochysia. — 7. Geflügelter Same von Cinchona — 8. Längsſchnitt durch dieſen Samen. Fig. 4—8 vergrößert. (Zum Teile nach Baillon) Vgl. Text, S. 418.

Schutzwehr gegen die vernichtenden Angriffe der auf Pflanzenkoſt angewieſenen Tiere bis zu jenem Zeitpunkte, in welchem er die Mutterpflanze verläßt, und er bedarf auch einer Verſicherung gegen die Ungunſt der Witterung. Dieſe Ausrüſtungen werden nun durch eigentümliche, nach der Befruchtung eintretende Veränderungen der Integumente, der Fruchtblätter und des Blütenbodens zu ſtande gebracht.

Die Integumente verwandeln ſich in die Samenſchale, welche mitunter deutlich in eine äußere und eine innere geſondert erſcheint. Für den Fall einer ſolchen Sonderung iſt

die innere Schale ſehr einfach geſtaltet und ſtellt ein farbloſes, dünnes Häutchen, ſeltener eine derbe Haut oder ein ſchleimiges, leicht aufquellendes Gewebe dar. Die äußere Samenſchale (testa) zeigt dagegen eine große Mannigfaltigkeit der Geſtalt. Sie iſt nicht ſelten mehrſchichtig, und die aufeinander folgenden Schichten werden aus den verſchiedenartigſten Zellformen aufgebaut. Bald erſcheint ſie weich und dünnhäutig, bald ſteif und feſt, pergamentartig, holzig, hornartig oder ſteinhart, wieder in anderen Fällen fleiſchig und ſaftreich oder in eine ſchleimige, klebrige Maſſe umgewandelt. Die äußerſte Schicht dieſer Schale iſt in den meiſten Fällen braun, grau oder ſchwarz, ſeltener gelb und weiß und am ſeltenſten rot gefärbt. Welche Bedeutung die verſchiedenen ſchleimigen Überzüge, die Zellenlagen, aus welchen bei Befeuchtung klebrige Stoffe ausgeſchieden werden, ferner die kleinen Grübchen und Furchen, Warzen und Runzeln, Riefen und Netze, Spitzen und Zacken für das Feſthalten der Samen an das Keimbett haben, wurde bereits in Band I, S. 574—580 erörtert. Wenn die Samen durch den Wind verbreitet werden ſollen, ſo erheben ſich von der oberflächlichen Schicht

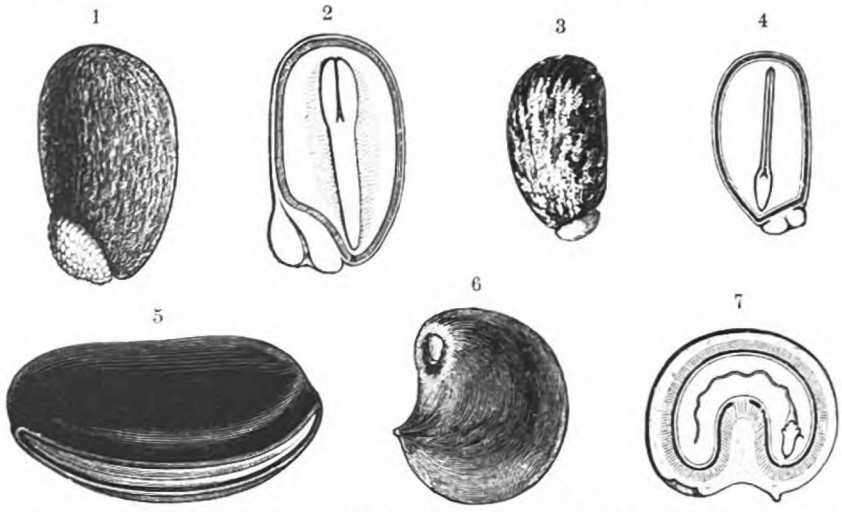


Salix polaris mit aufgeſprungenen Kapſeln, aus welchen die haarigen Samen hervorkommen.

ihrer Schale flügelförmige Leiſten und Säume, wie beiſpielsweiſe bei dem zu den Mieren gehörigen Lepigonum marginatum (ſ. Abbildung, S. 417, Fig. 5), dem Samen der Chinarindenbäume (Cinchona, ſ. Abbildung, S. 417, Fig. 7 und 8), der tropiſchen Vochysia (Fig. 6), welch letztere, nebenbei bemerkt, durch die übereinander gerollten Keimblätter des Keimlinges ausgezeichnet iſt. Manchmal geht von den oberflächlichen Zellen der Samenſchale eine Unmaſſe langer, zarter Haare aus, wie bei der Baumwollſtaude (Gossypium; ſ. Abbildung, S. 417, Fig. 2) und dem zu den Wollbäumen gehörenden Eriodendron (ſ. Abbildung, S. 417, Fig. 1). An den Samen des Oleanders ſind die Haare am Scheitel des Samens länger als an der Baſis, und bei dem Weidenröschen iſt nur am Scheitel des Samens ein Schopf von zarten Haaren ausgebildet.

Bei nicht wenigen Pflanzen entwickeln und erheben ſich von der Baſis oder von dem Träger der Samenanlage noch beſondere Gebilde, welche zur Zeit der Reife des Keimlinges wie ein Mantel die aus den Integumenten hervorgegangene Samenſchale ringsum einhüllen und unter dem Namen Samenmantel (arillus) begriffen werden. Dieſer Samenmantel zeigt ähnliche Verhältniſſe wie die ſchon erwähnten Auswüchſe der Samenſchale. Bei den Weiden (Salix; ſ. obenſtehende Abbildung) und Pappeln (ſ. Abbildung, S. 417, Fig. 3 und 4) iſt derſelbe aus langen, zarten Haaren gebildet, bei manchen Paſſifloreen, Sapindaceen und Celaſtrineen, unter anderen bei der Gattung Spindelbaum (Evonymus), ſtellt er eine breiige oder fleiſchige, gewöhnlich lebhaft rot gefärbte Maſſe dar, und bei den Myriſtikaceen bildet er

eine eigentümlich zerſchlitzte Hülle. Das unter dem Namen Macis oder Muskatblüte bekannte Gewürz iſt der Samenmantel der Myristica aromatica. Wenn die Leiſten und Lappen oder das fleiſchige Gewebe nur einſeitig von der Baſis oder von dem Träger der Samenanlage ausgehen, ſo ſpricht man von einer Samenſchwiele (caruncula). Eine ſehr auffallende, einem fleiſchigen Hahnenkamme vergleichbare Samenſchwiele zeigt das Schöllkraut (Chelidonium majus). Beſchränkt ſich die Zellwucherung auf den ſogenannten Nabel, das iſt die Stelle, wo ſich der Same von ſeinem Träger ablöſt, ſo wird dieſelbe insbeſondere Nabelſchwiele (caruncula hili) genannt. Solche Nabelſchwielen beobachtet man z. B. an dem Veilchen (Viola; ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 1 und 2) und an dem Rizinus (Ricinus; ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 3 und 4). Die Umgebung der Stelle, wo die Samenanlage mit ihrer Unterlage im Zuſammenhange ſtand, iſt auch dann, wenn dort keine Schwiele ausgebildet wurde, am abgelöſten Samen immer noch deutlich zu erkennen und wird Nabel (hilum) genannt. Sie iſt deutlich abgegrenzt, meiſtens anders gefärbt als der übrige Teil der Samenſchale, bald gewölbt, bald vertieft, manchmal rinnenförmig und bisweilen von zwei wulſtförmigen Rändern eingefaßt (ſ. nebenſtehende Abbildung, Fig. 5). An dem Punkte, wo die Trennung des Zuſammenhanges ſtattgefunden hat, entſteht eine Art Narbe, und dieſer Punkt wird auch Nabelnarbe (omphalodium) genannt.



Samen mit Schwielen, Nabelnarben und Keimmundnarben: 1. Same von Viola tricolor. — 2. Derſelbe im Längsſchnitte. — 3. Same von Ricinus communis. — 4. Derſelbe im Längsſchnitte. — 5. Same von Physostigma venenosum. — 6. Same von Anamirta Cocculus. — 7. Derſelbe im Längsſchnitte. (Nach Baillon.)

Die Stelle, wo ſich an der Samenanlage die Mikropyle befand, iſt an dem ausgereiften Samen in vielen Fällen gleichfalls zu erkennen und wird als Keimmundnarbe (cicatricula) angeſprochen. Sie erſcheint als ein kleines Loch oder als eine ritzenförmige Vertiefung, und ihre Umgebung iſt gewöhnlich mit eigentümlichen Geweben umrandet. Bei jenen Samen, welche aus gekrümmten Samenanlagen hervorgegangen ſind, erſcheinen die Keimmundnarbe und Nabelnarbe einander ſehr genähert (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 6 und 7). Mitunter hat ſich eine grubenförmige Vertiefung (Nabelgrube) ausgebildet, in welcher die Nabelnarbe und die Keimmundnarbe dicht nebeneinander liegen.

Den in der Umgebung der Nabelnarbe und Keimmundnarbe äußerlich ſichtbaren, ſeltſamen Gebilden entſpricht ein überaus merkwürdiger innerer Bau dieſes Teiles der Samenſchale. Derſelbe wird einigermaßen verſtändlich, wenn man erwägt, daß in vielen Fällen der im Inneren ruhende Keimling das zu ſeiner weiteren Entwickelung benötigte Waſſer nur durch dieſen Teil der Samenſchale beziehen kann. Dasſelbe Gewebe, welches bisher einen Abſchluß gegen Verdunſtung und Vertrocknung zu bilden hatte, ſoll nun als eine Vorrichtung wirkſam werden, welche den Waſſerbezug aus der zum Keimbette dienenden Erde regelt. Dazu iſt vor allem notwendig, daß durch die Verteilung der Gewebemaſſen an der Samenſchale die vorteilhafteſte Lage des Samens auf dem Keimbette hergeſtellt wird, und dieſe iſt dann erreicht, wenn diejenige Stelle des Samens, durch welche dem Keimlinge im Inneren Waſſer zugeleitet werden ſoll, unmittelbar der feuchten Erde aufliegt. Darum iſt in jenen

Fällen, in welchen der Keimling das benötigte Waſſer durch die Nabelnarbe beziehen ſoll, der Schwerpunkt, der bei dem Niederfallen des Samens auf die Erde vorausgeht, ſtets in die Nähe der Nabelnarbe gelegt. Auch iſt dort das Gewebe mit Zwiſchenzellengängen verſehen, welche als Durchlaßſtellen für das Waſſer dienen. Häufig iſt daſelbſt ein lockeres Gewebe aus ſternförmigen Zellen gebildet, durch welches das Waſſer wie durch ein Schwämmchen aus der Umgebung aufgeſaugt und in das Innere des Samens geführt wird.

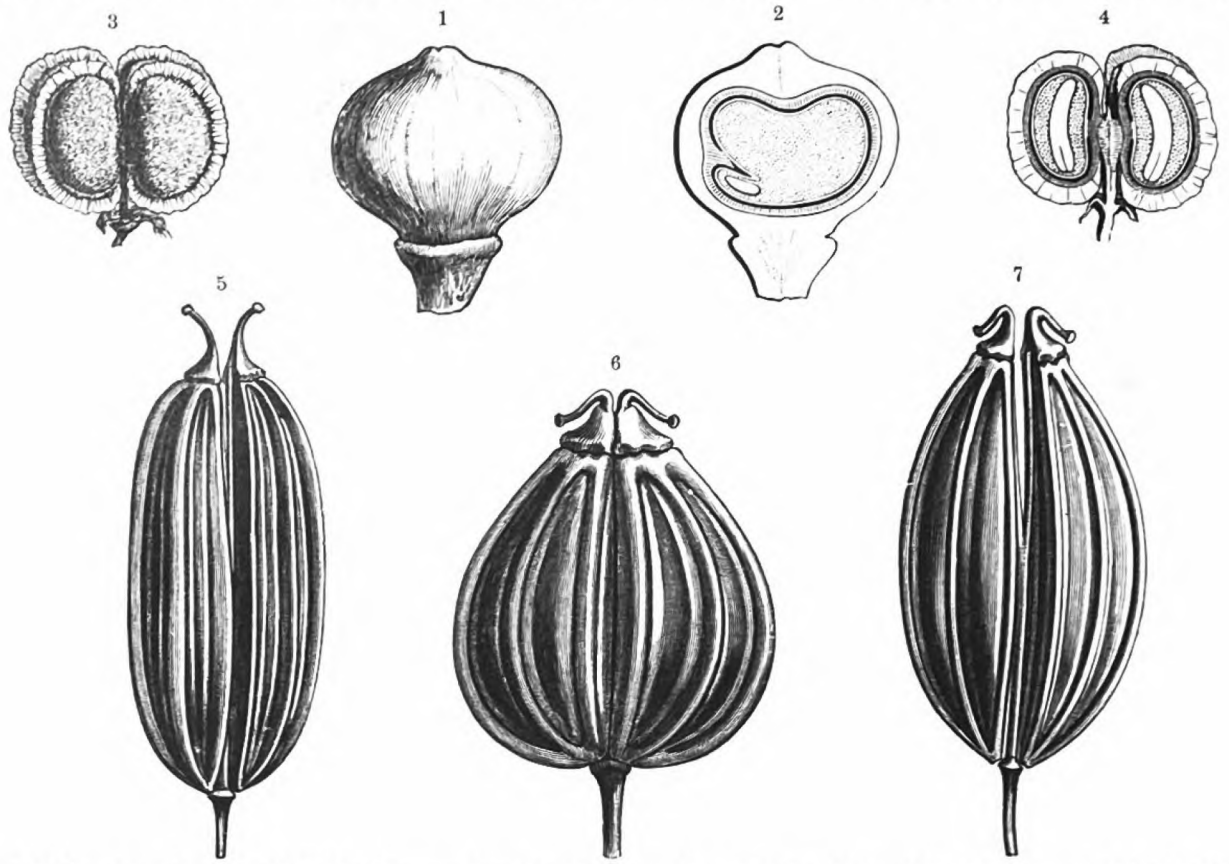
An den Samen, in deren Inneres das Waſſer nicht nur an beſtimmten Stellen, ſondern von allen Seiten eindringen ſoll, finden ſich zwiſchen den verdickten, für Waſſer undurchläſſigen Zellen, welche die Hauptmaſſe der Samenſchale bilden, über die ganze Oberfläche zerſtreut beſondere Zellenzüge oder feine Kanäle, welche zur rechten Zeit als Durchlaßſtellen für das Waſſer wirkſam werden. So z. B. findet man an den Schalen der Samen bei den Blumenſchilfen (Canna) obenauf eine Schicht dickwandiger Paliſſadenzellen und unter dieſen noch 5—6 Lagen ſteinharter, in die Quere geſtreckter Zellen, welche zuſammengenommen einen ſehr feſten Panzer des Keimlinges bilden. Aber die ganze Oberfläche dieſer Samenſchale iſt auch beſäet mit winzigen Grübchen, in deren Grunde je eine Spaltöffnung liegt, und dieſe Spaltöffnung iſt die Mündung feiner, zwiſchen den Paliſſadenzellen in das Innere führender, das Waſſer einlaſſender Kanäle.



1. Zweig des Seidelbaſtes (Daphne Mezereum) mit Pflaumenfrüchten. — 2. Fruchtſtand der Linde (Tilia) mit flaumhaarigen Nüſſen. — 3. Längsſchnitt durch die Frucht der Linde. — Fig. 1 und 2 in natürlicher Größe; Fig. 3 vergrößert. Vgl. Text, S. 421 und 422.

Mit der geſchilderten Entwickelung der Samen ſteht auch die Umgeſtaltung des Gehäuſes, in welchem die Samenanlagen geborgen waren, und in deſſen Innerem die Befruchtung ſtattfand, im innigen Zuſammenhange. Dieſes Gehäuſe führte zur Zeit der Befruchtung den Namen Stempel; zur Zeit, wenn es die reifen Samen enthält, wird es Samengehäuſe (spermotheca) genannt. Von den beſchreibenden Botanikern wird das Samengehäuſe gewöhnlich ſchlechtweg als Frucht angeſprochen. Daß dieſe Bezeichnung nicht zutreffend iſt, braucht nicht ausführlich erörtert zu werden. Die Frucht der Phanerogamen iſt der Inbegriff aller nach der Befruchtung eigentümlich veränderten Teile der Hochblätter und des Hochblattſtammes. Da vorausgeſetzt werden kann, daß die Veränderungen an den genannten Teilen nach der Befruchtung nur erfolgen, damit der Keimling als der weſentlichſte Teil der Frucht bei ſeiner Ausbildung im Verbande mit der Mutterpflanze nicht geſtört werde, daß er auch nach ſeiner Trennung von

der Mutterpflanze nicht verloren gehe, ſondern zu einer günſtigen Stätte der Anſiedelung gelange, ſo ſind begreiflicherweiſe alle Teile der Hochblätter und des Hochblattſtammes, welche zur Erreichung dieſes Zieles beitragen, als Frucht anzuſehen. Inſofern iſt das Samengehäuſe, welches aus dem Stempel, beziehentlich aus dem Fruchtknoten hervorgeht, wohl nur ein Teil der Frucht. Da aber dieſes Samengehäuſe in den meiſten Fällen das Ausſehen der ganzen Frucht beſtimmt, ſo wird man mit den beſchreibenden Botanikern deswegen nicht gar zu ſtreng ins Gericht gehen, wenn ſie ſtatt des Ausdruckes Samengehäuſe häufig die Bezeichnung Frucht in Anwendung bringen. Wenn das aus dem Stempel hervorgegangene Samengehäuſe ganz und gar fleiſchig und ſaftreich geworden iſt, ſo wird die Frucht Beere (bacca)

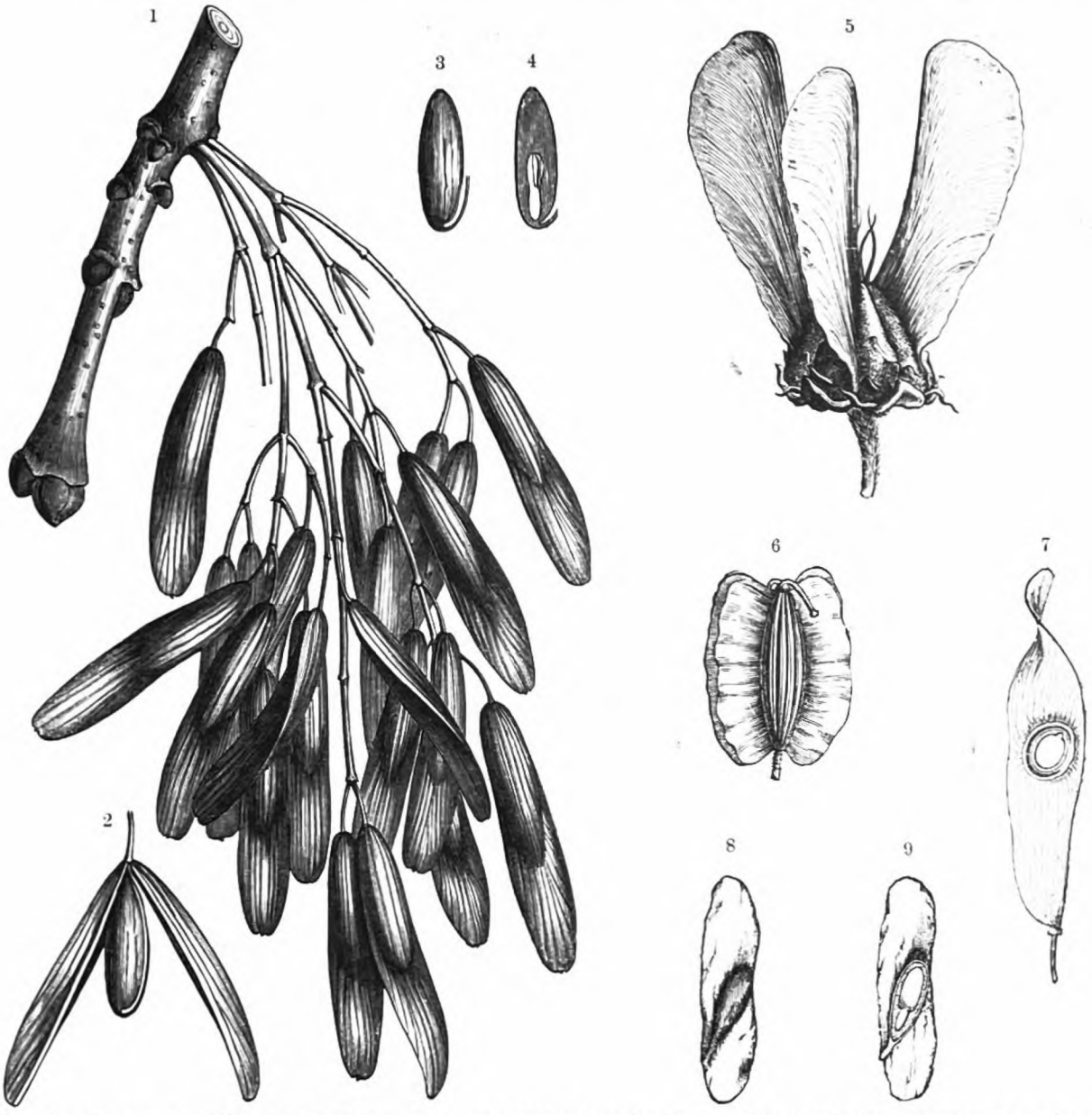


Schließ- und Spaltfrüchte: 1. Pflaumenartige Nuß von Fumaria. — 2. Dieſelbe im Längsſchnitte. — 3. Schließfrucht der Callitriche. — 4. Dieſelbe im Längsſchnitte. — 5. Spaltfrucht von Foeniculum aromaticum. — 6. Spaltfrucht von Petroselium sativum. — 7. Spaltfrucht von Carum carvi. — Sämtliche Figuren vergrößert. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 422 und 423.

genannt. Aus unterſtändigen Stempeln gehen unterſtändige, aus oberſtändigen Stempeln oberſtändige Beeren hervor. Die Beeren des Bitterſüßes (Solanum Dulcamara), der Tollkirſche (Atropa Belladonna), des Sauerdornes (Berberis vulgaris) und des Weinſtockes (Vitis vinifera) ſind oberſtändig; die Beeren der Miſtel (Viscum album), des ſchwarzen Holders (Sambucus nigra) und des Stachelbeerſtrauches (Ribes Uva crispa) ſind unterſtändig. Wenn der äußere Teil des Samengehäuſes fleiſchig und der innere, den Samen unmittelbar umſchließende Teil desſelben ſteinhart wird, ſo nennt man die Frucht Pflaume (drupa). Der ſteinharte innere Teil der Pflaume heißt Steinkern. Die meiſten Pflaumen, wie z. B. jene des Seidelbaſtes (Daphne Mezereum; ſ. Abbildung, S. 420, Fig. 1) und die Kirſche (Prunus avium), enthalten nur einen Steinkern und einen Samen, die Pflaume des Wegdornes (Rhamnus) enthält zwei Steinkerne und in jedem derſelben einen Samen.

In vielen Fällen wird das Samengehäuſe durch und durch trocken. Von den mit ſolchen Samengehäuſen ausgeſtatteten Früchten unterſcheidet man die Schließfrucht, die

Spaltfrucht und die aufſpringende Trockenfrucht. Die Schließfrucht öffnet und ſpaltet ſich niemals von ſelbſt. Zur Zeit der Reife fällt ſie mitſamt den in ihr eingeſchloſſenen Samen von der Mutterpflanze ab, und es kommt dem geſchloſſen bleibenden Gehäuſe auch die Aufgabe zu, die Verbreitung und Anſiedelung des eingeſchloſſenen Samens zu vermitteln. Iſt die Schließfrucht aus einem oberſtändigen Fruchtknoten hervorgegangen, wie



Flügelfrüchte: 1. Fruchtſtand von Fraxinus excelsior. — 2. Eine einzelne Frucht, künſtlich geſpalten. — 3. Same von Fraxinus excelsior. — 4. Derſelbe Same im Längsſchnitte. — 5. Frucht von Banisteria. — 6. Frucht von Angelica silvestris. — 7. Längsſchnitt durch die Frucht von Ailanthus glandulosa. — 8. Frucht von Cedrela Toana. — 9. Längsſchnitt durch dieſe Frucht. (Teilweiſe nach Baillon.) Vgl. Text, S. 424.

z. B. bei der Linde (Tilia; ſ. Abbildung, S. 420, Fig. 2 und 3), ſo wird ſie Nuß (nux), hat ſie ſich aus einem unterſtändigen Fruchtknoten entwickelt, ſo wird ſie Achene (Achenium) genannt. Wenn der Same mit der Innenwand des umſchließenden Samengehäuſes vollſtändig verwachſen iſt, wie bei den Gräſern (ſ. Abbildung, Band I, S. 559, Fig. 5), ſo nennt man die Frucht Kornfrucht (caryopsis). Bei manchen Pflanzen beſteht das Gehäuſe der Nuß aus einer inneren, ſehr harten und einer äußeren, weicheren, ſich lange ſaftreich erhaltenden Schicht und erinnert dann an eine Pflaume. Das iſt z. B. bei dem Erdrauche (Fumaria; ſ. Abbildung, S. 421, Fig. 1 und 2) der Fall, und es wird dieſe Frucht als

pflaumenartige Nuß angesprochen. Gewöhnlich ist die Nuß einfächerig und enthält nur einen einzigen Samen. Weit seltener sind mehrfächerige Nüsse. Der Wasserstern (Callitriche; s. Abbildung, S. 421, Fig. 3 und 4) hat eine vierfächerige Nuß, und diese bildet den Übergang zu den sogenannten Spaltfrüchten.

Die Spaltfrucht (schizocarpium) ist gewissermaßen eine Vereinigung mehrerer Schließfrüchte. Zwei bis mehrere die Samen bergende Gehäuse schließen während des Ausreifens dicht zusammen; erst später, wenn einmal die Keimlinge reifefertig sind, trennen sich die Gehäuse, fallen auseinander, und es macht dann häufig den Eindruck, als wäre eine



Aufspringende Trockenfrüchte mit stark verdicktem Samengehäuse an einem Zweige von Banksia serrata. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 424.

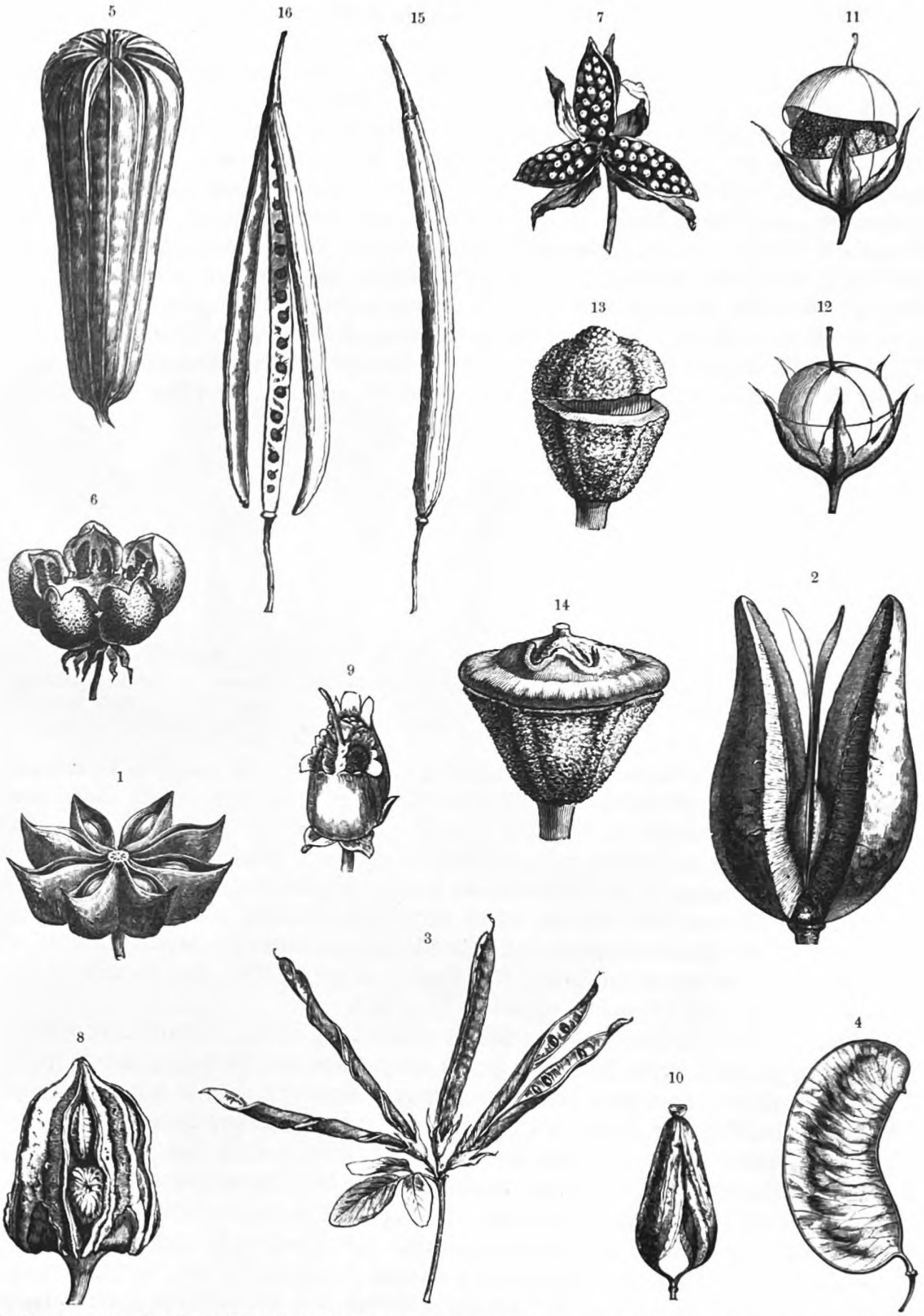
Spaltung mittels eines scharfen Messers vorgenommen worden. Jedes der getrennten Samengehäuse bleibt für sich geschlossen, und die in ihm enthaltenen Samen fallen nicht aus, sondern werden durch Vermittelung des Gehäuses verbreitet. Ein Vorbild für eine solche Spaltfrucht ist jene der Käsepappel (Malva). Bei den Doldenpflanzen, für welche in der Abbildung, S. 421, die Frucht des Kümmels (Carum carvi, Fig. 7), der Petersilie (Petroselium sativum, Fig. 6), des Fenchels (Foeniculum aromaticum, Fig. 5) als Beispiele vorgeführt sein mögen, bleiben die beiden Achenien nach der Spaltung noch eine Zeitlang an den Enden eines gabelförmigen Trägers aufgehängt. Diese für die Doldenpflanzen sehr bezeichnende Fruchtform wurde insbesondere Doppelsame (diachenium) geheißen.

Wie schon erwähnt, vermittelt das Gehäuse der Schließfrüchte in sehr vielen Fällen die Verbreitung und Ansiedelung der eingeschlossenen Samen. Das geschieht auf zweifache Weise. Entweder erheben sich von der Oberfläche des Gehäuses Haare, gekrümmte Borsten

und widerhakige Stacheln, welche sich an das Gefieder oder den Pelz wandernder Tiere anhängen, oder es gehen von dem Gehäuse häutige Säume, Lappen und flügelförmige Fortsätze aus, welche bei großer Zartheit und sehr geringem Gewichte dem Winde eine verhältnismäßig große Angriffsfläche bieten, so daß selbst von einem schwachen Luftstrome die von der Mutterpflanze abgelösten Früchte weithin verbreitet werden können. Die beschreibenden Botaniker nennen jede mit einem Flügel versehene Schließfrucht Flügelfrucht (samara) und unterscheiden mehrere Formen derselben. Ich komme auf diese merkwürdigen Früchte ohnedies später nochmals zurück, wenn die Verbreitung der Pflanzen besprochen werden wird; hier genügt es, einige wenige Formen derselben übersichtlich zusammenzustellen. Die Abbildung auf S. 422, Fig. 1—4, zeigt die Früchte der Esche (Fraxinus excelsior). Das Gehäuse jeder einzelnen Frucht wird aus zwei zusammenschließenden Fruchtblättern gebildet und setzt sich an der einen Seite in einen dünnen, fein gerieften Flügel fort. Die Abbildung, S. 422, Fig. 7, stellt eine Nuß des Götterbaumes (Ailanthus glandulosa) dar, an welcher sich ein dünner, schraubig gedrehter, nach zwei Richtungen ausgedehnter Flügel ausgebildet hat. Ähnlich verhält es sich mit der Frucht von Cedrela Toana (s. Abbildung, S. 422, Fig. 8 und 9). An der Frucht der Angelika (Angelica silvestris; s. Abbildung, S. 422, Fig. 6) zeigt jede Halbfrucht rechts und links einen welligen, flügelförmigen Saum, und an der Spaltfrucht der Banisteria (s. Abbildung, S. 422, Fig. 5) geht vom Rücken jeder Teilfrucht ein Gebilde aus, welches lebhaft an einen Schmetterlingsflügel erinnert.

Die aufspringenden Trockenfrüchte werden auch unter dem Namen kapselartige Früchte (fructus capsulares) begriffen. Ihr Samengehäuse ist zur Zeit der Reife im ganzen Umfange ausgetrocknet, öffnet sich und entläßt die Samen in der mannigfaltigsten Weise. Das entleerte Gehäuse bleibt entweder an der Mutterpflanze zurück, oder fällt, in Stücke geteilt, zugleich mit den Samen ab, hat aber weder in dem einen noch in dem anderen Falle für die bereits ausgestreuten Samen irgend eine weitere Bedeutung. Die aufspringenden Trockenfrüchte zählen zu den häufigsten Fruchtformen, sind auch für viele Gattungen sehr bezeichnend, und es hat sich das Bedürfnis herausgestellt, die verschiedenen Ausbildungen derselben durch bestimmte Ausdrücke der botanischen Kunstsprache festzuhalten. Wenn das Samengehäuse aus einem einzigen Fruchtblatte hervorgeht und zur Zeit der Reife an der einen Seite, entlang der sogenannten Bauchnaht, aufspringt, während an der gegenüberliegenden Seite, der sogenannten Rückennaht, entweder gar keine oder doch nur eine teilweise Trennung des Zusammenhanges erfolgt, oder wenn das Aufspringen entlang der Bauch- und Rückennaht zwar gleichmäßig, aber doch nicht bis zum Grunde des Samengehäuses stattfindet, so wird die Frucht Balgfrucht (folliculus) genannt. In den meisten Fällen stehen mehrere Balgfrüchte am Ende des Fruchtstieles in einem Wirtel beisammen, wie z. B. bei dem Eisenhute (Aconitum) und dem Sternanise (Illicium anisatum; s. Abbildung, S. 425, Fig. 1); seltener schließen sie vereinzelt den Fruchtstiel ab wie bei der Schwalbenwurz (Cynanchum Vincetoxicum). Bei dem zu den Proteaceen gehörenden Xylomelum piriforme (s. Abbildung, S. 425, Fig. 2) stehen die Früchte gleichfalls vereinzelt, und das Gehäuse springt hier an der Bauchnaht bis zum Grunde, an der Rückennaht nur bis zur Mittelhöhe der Frucht auf. Bei dieser und bei anderen Proteaceen, z. B. Banksia (s. Abbildung, S. 423), ist übrigens das Samengehäuse außergewöhnlich verdickt, stellt einen förmlichen Panzer dar und entspricht nichts weniger als der Vorstellung, welche man mit dem Worte Balg verbindet.

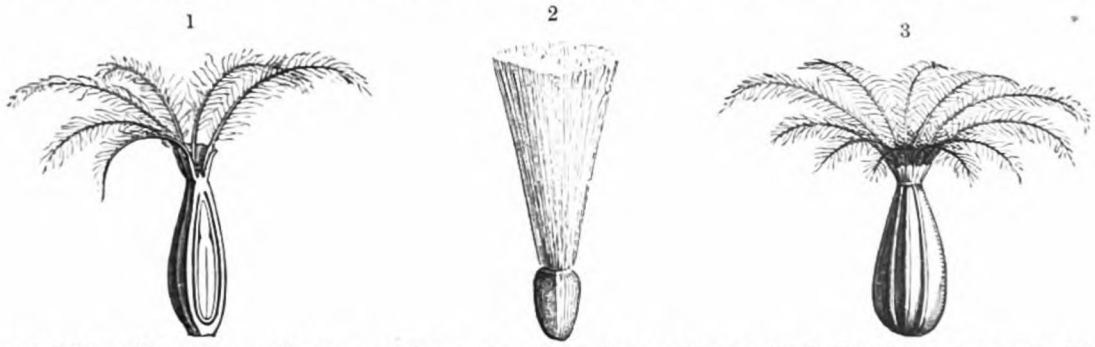
Gleich der Balgfrucht geht auch die Hülse (legumen) aus einem einzigen Fruchtblatte hervor, aber das aus demselben gebildete Gehäuse trennt sich zur Reifezeit sowohl entlang der Bauchnaht als auch der Rückennaht bis zum Grunde in zwei Klappen, welche nach dem Aufspringen eine schraubige Drehung erfahren. Diese Fruchtform findet sich bei dem größten Teile der Schmetterlingsblütler. Als Beispiele seien der Hornklee (Lotus corniculatus;



Aufſpringende Trockenfrüchte: 1. Balgfrüchte von Illicium anisatum. — 2. Balgfrucht von Xylomelum piriforme. — 3. Hülſen von Lotus corniculatus. — 4. Hülſe von Cassia angustifolia. — 5. Kapſel von Aristolochia. — 6. Kapſel von Ruta. — 7. Kapſel von Viola. — 8. Kapſel von Oxalis. — 9. Kapſel von Antirrhinum. — 10. Kapſel von Cinchona. — 11 und 12. Kapſeln von Anagallis. — 13 und 14. Kapſeln von Eucalyptus. — 15 und 16. Schoten von Brassica. — Fig. 8, 10, 11 vergrößert; die anderen Figuren in natürlicher Größe. (Nach Baillon.) Vgl. Text. S. 424, 426 und 427.

ſ. Abbildung, S. 425, Fig. 3) und die Senna (Cassia angustifolia; ſ. Abbildung, S. 425, Fig. 4) gewählt.

Eine aufſpringende Trockenfrucht, deren Samengehäuſe aus zwei oder mehreren Fruchtblättern aufgebaut iſt, heißt Kapſel (capsula). Man unterſcheidet Kapſeln, welche von der Spitze her mit Klappen aufſpringen, wie jene der Oſterluzei (Aristolochia; ſ. Abbildung, S. 425, Fig. 5), der Raute (Ruta; ſ. S. 425, Fig. 6) und des Veilchens (Viola; ſ. S. 425, Fig. 7), ſolche, welche ſich nur am Scheitel mit dreieckigen Zähnen öffnen, wie jene der Nelkengewächſe, ſolche, deren Wand der ganzen Länge nach aufſpringt, wie jene des Sauerklees (Oxalis; ſ. S. 425, Fig. 8), ſolche, bei welchen durch das Auseinanderweichen der Zähne mehrere große Löcher entſtehen, wie jene des Löwenmaules (Antirrhinum; ſ. S. 425, Fig. 9), und ſolche, an welchen ſich durch Schrumpfen beſchränkter Abſchnitte des Gewebes zahlreiche kleine Löcher ausbilden, wie jene des Mohnes (Papaver). Die Kapſeln der Chinarindenbäume (Cinchona; ſ. S. 425, Fig. 10) ſpringen mit zwei Klappen auf, welche an der Spitze verbunden bleiben und nur an der Baſis auseinander weichen. Bei vielen



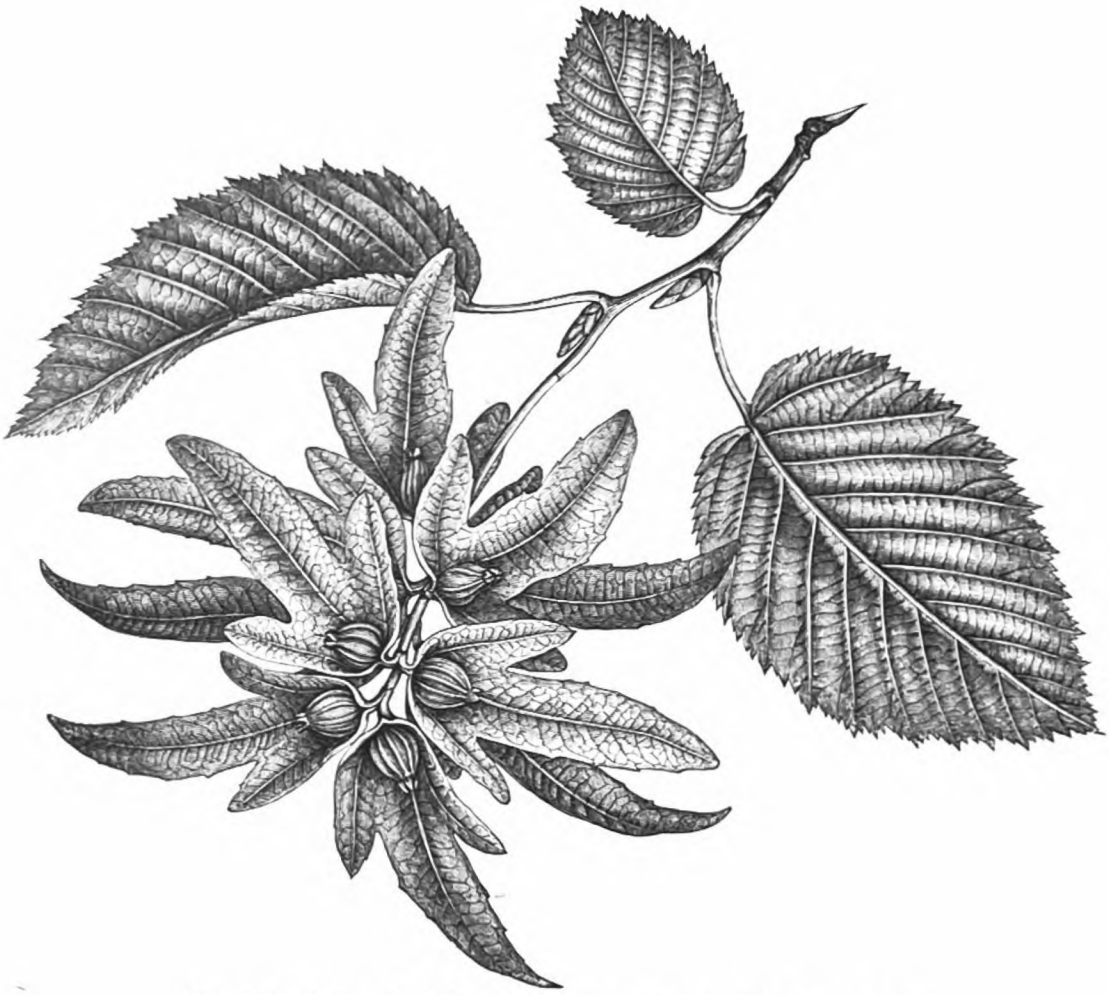
Schließfrüchte (Achenien) mit einer Feder- oder Haarkrone (Pappus): 1. Frucht des Baldrians (Valeriana officinalis). — 2. Dieſelbe Frucht im Längsſchnitte. — 3. Frucht der Artiſchocke (Cynara Scolymus). (Nach Baillon.)
Vgl Text, S. 428.

Kapſeln endlich, wie z. B. jenen des Gauchheiles (Anagallis; ſ. S. 425, Fig. 11 und 12) und der Fieberbäume (Eucalyptus; ſ. S. 425, Fig. 13 und 14), hebt ſich ein Deckel von der büchſenförmigen Kapſel ab.

Unter dem Namen Schote (siliqua) verſteht man eine Kapſel, deren zwei untere Fruchtblätter von einem an den Rändern mit Samen beſetzten Rahmen ſich abheben und abfallen. Der Rahmen wird aus den beiden oberen Fruchtblättern gebildet (ſ. S. 72) und iſt durch eine dünne Membran verſchloſſen. Die Ablöſung der beiden Fruchtblätter von dieſem Rahmen erfolgt von unten nach oben. Als Vorbild iſt auf S. 425, Fig. 15 und 16, die Frucht der Kohlpflanze (Brassica oleracea) hingeſtellt.

Bei einem Teile der bedecktſamigen Phanerogamen löſen ſich die Blumenblätter von dem Blütenboden ab, nachdem die Narbe mit Pollen belegt wurde und die Pollenſchläuche in den Fruchtknoten eingedrungen ſind, bei einem anderen Teile aber bleiben ſie zurück, gehen die mannigfaltigſten Veränderungen ein und bilden eine äußere Hülle des Samengehäuſes, die bei der Verbreitung und Anſiedelung der Samen eine wichtige Rolle ſpielt. Dasſelbe gilt von den Deckblättern und Hüllblättern, welche unterhalb der Blumenblätter von dem Hochblattſtamme ausgehen. In alter Zeit haben die Botaniker die aus den Blumenblättern hervorgegangene Hülle des Samengehäuſes als Fruchtdecke (pericarpium) und die aus den Deckblättern entſtandene Hülle als Fruchthülle (involucrum fructus) unterſchieden. Es kann nicht die Aufgabe dieſes Buches ſein, die zahlloſen Formen dieſer Fruchtdecken und Fruchthüllen zu beſchreiben, und ich muß mich darauf beſchränken, einige der bekannteſten und verbreitetſten derſelben aufzuzählen. Eine beſonders merkwürdige hierher gehörende Fruchtform iſt jene des Maulbeerbaumes (Morus). Die Fruchtblüten dieſes

Baumes ſind an einer kurzen Spindel ährenförmig angeordnet. Jede Blüte enthält einen Fruchtknoten, welcher von einem unſcheinbaren grünen Perigon umgeben iſt. Aus den Fruchtknoten geht eine kleine Nuß hervor; aber die reife Frucht macht doch nicht den Eindruck einer Nuß, ſondern vielmehr den einer ſaftreichen Beere, was ſich daraus erklärt, daß am Ende des Blühens das Perigon ſich vergrößert und zu einem ſaftreichen Gewebe umgeſtaltet, welches die Nuß überwallt und ſchließlich ſo einhüllt, daß man ohne Kenntnis der Entwickelungsgeſchichte die fleiſchige Hülle für das Samengehäuſe und die Nuß für den Samen halten könnte. Die Arten der Gattung Klee aus der Rotte Chronosemium (Trifolium

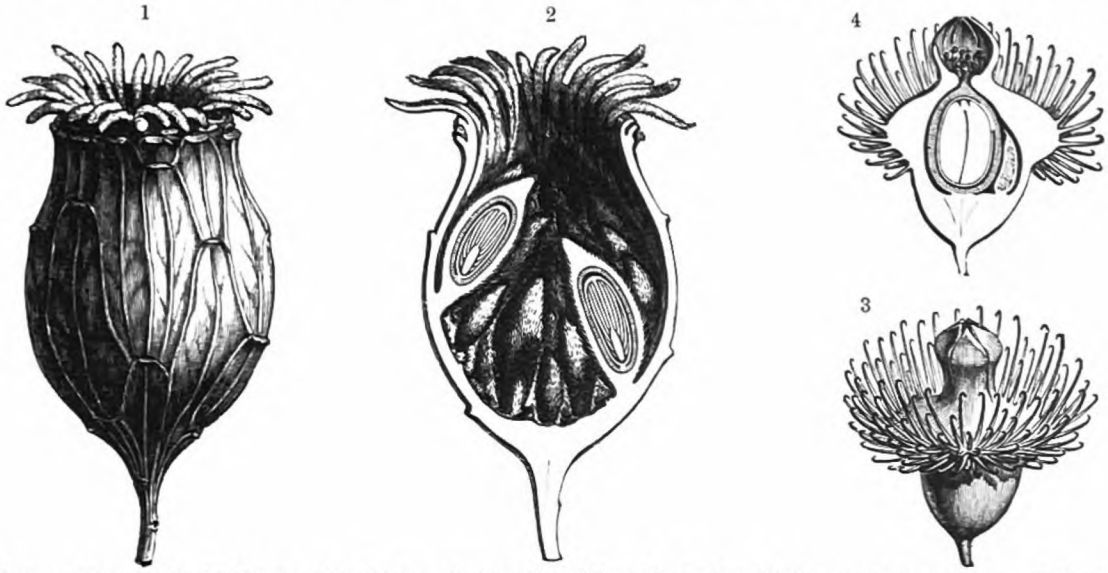


Fruchtſtand der Hainbuche (Carpinus Betulus). Vgl Text, S. 428.

agrarium, badium, spadiceum ꝛc.) haben eine gelbe, ſchmetterlingsartige Blumenkrone. Dieſe wird nach der Befruchtung braun, vertrocknet und geſtaltet ſich zu einer Flugvorrichtung für die eingeſchloſſene kleine Hülſe. Am häufigſten kommt es vor, daß ſich der Kelch in eine Fruchtdecke umwandelt. Bei der Judenkirſche (Physalis) bläht ſich der anfänglich kleine grüne Kelch auf, erhält eine ſcharlachrote Farbe und umgibt als eine große Blaſe die aus der Fruchtanlage hervorgegangene Beere; bei dem Bilſenkraute (Hyoscyamus) bildet er einen der Kapſel dicht anliegenden, nach oben zu trichterförmig erweiterten Sack; bei den Lippenblütlern erſcheint er bald in Form einer kurzen Röhre, bald in Geſtalt einer Glocke oder eines Napfes, in deren Grunde die Schließfrüchte eingebettet ſind. Bei der Waſſernuß (Trapa natans; ſ. die Abbildung, Band I, S. 566, Fig. 3) verhärten die vier Kelchblätter und bilden eine in vier kreuzweiſe geſtellte Spitzen auslaufende, ungemein feſte Fruchtdecke. Bei vielen Baldrianen, Korbblütlern und Skabioſen wächſt der Kelch zur Zeit der Fruchtreife

zu einem ſtrahlenförmig abſtehenden Borſtenkranze oder zu einer Federkrone aus. An dieſer Federkrone, welche man Pappus genannt hat, iſt dann das Achenium wie an einem Fallſchirme aufgehängt (ſ. Abbildung, S. 426, Fig. 1, 2 und 3).

Bei den Pflanzen, welche der Blumenblätter entbehren, werden ſehr häufig die Deck- und Hüllblätter in die Fruchtbildung einbezogen. In dieſer Beziehung ſind beſonders die Gräſer, die Becherfrüchtler oder Kupuliferen und die Kaſuarineen hervorzuheben. Bei den Gräſern iſt es eine ſehr gewöhnliche Erſcheinung, daß die Kornfrucht von den unter den Namen Spelzen bekannten Deckblättern eingeſchloſſen iſt und ſich dem Blicke des Beobachters ganz entzieht. So z. B. iſt die Kornfrucht der Gerſte und des Hafers in vertrocknete und verhärtete Spelzen eingewickelt, und ähnlich verhält es ſich mit zahlreichen anderen Gräſern. Die größte Mannigfaltigkeit dieſer Fruchthüllen beobachtet man an den Becherfrüchtlern oder Kupuliferen, zu welchen die Hainbuche, Hopfenbuche und Rotbuche, der Haſelnußſtrauch und

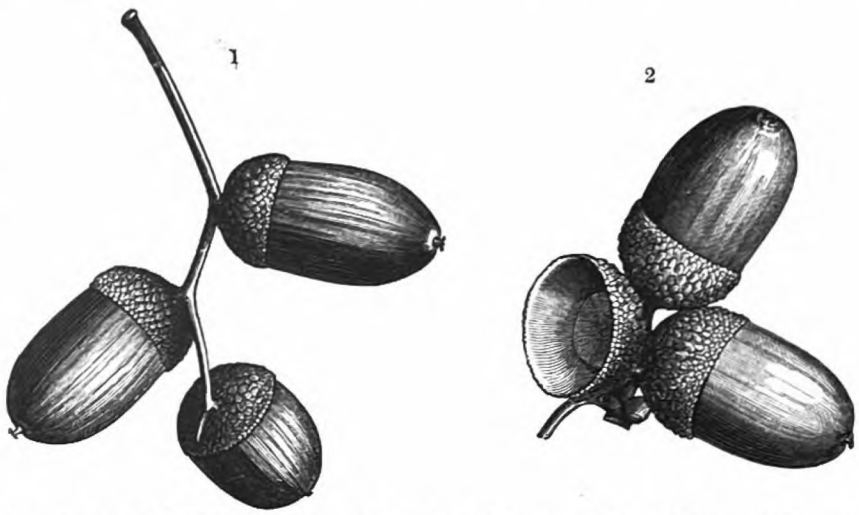


Früchte, an deren Ausbildung der Blütenboden beteiligt iſt: 1. Fruchtbecher von Calycanthus. — 2. Längsſchnitt durch dieſen Fruchtbecher. — 3. Frucht von Agrimonia. — 4. Längsſchnitt durch dieſe Frucht. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 429.

noch mehrere andere unſerer Laubhölzer gehören. Die eigentliche Frucht dieſer Kupuliferen iſt eine Nuß, aber die Nuß iſt von einer Hülle aus eigentümlich geſtalteten, in ſehr verſchiedener Weiſe miteinander verwachſenen Deckblättern umgeben, welche Fruchtbecher (cupula) genannt wird. Bei den Eichen hat der Fruchtbecher die Form einer Schüſſel (ſ. Abbildung, S. 429, Fig. 1 und 2); bei der Rotbuche (Fagus) iſt er an der Außenſeite mit Weichſtacheln beſetzt, zeigt die Form einer Urne und ſpringt zur Zeit der Reife mit vier Klappen auf, ſo daß man beim erſten Anblicke verſucht wird, ihn für eine mit Klappen aufſpringende Kapſel zu halten; bei der Kaſtanie iſt ſeine Oberfläche mit ſtarren, ſtechenden Nadeln dicht beſetzt, und das Aufſpringen erfolgt mit unregelmäßigen Riſſen (ſ. Abbildung, S. 439, Fig. 4); bei der Haſelnuß bildet er einen an den Rändern zerſchlitzten, häutigen Sack (ſ. Abbildung, S. 145), und bei der Hainbuche oder dem Hornbaume (ſ. Abbildung, S. 427) hat ſich die Cupula zu einem dreilappigen Flügel ausgeſtaltet, deſſen Baſis die Nuß angewachſen iſt. Für die fleiſchige äußere Schicht der Frucht des Walnußbaumes (Juglans regia) läßt ſich entwickelungsgeſchichtlich nachweiſen, daß ſie gleichfalls eine Cupula iſt. Bei den Kaſuarineen werden die Blumenblätter durch zwei gegenſtändige Deckblättchen vertreten. Dieſe verwachſen nach der Befruchtung zu einer das Samengehäuſe vollſtändig einſchließenden Fruchthülle, und ſo ließen ſich noch zahlreiche andere hierher gehörige Fälle aufzählen.

Sehr häufig geſtaltet ſich der Blütenboden zu einem Teile der Frucht. Beſonders bemerkenswert iſt die Frucht des Gewürzſtrauches, der Roſen und der Pomaceen. Der

Gewürzstrauch Calycanthus (s. Abbildung, S. 428, Fig. 1 und 2) zeigt einen krugförmigen Blütenboden, welcher an der Außenseite mit Deckblättchen besetzt ist und im Inneren die Nüsse birgt; die Rose (Rosa) besitzt gleichfalls einen krugförmigen, die Nüsse umschließenden Blütenboden, aber derselbe ist an der Außenseite glatt und nur obenauf mit fünf Kelchblättern besetzt. Bei den Äpfeln, Birnen, Quitten und anderen Pomaceen gestaltet sich der becherförmige Blütenboden zu einer saftreichen, fleischigen Masse, welche mit dem eingeschlossenen Samengehäuse ganz verwachsen ist (s. Abbildung, S. 430, Fig. 2). Bei der Erdbeere (Fragaria) ist der hügelförmig gewölbte Blütenboden zu einem fleischigen Körper umgewandelt, welcher die Früchtchen trägt. Die kleinen gelblichen Körnchen, welche der roten Oberfläche des fleischig gewordenen Blütenbodens aufsitzen, sind nicht etwa die Samen, sondern kleine Nüsse, deren jeder einen Samen umschließt. Übrigens wird der Blütenboden nicht immer saftreich und fleischig; in manchen Fällen vertrocknet derselbe, und es geht aus ihm eine sehr feste Hülle der Nüßchen hervor, wie beispielsweise bei dem auf S. 428, Fig. 3 und 4, abgebildeten Odermennig (Agrimonia Eupatoria), dessen grubenförmig vertiefter Scheibenboden zu einer ringsum mit widerhakigen Stacheln besetzten harten Scheibe auswächst.

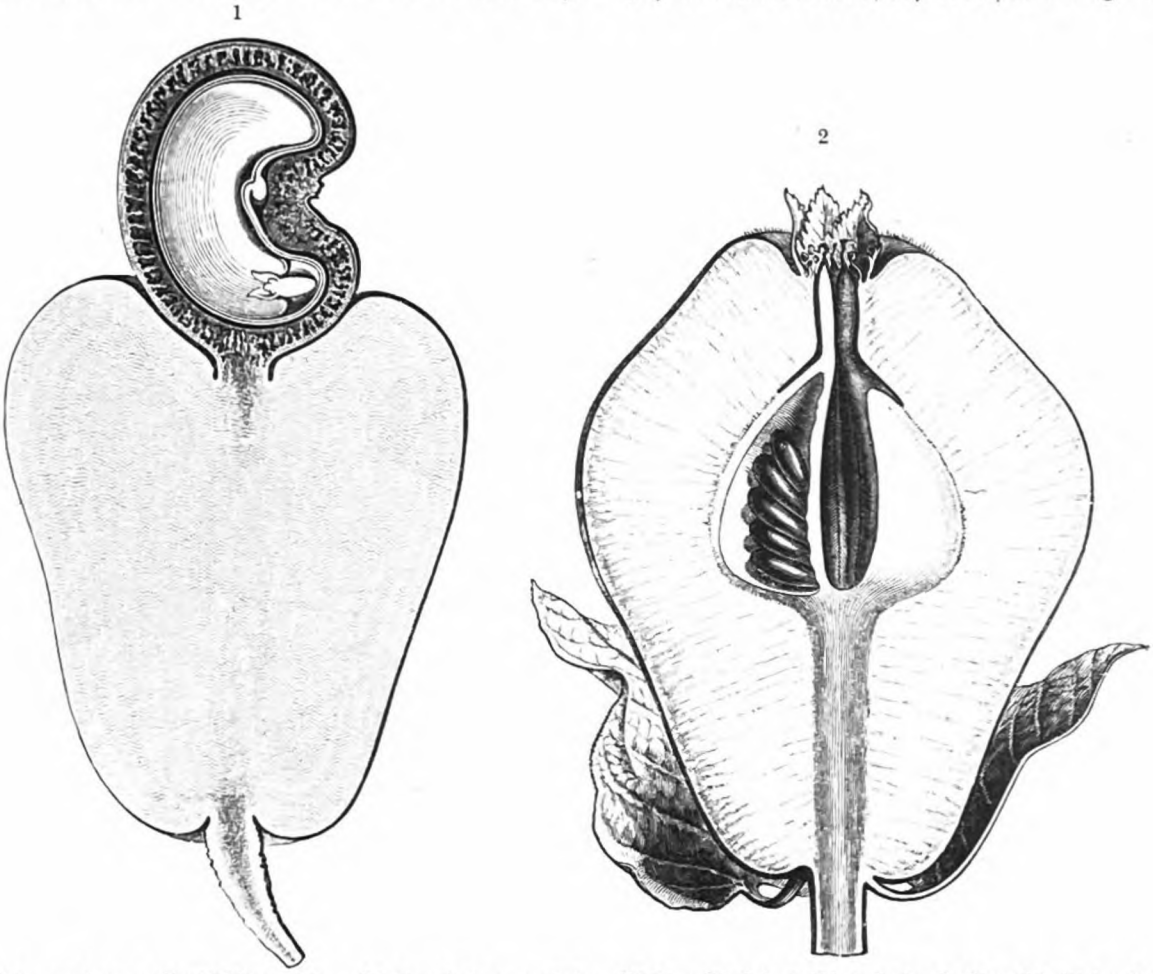


Früchte mit schüsselförmiger Cupula: 1. Quercus pedunculata — 2. Quercus sessiliflora Vgl. Text, S. 428.

Weit seltener kommt es vor, daß der Blütenstiel in die Bildung der Frucht einbezogen wird, was namentlich bei einigen lorbeerartigen Gewächsen, bei Anakardiaceen und Rhamneen, der Fall ist. Bei Anacardium (s. Abbildung, S. 430, Fig. 1) schwillt das oberste Stengelglied zur Größe einer Birne an und wird als saftreiches Obst genossen; am freien Ende dieses seltsamen Stieles sitzt das trockene Samengehäuse mit dem eingeschlossenen Samen. Bei den mit unseren Wegdornen verwandten Hovenien (Hovenia) werden alle Verzweigungen des trugdoldigen Blütenstandes fleischig, und es bilden diese Stiele ein in China und Japan beliebtes, wohlschmeckendes Obst. An diese Hovenien reihen sich noch die Feigenfrüchte an, wo der ganze in eine urnenförmig ausgehöhlte Masse metamorphosierte Hochblattstamm an der Bildung der Frucht teilnimmt (s. Abbildung, S. 154, Fig. 10 u. 11). Die Blüten sitzen in der Aushöhlung; aus den Fruchtblüten gehen kleine Nüßchen hervor, während sich das Zellgewebe der Urne vergrößert und mit süßem Safte füllt. Die kleinen gelblichen Körnchen in der fleischigen, als Obst genossenen Masse, welche gemeinhin für Samen gehalten werden, sind in Wirklichkeit kleine Nüßchen, und jedes Nüßchen birgt in seinem Inneren einen Samen.

Bei jenen Pflanzen, deren Blüten dicht gedrängt beisammenstehen, kommt es vor, daß die aus den Blüten entstandenen Früchte, indem sie an Umfang zunehmen, sich gegenseitig drücken und abplatten und dann eine einzige klumpige Masse bilden; bisweilen sind die einzelnen Fruchtanlagen schon von Anfang her teilweise miteinander verwachsen, oder es ist die Spindel, welche die Beeren trägt, oder die Urne, welche die Nüßchen birgt, fleischig geworden und bildet ein Verbindungsglied für die einzelnen Beeren, Nüsse oder Bälge. Ein solcher Fruchtstand wird Sammelfrucht (syncarpium) genannt. Von den im

vorhergehenden ſchon beſprochenen Fruchtformen gehören die Maulbeere, die Erdbeere, die Frucht des Gewürzſtrauches und der Roſe und endlich die Feige hierher. Außerdem ſind noch die Ananas (Ananassa), die Magnoliaceen und Anonaceen (z. B. Anona muricata und squamosa; ſ. Abbildung, S. 431, Fig. 1, 2 und 3), die Himbeere (Rubus Idaeus), die Piperaceen (z. B. Piper Betle; Fig. 4) und die Artokarpeen (z. B. Artocarpus incisa; ſ. Abbildung, S. 432) durch ſolche Sammelfrüchte ausgezeichnet. Eine ganz abſonderliche Sammelfrucht zeigt auch die in der Abbildung, S. 433, nach der Natur dargeſtellte Nelumbo speciosa. In der Mitte der Blüte erhebt ſich ein Gewebekörper, welcher die Form

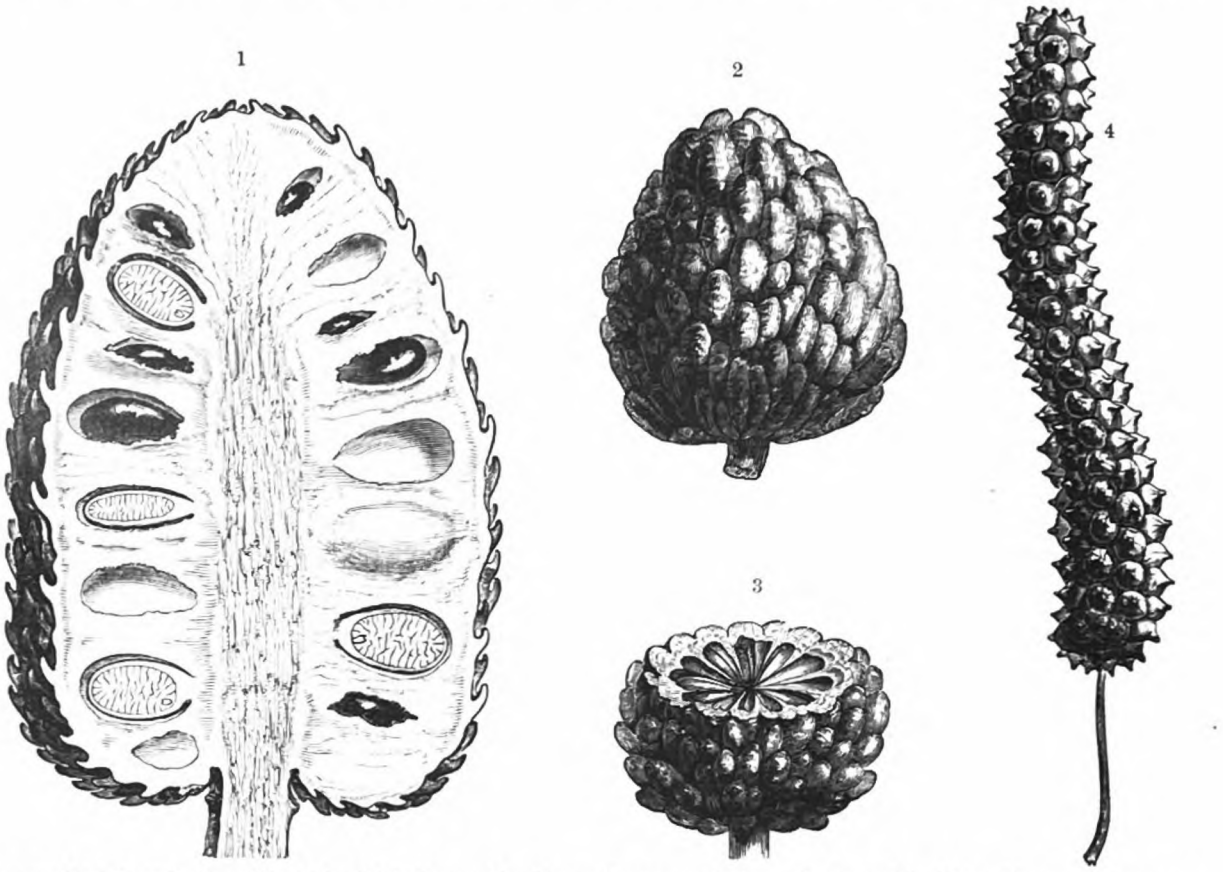


Früchte, an deren Ausbildung der Blütenboden und der Blütenſtiel beteiligt ſind: 1. Längsſchnitt durch die Frucht von Anacardium. — 2. Längsſchnitt durch die Frucht von Cydonia. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 429.

eines umgekehrten Kegels hat und oben wie eine Bienenwabe von mehreren Grübchen ausgehöhlt iſt. In jedem dieſer Grübchen erſcheint ein Stempel eingeſenkt, welcher ſpäter zu einer kleinen Nuß wird, wie an der Abbildung auf S. 434 zu erſehen iſt.

Alles, was bisher über die Entwickelung des Keimlinges zum Samen, die Umgeſtaltung der Fruchtanlage zur Frucht und über die Beteiligung der Blumenblätter ſowie der verſchiedenen Glieder des Hochblattſtammes an der Fruchtbildung geſagt wurde, bezieht ſich nur auf jene Phanerogamen, welche man die bedecktſamigen nennt. Die nacktſamigen Phanerogamen weichen in betreff dieſer Vorgänge nicht unweſentlich ab. Auf S. 412—414 wurde ihre Befruchtung geſchildert und erzählt, daß die Empfängnis durch Verſchmelzen eines Spermakernes mit dem die Mitte eines Embryoplaſten einnehmenden Eikerne erfolgt. Der Embryoplaſt umgibt ſich nun bei den nacktſamigen Phanerogamen nicht mit einer Haut aus Zellſtoff und verwächſt auch nicht mit dem Scheitel des Oogoniums, wie bei den bedecktſamigen Phanerogamen, ſondern der Kern des befruchteten Embryoplaſten, welchen man Keimkern

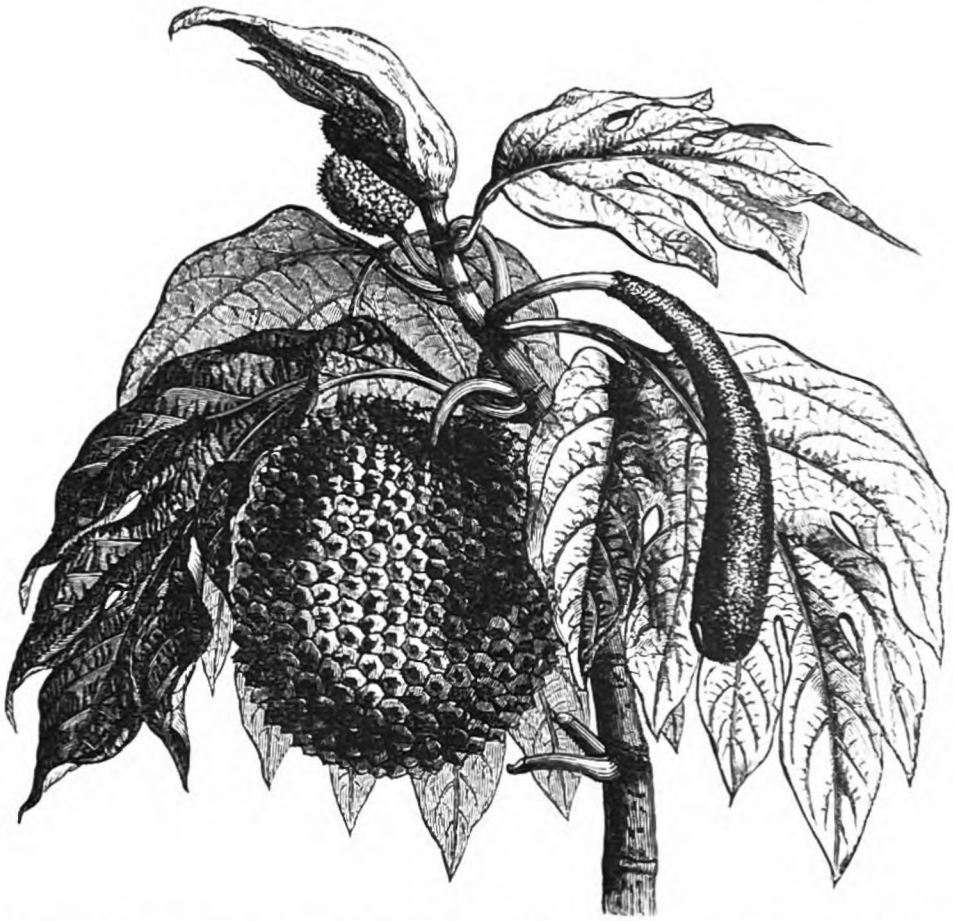
nennt, und welcher in jenen Teil des Oogoniums hinabrückt, welcher der Mikropyle gegenüberliegt, teilt ſich; die entſtandenen Teilkerne teilen ſich bei den meiſten Arten neuerdings, und alle Kerne, welche auf dieſe Weiſe im Oogonium entſtanden ſind, umgeben ſich mit einer Schicht aus Plasma. Bei den Gnetaceen, welche den bedecktſamigen Phanerogamen inſofern am meiſten ähnlich ſehen, weil ihre Blüten mit einer als Perigon gedeuteten Hülle ausgeſtattet ſind, entſtehen durch dieſe Teilung 2—8 Tochterkerne, um welche ſich Plasma anſammelt, und die ſich dann mit einer Haut umgeben. Die auf dieſe Weiſe entſtandenen Zellen gehen unter ſich keine Verbindung ein. Jede derſelben geſtaltet ſich zu einem Schlauche, welcher die Wand des Oogoniums durchbricht und in das Speichergewebe unterhalb des



Sammelfrüchte: 1. Längsſchnitt durch die Sammelfrucht von Anona muricata. — 2. Sammelfrucht von Anona squamosa. — 3. Querſchnitt durch dieſe Frucht. — 4. Sammelfrucht von Piper Betle. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 430.

Oogoniums hineinwächſt. Von der Spitze dieſes Schlauches grenzt ſich eine Zelle beſonders ab, und dieſe Zelle, beziehentlich der in ihr hauſende Protoplaſt wird nun zum Keimlinge. Er wächſt auf Koſten der Stoffe in dem umgebenden Speichergewebe und verdrängt dabei einen Teil des ausgeſaugten Gewebes. Bei den Tannen, Fichten, Kiefern und anderen Koniferen, welche man unter dem Namen Abietineen zuſammenfaßt, gehen aus dem befruchteten Eikerne durch wiederholte Zweiteilung vier Tochterkerne hervor, welche ſich mit Plasma umgeben. Die ſo entſtandenen Protoplaſten wandern in den Grund des Oogoniums, gruppieren ſich dort zu einer Roſette und ſcheiden auch Zellſtoff zu einer Umhüllung ab. Die auf dieſe Weiſe gebildeten Zellen fächern ſich durch Einſchiebung querlaufender Scheidewände, und es entſtehen drei Stockwerke von kreuzweiſe nebeneinander liegenden Zellen. Jene des mittleren Stockwerkes ſtrecken ſich hierauf, nehmen die Geſtalt gekrümmter und verſchlungener Schläuche an und wachſen durch die Wand des Oogoniums in das darunter liegende Speichergewebe hinein. Die Zellen des oberen Stockwerkes bleiben in dem Oogonium zurück, jene des unteren Stockwerkes aber werden durch

die erwähnten Schläuche in das Speichergewebe eingeſchoben, wo ſie ſich auf Koſten der ſie umgebenden Nährſtoffe vergrößern, fächern und zu Keimlingen heranwachſen. Ein großer Teil des Speichergewebes bleibt übrigens ſtets zurück und wird erſt ſpäter verwendet, wenn ſich der reife Same von der Mutterpflanze getrennt hat. Der Keimling liegt daher in allen Fällen inmitten eines mit Fett und anderen Nährſtoffen reichlich gefüllten Speichergewebes. Bei dem Wachholder, den Lebensbäumen, Cypreſſen und überhaupt bei allen Nadelhölzern, welche man unter dem Namen Cupreſſineen zuſammenfaßt, entſteht nach der Befruchtung im Oogonium eine einfache Längsreihe aus drei Zellen. Die untere derſelben wird zum Ausgangspunkte des Keimlinges, die mittleren und die oberen fächern ſich jede in vier Zellen



Zweig des Brotfruchtbaumes (Artocarpus incisa) mit Pollenblüten, Fruchtblüten und einer Sammelfrucht. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 430.

und geſtalten ſich zu einem Träger des Keimlinges. Indem ſich dieſelben ſtrecken, wird die Zelle, welche den Ausgangspunkt des Keimlinges bildet, in das Speichergewebe unter dem Oogonium hinabgeſchoben. Das Integument der Samenanlage geſtaltet ſich bei den nacktſamigen Phanerogamen ähnlich wie bei den bedecktſamigen zur Samenſchale. Die Mikropyle, welche bei den tannenartigen Koniferen (Abietineen) von dem freien Rande der Fruchtſchuppe weg und der Achſe der Fruchtanlage zugewendet iſt (ſ. Abbildung, S. 435, Fig. 7), bei den cypreſſenartigen Koniferen (Cupreſſineen) und den eibenartigen Koniferen (Taxineen) dagegen dem freien Rande der Fruchtſchuppe zuſieht (ſ. Abbildung, S. 437, Fig. 3, 4 und 6), wird vollſtändig abgeſchloſſen, und das ganze Integument wird ſehr hart. Bei manchen Arten, wie z. B. der Pinie (Pinus Pinea) und der Zirbelkiefer (Pinus Cembra), erreicht die Samenſchale einen Durchmeſſer von 1,4—2 mm, und der Same macht den Eindruck einer Nuß. Die Samen der Zirbelkiefer führen auch im Volksmunde den Namen Zirbelnüſſe. Die Samen der Kiefern, Tannen und Fichten ſind mit einem einſeitig ſich

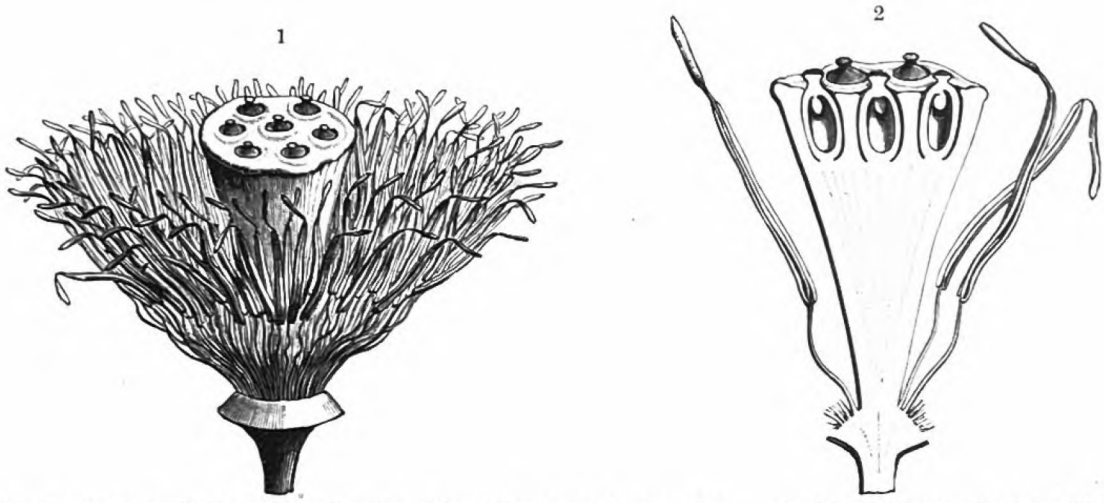
verlängernden Flügel beſetzt (ſ. Abbildung, S. 435, Fig. 3, 4 und 5), welcher bei der Verbreitung durch den Wind eine Rolle ſpielt. Bei Gingko biloba wächſt das Integument zu einer fleiſchigen Maſſe heran, und der reife Same hat das Anſehen einer gelben, ſaftigen Pflaume (ſ. Abbildung, S. 437, Fig. 7). Auch bei Cycas revoluta (ſ. Abbildung, S. 70, Fig. 7) wird das Integument fleiſchig, färbt ſich rot und erreicht die Größe eines Taubeneies.



Nelumbo speciosa mit Früchten. (Nach einer Photographie.) Vgl. Text, S. 430.

Die Samenanlagen der Abietineen und Cupreſſineen ſitzen auf flachen, ſchüſſelförmigen oder ſchildförmigen Schuppen, deren Ausgangspunkt eine bald ſehr verlängerte, bald ſehr verkürzte Achſe bildet (ſ. Abbildung, S. 435, Fig. 7, 8 u. 9, und S. 437, Fig. 3, 4 u. 6). Dieſe Schuppen geſtalten ſich nach der Befruchtung zu einem Teile der Frucht und werden als Fruchtſchuppen beſchrieben. In vielen Fällen, ſo namentlich bei der Tanne (Abies pectinata; ſ. Abbildung, S. 435, Fig. 1, 2, 3 u. 4) und der Lärche (Larix; ſ. Abbildung, S. 435, Fig. 8), ſtehen unter dieſen Fruchtſchuppen noch andere deutlich getrennte blattartige Gebilde,

welche als Deckſchuppen angeſprochen werden. Bei den Kiefern (Pinus) ſind dieſe Deckſchuppen mit den Fruchtſchuppen verſchmolzen, und man deutet den warzenförmigen, unter dem Namen Apophyſe bekannten Fortſatz an der Rückſeite der holzigen Fruchtſchuppe als angewachſene Deckſchuppe (ſ. Abbildung, S. 437, Fig. 2). Bei den Abietineen ordnen ſich die Fruchtſchuppen entlang einer um die ſpindelförmige Achſe herumlaufenden Schraubenlinie (ſ. Abbildung, S. 435, Fig. 1, und Band I, S. 373), bei den Cupreſſineen ſind ſie in zwei- oder dreigliederige Wirtel geordnet (ſ. Abbildung, S. 436, Fig. 6 u. 7, und S. 437, Fig. 3 und 5). Sowohl bei den einen als bei den anderen legen ſich die Ränder der Fruchtſchuppen aufeinander, und die Samen ruhen in den eng begrenzten Räumen zwiſchen den ſich deckenden Schuppen verſteckt (ſ. Abbildung, S. 436, Fig. 6, und S. 437, Fig. 5). Es entſteht auf dieſe Weiſe eine Sammelfrucht, welche Zapfen (conus) genannt wird. Werden die Schuppen trocken, feſt und holzig, ſo ſpricht man von einem Holzzapfen (ſ. Abbildung, S. 435, Fig. 1, und S. 437, Fig. 1, 2 und 5), wird das Gewebe der Schuppen ſaftig, ſo nennt man



Nelumbo speciosa: 1. Blüte, von welcher die Blumenblätter entfernt wurden. — 2. Längsſchnitt durch eine ſolche Blüte, beziehentlich durch drei in den Torus eingeſenkte Fruchtanlagen. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 430.

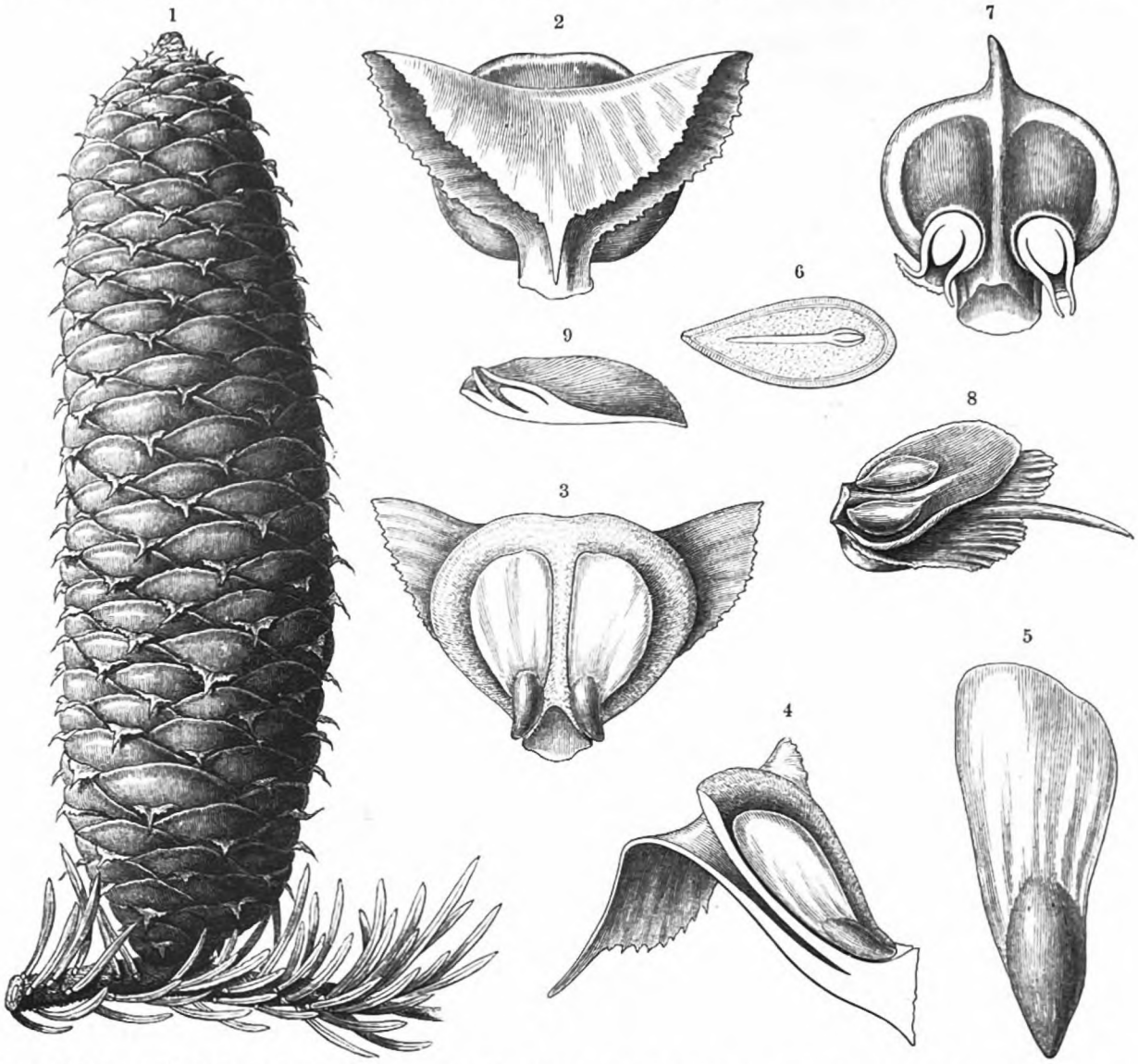
die Sammelfrucht Fleiſchzapfen. An dem Aufbaue der Fleiſchzapfen beteiligen ſich nur 2 oder 3 Wirtel von Fruchtſchuppen; die Fruchtachſe iſt ſehr kurz, und die ganze Sammelfrucht hat das Anſehen einer rundlichen Beere. Ein allbekanntes Beiſpiel hierfür ſind die „Wachholderbeeren", mit welchem Namen der Volksmund die Fleiſchzapfen des Wachholders (Juniperus communis; ſ. Abbildung, S. 436, Fig. 7 und 8) bezeichnet.

Die unter dem Namen Taxineen zuſammengefaßten nacktſamigen Phanerogamen entwickeln keine Zapfen. Die Samen derſelben ſtehen gepaart oder vereinzelt am Ende beſonderer kurzer Sproſſe, oder aber ſie entſpringen von der Fläche kleiner Fruchtſchuppen. Die pflaumenartigen Samen des Gingko (Gingko biloba) ſtehen zu zweien am Ende eines dünnen Stieles, welcher an einen Kirſchenſtiel erinnert (ſ. Abbildung, S. 437, Fig. 7). Die Samen der Eibe (Taxus baccata) ſtehen vereinzelt am Ende eines kurzen, mit kleinen Schüppchen beſetzten Sproſſes und ſind zur Zeit der Reife bis über die Mittelhöhe von einem fleiſchigen, ſaftreichen, ſcharlachroten Gewebe umwallt (ſ. Abbildung, S. 436, Fig. 1, 4 u. 5). Dieſe fleiſchige Maſſe, welche ſich als ringförmige Wucherung vom Ende des Stielchens der Samenanlage erhebt, gilt aber nicht als Fruchtſchuppe, ſondern als Samenmantel (arillus). Auch bei den Arten der Gattung Podocarpus kommt ein eigentümlicher Samenmantel zur Entwickelung.

Die Samen der Cykadeen gehen bei einigen Arten von zapfenförmig gruppierten Fruchtſchuppen aus und haben eine holzige Schale, bei anderen entſprechen ſie den Abſchnitten der Fruchtſchuppen oder Fruchtblätter und beſitzen, wie ſchon oben erwähnt, eine aus dem

Integument hervorgegangene fleischige Schale. Die Samen der Gnetaceen werden bei einigen Gattungen, wie z. B. bei dem Meerträubel (Ephedra), zur Zeit der Reife von dem fleischig gewordenen Perigon umwallt, bei anderen dagegen entstehen zapfenförmige Sammelfrüchte, und wieder bei anderen erscheinen die unterhalb der Samenanlagen stehenden Blattgebilde zu einem Becher verwachsen.

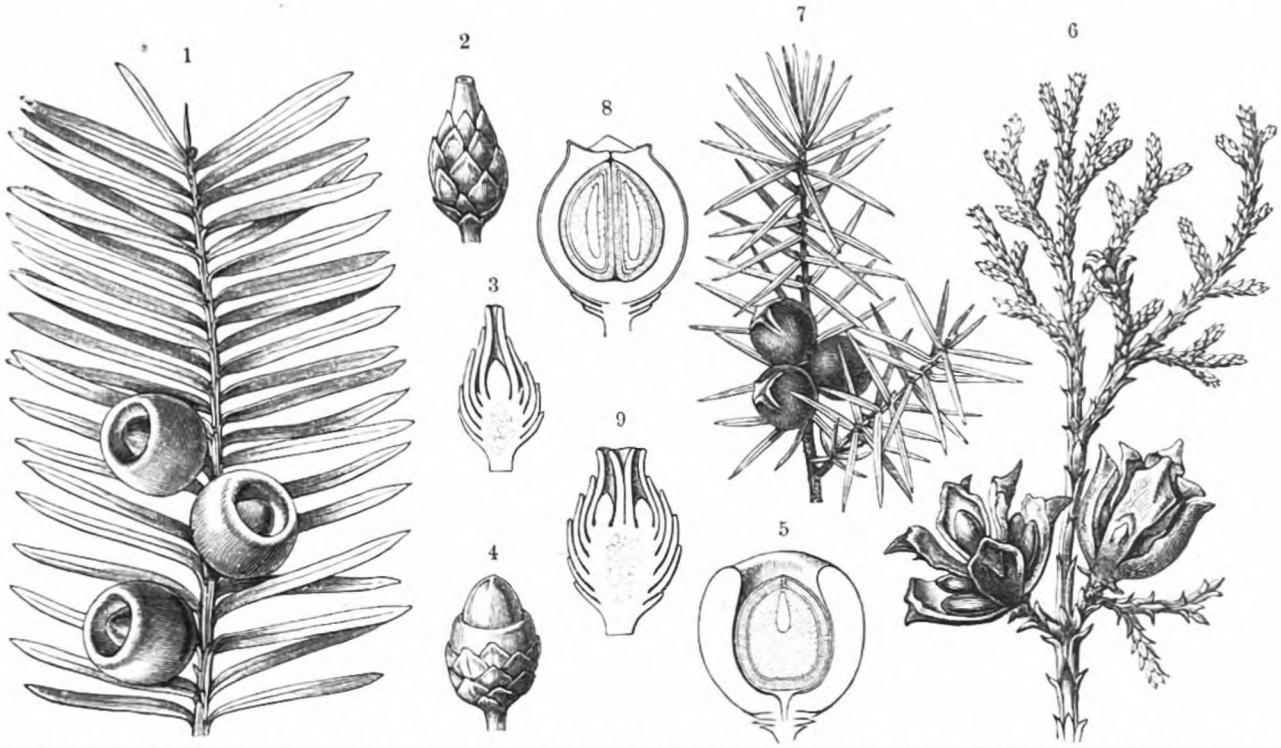
Wie schon aus diesen kurz bemessenen Bemerkungen hervorgeht, ist die Fruchtbildung der nacktsamigen Phanerogamen von einer fast unerschöpflichen Mannigfaltigkeit und dabei



Fruchtblüten, Früchte und Samen der Koniferen: 1. Zapfen der Edeltanne (Abies pectinata). — 2. Deckschuppe und Fruchtschuppe aus diesem Zapfen, von der Außenseite. — 3. Die beiden von der Fruchtschuppe getragenen geflügelten Samen und dahinter die Deckschuppe. — 4. Längsschnitt durch die Fruchtschuppe und Deckschuppe. Auf der Fruchtschuppe einer der geflügelten Samen. — 5. Geflügelter Same. — 6. Längsschnitt durch den Samen. — 7. Eine einzelne Fruchtblüte der Kiefer (Pinus silvestris). — 8. Eine einzelne Fruchtblüte der Lärche (Larix Europaea) mit der darunter stehenden Deckschuppe. — 9. Längsschnitt durch die Fruchtblüte der Lärche. — Fig. 1 in natürlicher Größe; die anderen Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 433 und 434.

doch in allen Fällen von jener der bedecktsamigen Phanerogamen verschieden. In einem Punkte herrscht aber eine große Übereinstimmung. Das Ziel des Entwickelungsganges ist bei allen Phanerogamen das gleiche: der Aufbau eines kräftigen Keimlinges, die Ausbildung von Schutzmitteln desselben gegen nachteilige äußere Einflüsse und die Herstellung von Ausrüstungen zur Verbreitung und zur Ansiedelung der von der Mutterpflanze sich trennenden Samen, welche den zu einem selbständigen Haushalte schreitenden Keimling enthalten.

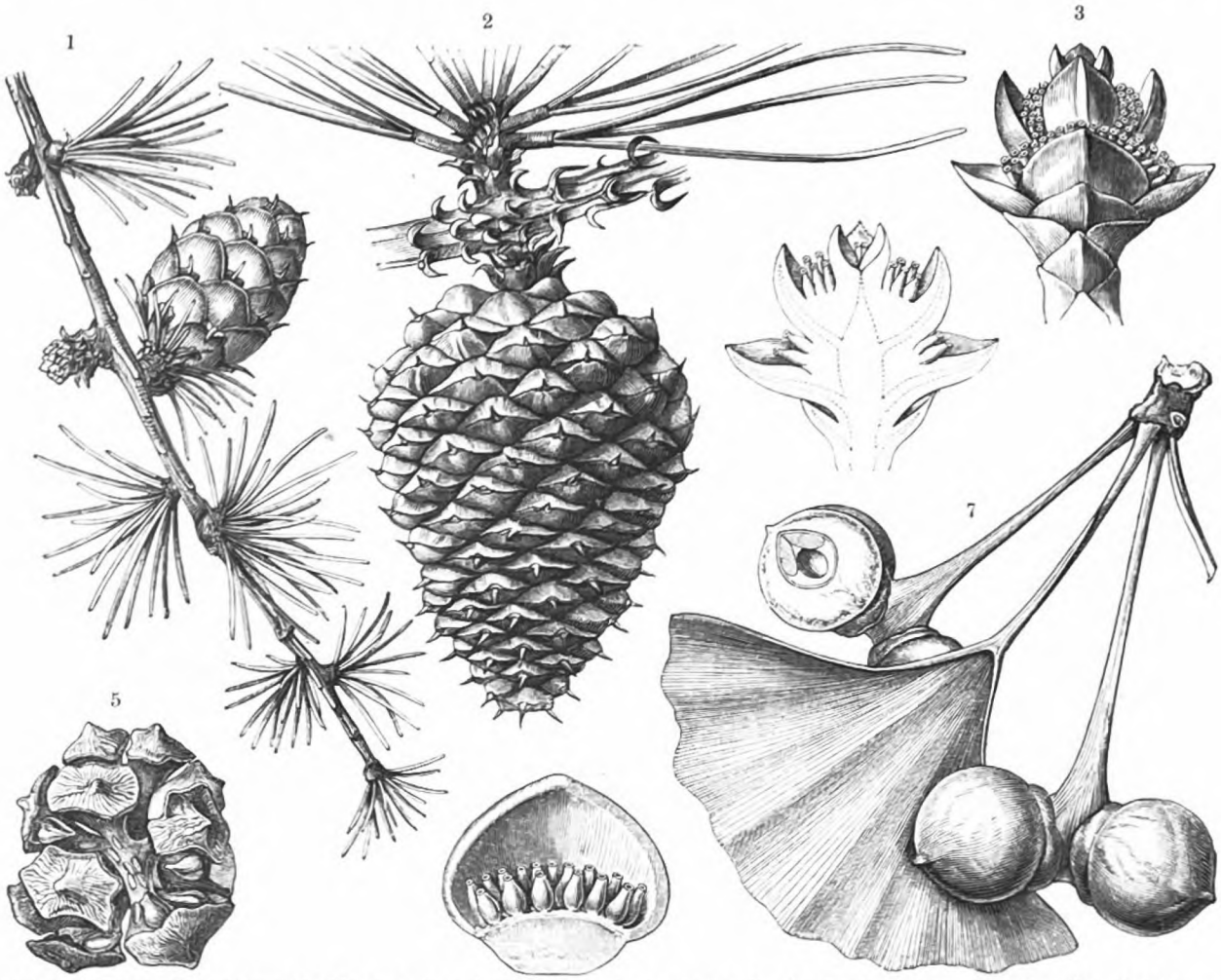
Die Schutzmittel, deren der Keimling bedarf, solange er noch im Verbande mit der Mutterpflanze steht, richten sich einerseits gegen die nachteiligen Angriffe gewisser Tiere, anderseits gegen die Ungunst der Witterung. Jene gegen die Angriffe der Tiere sind in einigen Fällen an der Samenschale, in anderen Fällen am Samengehäuse, wieder in anderen Fällen an der Fruchtdecke und Fruchthülle und mitunter auch an dem Stamme, über welchen der Weg zu den Früchten führt, ausgebildet. Sie lassen sich in mehrere Gruppen teilen. In die erste Gruppe gehören Dornen, Stacheln und stechende Borsten, welche insbesondere am Samengehäuse, an den Fruchtdecken und Fruchthüllen angetroffen werden. Die Kapseln des Stechapfels (Datura Stramonium), die Kapsel der Bixa orelana (s. Abbildung, S. 438), die mit drei Klappen aufspringende Trockenfrucht



Fruchtblüten, Früchte und Samenanlagen der Koniferen: 1. Zweig der Eibe (Taxus baccata) mit reifen Früchten. — 2. Fruchtblüte. — 3. Längsschnitt durch eine Fruchtblüte. — 4. Junge Frucht. — 5. Durchschnitt durch die reife Frucht, beziehentlich den Samen und Samenmantel der Eibe. — 6. Zweig mit Fruchtblüten und reifen aufgesprungenen Zapfenfrüchten des Lebensbaumes (Thuja orientalis). — 7. Zweig des Wachholders (Juniperus communis), mit Beerenzapfen. — 8. Längsschnitt durch einen Beerenzapfen. — 9. Fruchtblüte des Wachholders. — Fig. 1, 6 und 7 in natürlicher Größe; die anderen Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 434.

der Schrankia (s. Abbildung, S. 439, Fig. 2), die Hülsen der russischen Süßholzstaude (Glycirrhiza echinata), die aus dem Kelche gebildete Fruchtdecke der die Steppen bewohnenden Arnebia cornuta und die Fruchthülle der Kastanie (Castanea vesca; s. Abbildung, S. 439, Fig. 4) mögen hierfür als Beispiele dienen. Auch an nacktsamigen Phanerogamen wird diese Art des Schutzes beobachtet. Mehrere Kiefern, für welche die nordamerikanische Pinus serotina als Vorbild gelten kann, haben Zapfen, welche ringsum mit kurzen, sehr spitzen Nadeln besetzt sind (s. Abbildung, S. 437, Fig. 2), so daß bis zur Zeit der Trennung der Schuppen und des Ausfallens der geflügelten, dem Winde preisgegebenen Samen kein Tier es wagen wird, diese Zapfen anzugreifen. Von besonderem Interesse sind auch einige Schotengewächse (Tetractium quadricorne, Matthiola bicornis, tricuspidata; s. Abbildung, S. 439, Fig. 3), bei denen sich nur am Ende der Frucht neben dem abdorrenden kurzen Griffel 2, 3 oder 4 feste, spreizende Spitzen ausbilden, welche den weidenden Tieren drohend entgegenstarren. Noch seltsamer und einer besonderen Beschreibung wert sind die Mimosen aus der Verwandtschaft der Sinnpflanze (z. B. Mimosa pudica, polycarpa,

hispidula), für welche die zuletzt genannte als Vorbild hingestellt sein soll (s. Abbildung S. 439, Fig. 1). Die Hülsen sind hier zu einem Knäuel vereinigt. Sowohl die Rückennaht als die Bauchnaht jeder Hülse wird von einer Rippe gebildet, welche zwei Reihen scharfer, kurzer Stacheln trägt. Dieser stachelige, die Hülse wie ein Rahmen einfassende Besatz verscheucht alle Tiere, welche etwa nach den ausreifenden Früchten lüstern sein sollten. Wenn dann die Samen reif geworden sind, fallen die Hülsen aus dem bestachelten



Fruchtblüten, Früchte und Samen der Koniferen: 1. Zweig der Lärche (Larix Europaea) mit reifen Zapfen. — 2. Zweig der Pinus serotina mit reifem Zapfen. — 3. Blütenstand der Cypresse. — 4. Längsschnitt durch diesen Blütenstand. — 5. Aufgesprungener Zapfen der Cypresse (Cupressus sempervirens). — 6. Einzelne Fruchtblüte der Cypresse. — 7. Zweig von Gingko biloba mit unreifen Früchten. — Fig. 1, 2, 5 und 7 in natürlicher Größe; die anderen Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 433 und 434.

Rahmen heraus und werden durch die Luftströmungen verbreitet. Gewöhnlich spalten sich die ausfallenden Hülsen in mehrere Glieder von sehr geringem Gewichte und einer verhältnismäßig großen Angriffsfläche, so daß sie, durch den Wind erfaßt, sehr weit fortgetragen werden können.

In allen diesen Fällen reicht der Schutz nur bis zur Zeit der vollen Reife der Samen. Ist diese eingetreten und haben die Samen die Mutterpflanze verlassen, so ist auch die Bedeutung der Stacheln als Schutzmittel zu Ende. Gewöhnlich bleiben die bestachelten, zur Reifezeit geöffneten Hüllen der Samen an der Mutterpflanze zurück, und nur in seltenen Fällen, wie z. B. bei der Flügelfrucht des Centrolobium robustum (s. Abbildung, S. 439, Fig. 5), löst sich das bestachelte geschlossene Samengehäuse ganz von dem Fruchtstiele ab. Geschieht dies, so haben die Stacheln noch weitere Aufgaben zu erfüllen, insbesondere haben sie als Verbreitungsmittel und bei der Befestigung der Samen an das Keimbett eine wichtige

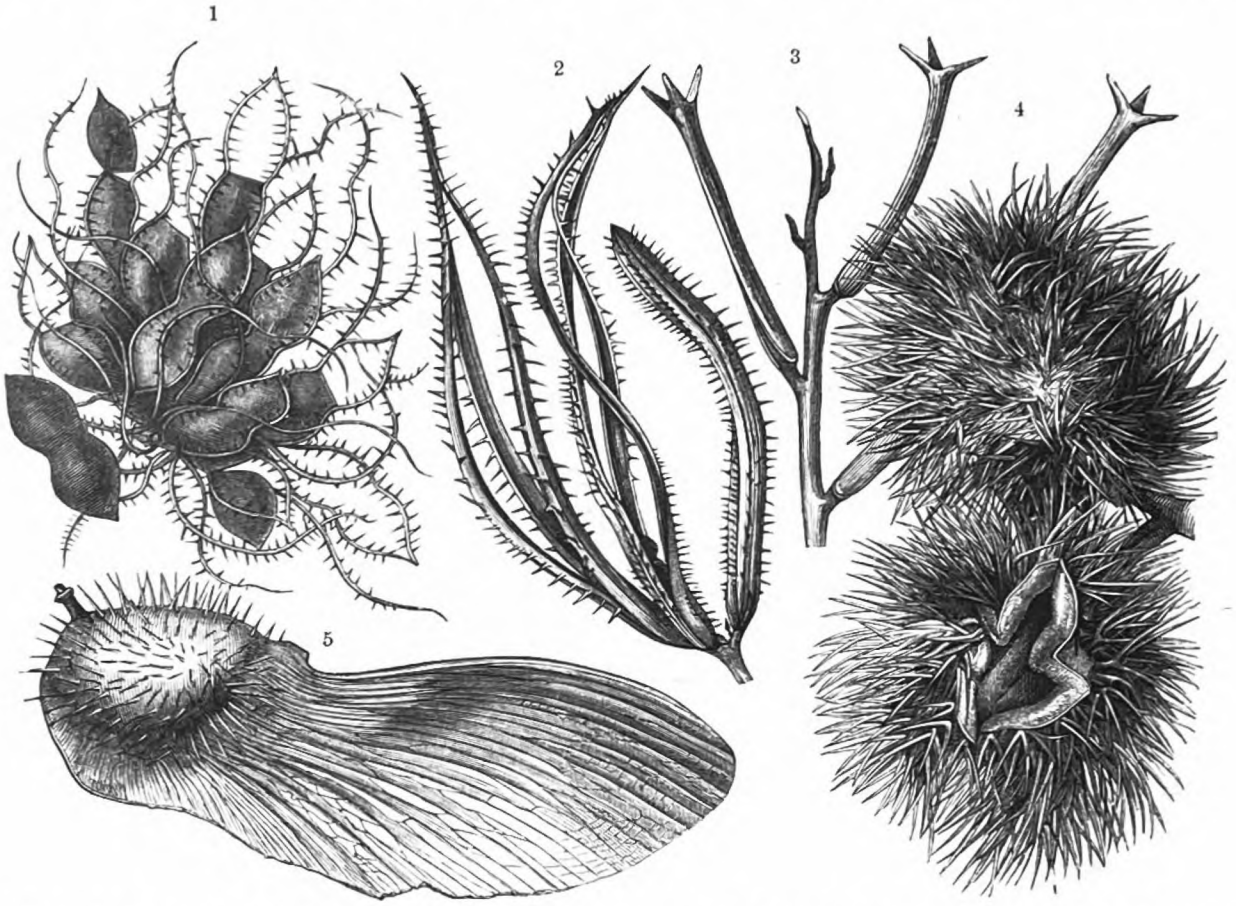
Rolle zu ſpielen. Bei Pflanzen mit fleiſchigen, ſaftreichen Früchten, deren Samen durch Vögel verbreitet werden, würde es nichts weniger als vorteilhaft ſein, wenn die Frucht auch noch zur Zeit ihrer vollen Reife mit ſpitzen Stacheln beſetzt wäre. In der That löſen ſich bei ſolchen Pflanzen die Stacheln und Borſten, wenn ſolche bis zur Zeit des Reifens vorhanden waren, ab, und die fleiſchige Frucht, welche eine Beute der Vögel werden ſoll, iſt dann unbewehrt. Die Früchte der zu den Nopalen gehörigen Mucuna prurita ſind während ihrer Entwickelung dicht mit braunen, ſpindelförmigen Borſten beſetzt. Jede Borſte beſteht aus einer Zelle, iſt hohl und enthält einen ſcharfen Saft; an dem freien Ende ſitzen kleine Papillen, welche mit ihrer Spitze rückwärts gerichtet und wie Widerhaken wirkſam ſind. Dieſe Borſten bohren ſich bei der leiſeſten Berührung in die Haut ein und erzeugen unausſtehliches Jucken und heftige Entzündungen. Solange dieſe Borſten auf der Frucht ſitzen, unternimmt kein auf Pflanzenkoſt angewieſenes Tier einen Angriff; ſobald aber die in der fleiſchigen Maſſe eingebetteten Samen reif geworden ſind, fallen die gefährlichen Borſten ab, und nun nahen ſich auch Vögel, um die Früchte als Nahrung aufzunehmen, was weiterhin die Verbreitung der Samen im Gefolge hat.



Schutzmittel der ausreifenden Samen gegen die Angriffe der Tiere. Bixa orelana, mit Blüten und Früchten. Drei Früchte aufgeſprungen, ſo daß die Samen ſichtbar ſind. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 436.

Die unter dem Namen Hagebutten bekannten Früchte der Roſen reifen im Herbſte, fallen aber auch dann, wenn ſie vollſtändig ausgereift ſind, nicht von ihren Tragzweigen ab. Die Samen ſind in kleinen, ſehr harten Nüßchen und dieſe in dem fleiſchig gewordenen Blütenboden eingebettet. Die Verbreitung ſoll durch Dohlen, Amſeln und dergleichen vermittelt werden, welche angeflogen kommen, die Hagebutten ihres Fruchtfleiſches wegen als Nahrung zu ſich nehmen, das Fruchtfleiſch verdauen, die harten Nüßchen aber unverdaut mit dem Kote an Stellen abſetzen, welche von den Standorten der Mutterpflanze mehr oder weniger weit entfernt ſind. Während die genannten Vögel willkommene Gäſte ſind und durch die auffallende Farbe der Hagebutten ſogar angelockt werden, ſind Mäuſe und andere kleine Nager in hohem Grade unwillkommen; denn ſie zernagen die Nüßchen, welche in dem Fruchtfleiſche der Hagenbutten ſtecken, und verzehren mit großer Geſchwindigkeit auch den Inhalt der Nüßchen, den Samen. Gegen dieſe böſen Gäſte ſollen die Hagebutten ausgiebig geſchützt ſein. Und ſie ſind es auch. Die Stämme und Zweige, über welche die gefährlichen kleinen Nager den Weg zu den Früchten einſchlagen müßten, ſtarren

von Stacheln, welche mit ihrer gekrümmten, scharfen Spitze abwärts sehen und den Mäusen das Emporklettern unmöglich machen. Im Spätherbste, wenn die Mäuse von den Feldern abziehen und in den von Menschen bewohnten Räumen ihr Winterquartier aufschlagen, habe ich von den Rosensträuchern meines Gartens wiederholt Hagebutten abgepflückt und sie am Abende auf die Erde unter die Rosensträucher gelegt. Jedesmal waren sie am folgenden Morgen von den Mäusen angenagt und vernichtet, während die an den Zweigen stehen gelassenen Hagebutten unberührt blieben. Ähnlich wie die Hagebutten sind auch die Früchte mehrerer niederer Palmen durch Stachelkränze an den Stämmen, durch stechende Nadeln an



Schutzmittel der ausreifenden Samen gegen die Angriffe der Tiere. 1. Mimosa hispidula — 2. Schrankia — 3. Matthiola tricuspidata. — 4 Castanea vesca. — 5. Centrolobium robustum. Vgl. Text, S. 436 und 437.

den Hüllen und hakenförmig gekrümmte spitze Zähne an jenen Blattstielen, über welche sich die Nagetiere den Früchten nähern könnten, geschützt. Ebenso findet man die Beeren mehrerer staudenförmiger Nachtschattengewächse (z. B. Solanum sodomaeum und sisymbriifolium) sowie die Früchte der Brombeeren mit zahllosen stechenden Borsten und Stacheln sowohl am Stengel als auch an den Fruchtstielen und Kelchen gegen aufkriechende Tiere gesichert. Bei mehreren Arten der Gattung Heckſame, so namentlich Ulex Gallii, micranthus und nanus, sind die Hülsen über Zweige verteilt, welche ringsum von Dornen starren. Die Dornen ragen über die Hülsen hinaus, sind bogenförmig gekrümmt, und ihre scharfe Spitze ist gegen die Erde gerichtet. Mäuse, welche über diese Zweige emporklettern und die zwischen den Dornen versteckten Hülsen aufsuchen wollten, würden diesen Versuch teuer bezahlen.

Daß außer den Nagern auch noch andere unwillkommene Gäste aus der Tierwelt, namentlich Raupen, Schnecken, Ohrwürmer, Asseln und dergleichen, abgehalten werden sollen, ist selbstverständlich. Für gewisse Raupen haben die grünen Samengehäuse und für andere wieder die Samen selbst eine besondere Anziehungskraft. Inwieweit es für Nelkengewächse,

Schmetterlingsblütler und einige Arten der Gattung Yucca von Vorteil ist, wenn ein Teil ihrer Samen den Raupen zum Opfer fällt, wurde auf S. 151—156 ausführlicher erörtert. Es ist hier auch daran zu erinnern, daß durch die Stacheln und Dornen, insbesondere durch jene, deren Spitzen schräg nach aufwärts gerichtet sind, das Laub der betreffenden Pflanze gegen die weidenden Tiere geschützt wird (s. Band I, S. 401). Bei den oben erwähnten Heckſamen (Ulex) kann man sehen, daß die Spitzen jener Dornen, welche an dem Gipfel der Zweige entspringen, den weidenden Tieren entgegenstarren, während die tiefer abwärts von den Zweigen ausgehenden Dornen, welche gegen die Erde gekrümmt sind, das Emporklettern der Mäuse verhindern.

Eine eigentümliche Schutzvorrichtung wird an den Fruchtkelchen gewisser Lippenblütler, namentlich des Thymians, des Bergthymians und der Ballote (Thymus, Calaminta, Ballota), beobachtet. Nachdem die Befruchtung stattgefunden hat, fällt die Blumenkrone ab, der Kelch aber, in dessen Grunde vier Nüßchen heranwachsen sollen, bleibt zurück und bildet eine becherförmige Fruchtdecke. Damit nun dort die Entwickelung der Nüßchen ohne Störung vor sich gehen kann, wird die Mündung des Bechers abgesperrt. Es erscheint nämlich dort ein Haarkranz eingeschaltet, welcher von den kleinen, samenfressenden Tieren nicht durchdrungen werden kann. Welche Bedeutung diesen Haarkränzen überdies bei dem Ausschleudern der Früchtchen zukommt, wird an anderer Stelle zu erörtern sein.

In manchen Fällen werden die Früchte, beziehentlich die Samen gegen die ungebetenen Gäste aus der Tierwelt nicht durch abwehrende Dornen, Stacheln, Borsten und Haare, sondern dadurch unzugänglich gemacht, daß sie während des Ausreifens an langen dünnen Stielen hängen. Es wäre für die Mäuse ein gefährliches Wagnis, entlang der schwankenden Stengel und Stiele zu den hängenden Hülsen der Erbsen (Pisum) sowie zu jenen der Wicken (Vicia dumetorum, pisiformis, silvatica) emporzuklimmen. Wenn zufällig einmal eine dieser Hülsen eine Lage einnimmt, derzufolge sie auf einem anderen Wege leicht erreicht werden kann, dann ist sie auch so gut wie verloren, denn die nahrhaften Samen in diesen Hülsen bilden für die Mäuse eine sehr begehrte und viel umworbene Speise. Daß mittels der langen, schwankenden Stiele auch die Kirschen gegen die Angriffe der Ohrwürmer, Asseln und anderen Ungeziefers geschützt sind, geht aus dem Umstande hervor, daß jene Kirschen, welche man abgepflückt, unter dem Baume auf den Boden gelegt und so den flügellosen Tieren zugänglich gemacht hat, von diesen schon nach wenigen Stunden belagert und angefressen werden.

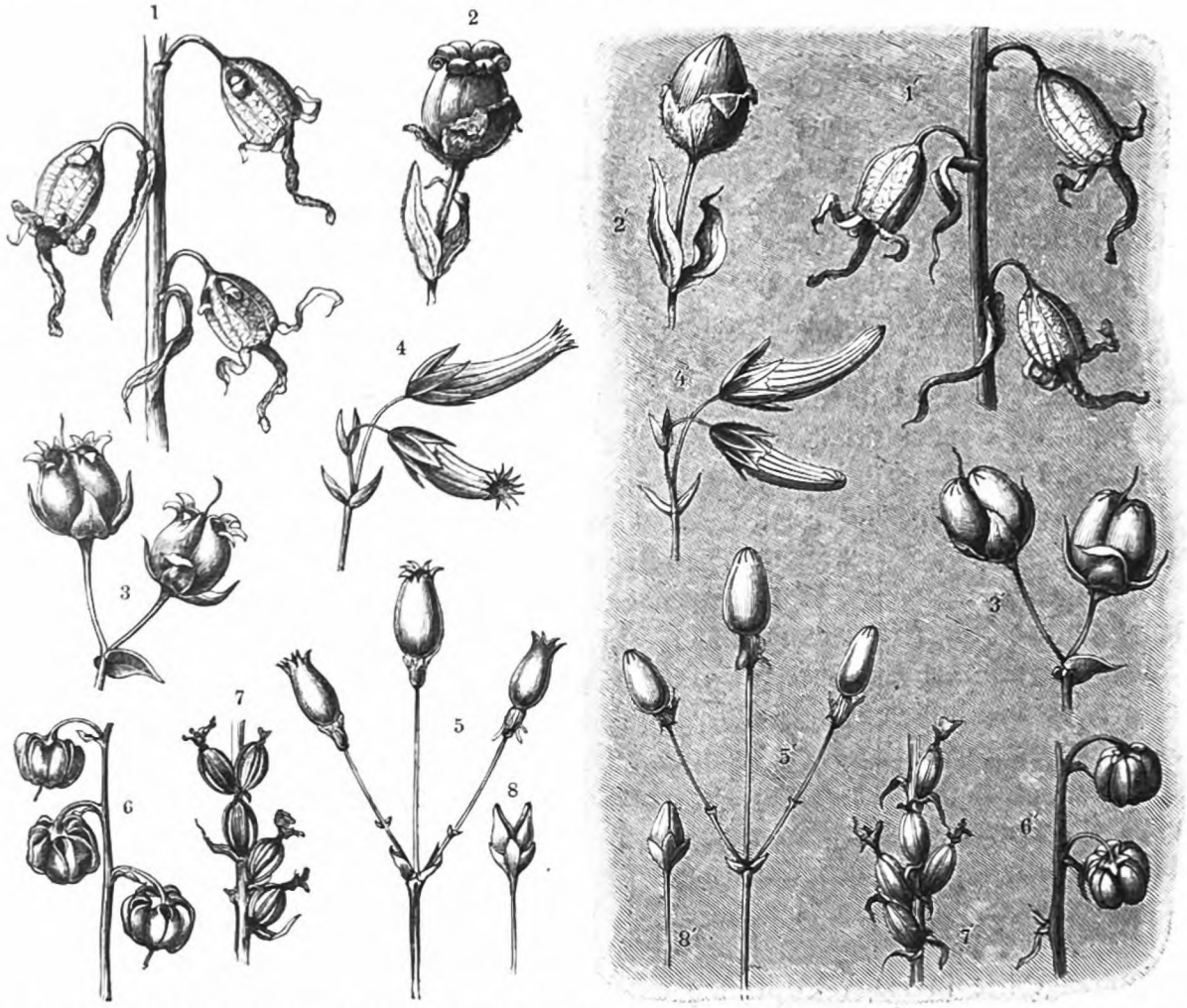
Wo als Anlockungsmittel für die zur Samenverbreitung berufenen Tiere fleischige, saftreiche Gewebe ausgebildet werden, kann man mit Sicherheit darauf rechnen, daß diese Gewebe vor der Reife der Samen nichts weniger als begehrenswert erscheinen. Sie werden dies erst, wenn die Samen schon keimfähig und befähigt sind, sich selbständig ohne weitere Beihilfe der Mutterpflanze weiter zu entwickeln. Es braucht hier nur an die unreifen Kirschen, Pflaumen, Birnen, Äpfel und Weinbeeren erinnert zu werden. Schon bei früherer Gelegenheit, als die Stoffwandlung in der lebenden Pflanze zur Besprechung kam (s. Band I, S. 431), wurde darauf hingewiesen, daß die fleischigen Teile der Frucht infolge des Gehaltes an bitteren oder giftigen Glykosiden so lange herb und ungenießbar sind, als die in denselben geborgenen Samen ihre Entwickelung noch nicht abgeschlossen haben. Später werden diese Glykoside umgesetzt, sie spalten sich durch die in den unreifen Früchten reichlich vorhandenen Säuren in Zucker und verschiedene andere unschädliche Stoffe, und so kommt es, daß dasselbe Gewebe, welches bisher herb, sauer, ungenießbar und abschreckend war, jetzt süß und schmackhaft ist und als ein Anlockungsmittel für jene Tiere wirksam wird, welche die Verbreitung der Samen auf eine späterhin noch ausführlicher zu schildernde Weise besorgen. Sehr lehrreich ist in dieser Beziehung auch die

Walnuß (Juglans regia). Die Nuß ist so lange von einer taninreichen, äußerst herben, fleischigen Hülle umgeben, als der in ihr geborgene Same die Keimfähigkeit nicht erreicht hat. Man hat noch niemals gesehen, daß diese Hülle von einem Nußhäher oder einem anderen nach Nüssen fahndenden Tiere berührt worden wäre. Sobald aber der Same ausgereift ist, zerklüftet die fleischige Hülle, sie schwärzt sich, wird matsch, schrumpft zusammen und hebt sich von der Nuß in Form unregelmäßiger Borken ab. Die Nuß wird sichtbar und zugänglich, und jetzt stellen sich auch die Nußhäher und andere Tiere ein, welche die Verbreitung dieser Früchte zu besorgen haben. In vielen Fällen sind es nicht so sehr bittere und sauere, sondern stark duftende, harzige und klebrige Stoffe, welche die Zellen und Gänge in den äußersten Schichten der Frucht so lange erfüllen, bis der Same im Inneren keimfähig geworden ist. So z. B. sind die Schuppen an dem Zapfen der Zirbelkiefer (Pinus Cembra) bis zur vollendeten Reife der von ihnen verdeckten Samen ungemein harzreich. Ritzt man sie mit einem Messer, so quillt Pech hervor, welches an der glatten Messerklinge anhaftet und nur schwer wieder entfernt werden kann. Wollte jetzt ein Tannenhäher die Samen durch Aufhacken der Zapfenschuppen mit dem Schnabel gewinnen, so würde er sich mit Pech besudeln. Diese Tiere unterlassen es auch, um diese Zeit die Samen aus den Zapfen zu lösen, und warten die volle Reife der Samen ab. Ist diese eingetreten, so werden die Zapfen trocken, ihre Schuppen trennen sich von selbst, und die Samen sind jetzt leicht zu gewinnen. Wie durch die genannten Tiere die Verbreitung der Zirbelnüsse, Walnüsse und dergleichen erfolgt, wird in einem späteren Abschnitte zu erörtern sein. Hier ist nur noch der wegen ihrer Klebrigkeit oder ihres eigentümlichen Duftes den Tieren unangenehmen Überzüge an der Oberfläche der Samengehäuse und Fruchthüllen als Schutzmittel gegen unwillkommene Angriffe zu gedenken. Die Hülsen mehrerer Schmetterlingsblütler, so namentlich der verschiedenen Arten von Adenocarpus (A. decorticans, Hispanicus 2c.), sind an den Kielen und an den beiden Breitseiten ganz dicht mit klebrigen, kurz gestielten, braunen Drüsen besetzt, welche gewiß nicht als Verbreitungsmittel, sondern als Schutzmittel der in den Hülsen enthaltenen ausreifenden Samen zu deuten sind. Dasselbe gilt von den Nüßchen des Hanfes (Cannabis sativa); nur ist da nicht das Samengehäuse, sondern es sind die Deckblätter, unter welchen die Samengehäuse geborgen sind, mit schmierigen, stark duftenden Stoffen überzogen. An dem Hopfen (Humulus Lupulus) sind die Deckblätter und zwar in der nächsten Umgebung der Nüßchen mit Drüsen besetzt, deren Duft den Tieren widerlich sein muß, weil keines derselben den Versuch macht, sich den Nüßchen zu nähern. Selbst die zudringlichen Sperlinge werden durch diese Schutzmittel abgehalten, die Früchte des Hanfes und Hopfens, solange diese noch unreif sind, anzugreifen.

Nicht weniger wichtig als der Schutz gegen die Angriffe unberufener Gäste aus der Tierwelt ist für den Keimling der Schutz gegen nachteilige Einflüsse der Witterung. Feuchtigkeit und Trockenheit können das für die Pflanze notwendige Maß weit überschreiten, und es ist von vornherein zu erwarten, daß Einrichtungen getroffen seien, durch welche dem Keimlinge, solange er noch im Verbande mit der Mutterpflanze steht, von dieser der nötige Schutz einerseits gegen überschwengliche Nässe, anderseits gegen zu weit gehende Austrocknung geboten werde. Die Keimlinge, beziehentlich die Samen, welche in Beeren, Pflaumen und Schließfrüchten eingebettet sind, sowie jene in den aufspringenden Trockenfrüchten, welche im Augenblicke des Aufspringens ausgeschleudert werden, kommen in dieser Beziehung wohl nur wenig in Betracht, dagegen ist bei den Samen, welche in Kapseln geborgen sind, zumal in Kapseln, die mit Klappen, Zähnen und Löchern aufspringen, die Gefahr vorhanden, daß sie ersäuft werden, wenn sich der Hohlraum der Kapsel bei Regenwetter mit Wasser füllt. Diese Gefahr ist nun dadurch beseitigt, daß die Klappen, Zähne und sonstigen Gebilde an der Mündung der Kapseln sehr hygroskopisch sind und sich bei Nässe rasch schließen

oder, was auf dasselbe hinauskommt, daß sie sich nur bei trockenem Wetter, insbesondere nur bei dem Wehen austrocknender Winde, öffnen. Um diese merkwürdige Einrichtung zum vollen Verständnisse zu bringen, ist es notwendig, daß schon hier die eigentümliche Verbreitung der in den erwähnten Kapseln geborgenen Samen in Kürze geschildert werde. Zunächst ist darauf hinzuweisen, daß alle mit Zähnen und Klappen sich öffnenden Kapseln von langen Stielen getragen werden, oder daß die Spindel, von welcher kurzgestielte Kapseln ausgehen, sehr in die Länge gestreckt ist. Diese Stiele und Spindeln sind stets biegungsfest. Sie werden durch Windstöße zum Schwanken gebracht, und der Kraft des Windstoßes entspricht die Kraft, mit welcher die in dem Gehäuse enthaltenen Samen ausgeschüttelt und ausgeschleudert werden. Aus den mit ihrer Mündung nach oben sehenden becherförmigen Kapseln des nickenden Leimkrautes (Silene nutans; s. Abbildung, S. 443, Fig. 5) können auch dann, wenn sie sich geöffnet haben, die Samen von selbst nicht ausfallen; sobald aber der Wind die langen Stiele nach einer Seite biegt, und wenn dann beim Nachlassen des Windes die Stiele zufolge ihrer Biegungsfestigkeit wieder die frühere Lage anzunehmen suchen, werden die Samen aus dem offenen Becher ausgeworfen. Damit das Auswerfen und Ausschütteln der Samen durch Vermittelung der biegungsfesten Stengel erfolgen kann, ist demnach unerläßlich, daß die Öffnungen der Samengehäuse nach oben gerichtet sind. Das ist auch bei der überwiegenden Mehrzahl der hier in Betracht kommenden Pflanzen der Fall. Wenn der Stiel als Blütenstiel überhängend war, wie bei dem erwähnten nickenden Leimkraute (Silene nutans; s. Abbildung, S. 150 und 151), so richtet er sich als Fruchtstiel steif in die Höhe, und wenn die Stiele auch nach dem Verblühen abwärts gekrümmt bleiben, wie bei der Glockenblume (Campanula; s. Abbildung, S. 443, Fig. 1) und dem Wintergrün (Pirola; s. Abbildung, S. 443, Fig. 6), so bilden sich die Löcher und Spalten nicht an dem gegen den Boden sehenden Scheitel, sondern an der nach oben sehenden Basis der Frucht aus. Diese für die Verbreitung der Samen so günstige Lage der Kapselöffnungen bedingt freilich die oben angedeutete Gefahr, daß das Wasser der atmosphärischen Niederschläge in das Innere der Kapsel gelangt, die dort für das Ausstreuen vorbereiteten Samen vorzeitig durchnäßt und verdirbt. Dem ist nun in der einfachsten Weise dadurch vorgebeugt, daß bei drohender Gefahr die Öffnungen der Kapseln geschlossen werden. Das Gehäuse der Kapseln ist sehr hygroskopisch, und dem entsprechend erfolgt auch das Schließen der Kapsel unter dem Einflusse von Nässe ungemein rasch. Die Abbildung, S. 443, bringt einige Beispiele für dieses Öffnen und Schließen. Bei dem schon wiederholt erwähnten nickenden Leimkraute (Silene nutans; Fig. 5) öffnet sich die Kapsel an dem aufwärts gerichteten Scheitel mit sparrig abstehenden, wenig gekrümmten Zähnen. Dasselbe gilt von der Doppelkapsel verschiedener Arten des Leinkrautes (z. B. Linaria Macedonica; Fig. 3). Bei dem großfrüchtigen Hornkraute (Cerastium macrocarpum; Fig. 4) ist die Kapsel seitlich eingestellt, etwas aufwärts gebogen und springt mit spitzen, wenig zurückgekrümmten Zähnen auf; bei der Taglichtnelke (Lychnis diurna; Fig. 2) öffnet sich die aufrechte Kapsel mit Zähnen, welche sich spiralig zurückrollen; bei den Glockenblumen (z. B. Campanula rapunculoides; Fig. 1) heben sich nahe an der Basis der Kapsel scharf umgrenzte Wandstücke wie Klappen ab, wodurch dort ebenso viele Löcher entstehen; bei den Wintergrünen (z. B. Pirola chlorantha; Fig. 6) entstehen an der nach oben sehenden Basis der hängenden Kapsel klaffende Spalten, und bei dem Fettkraute (Pinguicula vulgaris; Fig. 8) geht die aufrechte Kapsel in zwei Klappen auseinander. Wie alle diese Kapseln aussehen, wenn sie von Regen oder Tau befeuchtet werden, zeigen die Figuren 1′ bis 6′. Der Verschluß ist ein so vollkommener, daß von dem Eindringen der Nässe in das Innere des Gehäuses keine Rede sein kann, und so sind die dort geborgenen Samen gegen die Gefahr einer vorzeitigen Durchnässung auf das trefflichste geschützt. Wo sich nur schmale Spalten an den Seitenwänden der Kapsel

ausbilden, wäre es möglich, daß das Waſſer durch dieſe eindringt und die Samen verdirbt. Aber gerade ſolche Kapſeln ſind ausnehmend hygroſkopiſch, und ſelbſt eine ſchwache Benetzung mit Tau genügt, daß ſich die bei trockenem Wetter offenen Spalten ſofort wieder ſchließen, wenn die Feuchtigkeit der Luft zunimmt und Tau gebildet wird. Die Früchte unſerer Wieſenorchideen, z. B. jene der Gymnadenia conopea (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 7 und 7′), zeigen dieſen Vorgang in ſchönſter Weiſe.



Schutzmittel der Samen gegen die nachteiligen Einflüſſe der Witterung: 1. Kapſel der Campanula rapunculoides bei trockenem; 1′ bei Regenwetter. — 2. Kapſel der Lychnis diurna bei trockenem; 2′ bei Regenwetter. — 3. Kapſeln der Linaria Macedonica bei trockenem; 3′ bei Regenwetter. — 4. Kapſeln des Cerastium macrocarpum bei trockenem; 4′ bei Regenwetter. — 5. Kapſeln der Silene nutans bei trockenem; 5′ bei Regenwetter. — 6. Kapſeln der Pirola chlorantha bei trockenem; 6′ bei Regenwetter. — 7. Kapſeln der Gymnadenia conopea bei trockenem; 7′ bei Regenwetter. — 8. Kapſel der Pinguicula vulgaris bei trockenem; 8′ bei Regenwetter. Vgl. Text, S. 442.

Kapſelfrüchte, welche mit ihren Öffnungen abwärts ſehen, gibt es nur wenige, und bei dieſen iſt die Verbreitung der Samen weſentlich anders, als ſie oben geſchildert wurde. Bei den Funkien (Funkia ovata, Sieboldi, subcordata ꝛc.) hängen die kurzgeſtielten Kapſeln an einer aufrechten Spindel und ſpringen bei trockenem Wetter an dem bodenwärts gewendeten Scheitel mit drei Klappen auf; aber mit dieſem Aufſpringen iſt ein Zurückrollen der Ränder der Klappen verbunden, und hierbei wird ſchon ein Teil der Samen in die Luft geſchleudert. Wiederholt hatte ich zu ſehen Gelegenheit, daß die Samen der Funkien über einen Dezimeter weit ausgeſchleudert wurden. Auch diejenigen Samen, welche bei dem Auswärtsrollen der Klappenränder zurückbleiben, fallen nicht, wie man erwarten möchte, aus der geſtürzten, offenen Kapſel in nächſter Nähe auf den Boden herab; ſie ſind an der Innenwand der Kapſelklappen an zarten Fäden aufgehängt, haben die Form dünner Blättchen,

bieten daher dem Winde eine verhältnismäßig große Angriffsfläche dar, werden durch ihn von den Fäden abgerissen und wie Spreu aus der weit aufgeklappten Kapsel fortgeblasen.

Es muß hier auch darauf hingewiesen werden, daß in vielen Fällen das Öffnen der Früchte nur unter dem Einflusse trockener Winde erfolgt, und daß derselbe Wind, welcher die Austrocknung und infolgedessen das Aufspringen der Früchte veranlaßt, die im Augenblicke des Aufspringens ausfallenden Samen erfaßt und weithin verstreut. Am schönsten kann man diese Erscheinung an den Zapfen unserer Kiefer (Pinus silvestris) beobachten. Sie öffnen sich nur in den Nachmittagsstunden, wenn die größte Trockenheit herrscht und ein lebhafter Wind durch die Baumkrone streicht. In der Nähe der Bäume stehend, hört man dann in der Krone ein ganz eigentümliches, durch das rasche Trennen der Zapfenschuppen hervorgebrachtes Geräusch und sieht zugleich die aus den Zapfen fallenden geflügelten Samen wie Schmetterlinge durch die Lüfte dahinschweben. Die Zapfenschuppen dienen hier vorwiegend wohl als Schutzmittel gegen vorzeitige Durchnässung, gewiß aber auch noch gegen verschiedene andere Fährlichkeiten. Man darf überhaupt nicht vergessen, daß die Schutzmittel nur selten gegen eine einzige Gefahr gerichtet sind. Es ist ganz gut denkbar und kommt thatsächlich vor, daß dieselben Hüllen des Keimlinges, je nach der Jahreszeit, bald als ein schirmendes Dach gegen die Nässe, bald als ein Schutzmittel gegen die Trockenheit wirksam sind. Bisweilen mag dieselbe Hülle auch noch gegen die Angriffe ungebetener Gäste aus der Tierwelt schützen.

Ausbildungen an den Früchten, deren hauptsächlichste, wenn nicht einzige Bedeutung in dem Schutze des Keimlinges gegen die zu weit gehende Austrocknung oder, um es mit einem Worte zu sagen, gegen das Verdorren zu suchen ist, gibt es verhältnismäßig nur wenige. In einigen Landstrichen Neuhollands liegt die Pflanzenwelt monatelang in einer Art Sommerschlaf; es fällt zu dieser Zeit kein Regen, der Tau netzt kaum ein oder das andere Mal vorübergehend die Oberfläche des Erdreiches, und es herrscht eine Trockenheit der Luft und nachgerade auch des Bodens, welche die Pflanze nötigt, den Saftumtrieb zeitweilig ganz einzustellen. Wie dort das Laubwerk gegen das Vertrocknen geschützt ist, wurde bei früherer Gelegenheit erzählt (s. Band I, S. 273); aber auch die Keimlinge, welche sich in den Samenanlagen am Schlusse der Vegetationszeit ausgebildet haben, sollen die lange Trockenperiode ungefährdet überstehen, und das wird durch Samengehäuse erreicht, welche, was ihre Mächtigkeit anbelangt, alles übertreffen, was andere Florengebiete in dieser Beziehung aufweisen. Die Samen des auf S. 425, Fig. 2 abgebildeteten Xylomelum pyriforme sind in einem steinharten Gehäuse eingesargt, dessen Wand einen Durchmesser von 2 cm zeigt, und können daselbst der größten Trockenheit jahrelang ohne Nachteil widerstehen. Ähnlich verhält es sich auch mit den Samen, welche in den büchsenförmigen, dicken Gehäusen der neuholländischen Arten von Banksia und Eukalyptus (s. Abbildung, S. 423 und 425, Fig. 12 und 13) geborgen sind. Daß auch die Früchte der Steppenpflanzen in der heißen, regenlosen Zeit des Hochsommers eines Schutzes gegen das Vertrocknen des eingeschlossenen Keimlinges bedürfen, ist selbstverständlich. Unter diesen Pflanzen sind ganz besonders die hohen Doldengewächse aus der Gattung Prangos und Cachrys bemerkenswert, deren Spaltfrüchte einen dicken Panzer besitzen, dessen Gewebe lebhaft an Holundermark erinnert. In dieser gepanzerten Hülle liegt der zarte Keimling gegen Vertrocknung trefflich verwahrt, und es hat diese Fruchtform noch den Vorteil, daß sie bei verhältnismäßig bedeutendem Umfange doch nur ein sehr geringes Gewicht besitzt, so daß sie durch die Winde über die Steppe leicht verbreitet werden kann.

Bei den aufspringenden Trockenfrüchten und aufspringenden Fruchthüllen erstreckt sich der Schutz gegen ungünstige klimatische Verhältnisse nur auf so lange, als der Keimling im Verbande mit der Mutterpflanze steht; bei den Schließ- und Spaltfrüchten reicht er aber

noch weit darüber hinaus. Das Samengehäuse der zuletzt genannten Früchte dient dem Samen auch als Fahrzeug auf seiner Reise und als Hilfsmittel bei der neuen Ansiedelung. Im Verlaufe der Reise und während der Ansiedelung können manche widrige Umstände eintreten, und die schützende Hülle kann bei dieser Gelegenheit für den Keimling noch recht notwendig werden. Daß in allen Fällen, wo das Fruchtgehäuse oder die Fruchtdecke und Fruchthülle im Vereine mit den Samen von der Mutterpflanze abgelöst wird, jene Ausrüstungen, welche man sonst an der Samenschale sieht, nun am Fruchtgehäuse oder den in die Fruchtbildung einbezogenen Blumenblättern und Deckblättern beobachtet werden, ist eigentlich selbstverständlich. Nicht nur daß das Gehäuse, die Fruchtdecke oder die Fruchthülle so eingerichtet sind, daß sie sich als ein sicheres Gefährte für den Samen, sei es in der Luft oder im Wasser, eignet, auch zur Befestigung an dem neuen Ansiedelungspunkte ist die Oberfläche ähnlich wie sonst die Samenschale mit kleinen Grübchen und Furchen, Buckeln und Warzen, Riefen und Kämmen, Spitzen und Zacken oder auch mit Klebestoffen ausgestattet. Ebenso ist es von Wichtigkeit, daß an den Gehäusen Stellen vorgebildet sind, wo das Gewebe für Wasser durchlässig ist, oder wo es leicht verwest und zerfällt, und welche bei der Keimung durch das hervorwachsende Würzelchen des Keimlinges leicht durchbrochen werden können, wie das z. B. bei der Wassernuß und dem Samen des Rohrkolbens der Fall ist (s. Band I, S. 566, Fig. 3, 4, 11, 12 und 13).

Der Entwickelungszustand, in welchem der Keimling von der Mutterpflanze entlassen wird, zeigt eine lange Reihe von Abstufungen. An dem Gingko (Gingko biloba) ist zur Zeit, wenn der pflaumenartige Same abfällt, der Keimling noch gar nicht angelegt. Die Befruchtung hat stattgefunden, der Spermakern hat sich mit dem Kerne des Embryoplasten verbunden; aber nun tritt ein Stillstand der Entwickelung im Oogonium ein, und dieser Stillstand dauert so lange, bis der Same, dessen Schale inzwischen an Umfang ungewöhnlich zunahm und fleischig wurde, abgefallen ist. Erst jetzt beginnt auch der befruchtete Embryoplast sich weiter zu entwickeln und wächst auf Kosten der Stoffe im Speichergewebe zu einem stattlichen Keimlinge mit Würzelchen und Keimblättern heran. Bei den Orchideen sowie bei mehreren Schmarotzern und Verwesungspflanzen, namentlich bei der Sommerwurz, dem Fichtenspargel, dem Teufelszwirne und den Balanophoreen (s. Band I, S. 158 u. f.), enthält der von der Mutterpflanze abgetrennte Same bereits einen Keimling; derselbe besteht aber nur aus einigen gleichgestalteten Zellen, ist nicht gegliedert und macht fast den Eindruck eines Lagers. Bei den meisten anderen Phanerogamen ist an dem Keimlinge bereits eine deutliche Gliederung in ein Würzelchen und in einen Keimblattstamm, in die Anlage des Sproßblattstammes und in die Keimblätter zu erkennen. An dem Hornkraute (Ceratophyllum) ist der Sproßblattstamm bereits gestreckt und trägt sogar mehrere kleine Laubblättchen übereinander, und an Nelumbo zeigen die vom Sproßblattstamme ausgehenden Laubblätter eine deutliche Gliederung in Blattstiel und Blattspreite. Bei den Manglebäumen (s. Abbildung, S. 446, Fig. 1) wächst der Keimling im Verbande mit der Mutterpflanze zu außergewöhnlicher Größe heran. Das Würzelchen durchbohrt das Samengehäuse (s. Fig. 2), verlängert sich und gestaltet sich zu einem spindelförmigen Körper, der die Länge von 30—50 cm, die Dicke von 1—5 cm und das Gewicht von 80 g erreicht. Endlich löst sich der Keimling von dem Keimblatte, durch dessen Vermittelung er bisher die nötige Nahrung von der Mutterpflanze erhielt, fällt in den schlammigen Grund am Strande des Meeres, bohrt sich dort mit der Spitze seiner Wurzel ein und zeigt zu dieser Zeit an dem Sproßblattstamme bereits zwei grüne Laubblättchen (s. Band I, S. 563). Es löst sich demnach bei den Mangroven nicht der Same, sondern der Keimling von der Mutterpflanze ab. Wenn man den Gingko mit einem eierlegenden Tiere vergleichen wollte, so wären die Mangroven unbedingt den lebendig gebärenden Tieren an die Seite zu stellen.

Die Gebilde, welche den Keimling umschließen, weichen zur Zeit, in welcher sie die Mutterpflanze verlassen, in betreff ihrer Größe sehr ab. Der Same unserer Wiesenorchidee,



Mangrebaum (Rhizophora Mangle): 1. Zweig mit Blüten und Früchten (verkleinert). — 2. Einzelne Frucht, deren Scheitel von dem Würzelchen des Keimlinges durchwachsen wird. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 445.

Gymnadenia conopea, hat den Durchmesser von 1 mm und wiegt 0,008 g; der Same der Kokosnuß erreicht einen Durchmesser von 11—14 cm und wiegt 800—1100 g. Die

Kornfrüchte des Windhalmes (Apera spica venti) sind 1,2 mm lang und 0,3 mm breit und wiegen 0,05 g; die Seichellennuß mißt 32 cm in der Höhe, 18—25 cm in der Breite, 22 cm in der Dicke und wiegt 4200—4800 g. Die größten Früchte erzeugen die Kukurbitaceen. Auf üppigem Boden in warmen Sommern gezogene Kürbisse erreichen nicht selten im Durchmesser einen halben Meter, einzelne Früchte des Riesenkürbis weisen einen Längendurchmesser von 1,1 m und ein Gewicht von 75—100 kg auf. Der Flaschenkürbis (Lagenaria leucantha) entwickelt unter günstigen Verhältnissen Früchte, welche einen Querdurchmesser von 30 cm und die Länge von 1,5 m besitzen.

---

3. Wechsel der Fortpflanzung.

Inhalt: Ersatz der Früchte durch Ableger. — Parthenogenese. — Generationswechsel.

Ersatz der Früchte durch Ableger.

Als einjährige Pflanzen werden von den Botanikern diejenigen angesprochen, welche im Laufe eines auf 2—10 Monate beschränkten Jahresabschnittes keimen, treiben, blühen und fruchten und nach erfolgter Fruchtreife rasch verdorren und zu Grunde gehen. Augenscheinlich zielt bei diesen Gewächsen die Lebensthätigkeit vorwaltend auf die Bildung reichlicher Samen ab, und es ist bemerkenswert, daß bei ihnen stets Autogamie zu stande kommt, welche vom besten Erfolge begleitet ist. Von Laubblättern werden gerade so viel ausgebildet, wie nötig sind, um zu dem Aufbaue der Blüten und Früchte die nötigen Stoffe aufzubringen und die Samen mit genügender Reservenahrung zu versehen. Sobald das geschehen ist, sterben die Blätter gleichwie die Wurzeln und der Stamm ab, ohne Ableger gebildet zu haben, und Monate hindurch leben diese einjährigen Gewächse eigentlich nur in ihren abgeworfenen, ruhenden Samen fort. Allerdings vollzieht sich auf diesem Wege die Verjüngung nur dort, wo die klimatischen Bedingungen des Pflanzenlebens eine ungestörte Entwickelung keimfähiger Samen zulassen, und wo auch von seiten der Tiere und des Menschen störende Eingriffe in den Entwickelungsgang nicht erfolgen. Wenn aber an den Orten, wo solche Gewächse eine Heimstätte gefunden haben, das Klima sich ungünstig gestaltet, wenn die während des Sommers den Pflanzen zugeführte Wärme zu gering ist, als daß man im ersten Jahre mit Sicherheit auf reife Früchte rechnen könnte, so sterben die betreffenden Stöcke am Ende des Sommers nicht ab, sondern entwickeln Ableger und werden mit einem Male ausdauernd. Es findet also, um es kurz zu sagen, bei drohender Gefahr des Aussterbens und Erlöschens der Art ein Ersatz der Früchte durch Ableger statt; die Fruchtbildung unterbleibt, statt der Früchte werden Knöllchen, Knospen oder Laubsprosse angelegt, und nicht selten werden geradezu die Ausgangspunkte der Früchte zu Ausgangspunkten der Ableger. Unter den Fettkräutern gibt es mehrere einjährige Arten (Sedum annuum, glaucum 2c.), deren Stöcke an den klimatisch begünstigten Standorten absterben, sobald ihre Früchte ausgereift und die Samen durch den Wind ausgestreut sind. Wenn aber diese einjährigen Pflanzen in einem Gebiete aufwachsen, wo das Ausreifen der Früchte durch den frühzeitig eintretenden Winter manchmal verhindert wird, so entstehen an ihren Stöcken kurz vor dem Absterben am untersten Teile des Stammes dicht über der Wurzel kleine Blattrosetten, welche sich ablösen, und welche als lebenskräftige Ableger die Art erhalten. Ähnlich verhält es sich mit zahlreichen anderen einjährigen Gewächsen, welche bei nicht behinderter Blüten- und Fruchtbildung einige Monate nach der Keimung

abdorren, aber sofort ausdauernd werden, sobald ihre Blüten oder Früchte durch Frost Schaden gelitten haben. Man kann sich durch Versuche hiervon leicht überzeugen. Pflanzenarten der verschiedensten Familien (Poa annua, Senecio nebrodensis, vulgaris, Ajuga Chamaepitys, Herniaria glabra, Viola tricolor, Cardamine hirsuta, Medicago lupulina), welche bei unbehindertem Entwickelungsgange und bei Zufluß der nötigen Wärme einjährig sind, wurden ausdauernd, als ich sie in meinem alpinen Versuchsgarten auf der Kuppe des Blasers in Tirol (2200 m) pflanzte, wo es ihnen an der zur Ausbildung keimfähiger Samen nötigen Wärme fehlte.

Die Behinderung der Fruchtbildung, welche in rauhen Lagen mit der Ungunst des Klimas zusammenhängt, kann an klimatisch begünstigten Orten auch dadurch zu stande kommen, daß alle Blüten, welche an einem Stocke erscheinen, abgeschnitten und weggenommen werden. Betrifft diese Verstümmelung einjährige Pflanzen, so treiben diese aus den Achseln der Laubblätter Sprosse und mitunter auch Ableger hervor, welche sonst unentwickelt geblieben wären. Diese erhalten sich frisch und lebendig in das nächste, bisweilen auch noch in mehrere folgende Jahre, und die sonst ein- oder zweijährigen Pflanzen werden auf diese Weise ausdauernd. Hierauf beruht ja auch das bekannte Kunststück der Gärtner, kleine Bäumchen der wohlriechenden Reseda heranzuziehen. Aus den in sandige, humusreiche Erde gelegten Samen dieser Reseda kommen im Frühlinge Keimlinge hervor; die aus den Keimlingen erwachsenden Stöcke blühen im Laufe des Sommers, und nachdem dann im Herbste die Früchte ausgereift und die Samen ausgestreut sind, dorrt und stirbt der ganze Stock wieder ab. Sobald man aber die an dem Resedastocke zum Vorscheine kommenden Blütenstände im Sommer sorgfältig abkneipt und entfernt, dorrt der Stamm nicht ab, sondern entwickelt Seitenzweige, die immer wieder neue Blüten zu entwickeln suchen. Werden auch diese Blüten fort und fort mehrere Jahre hindurch entfernt, so entsteht allmählich ein kleiner Busch oder ein kleines Bäumchen mit holzigem Stamme und holzigen Zweigen, das, wenn man es endlich einmal ein Jahr lang ungestört gelassen hat, mit Hunderten von duftenden Blütentrauben besetzt ist. Daß auch ausdauernde Pflanzen durch Wegnehmen der Blüten-, beziehentlich Fruchtanlagen angeregt werden, Laubsprosse und Ausläufer in überschwenglicher Menge zu bilden, ist längst bekannt. Es beruhen darauf mannigfaltige Vermehrungsarten, welche von den Gärtnern und Landwirten an Kulturpflanzen geübt werden.

In der freien Natur erfolgt der Ausfall der Blüten bisweilen infolge von Beschattung. Das ist so zu verstehen, daß es Pflanzen gibt, die an schattigen Standorten entweder gar keine Blüten anlegen, oder die angelegten Blütenknospen nicht zur weiteren Entwickelung, geschweige denn zur Entfaltung und Fruchtbildung bringen. Wenn die Stöcke solcher Pflanzen befähigt sind, aus dem untersten Teile ihres Stammes Ableger in Form von Laubsprossen, Ausläufern und dergleichen zu treiben, so äußert sich diese Fähigkeit an den schattigen Standorten jedesmal in erhöhtem Maße, mit einem Worte, je mehr durch Beschattung die Blüten- und Fruchtbildung beschränkt wird, desto mehr erscheint die Entwickelung von Laubsprossen und Ausläufern gefördert. Das schmalblätterige Weidenröschen (Epilobium angustifolium) entfaltet nur an sonnigen, den Hummeln und Bienen zugänglichen Plätzen seine prächtigen Blüten. Je kräftiger der Sonnenschein, desto lebhafter der Purpur der Blumenblätter. Hat sich die Pflanzenwelt in der Nachbarschaft solcher reichblühender Weidenröschenstauden in der Weise verändert, daß die bisher besonnten Stöcke dicht beschattet werden, so verkümmern an denselben die Blütenknospen viel früher, als sie sich geöffnet haben, und fallen als weißliche, vertrocknete Gebilde von der Spindel der Blütentraube ab. Während aber die reichlich blühenden Stöcke nur wenige kurze Ausläufer bilden, entstehen aus den in Schatten gestellten blütenlosen Stöcken lange, unterirdische

Sproſſe, die als Ausläufer weit und breit herumkriechen und dem Bereiche des Schattens zu entgehen ſuchen.

Als eine weitere ſehr merkwürdige Erſcheinung verdient hier verzeichnet zu werden, daß ausdauernde Arten, die unter günſtigen klimatiſchen Verhältniſſen reichlich blühen und fruchten, in rauheren Gegenden gar nicht zum Blühen kommen, dagegen dort reichliche Ableger bilden und ſich durch dieſe ausnehmend ſtark vermehren und verbreiten. Über den größten Teil des arktiſchen Gebietes verbreitet, wächſt ein mit unſerer Peſtwurz nahe verwandter Korbblütler, Namens Nardosmia frigida. Dieſe Pflanze treibt aber nur an der Südgrenze ihres Verbreitungsbezirkes Blüten und Früchte, weiter nordwärts hat ſie noch keines Menſchen Auge jemals blühen ſehen; dagegen vermehrt ſie ſich dort reichlich durch weit und breit unterirdiſch herumkriechende und ausgedehnte Beſtände bildende Stockſproſſe. Ähnlich verhält ſich in den Alpen ein anderer Korbblütler, nämlich der Drüſengriffel (Adenostyles Cacaliae). In den Voralpenwäldern und ſelbſt noch über der Waldgrenze blüht derſelbe in Menge und reift dort alljährlich auch keimfähige Samen aus, in der alpinen Region dagegen, in der Seehöhe über 2200 m, kommt er niemals zur Blütenbildung, treibt dagegen reichliche Stockſproſſe als Ableger und erfüllt die kleinen Gruben auf den Alpenhöhen mit ſeinem üppigen Laubwerke. In einem kleinen Sumpfe des hoch gelegenen Tiroler Gſchnitzthales wächſt in der Seehöhe von 1200 m die Landform des amphibiſchen Knöterichs (Polygonum amphibium). Seit 25 Jahren beſuche ich alljährlich dieſen kleinen, nur 1000 Schritt von meinem Landhauſe gelegenen Sumpf, habe aber dort den genannten Knöterich niemals reife Früchte hervorbringen ſehen. Dagegen wuchert dieſe Pflanze mit Stockſproſſen in einer ſonſt nur ſelten zu beobachtenden Üppigkeit und bildet einen Beſtand, der rings um den Sumpf einen breiten Gürtel bildet. Wenn man die eben beſchriebenen Stöcke der Nardosmia frigida, der Adenostyles Cacaliae und des Polygonum amphibium ihrem froſtigen Standorte entnimmt und unter günſtigere Verhältniſſe bringt, ſo bilden ſie nicht nur Blüten, ſondern auch keimfähige Samen aus; aber die Vermehrung mittels Stockſproſſe iſt dann ſo auffallend beſchränkt, daß man glauben könnte, es ſei eine ganz andere Pflanzenart, die aus dem überpflanzten Stocke ſich entwickelt hat.

An dieſe Fälle der Stellvertretung ſchließen ſich jene an, wo in der Blütenregion Ableger ſtatt Blüten ausgebildet werden. Die Knöteriche Polygonum bulbiferum und viviparum, die Steinbreche Saxifraga cernua, nivalis und stellaris, die Simſen Juncus alpinus und supinus ſowie die Gräſer Aira alpina, Festuca alpina und rupicaprina, Poa alpina und cenisia kommen zwar vielfach mit ordentlich entwickelten Blüten und Früchten vor, aber im Hochgebirge und noch mehr im arktiſchen Florengebiete, wo dieſe Pflanzen gegenwärtig ihre Heimat haben, trifft man oft genug auch Stöcke mit Ablegern an Stelle der Blüten und Früchte, und man überzeugt ſich leicht, daß dieſe Ableger, von der Mutterpflanze abfallend, zu Ausgangspunkten neuer Stöcke werden. An den genannten Knöterichen, auf die ſpäter bei Beſprechung der Verbreitungsmittel der Pflanzen nochmals die Rede kommen wird, entſtehen ſtatt der Blüten kleine Knöllchen. Die in der Abbildung auf S. 450, Fig. 3 dargeſtellte Saxifraga cernua trägt an ihrem ſchlanken Stengel gewöhnlich nur eine Gipfelblüte und an Stelle der ſeitlichen Blüten knäuelförmig zuſammengedrängte Knoſpen mit kurzen Achſen, die das Anſehen von kleinen Zwiebeln haben. Manchmal fehlt auch die Gipfelblüte, und man ſieht dann aus den Achſeln aller Deckblätter nur kurze Zweiglein mit gehäuften knoſpenförmigen Ablegern (ſ. Abbildung, S. 450, Fig. 4) hervorgehen. Die Knoſpen ſind, wenn ſie abfallen, entweder noch geſchloſſen (Fig. 5), oder es ſind die fleiſchigen, dicken Niederblätter bereits auseinander gerückt, und es erſcheint eines der Laubblätter mit kleiner, grüner Spreite ſchon vorgeſchoben. Auf der Erde liegend,

treiben sie alsbald Würzelchen und wachsen zu neuen Stöcken heran (s. untenstehende Abbildung, Fig. 6 und 7). An Saxifraga nivalis (Fig. 1) entstehen an Stelle der Blüten kurze Sprosse mit dicht zusammengedrängten grünen Blättchen von rosettenförmigem Ansehen. Auch diese lösen sich leicht ab, und nachdem aus der verkürzten Achse des Sprosses Wurzeln hervorgegangen sind, wachsen sie zu neuen Pflanzenstöcken heran. An den genannten Simsen und Gräsern kommen statt der Früchte kurze Sprosse zum Vorscheine, welche sich von den



Ersatz der Blüten und Früchte durch Ableger: 1. Saxifraga nivalis mit grünbelaubten rosettenförmigen Sprossen an Stelle der Blüten, in natürl. Größe. — 2. Zwei grünbelaubte rosettenförmige Sprosse an Stelle der Blüten; vergrößert. Eine Rosette hat sich von ihrem Stiele getrennt. — 3. Saxifraga cernua, in natürl. Größe. — 4. Ein Seitenzweiglein dieser Saxifraga; vergrößert. — 5, 6, 7. Die an den Seitenzweiglein an Stelle der Blüten ausgebildeten Ableger in den aufeinanderfolgenden Entwickelungsstadien. — 8. Poa alpina, mit Ablegern an Stelle der Blüten, in natürl. Größe. — 9. Ein Ästchen aus der Rispe dieser Pflanze, vergrößert. — 10. Beblätterter Halm als Ableger an Stelle der Frucht zwischen den Spelzen hervorwachsend. Vergrößert. Vgl. Text, S. 449 u. f.

Verzweigungen der Rispe ablösen. Die Entwickelung dieser Sprosse erfolgt bei dem obenstehend in Fig. 8 abgebildeten Alpenrispengrase (Poa alpina) und überhaupt bei den meisten der hier in Rede stehenden Gräser in der Art, daß die Spindel des Blütenährchens, nachdem sie an der Basis mehrere Hüllspelzen ausgebildet hat, weiter aufwärts einige grüne verlängerte Laubblätter vorschiebt und so einen kleinen beblätterten Halm darstellt (s. obenstehende Abbildung, Fig. 9 und 10). Dieser löst sich später ab und wächst auf feuchter Erde zu einem selbständigen neuen Stocke aus. Seltener findet eine seitliche Sprossung aus der Spindel statt, in welchem Falle sich in den Achseln der Deckspelzen kleine seitliche Sprosse ausbilden, welche ähnlich wie die von den Spelzen umhüllten Früchtchen von der Spindel abgelöst und abgeworfen werden. Die Botaniker früherer Zeiten nannten solche Gräser und überhaupt

alle Pflanzen, welche in der Blütenregion Ableger ausbildeten, lebendig gebärende (plantae viviparae) und glaubten, daß in allen ſolchen Fällen die Samen, ſolange ſie noch mit der Mutterpflanze in Verbindung ſtehen, zum Keimen kämen. Zu dieſer Anſicht mochte wohl die Erfahrung der Landwirte geführt haben, daß der Roggen, der Hafer und andere Getreidearten bisweilen „auswachſen", d. h. daß ſich dann, wenn während der Reifezeit des Getreides Tage und Wochen hindurch Regen die Ähren netzt und überdies die Halme auf den Boden hingelagert ſind, die Keimlinge bereits zu entwickeln beginnen, ſolange noch die Früchte zwiſchen den Spelzen der Ähren ſtecken. Dieſes Keimen in den Ähren und Riſpen erfolgt aber ganz unabhängig von der Mutterpflanze; denn dieſe iſt bereits gebleicht, abgedorrt und tot, die Früchtchen ſtehen mit ihr nicht mehr in organiſcher Verbindung und werden nur noch mechaniſch zwiſchen den Spelzen feſtgehalten. Wenn die Keimlinge zwiſchen den feuchten Spelzen zur Entwickelung kommen, ſo iſt das nicht anders, als wenn Keimlinge zwiſchen feuchtem Löſchpapier ſich entfalten. Was nun aber die Gewächſe anbelangt, welche ehemals als vivipare bezeichnet wurden, ſo ſind bei ihnen die Entwickelungsvorgänge in der Hochblattregion von jenen in den Ähren des „auswachſenden" Getreides gänzlich verſchieden. Es kommen dieſe Gewächſe überhaupt gar nicht zum Blühen, bilden daher keine Samen aus, und es kann demzufolge auch von dem Keimen eines Samens im Verbande mit der mütterlichen Pflanze keine Rede ſein. Die ſich ablöſenden Gebilde, welche man für ausgewachſene Keimlinge hielt, ſind in Wahrheit kleine, beblätterte Sproſſe, die an jenen Stellen ausgebildet wurden, wo ſich ſonſt Blüten und Früchte zu entwickeln pflegen.

Wie ſchon erwähnt, haben die meiſten in Rede ſtehenden Simſen und Gräſer, Knöteriche und Steinbreche ihre Heimat im Hochgebirge und im arktiſchen Gebiete, wo den Pflanzen zu ihrer bauenden Thätigkeit jährlich nur die kurze Friſt von 2—4 Monaten gegönnt iſt. Die Mehrzahl der unter dieſen harten Bedingungen wachſenden Pflanzen legt die Blüten bereits im Herbſte an, und wenn nach langem Winter der Schnee ſchmilzt, ſo iſt das allererſte, daß die Blüten entfaltet werden. Wenn dann die Wärme des ganzen Sommers ausgenutzt werden kann, ſo gehen aus dieſen Blüten auch reife Früchte und Samen hervor. Anders bei jenen Gewächſen, welche ihre Blüten auf einem mit Blättern beſetzten Stengel tragen und die vor der Anlage der Blüten einen Unterbau herſtellen müſſen, der, abgeſehen von der Wärme, auch viel Zeit in Anſpruch nimmt. Bei ſolchen Pflanzen iſt natürlich auch die Blütenentfaltung verzögert. Sie blühen nicht ſofort nach dem Abſchmelzen des Schnees vor der Entwickelung des Laubes, ſondern erſt dann, wenn ringsum die Matten ſchon im ſaftigſten Grün prangen. Das Ausreifen der Früchte wird daher bei ihnen gegen das Ende der Vegetationszeit hinausgeſchoben. Da iſt aber die Gefahr vorhanden, daß Fröſte eintreten, und daß die winterliche Schneedecke den Boden bedeckt, ehe noch keimfähige Samen gebildet und von der Mutterpflanze ausgeſtreut werden konnten. In ſolchen Fällen iſt durch die Ausbildung der Ableger die Erhaltung, Vermehrung und Fortpflanzung der Gewächſe beſſer geſichert, ſie erfolgt erfahrungsgemäß viel raſcher und bei geringerer Wärme als die Fruchtbildung und hat noch den Vorteil, daß frühzeitig eintretende Winter die angelegten Knöllchen, Knoſpen und Sproſſe nicht vernichten. Nun zählen gerade die oben genannten Knöteriche, Steinbreche, Simſen und Gräſer zu denjenigen, welche an ihren Standorten verhältnismäßig ſpät aufblühen und dort in ungünſtigen Jahren der Gefahr ausgeſetzt ſind, daß ihre Samen nicht zur Reife kommen, welcher Umſtand mit der an ihnen ſo häufig vorkommenden Stellvertretung der Früchte durch Ableger unbedenklich in Zuſammenhang gebracht werden darf. Man wird wohl nicht fehlgehen, wenn man auch das an manchen Steppenpflanzen beobachtete Auftreten von Ablegern an Stelle der Blüten damit in Zuſammenhang bringt, daß dieſen Pflanzen in manchen Jahren für den Aufbau ihres Stammes und für die Ausbildung von Blüten und reifen Früchten die Zeit ſo karg bemeſſen iſt.

Daß zahlreiche im Schlamme festgewurzelte und mit ihren Stengeln und grünen Laubblättern im Wasser flottierende Pflanzen ihre Blüten über die Flut emportauchen und diese der freien Luft, beziehentlich den Winden und fliegenden Insekten aussetzen müssen, wenn eine Belegung und Befruchtung stattfinden soll, wurde bereits wiederholt hervorgehoben. Für solche Gewächse sind aber auch die Schwankungen des Wasserspiegels von großer Bedeutung, und es ist begreiflich, daß ein längere Zeit hindurch anhaltender hoher Wasserstand das Blühen und Fruchten beeinträchtigen, ja in vielen Fällen unmöglich machen kann. Manche dieser Sumpf- und Wasserpflanzen hat zwar die Fähigkeit, sich „nach der Decke zu strecken", und es wachsen die Stengel mit zunehmendem Wasserstande fort und fort, damit die Blüten endlich doch noch über den Wasserspiegel emporkommen und sich dort entfalten können; aber auch dieses Längenwachstum hat seine Grenzen, und es tritt nicht gar selten der Fall ein, daß trotz außerordentlicher Verlängerung der Stengel und Blütenstiele das Ziel doch nicht erreicht wird. Unter Wasser kann aber in den Blüten dieser Pflanzen keine Befruchtung stattfinden. Wenn schon Blüten vorbereitet wurden, so kommen diese doch nicht zur Entfaltung, verkümmern und lösen sich als Knospen ab oder verwesen, ohne daß aus ihnen Früchte hervorgegangen wären. In den kleinen Seen des Schwarzwaldes wächst eine zu den Wegerichen gehörige Sumpfpflanze, Litorella lacustris, die aber nur in den trockensten Jahren, wenn nämlich der Wasserspiegel auf einen ganz kleinen Tümpel eingeengt und der Seegrund fast trocken gelegt ist, zum Blühen und Fruchten kommt. Das ist nun freilich selten der Fall; es vergehen Jahrzehnte, ohne daß der Wasserstand in der eben geschilderten Weise abnimmt, und die Litorella bleibt dann untergetaucht, blüht nicht auf und setzt natürlich auch keine Früchte an. Dagegen bildet sie als Ersatz der Früchte Ausläufer, welche im Schlamme anwurzeln, und mit deren Hilfe sie sich Jahrzehnte hindurch zu erhalten und zu vermehren im stande ist. Wie diese Litorella verhalten sich auch mehrere Laichkräuter und Wasserranunkeln, und es steht überhaupt mit dieser Verhinderung der Fruchtbildung durch hohen Wasserstand im Zusammenhange, daß so viele Wasserpflanzen äußerst selten blühen, sich dagegen in überschwenglicher Weise durch Ableger vermehren und verbreiten. Die auf S. 105 erwähnte Cymodocea antarctica, welche an den Küsten Neuhollands unabsehbare Bestände bildet, blüht so selten, daß man lange Zeit ihre Blüten gar nicht kannte und ihre eigentümlich geformten Ableger für Blüten ansah. Auch die Blüten und Früchte der Wasserlinsen (Lemna) haben wegen ihrer Seltenheit nur wenige Botaniker gesehen, und die in neuester Zeit wegen Behinderung der Schiffahrt so berühmt gewordene Wasserpest (Elodea Canadensis), welche gleichfalls nur sehr selten zum Blühen kommt, verdankt ihre fabelhafte Vermehrung und Ausbreitung nicht den Früchten, sondern der ungemein rasch und ausgiebig erfolgenden Ablegerbildung.

Und so wie das Übermaß des Wassers kann auch eine Beschränkung der Wasserzufuhr die Befruchtung unmöglich machen und zur Ursache werden, daß die Vermehrung und Verbreitung gewisser Pflanzen seit undenklichen Zeiten nur durch Ableger erfolgt. Bei den Farnen und Moosen findet die Wanderung der Spermatozoiden zu den Amphigonien in dem Wasser statt, welches sich in den Räumen zwischen dem blattartigen Vorkeime und der Erde oder den Blättchen und Stämmchen dieser Pflanzen längere Zeit zu erhalten vermag (S. 60 und 63). In der weitaus größten Mehrzahl der Fälle ist es der Regen und Tau, welcher in die erwähnten Zwischenräume eindringt und die betreffenden Pflanzenteile förmlich unter Wasser setzt. Da nicht nur die Befruchtung, sondern auch die anderen Lebensthätigkeiten der Farne und Moose von reichlicher Wasserzufuhr abhängen, so ist das Vorkommen dieser Pflanzen geradezu an ein bestimmtes Maß und an eine bestimmte jährliche Dauer der atmosphärischen Niederschläge gebunden. In trockenen Landschaften sind die Moose und noch mehr die Farne nur spärlich vertreten oder fehlen wohl auch gänzlich; in

feuchten Gebieten gedeihen ſie dagegen in auffallender Menge und Üppigkeit. Der in dieſer Beziehung hervortretende Gegenſatz iſt ſo merkwürdig, daß es ſich der Mühe lohnt, ihn wenigſtens an einem Beiſpiele zu erläutern. Im Binnenlande Perſiens erhebt ſich bis zu einer Seehöhe von 2000 m das Elwendgebirge. Der Regen iſt dort auf die kurze Zeit von zwei Monaten beſchränkt, und eine ausgeſprochene, reiche Steppenflora bedeckt den Boden. Farne fehlen auf dem Raume von 5000 qkm vollſtändig, und auch die Mooſe ſind nur durch einige wenige mittels Ableger ſich vermehrende, aber nur äußerſt ſelten fruchtende Arten vertreten. Die Berge auf den nahezu unter gleicher Breite liegenden weſtindiſchen Inſeln, insbeſondere die Blauen Berge auf Jamaica, welche dieſelbe Seehöhe wie das Elwendgebirge erreichen, wo aber das ganze Jahr hindurch tagtäglich mit beginnendem Morgen der aufſteigende Waſſerdampf ſich verdichtet und im Laufe des Nachmittags als Regen den Boden netzt, beherbergen über ein halbes Tauſend verſchiedener Farne und eine nicht geringere Menge von Laub- und Lebermooſen. Ebener und geneigter Boden, Felſen, Waldgrund und morſche Holzſtrünke ſind mit Farnen in allen Größen und Formen bedeckt, Baumfarne bilden ganze Beſtände, die Borke der Bäume iſt bis hinauf in die Kronen von zarten, grünen Wedeln verhüllt, und ſelbſt auf den Flächen der Laubblätter haben ſich kleine Farne, zumal die an Laubmooſe und Lebermooſe erinnernden zarten Hymenophyllaceen, angeſiedelt. Auf dem beſchränkten Gebiete von einigen hundert Schritten kann dort der Pflanzenſammler mit Leichtigkeit eine Ausbeute von 50 verſchiedenen Farnen und ebenſo vielen Mooſen machen.

Zwiſchen den beiden Gegenſätzen, welche ſoeben geſchildert wurden, gibt es auch Mittelſtufen, das heißt Landſtriche, deren Feuchtigkeitsverhältniſſe ſo geartet ſind, daß dort die Befruchtung der Farne und Mooſe zwar nicht dauernd verhindert wird, wo aber feuchte Jahre nur ſelten eintreten, und wo mitunter Jahrzehnte vergehen, bis einmal die Verhältniſſe ſich ſo günſtig geſtalten, daß die Erzeugung von Früchten ſtattfinden kann. Als ein ſolcher Landſtrich ließe ſich z. B. die ungariſche Niederung anſehen, deren Fluren und Laubwälder der Farne bis auf zwei Arten entbehren, und die auch von Mooſen nicht mehr als ein Dutzend Arten aufzuweiſen haben. Die letzteren haben ſich dort die Entwickelung von Früchten ſozuſagen abgewöhnt und vermehren ſich faſt alle nur durch Ableger, offenbar aus dem Grunde, weil dieſe auf viel einfachere Weiſe zu ſtande kommen und von den Witterungseinflüſſen, zumal der zeitweiligen großen Trockenheit, in ihrer Entwickelung unabhängiger ſind.

Hier iſt auch einiger Farne zu gedenken, an deren Prothallien Ableger ſtatt der Fruchtanlagen entſtehen, oder deren Prothallien zwar mit Fruchtanlagen ausgeſtattet ſind, die aber trotzdem nicht zur Fruchtbildung kommen, ſondern auf ungeſchlechtlichem Wege ſich fortpflanzen. Im letzteren Falle entſpringt der kleine Farnſtock nicht aus einer Fruchtanlage, ſondern aus dem Gewebe in unmittelbarer Nähe derſelben. Die Amphigonien bleiben an ſolchen Prothallien geſchloſſen, werden nicht befruchtet, bräunen ſich und ſterben ab, während nebenan der Farnſtock entſteht. Es wurde dieſe Stellvertretung insbeſondere beobachtet an Aspidium falcatum, an einer mißbildeten Form des Nephrodium Filix mas, deren Wedel an den Abſchnitten gekräuſelt ſind, und an der in Gewächshäuſern häufig gezogenen und ſich dort auch von ſelbſt vermehrenden Pteris Cretica, zumal jener Form, deren Wedel weiß gebändert ſind. An dem Prothallium des nicht mißbildeten Nephrodium Filix mas ſowie an jenem der wild wachſenden Pteris Cretica findet die Befruchtung und Fruchtbildung in der gewöhnlichen Weiſe ſtatt, und es iſt daher wahrſcheinlich, daß bei dieſen Formen der Erſatz der Früchte durch Ableger die Folge eigentümlicher in den Gewächshäuſern beſtehender Verhältniſſe iſt. Man kann vermuten, daß in den Gewächshäuſern, wo den Pflanzen das Waſſer nicht in Form von Tau und Regen zukommt, der Raum zwiſchen der Erde und dem Prothallium, durch welchen die Spermatozoiden zu den Amphigonien ſchwimmend gelangen ſollen, nicht in entſprechender Weiſe und nicht rechtzeitig mit Waſſer erfüllt iſt.

Außer der Trockenheit üben bei vielen Kryptogamen, namentlich bei den Moosen, auf die Stellvertretung der Früchte durch Ableger auch noch verschiedene andere klimatische Verhältnisse einen großen Einfluß aus. Es würde aber zu weit führen, diese Beziehungen hier im einzelnen zu behandeln, und ich beschränke mich darauf, von nahezu 50 aus dem Gebiete der europäischen Flora bekannt gewordenen Fällen nur einige wenige als Beispiele anzuführen. Leucodon sciuroides, ein Moos, welches im nördlichen Europa nur sehr selten fruchtet, treibt dort desto häufiger zahlreiche sich ablösende, mit Blättchen besetzte Sprosse, welche, auf eine feuchte Unterlage gebracht, sofort anwurzeln (vgl. Abbildung, S. 23, Fig. 9 und 10). Campylopus fragilis, von dem in den Alpen kaum jemals Früchte entwickelt werden, bildet kurze, leicht abbrechende Seitenstämmchen, deren sich ablösende Blättchen der Wind entführt. Wenn diese Blättchen an feuchten Stellen an irgend einer Steilwand hängen bleiben, so treiben alsbald grüne Fäden aus ihnen hervor, von welchen späterhin knospenähnliche Gebilde und Moosstämmchen ausgehen (s. Abbildung, S. 23, Fig. 11). Auch an Barbula fragilis und Timmia Norvegica entstehen in den Alpen nur sehr selten Früchte, während die Vermehrung durch Ableger, ähnlich wie bei Campylopus, sehr häufig stattfindet. Von mehreren durch Ableger der verschiedensten Art sich erhaltenden und verbreitenden Moosen, wie z. B. Dicranodontium aristatum, Barbula papillosa, Grimmia torquata, Bryum concinnatum und Reyeri, hat kein Mensch jemals Früchte gesehen. Man kennt sie nur als unfruchtbar, und doch veranlaßt das Fehlen der Früchte durchaus nicht ihr Aussterben.

Neben den bisher aufgezählten Fällen, in welchen klimatische Einflüsse oder ein Zuviel oder Zuwenig des Wassers die Fruchtbildung hintanhalten und die Stellvertretung der Früchte durch Ableger bedingen, sind noch zahlreiche andere bekannt geworden, wo eigentümliche Verhältnisse des Blütenbaues den Anlaß bilden, daß die Fruchtanlagen fehlschlagen, und wo dann die betreffenden Pflanzen, um sich zu erhalten, auf die Bildung von Ablegern angewiesen sind. In erster Linie wären in dieser Beziehung einige Kratzdisteln und Königskerzen (Cirsium und Verbascum) zu erwähnen, welche durch zweiartige Kreuzung entstanden sind und als Bastarte zu gelten haben. Sie blühen so frühzeitig im Sommer auf, daß sie vor Eintritt des Winters die Samen leicht zur Reife bringen könnten, aber es entstehen bei mehreren solchen Bastarten infolge von anderen im Baue der Blüten und des Pollens begründeten Verhältnissen nur wenige oder gar keine keimfähigen Samen. Desto ausgiebiger ist aber gerade bei diesen Pflanzen die Bildung von oberirdischen Knospen und unterirdischen weit und breit herumkriechenden Stocksprossen. Von Cirsium purpureum, einem Bastarte aus Cirsium heterophyllum und spinosissimum, sowie von Cirsium affine, einem Bastarte aus C. heterophyllum und C. oleraceum, sind in manchen Thalgründen der Alpen umfangreiche Plätze mit Hunderten von Stöcken besetzt, und auf manchen Wiesen trifft man dort fast mehr Stöcke der Bastarte als der Stammeltern an. Mehrere zur Samenbildung schlecht befähigte Königskerzen-Bastarte, deren Stammeltern zweijährig sind, treiben aus den Blattachseln an der Basis der Stengel Seitensprosse und werden ausdauernd, und so wiederholt sich an ihnen genau dieselbe Stellvertretung, welche bei den durch klimatische Verhältnisse an der Fruchtbildung behinderten Pflanzen beobachtet wird.

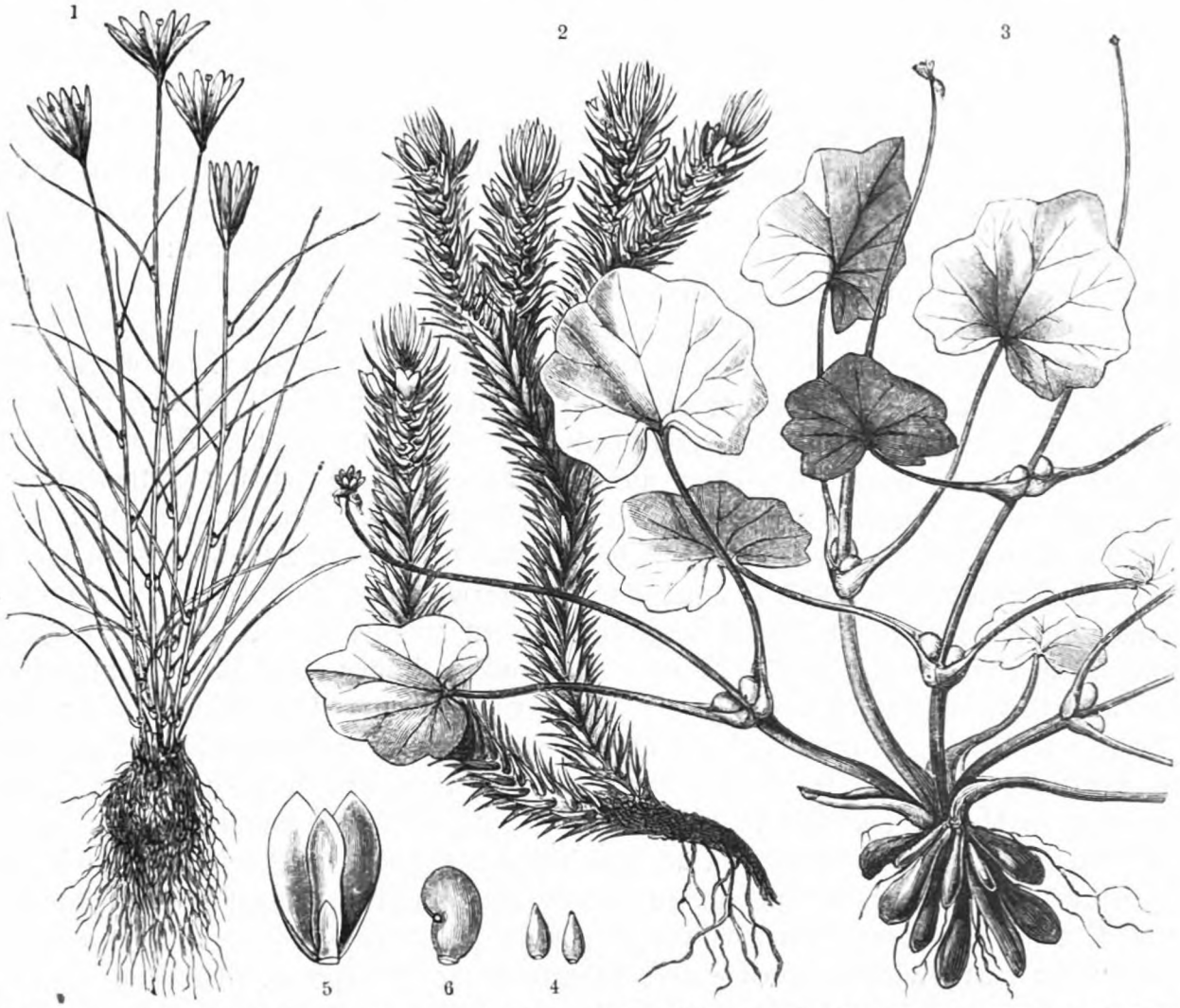
Aber auch viele Arten, von welchen man nicht behaupten könnte, daß sie in der gegenwärtigen Periode durch Bastartierung entstanden sind, entwickeln aus ihren Blüten nur sehr selten Früchte, selbst dann, wenn sich die klimatischen Verhältnisse für die Bildung und Verbreitung der Samen recht günstig anlassen würden. Den Erfahrungen der Landwirte zufolge blühen manche Kartoffelsorten nur sehr selten, und an den wenigen Blüten, welche von ihnen hervorgebracht werden, verkümmern sämtliche Fruchtanlagen, obschon die Blüten nicht verändert und auch die Pollenzellen normal ausgebildet sind. Gerade diese Kartoffelsorten entwickeln aber sehr reichliche und kräftige Knollen und ersetzen so die Früchte durch Ableger.

Daß die Pflanzen mit gefüllten Blüten, deren Fruchtknoten unter dem Einflusse winziger Milben (Phytoptus) eine weitgehende Umbildung erfahren haben, keine Früchte zur Reife bringen können, ist wohl selbstverständlich und längst bekannt. Ebenso bekannt ist aber auch, daß sich diese Pflanzen durch die Entwickelung zahlreicher Knospen und sproßförmiger Ableger auszeichnen. Besonders merkwürdig ist in dieser Beziehung das Verhalten des Sumpfschaumkrautes (Cardamine uliginosa), einer Pflanze, welche auf den feuchten Wiesen im Wiener Becken und noch häufiger in der Umgebung von Salzburg und bei Ried in Oberösterreich mit gefüllten Blüten wild wachsend angetroffen wird. An der Mehrzahl der Stöcke, deren Fruchtanlagen verkümmern, kommen an den genannten Standorten jene eigentümlichen blattständigen Knospen und Sprosse zur Ausbildung, welche in der Abbildung auf S. 39, Fig. 4 vorgeführt wurden.

Bei manchen Arten mag auch der Umstand ins Spiel kommen, daß sich die Insekten, welche die Belegung der Narben mit Pollen zu vermitteln hätten, dort, wo die Pflanze jetzt wächst, nur äußerst spärlich einstellen, oder daß sie ganz ausbleiben. Selbstverständlich kommen in dieser Beziehung nur Pflanzen in Betracht, deren Blüten jener Einrichtungen entbehren, vermöge welcher bei ausbleibender Kreuzung früher oder später eine Autogamie stattfinden würde. Wenn auch nicht bei allen, so doch bei einer ansehnlichen Zahl hierher gehöriger Gewächse stellen sich in der That an Stelle der Blüten und Früchte Ableger ein und zwar Ableger der verschiedensten Form, oberirdische und unterirdische Knöllchen, zwiebelartige Knospen, grün belaubte Sprosse und in seltenen Fällen auch winzige Knöspchen, aus deren Achse eine dicke, fleischige Luftwurzel hervorwächst, so daß eigentlich der größte Teil des Ablegers aus einer Wurzel besteht.

Da diese mannigfaltigen, an Stelle der Früchte sich einstellenden Ableger in einem später die Verbreitung der Ableger durch Schleudervorrichtungen, Luftströmungen und wandernde Tiere behandelnden Kapitel vorgeführt werden müssen, so dürfte es genügen, an dieser Stelle einige wenige Fälle zu besprechen. Die gelben Blüten des Scharbockkrautes (Ranunculus Ficaria) werden auf sonnigen Plätzen von kleinen pollenfressenden Käfern, von Fliegen und Bienen, wenn auch nicht gerade häufig, aber doch auch nicht selten besucht, und an solchen Standorten entwickeln sich auch vereinzelte reife Fruchtköpfchen aus den Fruchtanlagen; an schattigen Stellen im Gedränge niederen Buschwerkes und im dunkeln Grunde der Laubwälder ist dagegen der Besuch von seiten der Insekten sehr spärlich, und dort gehen auch die meisten Fruchtanlagen zu Grunde, ohne zur Reife gelangt zu sein. Dagegen entwickeln sich an den im tiefen Schatten gewachsenen Stöcken des Scharbockkrautes aus den Achseln der Stengelblätter kugelige oder bohnenförmige Knöllchen (s. Abbildung, S. 456, Fig. 4 und 5), welche später bei dem Welken der Stengel und Blätter abfallen und zu Ausgangspunkten neuer Stöcke werden. Die Stöcke, an welchen Früchte zur Reife kamen, bilden dagegen gar keine oder doch nur sehr wenige knollenförmige Ableger. Die auf S. 457, Fig. 1—5 abgebildete Zahnwurz Dentaria bulbifera zeigt ähnliche Verhältnisse. Der Pollen gelangt bei ihr nur durch Mithilfe der Insekten auf die Narbe, und nur dann, wenn diese Tiere die Blüten besuchen, kommt es zur Bildung von Früchten. Sie wächst teils in jungen Buchengehölzen und in der Nähe des sonnigen Waldrandes, wo sich Insekten mit Vorliebe herumtreiben, aber auch noch im Hochwalde, der sich im Laufe der Zeit aus den jungen Gehölzen herausgebildet hat, und in dessen tiefschattigem, blütenarmen Grunde die Bienen, Hummeln, Fliegen und Falter nur selten Einkehr halten. Im Jungwalde und unfern vom Saume des Gehölzes entwickeln sich aus den von Fliegen und Bienen besuchten Blüten allenthalben Schotenfrüchte; in der einsamen Tiefe des Hochwaldes dagegen blühen und verblühen die meisten Doldentrauben, ohne von Insekten besucht worden zu sein. Die Mehrzahl der Fruchtanlagen verkümmert dort, welkt, fällt ab, und nur selten kommt eine oder

die andere samentragende Schote zur Ausbildung (s. Abbildung, S. 457, Fig. 2). In dem Maße aber, als die Fruchtbildung beschränkt ist, erscheint die Bildung von Ablegern gefördert; in den Blattachseln wachsen große, zwiebelförmige Knospen heran, welche sich, sobald der Hochsommer kommt, von der vergilbenden Pflanze ablösen, von dem im Winde schwankenden Stengel ausgeschleudert werden, auf den feuchten Boden des Laubwaldes gelangt, alsbald anwurzeln (s. Abbildung, S. 457, Fig. 4) und zu unterirdisch kriechenden Rhizomen heranwachsen (s. Abbildung, S. 457, Fig. 5). An den schattigsten Stellen des Waldes trifft



Ersatz der Blüten, Früchte und Sporengehäuse durch Knöllchen und knospenförmige Ableger: 1. Gagea Persica. — 2. Lycopodium Selago. — 3. Ranunculus Ficaria.. — 4. Knospenförmige Ableger aus den Blattachseln der Gagea Persica. — 5. Knospenförmiger Ableger des Lycopodium Selago. — 6. Knollenförmiger Ableger des Ranunculus Ficaria. — Fig. 1, 2, 3 in natürl. Größe: Fig. 4, 5, 6 vergrößert. Vgl. Text, S. 455 und in späteren Kapiteln.

man auch Stöcke, welche selbst an der Spitze des Stengels keine Blüten entwickeln und daher nur auf die Vermehrung durch Ableger angewiesen sind (s. Abbildung, S. 457, Fig. 3).

Von der Feuerlilie gibt es in Europa zweierlei Formen. Die eine, welche vorwaltend in den Pyrenäen und im südlichen Frankreich vorkommt (Lilium croceum), bringt fast immer Früchte mit keimfähigen Samen zur Reife, bildet aber in den Achseln ihrer Laubblätter keine Ableger aus; die andere, welche in den Thalgeländen der Zentralalpen und Nordalpen vorherrscht (Lilium bulbiferum), bringt kaum jemals Früchte zur Reife, entwickelt aber in den Blattachseln zwiebelartige Ableger, welche sich gegen den Herbst zu ablösen und von dem im Winde schwankenden Stengel abgeschleudert werden. Und doch ist im Baue der Blüten bei diesen beiden Formen der Feuerlilie kein Unterschied, und man kann sich den Gegensatz

in der Vermehrungsweiſe kaum anders als durch die Annahme erklären, daß in jenen Landſtrichen, wo jetzt die Form Lilium bulbiferum wächſt, jene Inſekten fehlen, welche den Pollen von Stock zu Stock übertragen ſollten. Da bei der Feuerlilie Autogamie von ſelbſt



Erſatz der Blüten und Früchte durch Ableger: Knöllchentragende Zahnwurz (Dentaria bulbifera); 1. Blütentraube. — 2. Belaubter Stengel von einer Fruchttraube abgeſchloſſen, in welcher zwei Früchte zur Reife gekommen ſind; in den Achſeln eines Teiles der Stengelblätter knoſpenförmige Ableger. — 3. Belaubter Stengel, deſſen Blütentraube verkümmert iſt; in den Achſeln ſämtlicher Stengelblätter knoſpenförmige Ableger. — 4. Wurzeltreibende abgefallene knoſpenförmige Ableger. — 5. Rhizom der Dentaria bulbifera. Vgl. Text, S. 456 und in ſpäteren Kapiteln.

nicht ſtattfindet, ſo entwickeln ſich an ihr bei ausbleibendem Inſektenbeſuche keine Früchte. Es ſcheint überhaupt, daß dieſer Form die Fähigkeit, ſich auf dem Wege der Autogamie zu vermehren, verloren gegangen iſt. Wenigſtens hatte die Übertragung des Pollens auf die zuſtändige Narbe an Stöcken, die im Garten gepflanzt waren, niemals eine Fruchtbildung zur Folge. Dafür aber entſtehen an ihr reichliche Ableger, durch welche die Vermehrung und Verbreitung beſorgt wird. In mehreren Thälern der Zentralalpen bringt die Feuerlilie gar keine Blüten zu ſtande und iſt dort gegenwärtig nur auf die Vermehrung durch die zwiebelartigen Ableger angewieſen.

An dem auf S. 456, Fig. 1 abgebildeten, zu den Liliengewächsen gehörenden persischen Gelbsterne (Gagea Persica) wiederholen sich mehrere der Eigentümlichkeiten, welche soeben von der Feuerlilie verzeichnet wurden. Die Stengel dieser zierlichen, kleinen Zwiebelpflanze schließen mit Blüten ab, welche bei ausbleibendem Insektenbesuche verwelken, ohne Früchte hervorzubringen. In den Achseln der fadenförmigen grünen Blätter sind winzige Knospen angelegt. Verkümmern die Fruchtanlagen, so wachsen diese knospenförmigen Ableger (s. Abbildung, S. 456, Fig. 4) heran; werden reife Früchte ausgebildet, so verkümmern an den betreffenden Stengeln alle oder doch die meisten Knospenanlagen. Ein merkwürdiges Seitenstück zu dieser Pflanze beherbergt auch die mitteleuropäische Flora in dem böhmischen Gelbsterne (Gagea Bohemica). Der Name Bohemica darf nicht glauben machen, daß diese Art ausschließlich in Böhmen zu Hause sei; sie hat diesen Namen seiner Zeit nur erhalten, weil sie zuerst in Böhmen entdeckt wurde; später stellte sich heraus, daß ihr Verbreitungsbezirk sehr groß ist und sich über Persien, Kleinasien, das südliche Rußland und die Balkanhalbinsel erstreckt. Weiter westlich in Europa findet sich Gagea Bohemica nur noch an einigen wenigen verlorenen Posten in Böhmen und bei Magdeburg, und sie ist zweifelsohne ein letzter Rest der ehemals bis an den Harz ausgebreiteten Steppenflora. Es wird sich späterhin Gelegenheit geben, zu erzählen, wie sich diese Steppenflora nach Osten zurückgezogen hat und wie sie durch wesentlich andere Pflanzengemeinschaften ersetzt wurde; aber schon an dieser Stelle ist zu erwähnen, daß gleichzeitig mit dem Rückzuge der Steppenflora auch ein Rückzug der Steppentiere erfolgte. Die Steppenantilope, das Steppenmurmeltier, das Steppenstachelschwein, der Pferdespringer und der Pfeifhase, welche damals im mittleren Deutschland lebten, haben dieses Gebiet längst verlassen, und es ist mit gutem Grunde anzunehmen, daß auch die Insekten jener Periode ausgewandert sind. Nun ist es gewiß überaus merkwürdig, daß die Steppenpflanze Gagea Bohemica, deren Blüten ihrem Baue nach auf eine Kreuzung durch Vermittelung der Insekten berechnet sind, und in welchen eine Autogamie nicht zu stande kommt, an den erwähnten vereinzelten Standorten in Böhmen und Deutschland niemals Früchte und Samen zur Reife bringt. Unwillkürlich drängt sich der Gedanke auf, daß an diesem Fehlschlagen das Ausbleiben jener Steppeninsekten schuld sei, welche ehemals auch durch Böhmen und Deutschland verbreitet sein mochten. Sei dem wie ihm wolle, so viel ist Thatsache, daß an den Stöcken der Gagea Bohemica, welche an den Standorten in der freien Natur in Böhmen und Deutschland Blüten entfalten, noch niemand Früchte und Samen ausreifen sah. Dagegen bilden sich an dem Stengel dieser Pflanze, zwischen den beiden Grundblättern, kleine, zwiebelähnliche Knospen aus, welche nachträglich abfallen, anwurzeln und als Ableger die Art erhalten und vermehren.

Ebenso lehrreich wie der böhmische Gelbstern ist eine zu den Mieren gehörige Pflanze, Namens Stellaria bulbosa, welche gegenwärtig nur auf einem eng beschränkten Gebiete in Krain und Kroatien wächst. Sie gedeiht dort in tiefem schwarzen Humus im Waldgrunde, mit Vorliebe entlang den Rinnsalen kleiner Quellbäche, und bildet daselbst stellenweise dichte, üppige Bestände. Ihre Blüten entfalten sich schon zeitig im Frühlinge, im April. Obschon sie ziemlich ansehnlich sind und sich mit ihrer weißen Farbe von dem dunkelgrünen Laubwerke gut abheben, werden sie doch von Insekten nur sehr spärlich besucht, und die wenigen Fliegen, welche sich einstellen, scheinen unberufene Gäste zu sein, welche keine Belegung der Narben veranlassen; denn aus keiner dieser Blüten geht eine Frucht hervor. Wiederholtes Suchen nach Früchten an den reichlich mit Stellaria bulbosa überwucherten Standorten bei Laibach in Krain war vergeblich; ich sah dort wohl Tausende von abgewelkten Blüten, aber keine einzige ausgereifte Frucht mit keimfähigen Samen. Dagegen entstehen an den unterirdischen fadenförmigen Stengeln dieser Pflanze unzählige weiße Knöllchen, und wenn man eine Handvoll des schwarzen Moders im Waldgrunde aushebt, so findet man ihn ganz

durchſpickt von dieſen Ablegern. Fließen nach einem Gewitterregen kleine Gießbäche durch den Waldgrund, ſo wird auch der ſchwarze Humus an den Rändern der Rinnſale aufgewühlt, die weißen Knöllchen, welche ſich von den fadenförmigen unterirdiſchen Stengeln leicht ablöſen, werden fortgeſchwemmt und an anderen geeigneten Stellen wieder abgeſetzt. Auf dieſe Weiſe wird Stellaria bulbosa gegenwärtig durch Ableger vermehrt und verbreitet. Niemand wird aber glauben, daß das zu allen Zeiten ſo geweſen ſei; vielmehr drängt ſich auch in dieſem Falle wieder die Vermutung auf, daß die durch ihren eng beſchränkten Verbreitungsbezirk ſo merkwürdige Pflanze der zurückgebliebene Reſt einer entſchwundenen Flora iſt. Das Karſtgebiet von Krain und Kroatien beherbergt ſolcher Reſte eine namhafte Anzahl, und bei dem Überblicke derſelben kann man ſich der Vermutung nicht verſchließen, daß ſich jene Flora, welcher ſie angehören, in einer unſerer gegenwärtigen nicht allzu fernen Periode in ſüdöſtlicher Richtung zurückgezogen habe oder, was auf dasſelbe hinauskommt, daß ſie in dieſer Richtung zurückgedrängt worden ſei. Mit dieſer Veränderung dürfte wohl auch eine Veränderung in der Verbreitung der blütenbeſuchenden Tiere erfolgt ſein, und ſo mögen denn jene Inſekten, welche als Beſucher der ſeltſamen Stellaria bulbosa des krainiſchen Karſtgebietes ſeiner Zeit eine wichtige Rolle ſpielten, nach Oſten ausgewandert oder vielleicht ganz ausgeſtorben ſein.

Parthenogeneſe.

Zu Anfang unſeres Jahrhunderts wurde die Aufmerkſamkeit der Botaniker auf eine Waſſerpflanze gelenkt, welche in der Alten Welt von Irland bis China und von Finnland bis zu dem Küſtenſaume des nördlichen Afrika verbreitet iſt, nirgends aber häufiger auftritt als in der Umgebung und auf den Inſeln der Oſtſee. Dieſe Waſſerpflanze führt den Namen Chara crinita, gehört in die Gruppe der Armleuchtergewächſe, wächſt beſonders gern in der Nähe des Meeres in brackigem Waſſer und nur ſtellenweiſe auch in ſchwach ſalzigen, ſtehenden Gewäſſern im Inneren der Kontinente. Wo ſie ſich in Gräben, Tümpeln und Seen angeſiedelt hat, erſcheint ſie ſtets in großer Menge und bildet mitunter, ähnlich den ſtammverwandten Arten, ausgedehnte reine Beſtände. Sie iſt einjährig. Im Herbſte ſtirbt das ganze Gewächs ab. Aus den abgefallenen, den Winter hindurch im ſchlammigen Grunde eingebetteten Oogonien wachſen im nächſten Frühlinge junge Pflanzen hervor, welche im folgenden Herbſte geradeſo wie die Mutterpflanze wieder zu Grunde gehen, nachdem ihre Oogonien abgefallen ſind. Chara crinita iſt zweihäuſig, d. h. das eine Individuum entwickelt nur Oogonien, das andere nur Antheridien (ſ. S. 58). Während aber von anderen zweihäuſigen Armleuchtergewächſen die zweierlei Geſchlechter in nächſter Nähe in derſelben Gegend zu wachſen pflegen, kommt eine ſolche Nachbarſchaft bei Chara crinita nur äußerſt ſelten vor. Bisher wurden nur bei Courteiſon, unweit Orange, im ſüdlichen Frankreich, bei Gurjew am Kaſpiſchen Meere und bei Salzburg nächſt Hermannſtadt in Siebenbürgen Individuen mit Antheridien beobachtet. Ich fand ſolche mit Antheridien reichlich ausgeſtattete Chara crinita auch noch in kleinen Tümpeln mit ſalzigem Waſſer bei Sorokſar, ſüdlich von Budapeſt in Ungarn. In Norddeutſchland, zumal in der Umgebung der Oſtſee, wo Chara crinita beſonders häufig iſt, wurde dagegen nicht ein einziges Stück derſelben mit Antheridien gefunden. Der Laie könnte auf die Vermutung kommen, daß dieſe Gegenden vielleicht doch zu wenig durchforſcht ſeien, um ſchon jetzt behaupten zu können, daß Chara crinita mit Antheridien im Oſtſeegebiete vollſtändig fehle. Aber wenn irgendwo ein ſolcher Ausſpruch gewagt werden kann, ſo iſt es hier der Fall. Auf das ſeltſame Verhalten dieſer Pflanze einmal aufmerkſam geworden, haben es die Botaniker an

den eingehendsten Untersuchungen in dem genannten Gebiete nicht fehlen lassen. Der Dassower See bei Lübeck, die Umgebung von Warnemünde nächst Rostock, der große und kleine Jasmunder Bodden auf der Insel Rügen und das Wanger Wieck bei Stralsund, wo Chara crinita in ungeheurer Menge vorkommt, wurden zu wiederholten Malen eigens mit Rücksicht auf das Vorkommen von Antheridien an diesem Armleuchtergewächse untersucht. Insbesondere wurden auch Nachforschungen angestellt, ob vielleicht an einzelnen mit Archegonien ausgestatteten Individuen irgendwo einige Antheridien ausgebildet seien, weil bekanntlich bei zweihäusigen Pflanzen mitunter eine solche Abweichung von der gewöhnlichen Verteilung der Geschlechter vorkommt. Aber die sorgfältigsten Nachforschungen waren vergeblich, und es kann als feststehend gelten, daß im Ostseegebiete von dem in Rede stehenden Armleuchtergewächse keine Antheridien und somit auch keine Spermatozoiden ausgebildet werden. Der Versuch, die Sache so zu erklären, daß zur Zeit, wenn die Oogonien befruchtungsfähig werden, aus den Wassertümpeln des südlichen Frankreich, aus Ungarn oder aus dem Kaspisee männliche Geschlechtszellen der Chara crinita durch Wasservögel in das Ostseegebiet gebracht werden könnten, ist gleichfalls abzulehnen, und es ergibt sich aus allem dem, daß im Ostseegebiete das Ooplasma in den Oogonien der Chara crinita unbefruchtet bleibt. Wenn dennoch die im Herbste abfallenden und im Schlamme überwinternden Oogonien im darauffolgenden Jahre eine weitere Entwickelung erfahren, wenn dann das unbefruchtete Ooplasma sich teilt und zum Ausgangspunkte für ein neues Individuum wird, so liegt hier einer jener Fälle vor, welchen die Zoologen Parthenogenese genannt haben. Wiederholt angezweifelt, ist doch jetzt mit Bestimmtheit nachgewiesen, daß aus den unbefruchteten Eiern der Tannenlaus (Chermes) und der Blattlaus (Aphis), ebenso aus jenen verschiedener gesellig lebender Bienen, Wespen und Blattwespen lebensfähige Individuen hervorgehen. Auch von der Mottengattung Solenobia und von dem Seidenspinner ist es bekannt, daß aus unbefruchteten Eiern Raupen auskriechen, welche sich weiter entwickeln und verpuppen, wozu noch bemerkt zu werden verdient, daß aus solchen Puppen immer wieder nur Weibchen hervorgehen. Diese Erfahrung ist insofern interessant, als auch aus den unbefruchteten Oogonien der Chara crinita immer nur Individuen mit Oogonien entspringen.

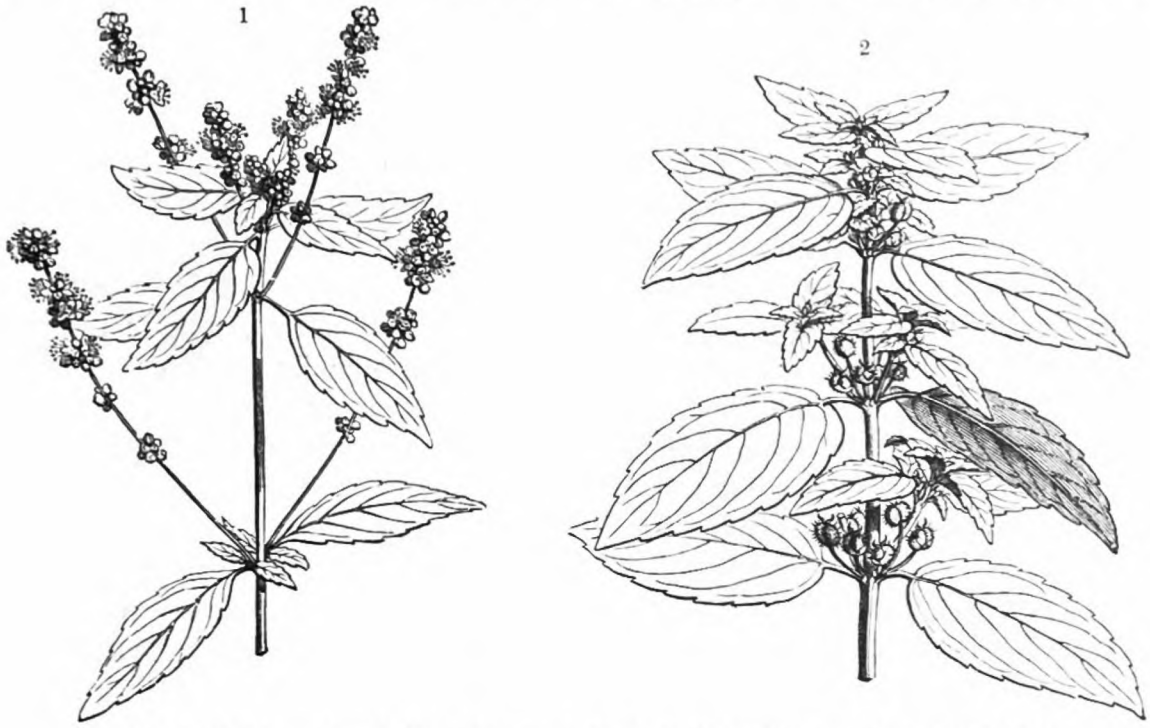
Ähnlich wie bei Chara crinita hat man auch bei verschiedenen anderen im Wasser oder auf feuchter, mit Wasser durchtränkter Unterlage lebenden Sporenpflanzen Parthogenese beobachtet. Bei der zu den Mucorineen (s. S. 51) gehörenden Gattung Syzygites hat man gesehen, daß das Protoplasma in den zur Konjugation vorbereiteten Ausstackungen auch dann zum Ausgangspunkte eines neuen Individuums wurde, wenn keine Konjugation stattfand. Ebenso wird das Ooplasma in den Oogonien der Saprolegniaceen bisweilen zum Anfange eines neuen Individuums, ohne daß die Verbindung mit einem Antheridium vorhergegangen wäre und weitere Untersuchungen werden gewiß auch noch für manche Peronosporeen, Siphonaceen 2c. ein ähnliches Verhalten herausstellen.

Bei den Moosen ist Parthenogenese eine nichtsweniger als seltene Erscheinung. Gleichwie bei den Armleuchtergewächsen, erfolgt bei den Moosen die Befruchtung nur durch Vermittelung des Wassers und zwar am häufigsten jenes Wassers, welches sich als Regen und Tau niederschlägt, alle Zwischenräume der Moosrasen erfüllt und durch besondere Einrichtungen längere Zeit dort zurückbehalten wird. Das befruchtende Protoplasma muß hierbei eine Ortsveränderung vollführen, die Spermatozoiden müssen eine Strecke weit durch Wasser schwimmen, um zu den Fruchtanlagen zu gelangen. An den einhäusigen und auch an vielen zweihäusigen Moosen ist diese Wegestrecke nur eine sehr geringe, und diese Arten entwickeln auch immer reichliche Früchte. Es gibt aber auch mehrere Arten, von welchen in einer bestimmten Gegend nur Exemplare mit Fruchtanlagen, in einer anderen, und zwar oft Hunderte von Meilen entfernt, nur Exemplare mit Antheridien, vorkommen. Solche

Arten ſind z. B. Paludella squarrosa, welches Moos in Nordtirol nur mit Antheridien, in Böhmen nur mit Fruchtanlagen vorkommt, Grimmia Hartmanni, welches man in den Alpen mit Antheridien, in den Karpathen mit Fruchtanlagen findet. Neckera Besseri, Aulacomium turgidum, Bryum alpinum und Duvalii, Didymodon ruber, Barbula recurvifolia, Amphoridium Mougotii, Mnium insigne, Pterogonium gracile, Hypnum rugosum, Thuidium abietinum ſind einige weitere Beiſpiele, die hier eingehender zu behandeln der Raum nicht geſtattet. Es iſt unmöglich, daß die Fruchtanlage eines in den Karpathen wachſenden Moosraſens durch die Spermatozoiden aus den Antheridien eines in den Alpen wachſenden Moosraſens befruchtet werde, und wenn daher dennoch Früchte aus den Fruchtanlagen hervorgehen, ſo kann das nur auf dem Wege der Parthenogeneſe geſchehen. Allerdings ſind bei allen oben genannten Mooſen reife Früchte ſelten; aber genug an dem, ſie kommen vor und zwar unter Verhältniſſen, wo mit Beſtimmtheit geſagt werden kann, daß eine Befruchtung nicht vorhergegangen iſt.

Daß auch in Samenanlagen von Phanerogamen, auf welche das Spermatoplasma keinen Einfluß nehmen konnte, bisweilen Keimlinge gebildet werden, und zwar lebensfähige Keimlinge, welche, von der Mutterpflanze getrennt, zu neuen Stöcken heranwachſen, iſt außer Frage geſtellt. Eines der lehrreichſten Beiſpiele hierfür iſt Gnaphalium alpinum oder Antennaria alpina, ein ausdauernder Korbblütler, welcher mit dem in Deutſchland unter dem Namen Katzenpfötchen bekannten und im mittleren Europa ſehr häufigen Gnaphalium dioicum und dem in den Karpathen und Alpen verbreiteten Gnaphalium carpaticum eine große Ähnlichkeit zeigt. Dieſe Pflanze findet ſich in Skandinavien von Thelemarken bis Havoſund (59° 52′ bis 71° nördl. Br.), in Rußland vom nördlichen Finnland bis auf die Halbinſel Kola, weiterhin im arktiſchen Sibirien und arktiſchen Amerika, in Labrador, auf der Melville-Inſel, durch den ganzen arktiſchen Archipel, auf Grönland von 60—72° nördl. Br. und auch noch auf Island, alſo in einem Gürtel, der im Durchmeſſer von ungefähr 12 Breitengraden den Nordpol umgibt. Sie fehlt dagegen vollſtändig den mittel- und ſüdeuropäiſchen Hochgebirgen und iſt auch auf den Gebirgen des mittleren Aſien nicht mit Sicherheit nachgewieſen worden. In dem ungeheuern nordiſchen Verbreitungsbezirke iſt Gnaphalium alpinum nichts weniger als ſelten und kommt dort an vielen Tauſenden von Standorten und in Milliarden von Stöcken vor. Aber merkwürdig, weder im arktiſchen Amerika noch im arktiſchen Aſien wurde jemals ein Stock geſehen, welcher Pollen entwickelt hätte. In der ſkandinaviſchen Flora wurde angeblich einmal im Jahre 1842 die pollentragende Pflanze gefunden; aber auch dieſer Fund wird angezweifelt, und die vielen Botaniker, welche die ſkandinaviſche Flora auf das ſorgfältigſte in alter und neuer Zeit durchforſcht haben, ſagen einſtimmig aus, daß ſie nur Stöcke des Gnaphalium alpinum, welche Blüten mit Fruchtanlagen, aber niemals ſolche, welche Blüten mit Pollen trugen, geſehen haben. Durch dieſe Umſtände angeregt, habe ich Stöcke von Gnaphalium alpinum vom Dovrefjeld in Norwegen unter Berückſichtigung aller möglichen Vorſichtsmaßregeln im Garten gezogen und zum Blühen gebracht. Sämtliche Blüten zeigten zwar Fruchtanlagen, aber keinen Pollen, und eine Belegung der Narben mit Pollen war ganz unmöglich gemacht. Trotzdem entwickelten ſich aus einem Teile der Fruchtanlagen Achenien mit wohlausgebildeten Samen, und aus dieſen gingen, nachdem ſie in ſandige, humusreiche Erde gelegt worden waren, junge Pflanzen hervor, welche mit der Stammpflanze vollſtändig übereinſtimmten, alsbald auch zur Blüte gelangten, aber in ihren Blüten wieder nur Fruchtanlagen zeigten. Nach dieſem Ergebniſſe kann es nicht zweifelhaft ſein, daß ſich Gnaphalium alpinum auch in ſeinem weit ausgedehnten nordiſchen Verbreitungsbezirke durch Parthenogeneſe vermehrt, und daß ihre Fortpflanzung durch das Fehlen pollenliefernder Stöcke nicht behindert wird.

Eine andere Pflanze, an welcher seit langer Zeit das Entstehen von Keimlingen in nicht befruchteten Samenanlagen beobachtet wurde, ist das zu den Giftmilchern (Euphorbiaceen) gehörende einjährige Bingelkraut (Mercurialis annua; s. untenstehende Abbildung), eine Pflanze, welche auf Feldern, in Gemüsegärten, an Hecken und Zäunen und auf Schuttplätzen im mittleren Europa sehr verbreitet ist. Im freien Lande wachsen von dieser Pflanzenart Stöcke, die nur Fruchtblüten, und solche, die nur Pollenblüten tragen, bunt durcheinander. Der stäubende Pollen gelangt durch Vermittelung der Luftströmungen leicht zu den Narben, und an den Stöcken mit Fruchtblüten reift stets eine große Menge keimfähiger Samen, welche als das Ergebnis der vorhergegangenen Befruchtung gelten. Man



Einjähriges Bingelkraut (Mercurialis annua): 1. mit Pollenblüten, — 2. mit Fruchtblüten.

hat nun zu verschiedenen Zeiten Stöcke mit Fruchtblüten für sich allein in Töpfen herangezogen, und siehe da, diese entwickelten gleichfalls keimfähige Samen, wenn auch in geringerer Zahl als jene, welche im freien Lande in Gesellschaft der Stöcke mit Pollenblüten aufgewachsen waren. Dieses Ergebnis wurde von vielen Seiten bezweifelt und auf Ungenauigkeit bei den Kulturversuchen zurückzuführen gesucht. Es wurde eingewendet, daß stäubender Pollen von fern her durch den Wind in die zu den Kulturversuchen benutzten Räume geweht sein konnte, und, was noch mehr ins Gewicht fiel, es wurde darauf aufmerksam gemacht, daß manche Stöcke des Bingelkrautes neben vielen Fruchtblüten auch vereinzelte Pollenblüten tragen. Der Widerspruch regte zu neuen Versuchen an, bei welchen auf alle möglichen Fehlerquellen die entsprechende Rücksicht genommen wurde. Besonders günstig erschienen zu erneuten Kulturversuchen solche Gelände, wo auf viele Meilen in der Runde kein Bingelkraut wild wachsend vorkommt, und wo die Möglichkeit der Zufuhr von Pollen aus der Umgebung vollständig ausgeschlossen war, so z. B. irgend ein Punkt im mittleren Tirol, wo sowohl das einjährige als das ausdauernde Bingelkraut vollständig fehlen. Auf einem solchen Gelände in dem hochgelegenen tirolischen Gschnitzthale wurden die schon im Jahre 1833 von Ramisch in Prag mit so großer Ausdauer durchgeführten Versuche von mir wiederholt, und es wurden dabei alle jene Fehler, welche den Versuchen von Ramisch vorgeworfen wurden, vermieden. Insbesondere wurden alle Stöcke, an welchen sich Knospen von Pollenblüten zeigten, sofort vernichtet und auch sorgfältig darauf

geachtet, ob nicht vielleicht an dem einen oder anderen mit Fruchtblüten ausgeſtatteten Stocke irgendwo eine vereinzelte Pollen- oder Zwitterblüte verſteckt ſei. Zur Zeit, als nun die Narben des Bingelkrautes belegungsfähig waren, fanden ſich auf viele Meilen in der Runde ganz beſtimmt keine Pollenzellen dieſer Pflanze vor, und es konnte daher eine Belegung mit ſolchen Pollen auch nicht ſtattfinden. Und dennoch ſchwollen alsbald die Fruchtknoten an, aus den Samenanlagen entwickelten ſich Samen mit einem Keimlinge, und aus dieſen Samen gingen nach der Ausſaat wieder neue, kräftige Stöcke des Bingelkrautes hervor.

Eine gleich dem Bingelkraute zu den Giftmilchern (Euphorbiaceen) gehörende Pflanze, in deren unbefruchteten Samenanlagen Keimlinge entſtehen, iſt Caelebogyne ilicifolia. Sie wächſt wild in den Gebüſchdickichten des öſtlichen Neuholland, wurde im Jahre 1829 nach Europa gebracht und wird jetzt in den Gewächshäuſern der botaniſchen Gärten allenthalben gezogen. Der erſte Stock, welcher eingeführt wurde, trug nur Fruchtblüten, und auch alle anderen von dieſem abſtammenden, jetzt in Europa gezogenen Stöcke haben niemals andere als Fruchtblüten getragen. Stöcke der Caelebogyne mit Pollenblüten beherbergt kein europäiſches Gewächshaus. Da man bei anderen zweihäuſigen Pflanzen an den weiblichen Stöcken mitunter auch vereinzelte Pollenblüten fand (ſ. S. 299), ſo wurde auf dieſen Umſtand ſorgfältigſt Rückſicht genommen, aber ermittelt, daß die zu den Beobachtungen ausgewählten Stöcke niemals Pollenblüten hervorbrachten. Auf die Narben der beobachteten Stöcke von Caelebogyne konnte daher Pollen derſelben Art nicht gelangt ſein. Trotzdem entwickelten ſich in zahlreichen Samenanlagen Keimlinge, dieſe Keimlinge waren lebensfähig und wuchſen zu neuen Stöcken heran, die ſämtlich wieder nur Fruchtblüten trugen. Hierzu muß noch bemerkt werden, daß dieſe jungen Stöcke mit dem zuerſt nach Europa gebrachten, von welchem ſie ſämtlich abſtammten, in allen Merkmalen auf das genaueſte übereinſtimmten. Dieſe Bemerkung iſt darum wichtig, weil man auch auf die Mutmaßung kommen könnte, daß zwar nicht der Pollen von Caelebogyne, aber möglicherweiſe der Pollen einer anderen Euphorbiacee auf die Narben gelangt ſei, daß infolgedeſſen eine zweiartige Kreuzung ſtattgefunden habe, und daß die jungen Stöcke Baſtarte ſeien. Wären ſie dies, dann müßte doch in ihren Merkmalen irgend ein Anklang an die pollengebende Art zu erkennen ſein. Das war aber, wie ſchon bemerkt, nicht der Fall. Übrigens wurden, um auch die Beſorgnis zu heben, daß Pollenzellen von einer anderen Pflanze auf die Narbe übertragen worden ſein könnten, blühende Stöcke der Caelebogyne mit Vorbedacht an Orte gebracht, wo der Zutritt jedweden Pollens ausgeſchloſſen war; die drei Lappen der Narben blieben dort außergewöhnlich lange friſch und erhielten dieſes Ausſehen ſelbſt noch zur Zeit, als die Fruchtknoten bereits anzuſchwellen begannen. Nachdem die Keimlinge ihre volle Größe erreicht hatten (welcher Zuſtand ungefähr drei Monate nach dem Öffnen der betreffenden Blüte eintrat), welkte und verſchrumpfte das Narbengewebe, ein Umſtand, der gleichfalls nicht ohne Bedeutung iſt, inſofern nämlich, als die Narben nach der Belegung mit Pollen alsbald zu welken beginnen und nur unbelegte Narben ſich lange Zeit friſch erhalten (ſ. S. 284). Im Hinblicke auf dieſe Ergebniſſe wiederholter, auf alle möglichen Fehlerquellen Bedacht nehmender Verſuche kann es als Thatſache gelten, daß in den Samenanlagen der Caelebogyne ilicifolia auch ohne Einwirkung von Spermatoplasma Keimlinge ausgebildet werden können.

Es entſteht nun die Frage: kann man in den hier vorgeführten Fällen von Fruchtbildung ſprechen? Gewiß nicht! Der Begriff der Fruchtbildung erfordert die Verbindung von Ooplasma und Spermatoplasma, oder mit anderen Worten, der Fruchtbildung muß die Befruchtung der betreffenden Fruchtanlage vorhergehen. Wo eine Verbindung von Ooplasma mit Spermatoplasma nicht ſtattfand, iſt das aus der Fruchtanlage entſpringende Gebilde, welches weiterhin die Fortpflanzung vermittelt, keine Frucht, ſondern ein Ableger. Es

können, wie in einem früheren Abschnitte (S. 43) mitgeteilt wurde, Ableger aus allen Teilen des Lagers, aus allen Höhenstufen des Stammes und aus allen möglichen Blättern hervorgehen. Der Protoplast in einer Zelle des Flechtenlagers oder Moosblättchens, in einer Espenwurzel oder im Stamme der Feuerlilie, am Rande des Orchideenblattes oder über der Rippe des Begonienlaubes kann zum Anfange eines Ablegers werden, warum sollte nicht auch der Protoplast im Oogonium der Chara crinita, im Oogonium eines Laubmooses, in der Samenanlage von Gnaphalium alpinum, Mercurialis annua und Caelebogyne ilicifolia zum Ausgangspunkte eines Ablegers werden können? Die Erfahrung lehrt allerdings, daß in den meisten Fällen sowohl bei Kryptogamen als Phanerogamen die Fruchtanlage zu Grunde geht, wenn sich das zur Empfängnis vorbereitete Ooplasma nicht mit Spermatoplasma vereinigte; aber sie lehrt auch mit ebenso großer Bestimmtheit, daß bei einigen Pflanzen das Ooplasma nicht verdirbt und nicht abstirbt, wenn die erwähnte Vereinigung unterblieben ist.

Auf die an diese Thatsachen geknüpften naturphilosophischen Spekulationen näher einzugehen, wäre hier nicht am Platze. Wichtiger scheint mir die Lösung der Frage, *wodurch wohl diese Abweichung von der im Bereiche der Fruchtanlage gewöhnlichen Art der Fortpflanzung veranlaßt sein könnte*. In dieser Hinsicht ist zunächst in Betracht zu ziehen, daß alle Pflanzen, an welchen der unter dem Namen Parthenogenese bekannte Vorgang beobachtet wurde, zweihäusig sind. Bei zweihäusigen Pflanzen ist selbstverständlich nur Kreuzung möglich, und zwar erscheint zunächst zweiartige und erst dann, wenn diese nicht zu stande kommt, einartige Kreuzung angestrebt (s. S. 313). Was geschieht aber dann, wenn bei den zweihäusigen Gewächsen die Kreuzung auf irgend eine Weise verhindert ist? Es widerspräche der Ökonomie der Pflanze, daß die Fruchtanlage, deren Aufbau doch eine bedeutende Arbeitsleistung darstellt und gewissermaßen den Schlußstein des ganzen Pflanzengebäudes bildet, so nutzlos und erfolglos wieder dahinwelken und vergehen sollte. Die mit Zwitterblüten ausgestatteten Gewächse haben für den Fall, daß bei ihnen die Kreuzung nicht zu stande kommt, die Fähigkeit, eine Fruchtbildung durch Autogamie einzuleiten; aber diese Fähigkeit geht den zweihäusigen Pflanzen schlechterdings ab, und bei ihnen kann daher das Entstehen von Keimlingen aus unbefruchteten Fruchtanlagen als ein Ersatz der Autogamie oder vielleicht besser gesagt, als eine Einrichtung gegen die Verschwendung der zum Aufbaue der Fruchtanlage nötigen Stoffe und Arbeitskräfte angesehen werden. Einjährige zweihäusige Pflanzen wären auch der Gefahr ausgesetzt, daß bei dem Ausbleiben des Pollens und dem dadurch bedingten Ausbleiben der Fruchtbildung eine Erneuerung der Art nicht mehr stattfände, oder mit anderen Worten, es könnte bei ihnen das Absterben der Stöcke gleichbedeutend sein mit dem Aussterben der Art, welcher die Stöcke angehören. Gegen solche Störungen ist bekanntlich in der mannigfaltigsten Weise vorgesorgt. Unter den hierzu verwendeten Mitteln kommt keines häufiger vor als die Bildung von Ablegern, und die aus diesen Ablegern hervorgehenden beblätterten Triebe sind Selbsterhaltungstriebe in des Wortes vollster Bedeutung. In diesem Sinne könnte daher die Bildung von Ablegern in unbefruchteten Fruchtanlagen zweihäusiger Pflanzen auch als eine Vorbeugung gegen das Aussterben der Art angesehen werden. Gegen diese Auffassung spricht allerdings die Erfahrung, daß aus den Fruchtanlagen mancher zweihäusiger Pflanzen, von welchen der Pollen fern gehalten wird, weder Früchte noch Ableger hervorgehen. Im Wiener botanischen Garten steht seit vielen Jahren ein Busch der kalifornischen Obione halimifolia. Diese Pflanze ist zweihäusig. Der einzige in Wien gepflegte Stock trägt nur Fruchtblüten; Pollen dieser Pflanzenart ist auf 100 Meilen in der Runde, ja wahrscheinlich in ganz Europa nicht zu haben. Die Narben der Obione bleiben daher unbelegt und die Samenanlagen unbefruchtet. Gegen den Herbst zu schwillt die Fruchtanlage zwar an, und auch das Perigon, welches eine Decke der Fruchtanlage bildet,

wächſt zu anſehnlicher Größe heran, und das ganze Gebilde macht den Eindruck einer wohlausgebildeten Frucht. Aber die Früchte ſind ſämtlich taub. In ihrem Inneren iſt keine Spur eines Keimlinges zu ſehen. Ebenſowenig hat ſich in dieſem Falle an Stelle der Frucht ein Ableger ausgebildet. Ob bei dieſer Pflanze nicht doch früher oder ſpäter einmal einzelne unbefruchtete Samenanlagen zur Ablegerbildung ſchreiten, läßt ſich freilich weder verneinen noch behaupten. Ein ungelöſtes Rätſel bleibt es auch, warum im Oſtſeegebiete männliche Exemplare der Chara crinita und in der arktiſchen Flora männliche Stöcke des Gnaphalium alpinum fehlen. Bei Chara crinita fällt es auf, daß männliche Individuen nur in den Küſtengegenden ausbleiben, während im Inneren des Kontinentes männliche und weibliche Exemplare dieſer Pflanze nebeneinander wachſen. Es ſcheint, daß hier klimatiſche Verhältniſſe und die geſchichtliche Entwickelung unſerer jetzigen Floren nicht ohne Einfluß ſind, aber es fehlen Anhaltspunkte, um dieſen Gedanken weiter verfolgen zu können.

Wenn bei den oben vorgeführten Pflanzen die Parthenogeneſe nur eine beſondere Form der Ablegerbildung darſtellt, ſo iſt es gleichgültig, welche Protoplaſten im Inneren der Samenanlage zu Ausgangspunkten für die Ableger werden. Bei Caelebogyne wird zwar zunächſt der Keimlingsprotoplaſt (Keimbläschen) in die Ablegerbildung einbezogen, aber neben ihm können auch noch andere Protoplaſten im Oogonium (Embryoſack) verwendet werden. Auch Protoplaſten der Samenanlage außerhalb des Oogoniums werden zu Anfängen von Ablegern oder können doch ſolche werden. In dieſem letzteren Falle wachſen dann die Ableger in das Oogonium hinein und verbrauchen hierbei das dort aufgeſpeicherte Protoplasma. Mitunter entſtehen in derſelben Samenanlage mehrere Keimlinge oder Embryonen dicht nebeneinander, was man „Polyembryonie“ genannt hat. Es hat übrigens den Anſchein, als ob dieſer Vorgang auch in Fruchtanlagen von Zwitterblüten, bei welchen eine Belegung der Narbe mit Pollen in aller Ordnung ſtattgefunden hat, und wo ſogar Pollenſchläuche bis zur Mikropyle gelangt ſind, bisweilen ſtattfinden würde. Wenigſtens hat man an einigen Liliſloreen, zumal den Arten der Gattung Funkia und an dem Lauche Allium fragrans, bei welchen die Befruchtung in der gewöhnlichen Weiſe vor ſich ging, Polyembryonie beobachtet.

Das Eigentümliche der Parthenogeneſe beſteht darin, daß die in der Samenanlage ſich ausbildenden Ableger die Geſtalt von Keimlingen annehmen, welche ſich von den infolge der Befruchtung entſtandenen Keimlingen in nichts unterſcheiden. Wenn an Stelle einer Samenanlage im Inneren des Fruchtknotengehäuſes Knöllchen oder Knoſpen, alſo Anfänge von beblätterten Trieben oder Sproſſen, entſtehen, wie beiſpielsweiſe bei Amaryllis und Crinum (ſ. S. 42), ſo bildet die Achſe dieſer Sproßanfänge eine Abzweigung von der Mutterpflanze. Die Ableger, welche im Inneren der Samenanlagen entſtehen, ſind aber keine Abzweigungen, ſondern junge Pflänzchen mit Würzelchen, Stamm und Blättern, welche von der Mutterpflanze durch Vermittelung eines beſonderen Gewebes ernährt werden, und dieſes Gewebe kann durchaus nicht als Fortſetzung der in dem jungen Pflänzchen ſich ausbildenden Achſe angeſehen werden. Dieſe Ableger im Inneren der Samenanlagen erhalten eine neue ſelbſtändige Achſe, und darin liegt eben der weſentliche Unterſchied von jenen Ablegern, welche in dem vorhergehenden Kapitel beſprochen wurden. Warum aus den Protoplaſten im Inneren der Samenanlage nur Keimlinge als Ableger hervorgehen, iſt eine Frage, deren Löſung vielleicht dann möglich wäre, wenn wir die Unterſchiede kennen würden, welche zwiſchen dem lebendigen Protoplasma inner- und außerhalb der Samenanlage beſtehen. Darüber fehlt aber jede Erfahrung.

Generationswechsel.

Wer bei ruhigem Wetter die Seeanemonen und die mannigfaltigen Polypen- und Korallenstöcke in der blaugrünen, klaren Flut seichter Meeresbuchten zum ersten Male erblickt, ist versucht zu glauben, ein Spiegelbild bunter, am Gestade blühender Pflanzen vor sich zu haben. Die Kränze aus sternförmig ausgebreiteten, die Mundöffnung besäumenden Fangarmen sehen roten und violetten Astern oder den Blüten von Kristallkräutern auf einige Entfernung täuschend ähnlich, die äußeren Skelette ahmen die Form von Stämmen nach, und durch die Gruppierung der Äste wird man lebhaft an den Aufbau rasenförmiger Pflanzenstöcke erinnert. Auch entbehren die Korallen- und Polypenstöcke der freien Ortsveränderung und sind, ähnlich den Florideen und anderen im Meere wachsenden Wasserpflanzen, der felsigen Unterlage angeheftet. Wenn daher die Zoologen diesen seltsamen Meeresbewohnern den Namen Pflanzentiere gegeben haben, so ist das zunächst schon mit Rücksicht auf die äußere Erscheinungsweise im hohen Grade zutreffend.

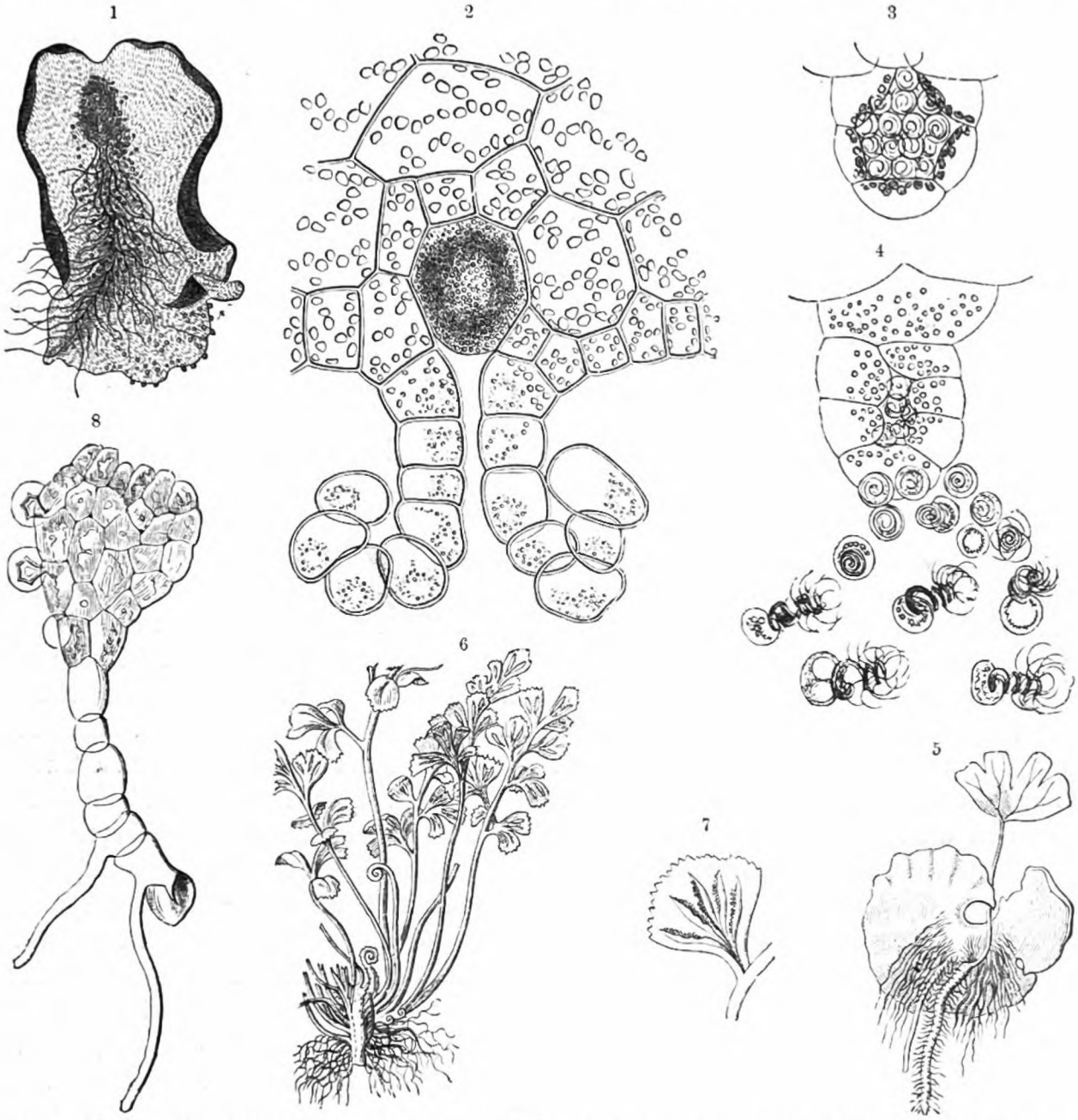
Aber auch der innere Bau und die Lebensweise dieser Tiere zeigen überaus merkwürdige Anklänge an Pflanzen. Bei manchen Arten verhalten sich die einzelnen, zu einem Stocke vereinten Individuen ganz so wie Organe eines Körpers, wie Teile eines zusammengesetzten Organismus, welche verschiedenen Lebensverrichtungen dienen. Es hat eine Teilung der Arbeit unter den verschiedenen den Stock aufbauenden Einzeltieren stattgefunden. Der eine Ast des Stockes besorgt die Aufnahme von Nahrung, der andere die Fortpflanzung, und doch haben sie einen gemeinsamen Verdauungsraum, so zwar, daß die von einem Teile der Einzeltiere erworbenen Säfte in alle Teile des Stockes übergehen und auch denjenigen zu statten kommen, welche keine Nahrung aus der Umgebung aufnehmen. Die Fortpflanzung der Pflanzentiere erfolgt auf zweifache Weise. Ähnlich wie an den Zweigen eines Baumes Knospen angelegt werden, welche sich zu neuen Zweigen ausgestalten, entstehen auch an den Pflanzentieren Knospen, welche sich vergrößern und zu Einzeltieren auswachsen. Bleiben diese mit dem Körper, aus dem sie hervorgesproßt sind, verbunden, und wiederholt sich dieser Vorgang zu öfteren Malen, so entstehen allmählich reichverzweigte Stöcke von bedeutendem Umfange. Bei vielen Pflanzentieren, zumal bei den sogenannten Polypomedusen, gestalten sich einzelne Zweige der geschlechtslosen Polypenform zu becherförmigen oder kapselförmigen Gebilden, in deren Innerem Knospen entstehen, welche die Gestalt von Scheiben mit einem Kranze von Fangarmen annehmen, sich dann ablösen und frei im Wasser herumschwimmen. Man nennt diese aus den Knospen entstandenen, frei gewordenen und schwimmenden Einzeltiere Medusen. Die Medusen sind mit Geschlechtsorganen versehen, befruchten sich, und aus dem befruchteten Ei geht ein Embryo hervor, der sich an einer geeigneten Stelle im Meeresgrunde festsetzt und entweder zu einem neuen geschlechtslosen Polypenstocke oder zu einer Gruppe mit Geschlechtsorganen versehener Medusen auswächst. Das letztere geschieht auf folgende Weise: Nachdem der von einer Meduse entlassene, birnförmige Embryo eine Zeitlang im Wasser herumgeschwommen ist, setzt er sich mit dem dünneren Ende fest und erhält die Gestalt einer Keule. An diesem keulenförmigen Körper entstehen nun ringförmige Einkerbungen, welche sich mehr und mehr vertiefen, so daß nach einiger Zeit an Stelle der Keule parallele Scheiben erscheinen, die durch einen mittleren Stiel zusammengehalten werden. Das so entstandene Gebilde hat fast das Ansehen eines Zapfens, nur daß nicht einseitig ausladende Schuppen, sondern übereinander liegende Scheiben von der Spindel zusammengehalten werden. Die Spindel schrumpft nun zusammen, die einzelnen Scheiben trennen sich und schwimmen als Medusen im Meere herum. Diese Medusen sind mit Geschlechtsorganen versehen, und nach vorhergegangener Befruchtung kann aus dem Embryo wieder entweder eine ungeschlechtliche oder eine geschlechtliche

Generation gebildet werden. Diesen Wechsel von ungeschlechtlicher und geschlechtlicher Generation hat man *Generationswechsel* genannt.

In der Tierwelt auf einige wenige Kreise beschränkt, findet sich der Generationswechsel in der Pflanzenwelt als eine ganz gewöhnliche, weitverbreitete Erscheinung. Bei den *Phanerogamen* ist der Pflanzenstock eine Vereinigung von Sprossen. Jeder Sproß besteht aus mehreren übereinander stehenden Gliedern, von welchen die oberen jüngeren stets unter Beihilfe und durch Vermittelung der unteren älteren entwickelt werden. Diese Sproßglieder bleiben miteinander verbunden, und das Gewebe, welches die Verbindung herstellt, ist mit seinen Luft und Wasser leitenden Röhren zugleich als ein allen Sproßgliedern gemeinsames Organ aufzufassen. Insofern als die Sproßglieder die Fähigkeit besitzen, voneinander getrennt als Einzelwesen weiterzuleben, hat man sie als Individuen aufgefaßt und *Anaphyten* genannt (s. S. 7). Im Sprosse, beziehentlich im Pflanzenstocke verbunden, führen sie einen gemeinsamen Haushalt, und es hat unter ihnen eine Teilung der Arbeit stattgefunden. Die Anaphyten der Mittelblatt- oder Laubblattstufe dienen in erster Linie der Zubereitung von Baustoffen, jene der Hochblattstufe der Herstellung der Geschlechtszellen, durch deren Vereinigung die Frucht gebildet werden soll. Sprosse, welche als Abschluß Anaphyten der letzteren Art enthalten, nennt man Blüten; Sprosse, welche mit Laubblättern abschließen, oder besser gesagt, Sprosse, deren oberste Anaphyten mittels ihres grünen Gewebes Baustoffe zubereiten, heißen Laubsprosse. Als erste Anlage der Sprosse erscheinen bekanntlich Knospen, und diese sind entsprechend der eben angedeuteten, verschiedenen Arbeitsleistung ihrer obersten Anaphyten entweder Blütenknospen oder Laubknospen. Die Sprosse, welche aus den Laubknospen hervorgehen, bleiben in den meisten Fällen mit dem betreffenden Stocke verbunden und erscheinen als Zweige desselben; die Sprosse, welche aus den Blütenknospen entsprungen sind, lösen sich dagegen nach erfolgter Befruchtung und Fruchtbildung ganz oder teilweise von dem Stocke ab und es entsteht dort, wo früher die Blütenknospe gestanden hatte, eine Narbe. Jeder Sproß kann als eine Generation aufgefaßt werden, und dem entsprechend *ist auch der bei allen Phanerogamen beobachtete Wechsel in der Ausbildung von Laubsprossen und Blütensprossen, beziehentlich von Laubknospen und Blütenknospen an einem und demselben Stocke als Generationswechsel zu bezeichnen.*

Wesentlich anders sind die Beziehungen der geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Generation bei den Farnen, Schachtelhalmen und überhaupt bei allen jenen Kryptogamen, welche unter dem Namen *Gefäßkryptogamen* zusammengefaßt werden. Bei den Farnen erscheint die Generation, welche die Geschlechtsorgane trägt, als ein flächenförmig ausgebreiteter Gewebekörper, von dessen unterer Seite zarte, haarförmige Wurzelfasern in die unterliegende Erde eindringen (s. die Abbildungen, S. 12, Fig. 16, und S. 468, Fig. 1). Meistens hat dieser unter dem Namen Prothallium bekannte Gewebekörper die Gestalt eines herzförmigen oder länglichen Lappens und erreicht eine Länge von ungefähr 0,5 — 1 cm. Die Geschlechtsorgane entwickeln sich an der unteren, dem Boden zusehenden Seite des Prothalliums, und zwar die Antheridien als winzige, über die Fläche vorragende Warzen (s. Abbildung, S. 468, Fig. 3) und die Amphigonien ebendort als flaschenförmige Gebilde, welche mit ihrem bauchig erweiterten Teile in das Gewebe des Prothalliums eingesenkt sind und nur mit dem Halsteile sich über dieses erheben (s. Abbildung, S. 468, Fig. 2). Bei der Mehrzahl der Farne trägt dasselbe Prothallium die zweierlei Geschlechtsorgane so verteilt, daß die Amphigonien in der Nähe des herzförmigen Ausschnittes, die Antheridien an dem gegenüberliegenden Rande des grünen kleinen Lappens liegen. Seltener kommt es vor, daß das eine Prothallium nur Amphigonien, das andere nur Antheridien trägt. Nachdem die aus den Antheridien entlassenen, schraubig gedrehten Spermatozoiden (s. Abbildung, S. 468, Fig. 4) durch den Halsteil in den bauchig erweiterten Teil des Amphigoniums eingedrungen

sind und sich dort mit dem Ooplasten (s. untenstehende Abbildung, Fig. 2) vereinigt haben, ist die Befruchtung vollzogen. Das Amphigonium mit dem in ihm geborgenen befruchteten Ooplasma ist jetzt als Frucht aufzufassen. Diese Frucht löst sich von dem Gewebe, in dem sie entstanden ist, nicht ab, sondern wird im Verbande mit demselben zum Ausgangspunkte



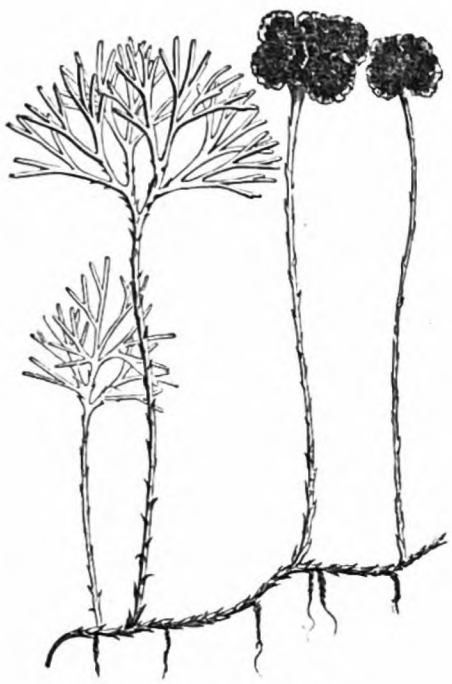
Generationswechsel der Farne: 1. Prothallium eines Farnes, von der unteren Seite gesehen. In der Nähe des herzförmigen Ausschnittes die Amphigonien, gegenüber am Rande des Lagers die Antheridien, im Mittelfelde die Wurzelhaare. — 2. Längsschnitt durch eine Fruchtanlage (Amphigonium). — 3. Längsschnitt durch ein Antheridium. — 4. Spermatozoiden, welche das Antheridium verlassen. — 5. Anfang der ungeschlechtlichen Generation. Aus der Frucht ist nach oben zu ein Wedel, nach abwärts eine Wurzel hervorgewachsen. — 6. Ungeschlechtliche Generation eines Farnes (Asplenium Ruta muraria); an der Unterseite der Wedelabschnitte die zu länglichen Häufchen geordneten Sporengehäuse. — 7. Ein Wedelabschnitt vergrößert; die Sporengehäuse von einem Häutchen (Indusium) einseitig bedeckt. — 8. Erste Entwickelungsstufe eines Prothalliums (geschlechtliche Generation), welche aus einer ungeschlechtlichen, von einem Wedel abgefallenen Spore hervorgeht. Fig. 6 in natürlicher Größe, Fig. 1 ungefähr 8fach, Fig. 2, 3 und 4: 350fach, Fig. 5: 6fach, Fig. 7: 3fach: Fig. 8: 240fach vergrößert. Vgl. Text, S. 467—472.

für eine zweite Generation, welche in ihren Lebensverrichtungen sowie in ihrer Gestalt von der geschlechtlichen Generation gänzlich verschieden ist. Die Frucht fächert sich in mehrere Zellen; eine Zelle wird zum Anfange eines Hauptstammes, eine zweite zum Anfange des ersten Wedels, eine dritte zum Anfange einer Wurzel, und eine vierte vermittelt noch eine



Baumfarne auf Ceylon. (Nach der Natur von F. von Ranſonnet.) Vgl. Text, S. 470.

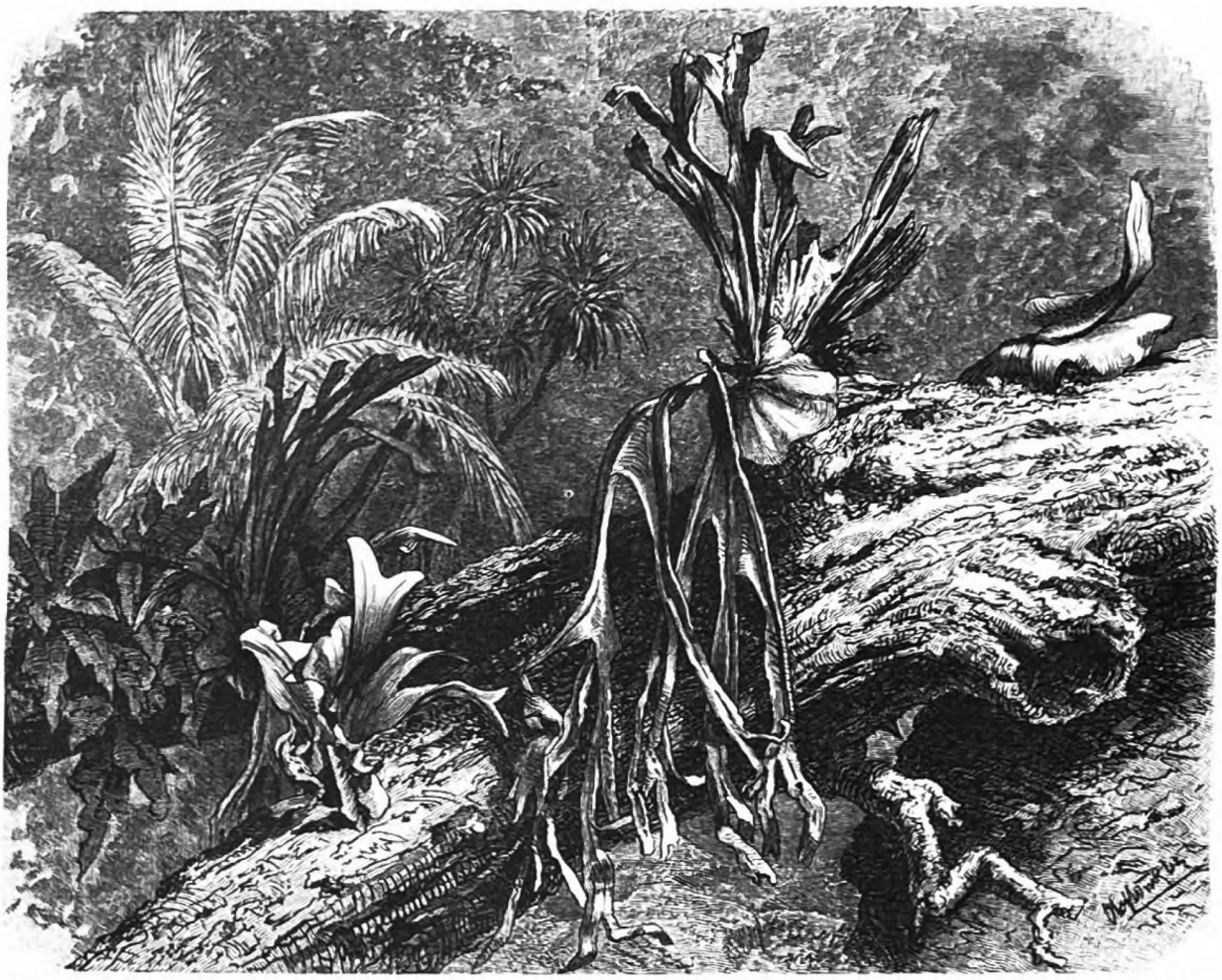
Zeitlang den Zusammenhang mit dem Prothallium (s. Abbildung, S. 468, Fig. 5). Der Wedel breitet sich aus, und sein grünes Gewebe erzeugt Stoffe zum Weiterbaue des jungen Farnstockes. Alsbald sprießt aus dem sich verlängernden Hauptstamme ein zweiter Wedel hervor, und nun ist der junge Farnstock in betreff der zu seinem weiteren Ausbaue benötigten Stoffe nicht mehr auf das Prothallium angewiesen. Das Gewebe des Prothalliums ist ohnedies inzwischen abgestorben, und dort, wo dasselbe früher gestanden hatte, befindet sich jetzt der Farnstock mit seinen grünen Wedeln (s. Abbildung, S. 468, Fig. 6). An Stelle der geschlechtlichen Generation ist eine ungeschlechtliche getreten. Der Farnstock trägt nämlich keine Geschlechtsorgane und ist daher als ungeschlechtliche Generation aufzufassen. Seine zuerst entstandenen Wedel erzeugen mit ihrem grünen Gewebe Stoffe zum weiteren Ausbaue, insbesondere zur Herstellung neuer Wedel, welche in zunehmender Zahl von dem an seinem Scheitel fortwachsenden stets massiger werdenden und bei den Baumfarnen (s. Abbildung, S. 469) in Gestalt eines Strunkes sich erhebenden Hauptstamme abzweigen. Indessen ist diese Aufgabe nicht die einzige, welche den Wedeln zukommt. Sie haben nämlich auch noch die Vermehrung und Verbreitung der betreffenden Art zu besorgen, und das geschieht durch Sporen, welche in besonderen gruppenweise angeordneten Gehäusen an den Wedeln entstehen (s. Abbildungen, S. 468, Fig. 6 und 7, und S. 12). Bei den meisten Farnen wird diese doppelte Aufgabe von einem und demselben Wedel besorgt, und es besteht zwischen den assimilierenden und den sporenerzeugenden Teilen in der äußeren Form kein erheblicher Unterschied. Bei dem Königsfarne (Osmunda regalis) und einigen anderen mit ihm verwandten Arten ist dagegen der assimilierende und sporenerzeugende Teil des Wedels schon nach dem äußeren Ansehen verschieden. Bei Blechnum Spicant und Allosurus crispus sind die mit Sporengehäusen besetzten Abschnitte der Wedel schmal, die Abschnitte der assimilierenden Wedel flächenförmig ausgebreitet, bei Rhipidopteris peltata haben die mit Sporengehäusen besetzten Wedel die Gestalt von Näpfen, welche von schlanken Stielen getragen werden, während die assimilierenden Wedel fächerförmig ausgebreitet sind (s. obenstehende Abbildung), und bei Platycerium alcicorne nehmen die mit Sporengehäusen besetzten Wedel die Gestatt von Rentiergeweihen an, während die Wedel ohne Sporangien grüne Lappen bilden, welche der Borke der Baumstämme aufliegen und lebhaft an große Prothallien erinnern (s. Abbildung, S. 471). Sobald die Sporen die Form loser Zellen angenommen haben, werden sie aus den Gehäusen entlassen und durch Luftströmungen verbreitet. Sie siedeln sich auf feuchter Erde, in Felsritzen und auf der Borke alter Bäume an und wachsen dort zu einem Prothallium heran (s. Abbildung, S. 468, Fig. 8), das Geschlechtsorgane ausbildet.



Rhipidopteris peltata.

Über den Generationswechsel der Schachtelhalme (Equisetaceen) geben die Abbildung auf S. 14 und die erläuternden Bemerkungen auf S. 15 und 63 die nötigen Aufschlüsse. Es wäre nur noch beizufügen, daß bei manchen Schachtelhalmen, wie z. B. bei Equisetum silvaticum (s. Abbildung, S. 14, Fig. 7), ein und derselbe Sproß die Assimilation und die Sporenbildung besorgt, während bei anderen Arten, wie z. B. bei Equisetum arvense, diese Arbeiten auf zwei Sprosse desselben Stockes verteilt sind, nämlich

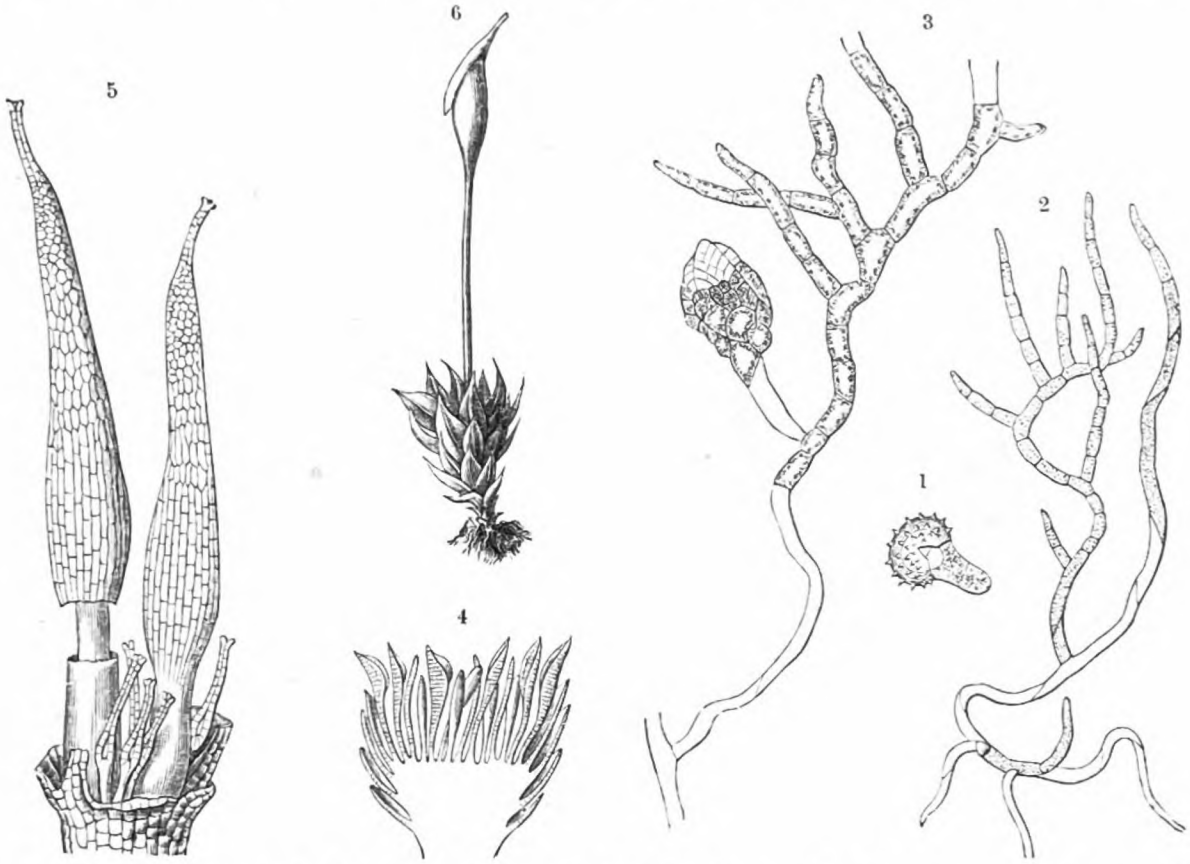
auf einen Frühlingssproß, welcher des Chlorophylls entbehrt und nicht assimiliert, aber an seinem Gipfel eine mit Sporengehäusen besetzte Ähre ausbildet (s. Abbildung, S. 14, Fig. 2), und dann auf einen Sommersproß, welcher grüne, assimilierende Zweige entwickelt, aber keine Sporen erzeugt (s. Abbildung, S. 14, Fig. 1). Die Bärlappe (Lykopodiaceen) sind insofern bemerkenswert, als ihre ungeschlechtliche Generation zweierlei Sporen erzeugt, Großsporen und Kleinsporen (Makrosporen und Mikrosporen). An den Prothallien, welche aus den Kleinsporen hervorgegangen sind, entstehen Antheridien mit Spermatozoiden, an den Prothallien, welche sich aus den aufgerissenen Großsporen hervordrängen, entstehen die Amphigonien, in welchen der zu befruchtende Ooplast eingebettet ist (s. S. 15 und 64).



Platycerium alcicorne. (Nach einer von Selleny nach der Natur ausgeführten Zeichnung.) Vgl. Text, S. 470.

Bei den Laubmosen entwickeln sich die Geschlechtsorgane an dem oberen Teile zarter Stämmchen und zwar zwischen grünen, schuppenförmigen Blättchen. Die Befruchtung und Fruchtbildung ist ähnlich jener der Farne. Gleichwie die Frucht der Farne mit dem Prothallium, bleibt die Frucht der Laubmoose mit dem Stämmchen, an dem sie ausgebildet wurde, in Verbindung, was insofern von Wichtigkeit ist, als infolgedessen die aus der Frucht hervorwachsende ungeschlechtliche Generation überhoben ist, sich die zu ihrem Aufbaue benötigten Stoffe selbst zuzubereiten. Sie erhält sie nämlich noch durch Vermittelung des Moosstämmchens, das fortdauernd frisch und grün bleibt und sich die Fähigkeit, zu assimilieren, auch dann noch bewahrt, wenn aus der Frucht die ungeschlechtliche Generation hervorsprießt. Diese ungeschlechtliche Generation entwickelt sich in folgender Weise. Der vielzellige Fruchtkörper, welcher aus dem im flaschenförmigen Amphigonium geborgenen

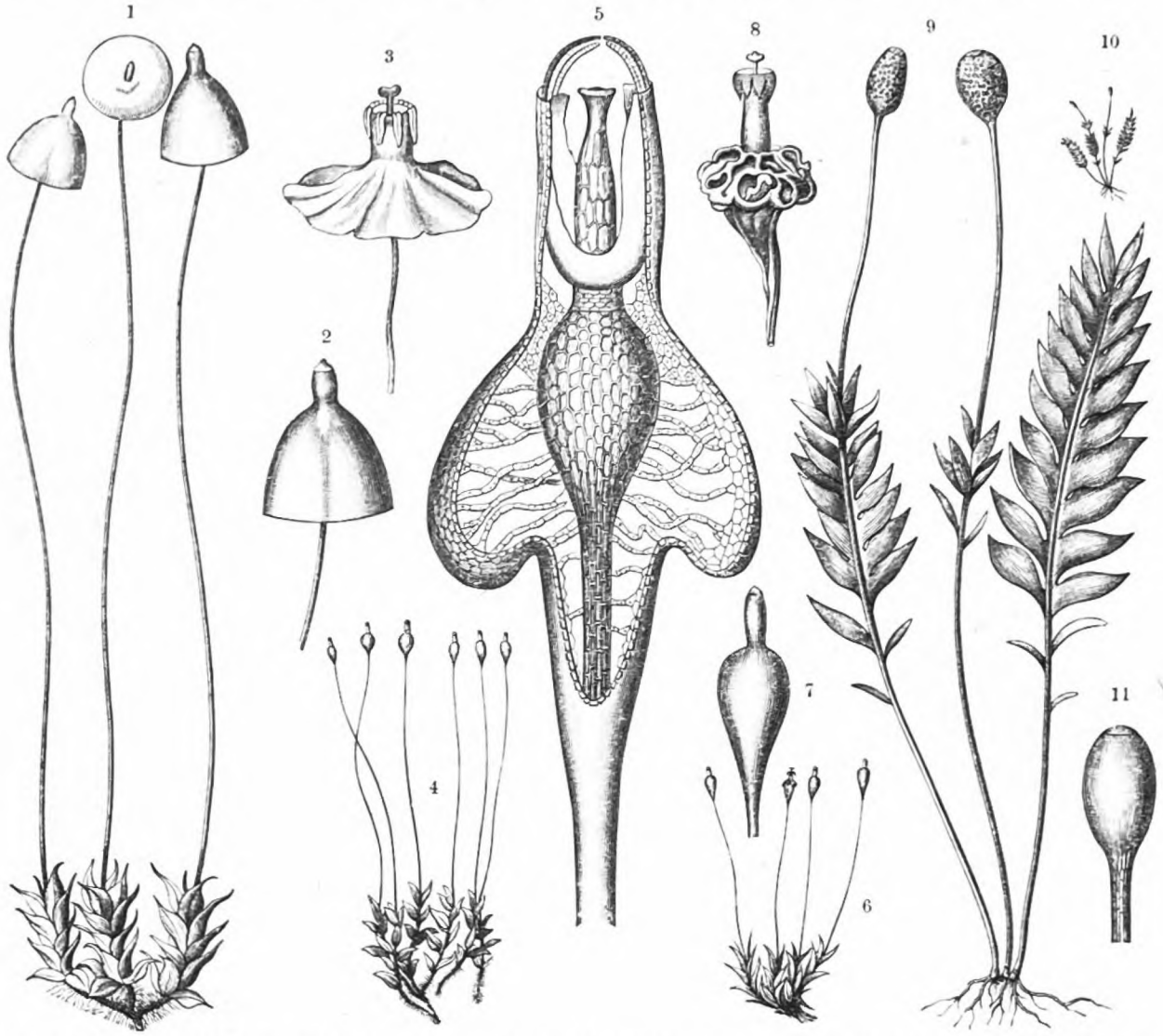
Doplasten nach der Befruchtung entstanden ist, gestaltet sich zu einem büchsenförmigen Körper, und unter demselben entsteht ein Stiel oder Träger der Büchse, dessen meistenteils knollig angeschwollene Basis in das Gewebe des Moosstämmchens eingesenkt ist. Wenn sich der Träger der Büchse in die Länge streckt, wird die aus dem Amphigonium hervorgegangene Fruchthülle nahe der Basis quer durchgerissen, und es bildet die Fruchthülle jetzt eine über die Büchse gestülpte Mütze (s. untenstehende Abbildung, Fig. 5 und 6). Später wird diese Mütze abgeworfen, und die Büchse, deren Füllgewebe sich mittlerweile in zahlreiche einzelne lose Sporen umgewandelt hat, gibt diese bei der geringsten Erschütterung den Winden preis. Die Form dieser als zweite Generation aufzufassenden gestielten Büchsen und deren Ver-



Generationswechsel der Moose: 1. Eine keimende ungeschlechtliche Spore. — 2. Protonema. — 3. Protonema mit der Anlage eines Moosstämmchens. — 4. Scheitel des Moosstämmchens mit Antheridien zwischen den schuppenförmigen Blättchen (Längsschnitt). — 5. Scheitel eines Moosstämmchens mit Fruchtanlagen (Amphigonien) und Früchten; aus einer Frucht entwickelt sich bereits die zweite Generation. — 6. Moosstämmchen, an dessen Scheitel aus einer dort entstan denen Frucht die zweite ungeschlechtliche Generation hervorgewachsen ist. In der endständigen Büchse werden ungeschlechtliche Sporen ausgebildet. — Fig. 1, 2 und 3: 350—400fach, Fig. 4 ungefähr 15fach, Fig. 5: 80fach und Fig. 6: 5fach vergrößert. Vgl. Text, S. 472–473.

hältnis zu den mit grünen assimilierenden Blättchen besetzten Stämmchen der ersten Generation sind überaus mannigfaltig. In der Abbildung auf S. 473, Fig. 1—11 erscheinen die seltsamen Gestalten der auf dem Kote von Renntieren, Rindern und anderen Wiederkäuern wachsenden Splachnaceen (Splachnum luteum, vasculosum und ampullaceum) sowie das in Band I, S. 357 besprochene Smaragdmoos (Schistostega osmundacea) abgebildet, und oben S. 16 finden sich jene eines Widertones (Polytrichum), eines Knotenmooses (Bryum), eines Waldmooses (Hylocomium), einer Andreäa (Andreaea) und eines Torfmooses (Sphagnum) dargestellt. Die Sporen, welche als einzellige Ableger der ungeschlechtlichen Generation anzusehen sind, siedeln sich auf einer feuchten Unterlage an und beginnen hier zu keimen (s. obenstehende Abbildung, Fig. 1), d. h. es wächst aus denselben eine schlauchförmige Zelle hervor, welche sich fächert und zum Ausgangspunkte für ein offenes Zellennetz wird, das dem freien Auge als ein Gespinst zarter Fäden erscheint

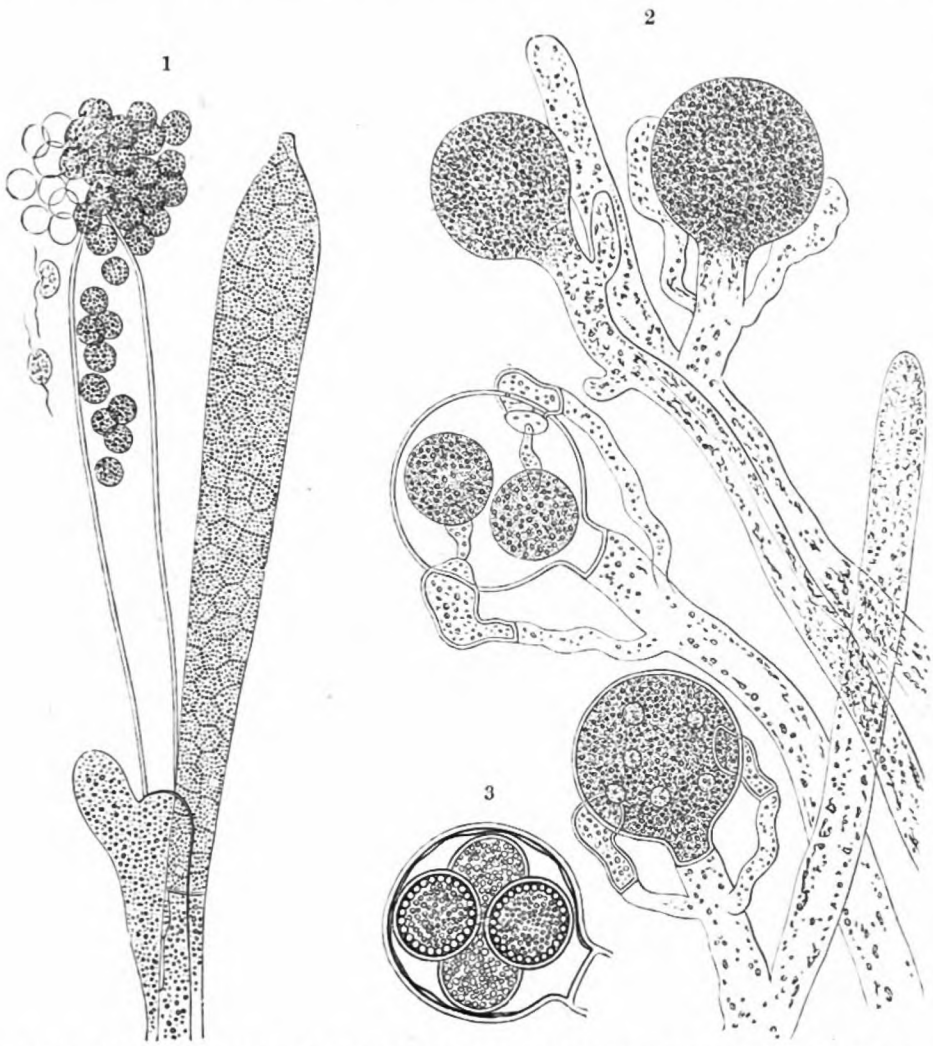
(ſ. Abbildung, S. 472, Fig. 2). Man hat dasſelbe Protonema genannt. Einige Zellenreihen des Protonemas ſind farblos, ſenken ſich in die feuchte Unterlage und wirken als Saugzellen, die anderen ſind lebhaft grün gefärbt und breiten ſich über dem Boden aus. Aus einer grünen Zelle des Protonemas wächſt nach einiger Zeit ein knoſpenartiges Gebilde hervor (ſ. Abbildung, S. 472, Fig. 3); dieſes gliedert ſich in eine Achſe und in grüne Blättchen, und überdies kommen noch, von der Achſe ausgehend, zwiſchen den Blättchen verſteckt, Ge-



Generationswechſel der Mooſe: Verſchiedene Formen der Büchſen, welche als ungeſchlechtliche Generation aus dem Scheitel der Moosſtämmchen hervorwachſen. 1. Splachnum luteum. — 2. Eine unreiſe Büchſe desſelben. — 3. Eine reiſe Büchſe desſelben Mooſes. — 4. Splachnum vasculosum. — 5. Längsſchnitt durch eine reiſe Büchſe dieſes Mooſes. — 6. Splachnum ampullaceum — 7. Eine unreiſe Büchſe, — 8. eine reiſe Büchſe desſelben. — 9 und 10. Schistostega osmundacea. — 11. Eine reiſe Büchſe dieſes Mooſes. — Fig 1, 4, 6, 10 in natürlicher Größe, Fig. 2 und 3: 2fach, Fig. 7, 8 und 9: 10fach, Fig. 11: 15fach, Fig. 5: 100fach vergrößert. Vgl. Text, S. 472.

ſchlechtsorgane zum Vorſcheine (ſ. Abbildung, S. 472, Fig. 4). Die aus der Frucht hervorgehende Sporenbüchſe mit ihrem Träger bildet demnach die ungeſchlechtliche, das die Geſchlechtsorgane tragende Moosſtämmchen die geſchlechtliche Generation. Bei den Lebermooſen beſitzt die geſchlechtliche Generation in vielen Fällen kein Stämmchen, ſondern hat das Anſehen eines verſchiedentlich ausgebuchteten Lappens. Auch die ungeſchlechtliche Generation zeigt mannigfaltige Abweichungen, aber in den weſentlichſten Punkten des Generationswechſels beſteht zwiſchen Lebermooſen und Laubmooſen kein Unterſchied.

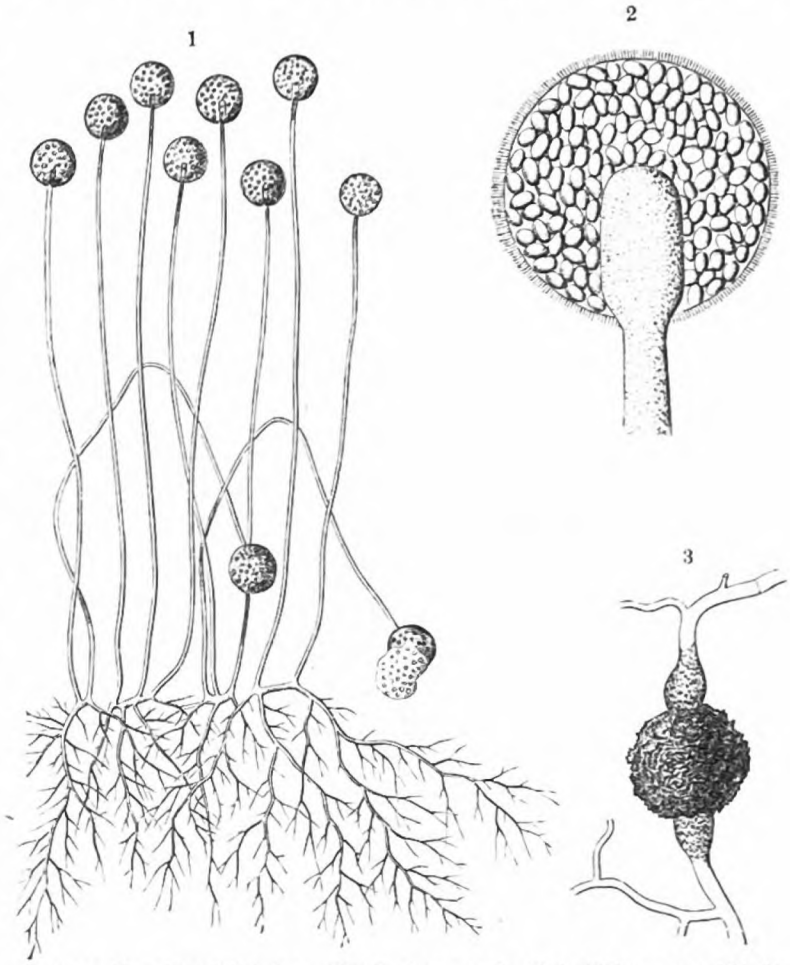
Der Generationswechsel der Blütentange oder Florideen ähnelt insofern jenem der Laub- und Lebermoose, als die auf geschlechtlichem Wege erzeugte Frucht (s. S. 56) im Verbande mit der Mutterpflanze verharrt und in diesem Verbande zu einer zweiten Generation heranwächst, welche die Gestalt einer Büchse oder einer Kapsel hat, in der die Sporen entstehen. Die Sporen werden aus ihrem Gehäuse entlassen, verbreiten sich in dem umgebenden Wasser, setzen sich an irgend einer Unterlage fest und bilden den Anfang der geschlechtlichen Generation, d. h. jener Generation, welche wieder Geschlechtsorgane trägt und Früchte erzeugt. In welcher Weise der Generationswechsel bei den Peronosporeen stattfindet, wurde auf S. 20, 52, 53 und 54 besprochen und durch Abbildungen erläutert. Auch der Generationswechsel der Siphonaceen, insbesondere jener der Gattung Vaucheria, wird aus der Verbindung der Schilderung auf S. 54 und 55 und jener in Band I, S. 22 ersichtlich. Eine auffallende Übereinstimmung mit den Vaucheriaceen zeigen in betreff des Wechsels von geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Generation auch die Saprolegniaceen, jene schimmelartigen Gebilde, welche auf verwesenden, im Wasser schwimmenden Tieren und auch als todbringende Schmarotzer an den Kiemen der Fische wuchern. Aus den farblosen, schlauchförmigen Zellen, welche das Lager dieser Pflanzen bilden, erheben sich das eine Mal keulenförmige Schläuche, aus welchen eine Unzahl kugeliger, mittels Wimpern im Wasser herumschwimmender Zoosporen entlassen werden (s. obenstehende Abbildung, Fig. 1), das andere Mal bilden sich aus demselben Lager Ausstackungen, welche zu Antheridien und zu kugelförmig aufgetriebenen Oogonien werden. Aus den von dem Oogonium umschlossenen Ooplasten geht nach erfolgter Befruchtung durch das aus den Antheridien entlassene Spermatoplasma eine Frucht hervor (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2 und 3).



Generationswechsel der Saprolegniaceen: 1. Entwickelung ungeschlechtlicher Sporen. — 2. Befruchtung. — 3. Fruchtbildung. — Sämtliche Figuren ungefähr 400fach vergrößert.

Auch bei jenen Schimmelbildungen, welche unter dem Namen Mukorineen begriffen werden, erheben sich aus dem mit einem Spinnengewebe zu vergleichenden Mycelium das eine Mal lange, dünne Schläuche, an deren freiem Ende sich eine große mit Sporen erfüllte

Zelle ausbildet (s. untenstehende Abbildung, Fig. 1 und 2), das andere Mal kurze Schläuche, welche sich wie kolbenförmige Aussackungen ausnehmen, zu zwei und zwei gegeneinander wachsen und durch Verschmelzung ihres protoplasmatischen Inhaltes eine Jochfrucht bilden (s. untenstehende Abbildung, Fig. 3). Sowohl die ungeschlechtlich erzeugten Sporen als die Jochfrüchte, welche das Ergebnis der Befruchtung sind, kommen auf geeigneter Unterlage zum Keimen und werden zu Anfängen verzweigter Mycelien, von welchen neuerdings bald Sporen, bald Früchte ausgehen.



Generationswechsel der Mukorineen: 1. Entwickelung ungeschlechtlicher Sporen in kugeligen Sporengehäusen. — 2. Ein Sporengehäuse im Längsschnitt. — 3. Bildung einer Jochfrucht. — Fig. 1: 40fach, Fig. 2: 260fach, Fig. 3: 180fach vergrößert.

Der Generationswechsel des Wassernetzes (Hydrodyction) und der mit ihm verwandten Wasserpflanzen ist insofern sehr merkwürdig, als die ungeschlechtliche Vermehrung durch Thallidien stattfindet, welche in den Zellen der Mutterpflanze ausgebildet werden (s. S. 24), während die Früchte dadurch entstehen, daß das Protoplasma in bestimmten Zellen in Tausende kleiner Partikel zerfällt, welche in das umgebende Wasser austreten, sich daselbst paaren, miteinander verschmelzen und kugelige Früchte bilden, aus welchen schließlich auch wieder kleine Wassernetze hervorgehen. Am einfachsten ist der Generationswechsel der Desmidiaceen und Diatomaceen. Die Früchte dieser winzigen, einzelligen Wasserpflanzen entstehen infolge der Paarung zweier Individuen. Die ungeschlechtliche Vermehrung erfolgt dadurch, daß sich der protoplasmatische Inhalt einer Zelle in zwei Hälften sondert, und daß sich zwischen diese beiden Hälften eine Scheidewand einschiebt; nachträglich zerklüftet diese Scheidewand, die beiden Hälften fallen auseinander, jede derselben wird dadurch selbständig und kann sich bald darauf neuerdings in derselben Weise vermehren.

Nur selten ist der Generationswechsel in der Weise geregelt, daß auf jede ungeschlechtliche Generation unmittelbar eine geschlechtliche, auf diese wieder eine ungeschlechtliche u. s. f. folgt. Meistenteils kommt nach Ausbildung mehrerer ungeschlechtlicher Generationen eine geschlechtliche an die Reihe, und es sind auch Fälle bekannt, wo erst nach einer langen Kette ungeschlechtlicher Generationen als große Seltenheit eine vereinzelte geschlechtliche eingeschaltet ist. Auch ist bemerkenswert, daß bei vielen Arten die ungeschlechtlichen Generationen je nach der Altersfolge in ihrer äußeren Erscheinung gewisse Abweichungen zeigen. Sehr häufig zeigt der Sproß, welcher als erste ungeschlechtliche Generation aus der Knospe des Sproßblattstammes hervorgegangen ist, einen ganz anderen Zuschnitt des Laubes als der ihm folgende. Bei langlebigen Sträuchern

und Bäumen kommt es auch vor, daß eine lange Stufenreihe ungeschlechtlicher Generationen entsteht, von welchen die untersten von den obersten so auffällig verschieden sind, daß man zwei ganz verschiedene Pflanzenarten vor sich zu haben glaubt, und daß es den Eindruck macht, es sei hier durch die Hand eines Gärtners künstlich auf die eine Art eine zweite gepfropft worden. Die Sprosse der jungen Epheustöcke (Hedera Helix), welche im Grunde des Waldes über die Erde hinkriechen, und auch jene, welche die Borke alter Baumstämme und die Steilwände felsiger Bergabhänge erklimmen, tragen stumpf gelapptes, weiß geädertes, mattes Laub und entwickeln an der vom Lichte abgewendeten Seite eine große Menge von Haftwurzeln, mit denen sie sich an der Unterlage festhalten. Die Sprosse der alten Epheustöcke, welche hoch oben in der Krone des erkletterten Baumes oder am oberen Rande der Steilwand eines überwucherten Felsens entstehen, tragen herzförmiges, nicht geädertes, glänzendes Laub und entwickeln keine Luftwurzeln. Nur aus den letzteren kommen endlich auch Blütenknospen zum Vorscheine, während die ersteren niemals zum Ausgangspunkte einer geschlechtlichen Generation dienen (s. Band I, S. 669). An der Espe (Populus tremula) ist der Gegensatz zwischen den Blättern an den ersten und den in späteren Jahren folgenden Laubsprossen desselben Stockes noch viel weiter gehend. Die Laubblätter der erstjährigen Sprosse sind dreieckig, am Grunde herzförmig, unterseits behaart, und ihr Stiel ist verhältnismäßig kurz zu nennen, jene, welche von den Sprossen in der Krone eines dreißigjährigen Espenbaumes ausgehen, sind kreisrund, beiderseits kahl und werden von einem langen Stiele getragen. In ähnlicher Weise verhalten sich auch mehrere Weiden, Eichen und Myrtaceen, von letzteren insbesondere der neuholländische Eucalyptus globulus, dessen erstjährige Sprosse sitzende, am Grunde herzförmig ausgeschnittene Laubblätter tragen, während die Sprosse in der Krone des zum Baume herangewachsenen Stockes mit gestieltem, sichelförmig gekrümmtem Laube besetzt sind. Am auffallendsten tritt die Verschiedenheit in der Gestalt der Laubblätter an den aufeinander folgenden Laubsprossen bei den Wachholdern, beispielsweise bei Juniperus excelsa, Japonica, phoenicea und Sabina, hervor. Die Blätter an den Laubsprossen, welche sich vom ersten bis ungefähr zum zehnten Jahre ausbilden, sind nadelförmig, spitz und abstehend, jene an den Laubsprossen der folgenden Jahre schuppenförmig, stumpf und der Achse des Sprosses anliegend. Erwähnenswert ist an dieser Stelle auch der Gegensatz der Lang- und Kurztriebe, welcher bei gewissen Nadelhölzern, namentlich den Lärchenbäumen (Larix), beobachtet wird. Hier kommt zwar der Unterschied in der Form der Blätter weniger in Betracht, aber desto größer ist die Verschiedenheitin der Länge der Achse, welche die Blätter trägt. Während die Spindel der Kurztriebe höchstens 1 cm lang ist, verlängert sich jene der Langtriebe auf 10—25 cm. Dieser große Gegensatz bedingt nicht zum wenigsten die ganz absonderliche Tracht der Lärchenbäume, welche durch die Abbildung auf S. 477 von E. Heyn meisterhaft zum Ausdrucke gebracht ist.

In manchen Jahren sind die Obstbäume unserer Gärten überreich mit Blüten geschmückt, und wenn nicht ungünstige Witterungseinflüsse im Laufe des Sommers störend einwirken, kommt es im Herbste zur Ausbildung einer Fülle von Früchten. Gewöhnlich folgt aber auf ein solches gesegnetes Jahr eine Reihe von Jahren, wo die Bäume nur spärliche Blüten tragen, oder wo die Blüten ganz ausbleiben, und wo es dann auch mit der Obsternte im Herbste schlecht bestellt ist. Dasselbe wird auch an den Bäumen unserer Wälder beobachtet. Es geht die Sage, daß die Fichten- und Lärchenbäume nur alle 7 Jahre reichliche Früchte ansetzen. Wenn es auch mit der Zahl 7 sein Bewenden haben mag, so ist doch richtig, daß auf ein fruchtreiches Jahr bei diesen Bäumen mehrere fruchtarme folgen, so daß man den Eindruck erhält, als hätten sich die betreffenden Bäume durch die Ausbildung reichlicher Früchte in dem einen Jahre erschöpft und bedürften wieder der Kräftigung



Lärche (Larix europaea). Vgl. Text, S. 476.

durch Ausbildung von ungeschlechtlichen Sprossen, die mit ihrem grünen Laube mehrere Jahre hindurch organische Stoffe erzeugen und aufspeichern müssen. Auch an niederen Kräutern wird diese Erscheinung beobachtet. In vereinzelten Jahren kommen die Orchideen auf unseren Bergwiesen in Unzahl zur Blüte, und die Pflanzensammler sagen dann, es sei ein ausgezeichnetes „Orchideenjahr"; dann aber folgen mehrere Sommer, in welchen auf den Grasmatten, die das eine Mal mit Tausenden von Orchideenblüten geschmückt waren, nur einige wenige derselben sich erheben.

Die Anregung zur Entwickelung eines Blütensprosses kann nicht von den klimatischen Verhältnissen jenes Jahres ausgehen, in welchem das Blühen erfolgt; denn schon im Herbste des vorhergegangenen Jahres kann man deutlich erkennen, ob die angelegte Knospe ein Laubsproß oder ein Blütensproß werden wird. Wollte man daher klimatische Verhältnisse mit dem Generationswechsel in Beziehung bringen, so müßten die Zustände des dem blütenreichen Jahre vorhergegangenen Sommers berücksichtigt werden. An einzelnen umfangreichen Pflanzenstöcken, welche im Sommer an der einen Seite beschattet, an der anderen besonnt sind, kann man unschwer die Beobachtung machen, daß sich im Bereiche des beschatteten Teiles ausschließlich oder vorwaltend Laubknospen, im Bereiche des besonnten Teiles zahlreiche Blütenknospen anlegen, und man wird wohl kaum fehlen, wenn man die Sonnenstrahlen als Anregungsmittel zur Anlegung von Blütenknospen und insofern von geschlechtlichen Generationen ansieht. Dafür spricht auch die Erfahrung, daß diejenigen Pflanzen, welche in dichtem Schatten des Waldes viele Jahre hindurch blütenlos blieben und sich dort nur mittels Laubknospen erhalten, nach dem Fällen der Bäume im sonnendurchleuchteten Holzschlage wieder Blütenknospen ansetzen und zur Blüten- und Fruchtbildung gelangen. Welchen Vorteil die betreffende Pflanze durch dieses Verhalten hat, wurde auf S. 388 und 455 angedeutet; aber auf die wichtige Frage, in welcher Weise das Sonnenlicht auf die bauende Thätigkeit der Pflanze unmittelbaren Einfluß nimmt, und wie es kommt, daß sich dasselbe Gewebe, welches den Ausgangspunkt für eine Knospe, beziehentlich für eine neue Generation bildet, in der Sonne zu einem Blütensprosse, im Schatten zu einem Laubsprosse ausgestaltet, müssen wir vorläufig die Antwort schuldig bleiben.

Eine andere Frage, die hier nicht umgangen werden kann, ist die folgende. Warum ist der Generationswechsel im Pflanzenreiche so allgemein verbreitet und im Tierreiche nur auf einige Kreise beschränkt? Die Antwort ergibt sich, wie ich glaube, von selbst, wenn man in Betracht zieht, wodurch sich die Tiere mit Generationswechsel von den Tieren ohne Generationswechsel unterscheiden. Der auffallendste Unterschied liegt darin, daß die Korallen, Polypen und andere Tiere, welche einen Generationswechsel zeigen, am Boden festgewachsen sind. Wenn aber ein Wesen, dessen Lebensthätigkeit dahin geht, sich zu erhalten, zu vermehren und zu verbreiten, seine Heimstätte als Ganzes nicht verlassen kann, so müssen sich von ihm Teile abgliedern, welche, als Ableger den Winden oder Wasserströmungen preisgegeben, zu neuen Wohnsitzen gelangen, ein Satz, der sowohl für Tiere als auch für Pflanzen maßgebend ist. Allerdings kann die Verbreitung auch dadurch erfolgen, daß sich die auf geschlechtlichem Wege erzeugte Nachkommenschaft von dem mütterlichen Organismus ablöst und zu neuen Heimstätten geführt wird. Aber die Erzeugung einer Nachkommenschaft auf geschlechtlichem Wege, insbesondere jene auf dem Wege der Kreuzung, bedarf bei festsitzenden Lebewesen ganz besonderer Einrichtungen und ist trotzdem nicht immer vollständig gesichert. Das gelegentliche Ausbleiben der Befruchtung und das Ausbleiben einer Nachkommenschaft könnte das Aussterben der betreffenden Art zur Folge haben, und es ist daher für solche Lebewesen die Verjüngung durch Ableger von allergrößter Wichtigkeit. Hiermit hängt auch zusammen, daß für den Fall des Fehlschlagens der Fruchtanlagen und für den

Fall des Nichtzustandekommens der Befruchtung bei so vielen Pflanzen ein Ersatz durch Ableger stattfindet, wie in den beiden vorhergehenden Kapiteln nachgewiesen wurde. Auch soll hier darauf aufmerksam gemacht werden, daß in den meisten Fällen die auf geschlechtlichem Wege entstehende Nachkommenschaft, was die Zahl der Individuen anbelangt, weit hinter der auf ungeschlechtlichem Wege gebildeten Nachkommenschaft zurücksteht.

Das Bild der blühenden und fruchtenden Pflanze hat sich in unser Fühlen und Denken so eingelebt, daß andere Bilder der Pflanzenwelt kaum Platz finden können, und es hält schwer, sich eine Landschaft mit Bäumen, Sträuchern und Kräutern vorzustellen, welche der Blüten und Früchte entbehren, zeitlebens nur mit grünem Laube bekleidet sind und sich ausschließlich durch Ableger verjüngen und vermehren. Dennoch muß die Möglichkeit einer solchen die Erde bevölkernden Pflanzenwelt zugegeben werden, und es steht über alle Zweifel erhaben, daß die Befruchtung und Fruchtbildung weder zur Erhaltung noch zur Vermehrung und Verbreitung der Pflanzen unumgänglich notwendig ist. Wenn dem aber so ist, dann muß die Bedeutung der Befruchtung und Fruchtbildung wo anders liegen. Über diese wichtige Frage soll der zweite Teil dieses Buches Aufschluß geben.

II. Geſchichte der Arten.

1. Das Weſen der Arten.

Inhalt: Begriff der Art. — Spezifiſche Konſtitution des Protoplasmas.

Begriff der Art.

Die Geſchichte der Pflanzenarten ſtützt ſich auf die im erſten Abſchnitte des vorliegenden Buches vorgetragene Geſchichte der Pflanzenindividuen, insbeſondere auf die Ergebniſſe der Unterſuchungen über Fortpflanzung und Generationswechſel. Sie ſoll die Art von ihrem Entſtehen bis zu ihrem Ausſterben ſchildern und auch angeben, auf welche Weiſe ein Erſatz der erloſchenen durch neue Arten ſtattfindet. Die Löſung dieſer Aufgabe iſt nicht ſo leicht wie die Darſtellung der Lebensgeſchichte des Individuums, welche auf Grund unmittelbarer Beobachtungen und Erfahrungen gegeben werden kann. Selbſt von langlebigen Individuen vermag man die Schickſale, von dem Entſtehen des Embryos angefangen, durch alle Entwickelungsſtufen zu verfolgen, und der Beobachter hat es ſogar in ſeiner Macht, gewiſſe Lebensvorgänge, wie beiſpielsweiſe die Belegung der Narben mit Pollen und das Keimen der Samen, einzuleiten. Der Anfang der meiſten jetzt lebenden, ohne Zuthun des Menſchen entſtandenen Arten iſt aber in Dunkel gehüllt, er iſt auf längſt vergangene Zeiten zurückzuführen, und man iſt in betreff desſelben lediglich auf Mutmaßungen angewieſen, welche, wenn ſie auch noch ſo geiſtreich ſind und ſich auf noch ſo ſorgfältige Erwägungen ſtützen, doch immer nur Mutmaßungen bleiben. Der unmittelbaren Beobachtung zugänglich ſind nur die aus früheren Perioden erhaltenen foſſilen Reſte und die jetzt lebenden Arten. Indem wir dieſelben miteinander vergleichen und aus dem Verhalten der Arten in der Gegenwart auf jenes der erloſchenen Formen zurückſchließen, ergibt ſich eine Kette von Schlußfolgerungen, welche immerhin als eine Geſchichte der Arten gelten kann.

Die wichtigſte Grundlage für dieſe Schlußfolgerungen bilden demnach die Erfahrungen über das Verhältnis der jetzt lebenden Arten zu ihrer Umgebung und vor allem die Erkenntnis der Urſachen, welche eine dauernde Veränderung der Geſtalt veranlaſſen können, weil nur durch dieſe die Frage nach der Entſtehung neuer Arten einer Löſung zugeführt werden kann. Vor der Erörterung dieſer hochwichtigen Fragen iſt aber das Weſen der Arten einer Beſprechung zu unterziehen und zunächſt feſtzuſtellen, was unter Art zu verſtehen iſt.

Der Begriff der Art wurde zuerſt von Linné in die Wiſſenſchaft eingeführt, und es rührt auch der lateiniſche mit dem deutſchen Worte Art ſich deckende Ausdruck ſpecies von dem großen Meiſter der Botanik her. Linné hält an dem Grundſatze feſt, daß jede Art aus gleichgeſtalteten Individuen beſteht, welche durch ihre Abſtammung miteinander zuſammenhängen und unveränderte Nachkommen eines Urahns

oder eines Urahnenpaares sind. Daß sich Linné diese Urahnen als Kreaturen des „infinitum ens“ denkt, erscheint für den Begriff der Art ohne Belang; dagegen ist es von Wichtigkeit, daß er in den jetzt lebenden Individuen die Fortsetzungen, die durch Verjüngung entstandenen Teile eines und desselben Lebewesens erkennt, somit die Art nicht als eine Denkform des menschlichen Geistes, sondern als etwas Wirkliches, als ein wirkliches Wesen auffaßt.

Um beurteilen zu können, welche Individuen gleichgestaltet, beziehentlich gleichgeartet sind, werden die durch unsere Sinne wahrnehmbaren Eigenschaften, insbesondere die Form und der Aufbau des Pflanzenkörpers, berücksichtigt. Jede Art oder Spezies hat ihre besonderen Merkmale oder Kennzeichen, und alle Individuen, welche mit diesen spezifischen Merkmalen in Erscheinung treten, werden als zu derselben Art gehörig betrachtet. Die spezifischen Merkmale sind erblich und treten in der Nachkommenschaft unverändert hervor. Es gibt aber auch Merkmale an den Pflanzen, welche sich nicht vererben, sondern wechselnd auftreten, je nachdem die Individuen an diesem oder jenem Standorte zur Entwickelung gelangt sind, somit als Ausdruck bestimmter, auf das Pflanzenleben Einfluß nehmender äußerer Verhältnisse angesehen werden müssen. Darin ist nach Linné das Wesen der Spielart oder Varietät begründet. Die Individuen einer jeden Art können variieren, aber diese Veränderungen erhalten sich nicht in der Nachkommenschaft, sondern wechseln je nach dem Standorte und nach anderen äußeren Einflüssen. Demnach haben die beschreibenden Botaniker nach den Vorschriften Linnés zweierlei Kennzeichen oder Merkmale zu berücksichtigen, solche, welche unbeständig und nicht erblich sind, und solche, welche sich unter den verschiedensten Standortsbedingungen als beständig und erblich erweisen. An den letzteren erkennt man die Art, an den ersteren die Varietät. Jede Art oder Spezies kann zugleich in mehreren Varietäten in Erscheinung treten, ihre spezifischen Merkmale aber bleiben nichtsdestoweniger unverändert. Haben sich in der Nachkommenschaft die spezifischen Merkmale geändert, so gehört diese Nachkommenschaft einer neuen Art an, oder, vielleicht besser gesagt, es kann das in Erscheinung getretene, mit neuen spezifischen Merkmalen ausgerüstete Individuum den Ausgangspunkt für eine neue Art bilden.

Die von den beschreibenden Botanikern bei der Unterscheidung der Pflanzenarten berücksichtigten Verhältnisse der äußeren Form und des Aufbaues finden selbstverständlich in dem Bauplane, nach welchem sich das Protoplasma der betreffenden Art ausgestaltet, ihre Begründung, und für diesen Bauplan kann wieder nur die eigenartige Konstitution des Protoplasmas maßgebend sein. Wer daher das Wesen der Arten richtig zu erfassen bestrebt ist, wird sich vor allem über die Beziehungen des Protoplasmas zu der äußerlich wahrnehmbaren Gestalt ein möglichst klares Bild zu verschaffen suchen.

Die spezifische Konstitution des Protoplasmas.

Es wurde bei früherer Gelegenheit auf die merkwürdige Thatsache hingewiesen, daß die Arten einer Gattung, welche im äußeren Ansehen voneinander abweichen, auch in betreff des von ihnen entwickelten Duftes verschieden sind. Von den Rosen (Rosa alpina, arvensis, cinnamomea, Gallica, Indica, Nasterana, pomifera, rubiginosa, sepium ꝛc.) entbindet jede einen anderen Duft, und es könnte jede dieser Arten selbst durch einen Blinden am Dufte ihrer Blüten erkannt werden. Dasselbe gilt von den Arten, deren Laub, Stengel und Wurzeln duftende Stoffe enthalten. Wenn man das Laub verschiedener Arten des Thymians (Thymus Chamaedrys, montanus, vulgaris, Zygis ꝛc.) mit den Fingern

zerreibt, ſo entwickelt jede einen eigentümlichen Duft, und wer die Wurzeln oder Wurzelſtöcke der verſchiedenen Baldriane (Valeriana celtica, dioica, elongata, officinalis, Phu, saxatilis ꝛc.) oder der verſchiedenen Arten der Gattung Haſelwurz (Asarum Canadense, Europaeum ꝛc.) aus der Erde gräbt, kann die Wahrnehmung machen, daß zwar alle nach Baldrianſäure, beziehentlich Haſelwurzöl duften, daß aber der Duft einer jeden Art noch überdies etwas Eigentümliches an ſich hat. Daß die Arten einer Gattung auch durch die Geſchmacksnerven von uns unterſchieden werden können, zeigen am auffallendſten die eßbaren Schwämme (Polyporus confluens, frondosus, ovinus ꝛc.), die Lauche (Allium ascalonicum, Cepa, Porrum, sativum, Schönoprasum ꝛc.), die verſchiedenen Johannisbeeren (Ribes alpinum, petraeum, rubrum ꝛc.) und die Erdbeeren (Fragaria collina, elatior, grandiflora, vesca ꝛc.). Es iſt hier auch am Platze, darauf hinzuweiſen, daß von den verſchiedenen Arten einer Gattung nicht ſelten die eine giftig auf den Menſchen wirkt, während die andere unſchädlich iſt, wofür die Arten des Sternaniſes (Illicium anisatum und religiosum) und die Arten der Gattung Lactarius (Lactarius deliciosus und torminosus) als Beiſpiele angeführt ſein mögen. Wie genau die verſchiedenen Pflanzenarten von den pflanzenfreſſenden Tieren unterſchieden werden, iſt den Zoologen genügend bekannt. Die Raupe des Oleanderſchwärmers (Sphinx Nerii) lebt ausſchließlich von der Oleanderpflanze (Nerium Oleander), jene des Oſterluzeifalters (Thais Hypermnestra) nur von der Oſterluzei (Aristolochia Clematitis), jene des Kleinen Fuchſes (Vanessa Urticae) nur von den Blättern der großen Brenneſſel und jene der Libythea Celtis nur von dem Laube des Zürgelbaumes (Celtis australis). Jede Raupe vermag die Pflanzenart, welche ihr ausſchließlich zuſagt, aus zahlreichen ähnlichen Arten ſofort herauszufinden. Einer meiner Freunde hatte einmal in der Hochalpenregion des tiroliſchen Stubaier Gletſcherſtockes die Raupen eines ihm bis dahin unbekannten Schmetterlinges gefunden, ſie in das Thal mitgenommen und wollte ſie dort ſo lange füttern, bis ſie ſich verpuppten, um dann den Schmetterling zu erhalten. Er legte ihnen im Thale ungefähr hundert verſchiedene Pflanzen vor, in der Hoffnung, es dürfte ſich darunter wohl die eine oder andere finden, welche als Nahrung angenommen werden könnte. Aber keine einzige dieſer Pflanzen wurde berührt, trotzdem daß die Raupen augenſcheinlich vom Hunger arg geplagt waren. Mein Freund entſchloß ſich nun nochmals, jene Stelle in der Hochalpenregion, wo er die Raupen gefunden hatte, zu beſuchen, und ſetzte dort die Tiere in Freiheit. Mit großer Haſt krochen ſie ſofort auf eine beſtimmte Pflanze, nämlich auf Cardamine alpina, zu und fielen mit Heißhunger über dieſelbe her. Später ſtellte ſich heraus, daß es die Raupen der Pieris Callidice waren, welchen nur das kleine Alpenſchaumkraut (Cardamine alpina) mundete. Auf Grundlage ſolcher Erfahrungen, denen ſich noch zahlloſe andere anfügen ließen, iſt man berechtigt, anzunehmen, daß die aromatiſchen Stoffe, Alkaloide, Säuren ꝛc., welche bei dem Stoffwechſel in der Pflanze erzeugt werden, bei jeder Art andere, aber jedesmal genau beſtimmte ſind. Es iſt aber nicht anders möglich, als daß zur Erzeugung ſpezifiſcher Stoffe auch ein ſpezifiſches Protoplasma gehört oder, mit anderen Worten, daß jeder mit einer beſtimmten Geſtalt in Erſcheinung tretenden Pflanzenart auch ein beſtimmtes Protoplasma zu Grunde liegt.

Von anderen Erfahrungen, welche für dieſe Annahme ſprechen, ſind insbeſondere jene erwähnenswert, welche ſich auf das Verhalten der verſchiedenen Arten zur Wärme beziehen. Es iſt bekannt, daß die Samen verſchiedener Arten, welche ſich äußerlich ſehr ähnlich ſehen, in betreff der zum Keimen nötigen Temperatur auffallend abweichen. Die Samen der einen Art begnügen ſich mit einer niederen, jene der anderen Art beanſpruchen eine hohe Temperatur, obſchon im Baue der Samenſchale, der Reſerveſtoffbehälter und des Embryos kein in die Augen fallender Unterſchied wahrzunehmen iſt. Ebenſo verhält es ſich mit dem Erfrieren der Pflanzen. Mehrere kaliforniſche und mexikaniſche Föhren (Pinus) ſehen jenen

des mittleren und nördlichen Europa sehr ähnlich, und dennoch erfrieren die einen, sobald die Temperatur unter den Nullpunkt herabsinkt, während die anderen Wintertemperaturen bis zu — 20 Grad ohne Nachteil vertragen. Aus dem äußerlich wahrnehmbaren Baue der südeuropäischen Wachholder Juniperus Oxycedrus und phoenicea ist nicht zu erkennen und zu verstehen, warum sie nicht ebensogut in unseren Hochgebirgen gedeihen wie die ähnlichen Arten Juniperus nana und Sabina, welche in den Zentralalpen ganze Berggehänge überwuchern und dort ihre Wurzeln in einen Boden senken, der 8 Monate hindurch mit Schnee bedeckt und wochenlang fest gefroren ist. Der gewöhnliche Epheu (Hedera Helix) erhält sich im mittleren Europa ohne jedweden Schutz selbst bei ziemlich strenger Winterkälte; der südeuropäische Epheu Hedera poëtarum, welcher dem gewöhnlichen zwar sehr ähnlich sieht, aber doch im Hinblicke auf mehrere äußerlich wahrnehmbare Merkmale als Art unterschieden wird, bedarf in den Gärten des mittleren Europa einer schützenden Decke, wenn er den Winter über nicht erfrieren soll. Ähnlich verhält es sich mit zwei nahe verwandten Arten der Gattung Ringelblume, nämlich Calendula arvensis und fulgida, von welchen die erstere im mittleren, die letztere im südlichen Europa heimisch ist. Im Jahre 1874 säete ich in dasselbe Gartenbeet dicht nebeneinander Samen der Calendula arvensis, welche aus den Rheinlanden herstammten, und Samen der Calendula fulgida, welche in Sizilien gesammelt worden waren. Aus den zweierlei Samen entwickelten sich sehr üppige Stöcke, welche reichlich blühten. Am Morgen des 25. Oktobers trat in dem genannten Jahre an der Pflanzstätte, wo der Versuch vorgenommen wurde, der erste Frost ein. Calendula arvensis wurde durch den Frost nicht geschädigt; ihre Laubblätter blieben frisch und grün und erhielten sich in diesem Zustande auch an den darauffolgenden Tagen, obschon bis zum 2. November die Temperatur im Laufe jeder Nacht auf —1,5 bis 2,5 Grad herabsank und am Morgen die Stengel, Blätter und Blüten mit Reifnadeln besetzt waren. Calendula fulgida dagegen wurde schon in der Nacht vom 24. auf den 25. Oktober durch den Frost vernichtet. Ihre Blätter und Stengel welkten und bräunten sich und zeigten alle Erscheinungen, welche bei dem Tode durch Erfrieren beobachtet werden. Im Jahre 1864 fand ich auf den felsigen Ufern des Adriatischen Meeres bei Rovigno einen Cytisus, welcher dem im mittleren Europa weitverbreiteten Cytisus nigricans ähnlich sah, der aber doch einige Merkmale zur Schau trug, welche an diesem nicht zu sehen waren, und den ich damals Cytisus australis nannte. Ich sammelte Samen desselben und gewann aus ihnen schon im darauf folgenden Jahre junge, kräftige Keimlinge. Diese wurden im Innsbrucker botanischen Garten neben gleich alten aus dem Donauthale bei Mautern in Niederösterreich stammenden Keimlingen des Cytisus nigricans gepflanzt. Beide wuchsen unter denselben äußeren Verhältnissen auf, und man konnte nicht sagen, daß die einen schwächlicher als die anderen ausgesehen hätten. Aber nach Ablauf des Winters waren die Stöcke des Cytisus von der Küste des Adriatischen Meeres erfroren, während sich jene des Cytisus aus dem niederösterreichischen Donauthale lebenskräftig erhalten hatten. Der Versuch mit beiden Pflanzen wurde nun im darauf folgenden Jahre wiederholt. Neuerdings wurden aus ihren Samen junge Stöcke herangezogen, im Spätherbste aber wurden nun jene von der Küste der Adria gegen die Kälte geschützt und auf diese Weise ohne Nachteil überwintert. Nach 2 Jahren entwickelten beide Cytisus knapp nebeneinander unter denselben äußeren Verhältnissen Blüten und Früchte, und es stellte sich heraus, daß wirklich einige, wenn auch unscheinbare Abweichungen in den äußeren Merkmalen vorhanden waren, die sich beständig auf die Nachkommenschaften vererbten. Dieses verschiedene Verhalten von Pflanzen, welche die Botaniker mit Rücksicht auf ihre Gestalt als verschiedene, wenn auch nahe verwandte Arten beschreiben, läßt sich wohl nur so erklären, daß das Protoplasma derselben zwar eine ähnliche, aber doch bei jeder Art etwas verschiedene Konstitution besitzt.

Als ein weiterer Anhaltspunkt für die Annahme, daß dem Protoplasma jeder Art Eigentümlichkeiten zukommen, welche dem der anderen Arten abgehen, kann auch das Verhalten der Pollenzellen auf den Narben gelten. Wenn auf die Narbe einer Art zweierlei Pollenzellen, d. h. Pollenzellen von zwei verſchiedenen Arten, gebracht werden, ſo kommt es häufig vor, daß ſich aus den einen kräftige Pollenſchläuche entwickeln, während die anderen unentwickelt bleiben und verderben. Und dennoch war der Einfluß, welcher von den Säften der Narbenzellen ausging, in beiden Fällen der gleiche, und das verſchiedene Verhalten kann daher nur in der Verſchiedenheit des Protoplasmas der Pollenzellen begründet ſein. Auch die Protoplaſten, welche ſich als Schwärmſporen in demſelben Waſſertropfen herumtreiben und genau denſelben äußeren Einflüſſen von Licht, Wärme, Schwerkraft ꝛc. ausgeſetzt ſind, zeigen, wenn ſie verſchiedenen Arten angehören, ein verſchiedenes Verhalten. Jene der einen Art drehen ſich beſtändig nach rechts, jene der anderen beſtändig nach links, die einen ſtreben dem Lichte, die anderen wenden ſich lichtſcheu den dunkelſten Stellen zu. Wenn ſich aber unter dem Einfluſſe desſelben Lichtſtrahles, derſelben Wärme und derſelben Schwerkraft das Protoplasma weſentlich anders verhält, ſo muß die Urſache des verſchiedenen Verhaltens in dem winzigen Klümpchen von Protoplasma, als welches jede Schwärmſpore erſcheint, geſucht werden.

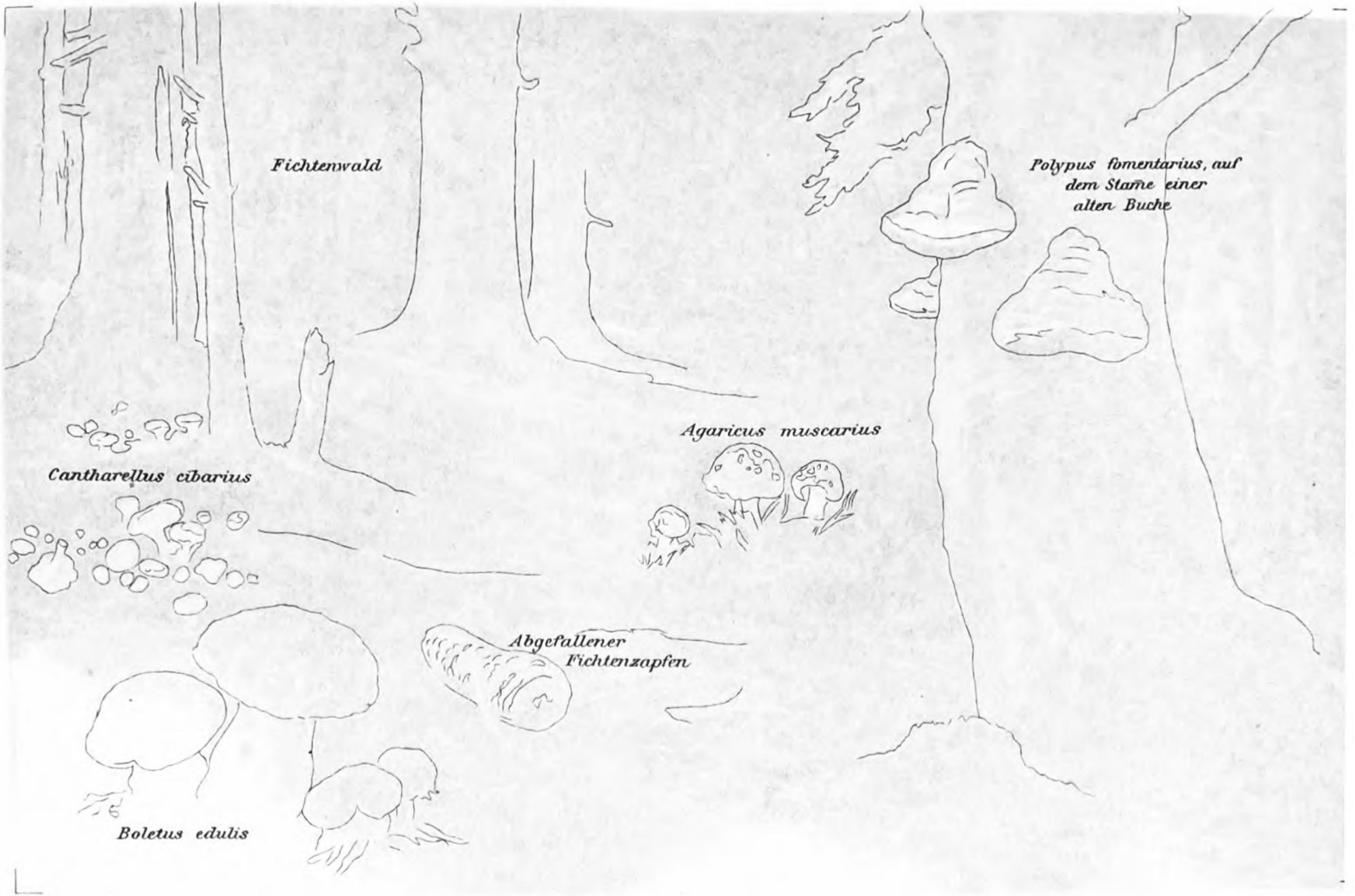
Die Myxamöben, welche aus den Sporen der Schleimpilze hervorgehen, ſtellen Protoplaſten ohne Zellhaut dar, welche in abgeſtorbenen Pflanzenteilen leben, ſich dort ernähren, vergrößern, zerſtückeln und vermehren. Wenn die geeignete Zeit gekommen iſt, entſteht durch Verſchmelzung ſolcher Myxamöben eine Frucht, welche man Plasmodium nennt. Aus dieſer Frucht geht dann eine neue, ſporentragende Generation hervor, welche unter dem Namen Äthalium bekannt iſt (ſ. Band I, S. 534). Die Myxamöben der verſchiedenen Arten laſſen ſich voneinander nicht unterſcheiden, auch die Plasmodien erſcheinen als formloſe Protoplasma-Maſſen, an welchen nur die Farbe mitunter abweicht. Aber wie mannigfaltig ſtellen ſich die aus dem ſcheinbar gleichen Protoplasma hervorgehenden Äthalien dar! Aus dem Protoplasma der Stemonitis fusca entſteht ein Fadennetz von dunkel braunſchwarzer Farbe, welches von einer mittleren Spindel wie von dem Kiele einer Feder durchzogen und getragen iſt (ſ. Abbildung, S. 485, Fig. 1 und 2), aus jenem der Spumaria alba bildet ſich eine weißliche, ſchleimige Maſſe, welche dem „Speichel“ einer Schaumcikade ähnlich ſieht und wie dieſer Stengel und Blätter umgibt (ſ. Abbildung, S. 485, Fig. 3); aus dem Plasmodium des Dictydium umbilicatulum erhebt ſich ein rundliches, von kräftigen Längsrippen und zarten Querſpangen gebildetes Gerüſte, welches von einem nickenden Stiele getragen wird (ſ. Abbildung, S. 485, Fig. 4 und 5), aus dem formloſen Plasmodium des Craterium minutum gehen geſtielte Becher von grauer Farbe hervor (ſ. Abbildung, S. 485, Fig. 6 und 7), aus jenem von Arcyria punicea geſtielte, ſtumpf kegelförmige Körper, welche an Erdbeeren erinnern (ſ. Abbildung, S. 485, Fig. 8—10); aus dem das morſche Holz der Baumſtrünke durchziehenden Plasmodium der Lycogala Epidendron formen ſich mennigrote Kugeln vom Durchmeſſer eines Zentimeters (ſ. Abbildung, S. 485, Fig. 11), und aus dem Plasmodium des Leocarpus fragilis, welches ſich über verſchiedenen morſchen Aſt- und Zweigſtücken ausbreitet, gehen geſtielte, eiförmige Büchſen mit brauner, gebrechlicher Schale hervor (ſ. Abbildung, S. 485, Fig. 12). Und alle dieſe ſeltſamen Formen wachſen unter gleichen äußeren Verhältniſſen aus einem ſcheinbar gleichen ſchleimigen und formloſen Protoplasma hervor.

Ähnlich verhält es ſich auch mit den Schwämmen (Hymenomyceten), welche ſich in dem Moder des Waldgrundes und in der toten Borke der Baumſtämme entwickeln. Das Mycelium derſelben ſtellt ein Netzwerk aus weißen Fäden und Strängen dar, und weder die Geſtalt der farbloſen, langgeſtreckten Zellen, aus welchen ſich das Netzwerk zuſammenſetzt,

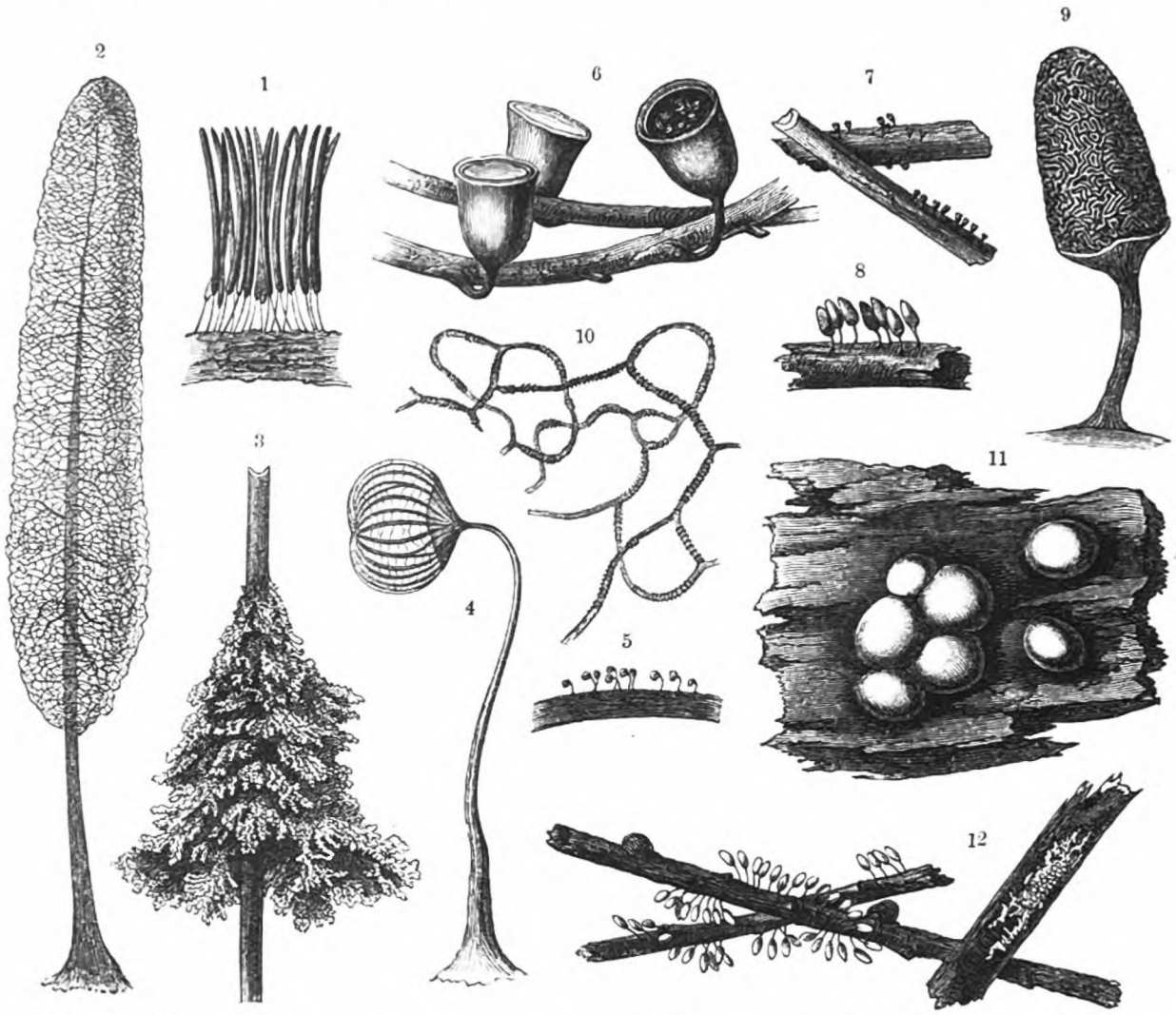
WYŻSZA SZKOŁA PEDAGOGICZNA
BIBLIOTEKA GŁÓWNA
W SZCZECINIE



BLÄTTER- UND RÖHRENSCHWÄMME.


Fichtenwald
Polypus fomentarius, auf dem Stamme einer alten Buche
Agaricus muscarius
Cantharellus cibarius
Abgefallener Fichtenzapfen
Boletus edulis

noch das Protoplasma in diesen Zellen gibt einen Anhaltspunkt, um sagen zu können, welcher Art das Mycelium angehört. Wie sehr weichen aber die aus scheinbar ganz gleichen Mycelien hervorgehenden Sporenträger der Schwämme ab. Auf einem Raum, den man mit 20 Schritten durchmessen kann, erheben sich im Grunde des Waldes an der einen Stelle große Pilzlinge (Boletus edulis) mit kastanienbraunem, halbkugeligem Hute, unfern davon eine Gruppe Eierschwämme (Cantharellus cibarius) mit dottergelber Farbe, nahe dabei der Fliegenschwamm (Agaricus muscarius oder Ammanita muscaria) mit schneeweißem

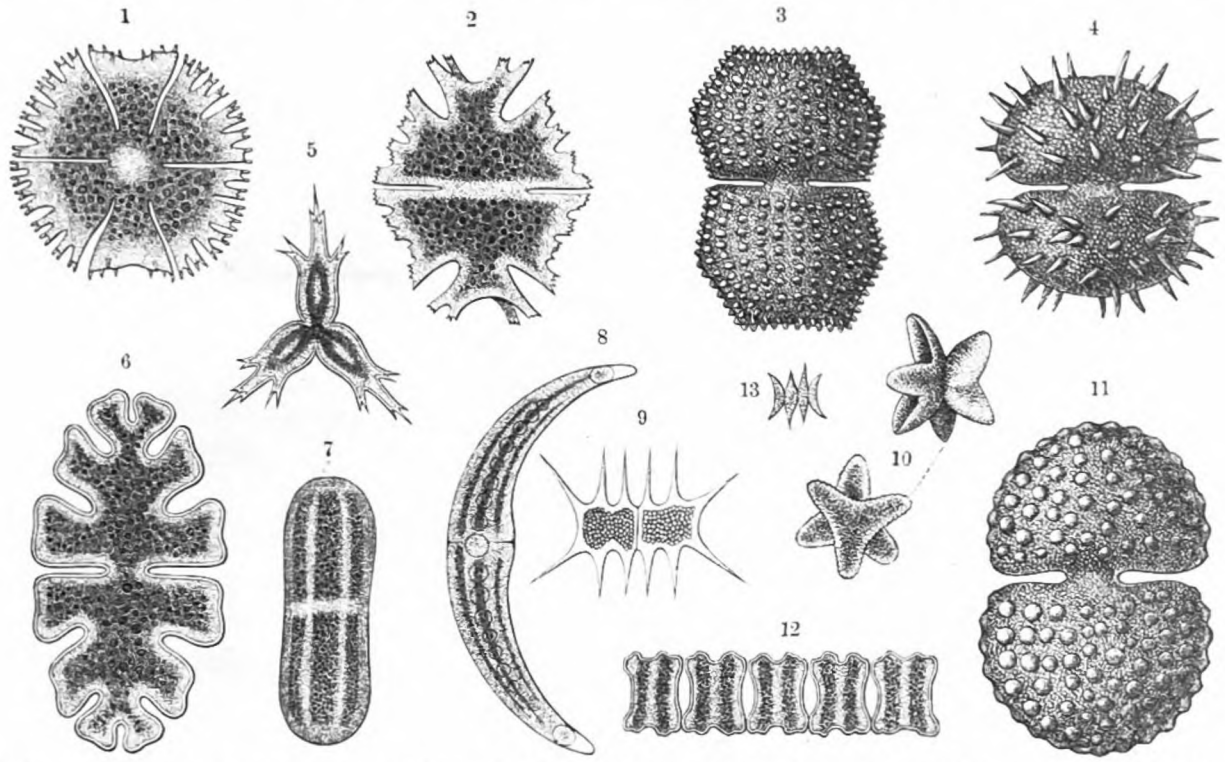


Schleimpilze: 1. Eine Gruppe von Sporenträgern von Stemonitis fusca. — 2. Ein einzelner dieser Sporenträger. — 3. Sporenbehälter von Spumaria alba an einem Grasblatte. — 4. Sporenbehälter von Dictydium umbilicatulum. — 5. Eine Gruppe von Sporenbehältern desselben Schleimpilzes. — 6 und 7. Sporenbehälter von Craterium minutum. — 8. Sporenbehälter von Arcyria punicea. — 9. Ein einzelner dieser Sporenbehälter. — 10. Ein Stück des netzförmigen Capillitiums aus demselben. — 11. Sporenbehälter von Lycogala Epidendron auf einem Holzstücke. — 12. Rechts ein Äthalium, links mehrere Sporenbehälter von Leocarpus fragilis auf Holzstücken. — Fig. 1, 3, 5, 7, 8, 11 und 12 natürliche Größe, Fig. 2: 6fach, Fig. 9: 10fach, Fig. 4 und 6: 25fach, Fig. 10: 160fach vergrößert. Vgl. Text, S. 484.

Strunke und scharlachrotem, weißwarzigem Hute, und nebenan wächst aus dem Mycelium, welches die Borke und das Holz eines Buchenbaumes durchsponnen hat, der einem Pferdehufe vergleichbare aschgraue Feuerschwamm (Polyporus fomentarius) hervor. (Vgl. die beigeheftete Tafel „Blätter- und Röhrenschwämme".)

Die durch Konjugation entstandenen Früchte der einzelligen Desmidiaceen stellen sich als winzige Ballen von Protoplasma dar, an welchen äußerlich nicht der geringste Unterschied wahrzunehmen ist, wenn sie auch von sehr verschiedenen Arten herstammen. Sobald sich aber diese Bällchen aus Protoplasma weiter entwickeln, entstehen die abweichendsten

Zellformen. Jede derſelben geſtaltet ſich nach demſelben Bauplane, welcher für die elterlichen Individuen, aus denen durch Konjugation die Frucht hervorging, maßgebend war. Aus dem einen entſteht eine halbmondförmige, aus dem anderen eine walzenförmige, aus dem dritten eine tafelförmige, eckige Zelle, wieder andere ſind ſternförmig und in der mannigfachſten Weiſe ausgebuchtet; einige haben eine glatte Oberfläche, bei anderen iſt die Zellhaut mit Stacheln und wieder bei anderen wie mit Perlen beſetzt. Eine annähernde Vorſtellung von der Mannigfaltigkeit dieſer Geſtalten dürfte die untenſtehende Abbildung geben, in welcher 13 verſchiedene Arten einzelliger Desmidiaceen durch Fig. 1—13 dargeſtellt ſind. Und alle dieſe abweichenden Geſtalten gehen aus anſcheinend ganz gleichem Protoplasma hervor und entwickeln ſich in demſelben Waſſertropfen nebeneinander unter derſelben Be-



Desmidiaceen: 1. Micrasterias papillifera. — 2. Micrasterias morsa. — 3. Cosmarium polygonum. — 4. Xanthidium aculeatum. — 5. Staurastrum furcatum. — 6. Euastrum oblongum. — 7. Penium Brebissonii. — 8. Closterium Lunula. — 9. Xanthidium octocorne. — 10. Staurastrum alternans, von zwei Seiten geſehen. — 11. Cosmarium tetraophthalmum. — 12. Aptogonum Desmidium. — 13. Scenedesmus obliquus. — Sämtliche Figuren ungefähr 200fach vergrößert. Vgl. Text, S. 486 und in ſpäteren Kapiteln.

leuchtung, bei derſelben Temperatur und überhaupt unter ganz übereinſtimmenden äußeren Bedingungen und Reizen!

Aus allen dieſen Beobachtungen und Erfahrungen ergibt ſich aber mit zwingender Notwendigkeit die Vorſtellung, daß das Protoplasma einer jeden Art eine ſpezifiſche Konſtitution beſitzt. Es wurde hier abſichtlich das Wort Konſtitution und nicht das im weſentlichen dasſelbe bedeutende Wort Zuſammenſetzung gewählt, weil das letztere Anlaß geben könnte, zu glauben, es handle ſich hier nur um chemiſche Zuſammenſetzung. Nichts liegt natürlich näher, als der Vergleich mit den Arten oder Spezies der unbelebten Natur, deren äußerlich wahrnehmbare Merkmale als Ausdruck einer beſtimmten chemiſchen Zuſammenſetzung, beziehentlich einer beſtimmten Gruppierung von Molekülen und Atomen aufzufaſſen ſind, und für welche die chemiſche Zuſammenſetzung auch durch eine beſtimmte Formel dargeſtellt werden kann. So berechtigt aber dieſer Vergleich im allgemeinen iſt, ſo beſteht denn doch noch ein weſentlicher Unterſchied zwiſchen Mineral- und Pflanzenſpezies. Für das Protoplasma einer Pflanzenſpezies läßt ſich keine Formel aufſtellen, auch läßt ſich die Struktur

eines Protoplasten nicht so ohne weiteres mit der Struktur eines Kristalles vergleichen. Jeder Protoplast stellt einen Organismus dar, welcher sehr viele chemische Verbindungen enthält, dieselben nach Bedarf zu erneuern und entsprechend den von außen kommenden Anregungen an die geeigneten Punkte zu stellen vermag. Mit diesen Verschiebungen muß selbstverständlich auch eine vorübergehende Veränderung der Struktur, beziehentlich der Gruppierung der geformten Teile des Protoplasmas verbunden sein. Aber alle diese Verschiebungen und Veränderungen erfolgen bei jeder Art nach demselben Plane; es können stets nur dieselben chemischen Verbindungen, dieselben aromatischen Stoffe, dieselben Alkaloide, dieselben Säuren 2c. erzeugt werden; die neu geformten Teile stimmen mit den schon vorhandenen überein und nehmen jedesmal den ihnen im vorhinein bestimmten Platz ein. *Dieses unverrückbare Gestaltungsgesetz, nach welchem das Protoplasma einer jeden Art arbeitet, ist demnach in einem unserer sinnlichen Wahrnehmung nicht zugänglichen Baue des Protoplasmas begründet, und dieser ist es eben, welchen ich die spezifische Konstitution des Protoplasmas nenne.*

Bei den als besonders lehrreiche Beispiele oben erwähnten Desmidiaceen und den zahlreichen anderen einzelligen Pflanzen, wo sich alle Gestaltungsvorgänge im Leibe eines einzigen Protoplasten abspielen, ist der Zusammenhang der äußeren Erscheinung mit der spezifischen Konstitution des Protoplasmas leicht zu begreifen. Schwieriger ist es, sich diesen Zusammenhang bei den Arten vorzustellen, bei welchen eine weitgehende Arbeitsteilung, eine Scheidung in mannigfaltige Zellenformen und eine stufenweise Aufeinanderfolge verschiedener Glieder zu stande kommt. Man könnte daran denken, daß bei solchen Pflanzen ähnliche Vorgänge Platz greifen wie bei jenen Mineralspezies, die bei gleicher Zusammensetzung doch eine große Abwechselung in ihrer äußeren Gestalt zur Schau tragen. Der kohlensaure Kalk, welcher die Mineralspezies Calcit bildet, erscheint in vielerlei Kristallformen, aber alle gehören demselben System an und können voneinander abgeleitet werden. So sind wohl auch die mannigfaltigen Zellenformen und Zellenverbindungen, die Keim-, Laub- und Blütenblätter, welche in geregelter Stufenfolge von demselben Stocke ausgehen, wie Glieder desselben Systemes anzusehen, welche gesetzmäßig auseinander hervorgehen, ohne daß doch die spezifische Konstitution des Protoplasmas in der betreffenden Art eine Änderung zu erfahren braucht.

Eine Zeitlang wurde der Auffassung Raum gegeben, daß zweierlei Protoplasma zu unterscheiden sei, das Idioplasma und das Cytoplasma. Das erstere sollte die gestaltende Thätigkeit entfalten, während dem letzteren nur die Aufgabe eines Nährplasmas zukäme. Nachdem in Erfahrung gebracht wurde, daß in jedem Protoplasten ein geformter, unter dem Namen Zellkern bekannter Teil das Ganze beherrscht, zumal bei dem Ausbaue und der Neubildung der Zellhaut sowie bei der Teilung und Vervielfältigung die Rolle des Führers und Leiters übernimmt, so hielt man sich auch zu der Annahme berechtigt, daß sich alle Gestaltungsvorgänge nur durch Vermittelung der Zellkerne abspielen. Demnach würde es zur Erklärung des Gleichbleibens der sich verjüngenden Arten insbesondere auf die spezifische Konstitution der Zellkerne ankommen. Da einer dieser Zellkerne, nämlich der Keimkern (s. S. 412), bei der geschlechtlichen Fortpflanzung den Anfang des neuen Individuums bildet, so wurde auch die Hypothese aufgestellt, daß das Gleichbleiben der Gestalt in der Nachkommenschaft oder, mit anderen Worten, die Vererbung der Gestalt auf der spezifischen Konstitution des Protoplasmas in diesem Keimkerne beruhe. Gegen diese Hypothesen läßt sich an und für sich nichts einwenden; wenn sich aber an dieselben die weitere Hypothese knüpft, daß überhaupt neue Individuen, an welchen die Eigenschaften und Merkmale der Art unverändert wiederkehren, nur aus dem Protoplasma dieser Kerne hervorgehen können, so kann man dem nicht beistimmen. Tausende von Pflanzenarten erneuern sich in unveränderter Gestalt auf

ungeſchlechtlichem Wege mittels Sporen und anderer Ableger. Wie ſchon wiederholt hervorgehoben wurde, kann jede jugendliche Zelle eines Pflanzenſtockes zum Ausgangspunkte eines Ablegers und inſofern zum Anfange eines Individuums werden, und das auf dieſem Wege entſtandene Individuum trägt dieſelben Merkmale zur Schau wie der Pflanzenſtock, an dem der Ableger entſtanden war. Es läßt ſich ſogar behaupten, daß ſich bei der Verjüngung und Fortpflanzung durch Ableger die Merkmale der Art viel ſicherer vererben als bei der Verjüngung und Fortpflanzung auf geſchlechtlichem Wege, und in einem ſpäteren Kapitel ſoll gezeigt werden, wie nur die geſchlechtliche Fortpflanzung die Möglichkeit bietet, daß eine Nachkommenſchaft mit veränderten Merkmalen in Erſcheinung tritt.

Die Anſicht, daß der den Zellkern umgebende Teil eines Protoplaſten, welchen man Cytoplasma genannt hat, für die Geſtaltungsvorgänge keine Bedeutung habe, läßt ſich weder mit den Ergebniſſen der Studien über das Entſtehen der ſogenannten Gallen, von welchen ſpäterhin ausführlich die Rede ſein wird, noch mit den Erfahrungen über die Baſtartbildung in Einklang bringen. Namentlich ſpricht die Thatſache dagegen, daß durch die zweiartige Kreuzung nicht nur eine Veränderung der Geſtalt des aus dem Keimkerne entſprungenen neuen Individuums, ſondern auch eine Geſtaltänderung des ausſchließlich von dem Cytoplasma beeinflußten Gewebes in der Umgebung der Samenanlage veranlaßt wird, ſo zwar, daß bereits an dem aus dem Fruchtknoten hervorgegangenen Samengehäuſe der Einfluß der zweiartigen Kreuzung zu erkennen iſt. Jeder Einfluß auf den Zellkern muß durch das Cytoplasma vermittelt werden. Es wäre aber viel ſchwieriger, ſich vorzuſtellen, daß das Cytoplasma bei dieſer Vermittelung ganz teilnahmlos bliebe, als daß es eine Veränderung erfährt, gleich oder ähnlich derjenigen, welche den Zellkern betrifft. Auf dieſe Erwägungen geſtützt, empfiehlt es ſich, 1) allen Protoplaſten, welche erfahrungsgemäß Ausgangspunkte neuer Individuen werden können, die Fähigkeit zuzuerkennen, daß ſie die äußere Geſtalt der Art in der Nachkommenſchaft unverändert erhalten, und 2) nicht nur einem Teile, ſondern dem ganzen Protoplasma einer jeden Art die ſpezifiſche Konſtitution zuzuſchreiben.

Daß ſich das Protoplasma einer jeden Art infolge ſeiner ſpezifiſchen Konſtitution ſtets in derſelben Weiſe ausgeſtaltet, iſt nicht nur für das Weſen der Art, ſondern auch für die Entſtehung neuer Arten von größter Wichtigkeit. Neu auftauchende Arten können nur aus ſchon vorhandenen hervorgehen. Das ſetzt voraus, daß das Protoplasma einer ſchon vorhandenen Art Veränderungen ſeiner Konſtitution erfährt. Es muß eben ein lebensfähiges Protoplasma mit neuer ſpezifiſcher Konſtitution aus dem ſchon vorhandenen hervorgehen. Wie eine ſolche tiefgreifende Veränderung bewirkt wird, läßt ſich nur auf Umwegen ermitteln. Man wird ſich, wie in ſo vielen anderen Fällen, an die Erfahrung und an die Ergebniſſe von Verſuchen halten und vor allem feſtzuſtellen haben, welche Einflüſſe im ſtande ſind, die äußere Geſtalt einer ganzen Pflanze oder doch eines Pflanzenteiles nur vorübergehend oder dauernd zu verändern.

2. Die Änderung der Geſtalt der Arten.

Inhalt: Die Abhängigkeit der Pflanzengeſtalt von Boden und Klima. — Der Einfluß der Verſtümmelung auf die Geſtalt der Pflanzen. — Veränderung der Geſtalt durch ſchmarotzende Sporenpflanzen. — Veränderung der Geſtalt durch den Einfluß gallenerzeugender Tiere. — Das Entſtehen neuer Geſtalten infolge der Kreuzung.

Die Abhängigkeit der Pflanzengeſtalt von Boden und Klima.

Das Städtchen Kitzbühel im nordöſtlichen Tirol hat eine überaus merkwürdige Lage. Gegen Norden erhebt ſich der Wilde Kaiſer, ein Bergſtock mit ſteil abfallenden, bleichen, zerklüfteten Kalkwänden, gegen Süden die Rettenſteingruppe, eine Kette dunkler Schieferberge, mit Gehängen, die bis weit hinauf mit grünen Matten bekleidet ſind. Der Gegenſatz, der hier in landſchaftlicher Beziehung dem Beſchauer entgegentritt, wiederholt ſich auch in der Pflanzenwelt der benachbarten gegenüberſtehenden Gebirgsmaſſen. Raſenflecke aus ſteifen niederen Seggen, Steinbrecharten, deren ſtarre Roſetten und Polſter die Geſimſe und Staffel der ſchroffen Kalkwände überwuchern, die gelbblühende Aurikel, das ziſtroſenblütige Rhododendron und weißblühende Fingerkräuter, welche die Ritzen der Felſen ſchmücken, dunkle Legföhrenbeſtände, umſäumt mit dem Buſchwerke der gewimperten Alpenroſe, an der einen Seite auf dem Kalkgebirge, Matten aus den dicht zuſammen ſchließenden Raſen des Borſtengraſes mit eingeſprengten Glockenblumen, Wohlverleih und anderen Korbblütlern, Beſtände der Alpenerle und Geſträuche der roſtfarbigen Alpenroſe auf der anderen Seite auf dem Schiefergebirge, das ſind Gegenſätze in der Pflanzendecke, welche ſelbſt dem flüchtigſten Beobachter auffallen und jedem Naturfreunde die Frage aufdrängen, wodurch ſie wohl bedingt ſein könnten. Um wieviel mehr mußte der für ſeine Wiſſenſchaft begeiſterte Botaniker Franz Unger, welcher, ausgerüſtet mit umfaſſenden naturwiſſenſchaftlichen Kenntniſſen, in den dreißiger Jahren als Arzt nach Kitzbühel gelangte, durch dieſe merkwürdigen Erſcheinungen in der Pflanzendecke gefeſſelt werden. Mit jugendlichem Eifer benutzte er jede Stunde, welche ihm ſein Beruf als Arzt übrigließ, zur Erforſchung der geognoſtiſchen, klimatiſchen und botaniſchen Verhältniſſe ſeines neuen Wohnortes und wendete namentlich den Beziehungen der Pflanzen zu den als Unterlage dienenden Geſteinen ſeine volle Aufmerkſamkeit zu. Das Ergebnis dieſer Studien war das Werk „Über den Einfluß des Bodens auf die Verteilung der Gewächſe, nachgewieſen in der Vegetation des nordöſtlichen Tirols“, welches mit Rückſicht auf die in den Vordergrund geſtellte Frage geradezu bahnbrechend wurde. Insbeſondere fand die in dieſem Werke eingeführte Terminologie raſch Eingang in die botaniſchen Bücher jener Zeit. Unger hatte im Hinblicke auf die beiden in den Geſteinen des Kalkgebirges und Schiefergebirges vorherrſchenden Stoffe: Kalk und Kieſelſäure, die Pflanzen des von ihm unterſuchten Gebietes nach ihrem Vorkommen als kalkſtete und kalkholde, kieſelſtete und kieſelholde unterſchieden und ſie in Verzeichniſſe zuſammengeſtellt, aus denen erſichtlich ſein ſollte, wie ſich gewiſſe Arten auf den kalkreichen und kieſelreichen Geſteinen gegenſeitig vertreten. Daß ſich an dieſe merkwürdige Vertretung auch eine Reihe ſehr beachtenswerter Hypotheſen knüpfte, iſt ſelbſtverſtändlich. Wenn die auf Kalkboden häufigen Arten Gentiana Clusii, Hutchinsia alpina und Juncus monanthos auf Schieferboden durch die ähnlichen, aber doch deutlich unterſcheidbaren Arten Gentiana acaulis (excisa), Hutchinsia brevicaulis und Juncus trifidus erſetzt werden, ſo lag es nahe, anzunehmen, daß die Verſchiedenheit der Geſtalt durch den Einfluß des unterliegenden Geſteines, beziehentlich der in dieſen Geſteinen vorherrſchenden Stoffe Kalk und Kieſelſäure veranlaßt iſt. Wie ſich aber dieſer Einfluß

geltend macht, ob Kalk und Kieselsäure bestimmte Verbindungen in den Pflanzen eingehen und dadurch die äußere Erscheinung verändern, oder ob die Verschiedenheit nur dadurch veranlaßt wird, daß jede Pflanzenart einer bestimmten Menge des Kalkes, beziehentlich der Kieselsäure bedarf und für den Fall, daß diese Menge in dem Boden fehlt, ihre äußere Gestalt geändert wird, oder ob nicht vielleicht die physikalischen Eigenschaften, namentlich die Porosität, die wasserhaltende Kraft und die spezifische Wärme des unterliegenden Gesteines mehr als die chemischen Verhältnisse auf die Gestalt der Pflanzen Einfluß nehmen, war freilich noch zu ermitteln und womöglich durch Versuche nachzuweisen.

Unger und seine Anhänger, zu welchen auch ich zählte, glaubten durch Vergleich der chemischen Zusammensetzung der Pflanzenaschen mit der Zusammensetzung des Erdreiches, in welchem die betreffenden Pflanzen gewachsen waren, der Lösung der Frage näher kommen zu können. Aber die Ergebnisse der einschlägigen Untersuchungen waren nichts weniger als befriedigend. Es wurden nämlich die beiden genannten Stoffe, auf deren Vorhandensein man ein besonderes Gewicht legen zu müssen glaubte, nachgerade in den meisten der in Frage kommenden Erden nachgewiesen. Der kalkhaltige Feldspat, die Hornblende und andere Mineralien in den kristallinischen Schiefern liefern reichlich so viel Kalk in die Erdkrume, wie für die kalksteten und kalkholden, und die Kalksteine, welche fast alle Thon enthalten, reichlich so viel Kieselsäure, wie für die kieselsteten und kieselholden Pflanzenarten nötig ist. Auch stellte sich heraus, daß den Pflanzen die Fähigkeit zukommt, die für sie wertvollen Stoffe auch dann zu gewinnen, wenn dieselben in der Umgebung ihrer Wurzeln in kaum wägbaren Mengen vorhanden sind, daß sie aus diesem Grunde für gewisse Stoffe als Akkumulatoren wirksam werden, und daß durch ihre Vermittelung von einem Stoffe, der in dem unterliegenden Gesteine nur in Spuren vorhanden ist, doch verhältnismäßig ziemlich viel in den oberflächlichen mit den abgestorbenen Pflanzenresten durchsetzten Schichten der Erdkrume enthalten sein kann (s. Band I, S. 65 und 238).

Unter solchen Verhältnissen ist es aber ohne Bedeutung, ob in einer Erde 10 Prozent oder nur Spuren von Kalk oder Kieselsäure nachgewiesen werden, und es muß die Hypothese, welche annimmt, daß die kalksteten Pflanzenarten auf dem Schiefergebirge fehlen, weil sie dort ihren Bedarf an Kalk nicht zu decken in der Lage sind, oder daß die kieselsteten Arten auf den Kalkgebirgen nicht gedeihen, weil ihnen dort die nötige Menge von Kieselsäure abgeht, ebenso abgelehnt werden wie die Annahme, daß diesen als Nahrungsmittel aufgenommenen Stoffen eine formwandelnde Kraft zukomme.

Was die letztere Hypothese anbelangt, so wurde dieselbe seiner Zeit von mir lebhaft verfochten, und ich glaubte, sie durch sorgfältig ausgeführte Kulturversuche bekräftigen und beweisen zu können. Es wurden die Samen mehrerer kalksteter Arten in eine Erde gesäet, welche kaum wägbare Mengen von Kalk enthielt, und die aufkeimenden Pflänzchen mit kalklosem Wasser begossen; an anderer Stelle wurden die Samen von kieselsteten Arten in eine Erde gelegt, welche viel Kalk enthielt, und es wurden die Sämlinge mit kalkhaltigem Wasser begossen. Anfangs schien es, als ob in der That eine Veränderung der Gestalt bei einigen Individuen stattgefunden hätte. Es war aber nur eine Täuschung, oder, besser gesagt, die Veränderungen beschränkten sich nur auf größere oder geringere Üppigkeit des Laubes, Verlängerung oder Verkürzung der Stengel, reichliche oder ärmliche Entwickelung der Blüten und dergleichen. Eine wirkliche, in der Nachkommenschaft sich erhaltende Formveränderung wurde aber nicht erzielt. Die auf kalklosem Boden herangezogenen Stöcke der kalksteten Arten hatten ein kümmerliches Aussehen, blühten spärlich und brachten wenige keimfähige Samen zur Reife, und die auf kalkreichem Boden erwachsenen Stöcke der sogenannten kieselsteten Arten kränkelten und starben alsbald ab, ohne geblüht zu haben. Das,

was ich erwartet hatte, nämlich eine Umwandlung der Gestalt und zwar insbesondere eine wirkliche Verwandlung der nahe verwandten in der freien Natur auf den verschiedenen Gesteinsunterlagen sich vertretenden Arten, war demnach nicht eingetreten.

Wenn jetzt noch von Kalk- und Kieselpflanzen gesprochen und dem Boden als Quelle aufgeschlossener unorganischer Stoffe ein Einfluß auf die Gewächse zugeschrieben wird, so kann dieser nur darin bestehen, daß größere Mengen eines Stoffes dieser oder jener Pflanzenart nachteilig werden. Die Saugzellen der Pflanzen haben zwar die Fähigkeit, eine Auswahl aus den ihnen zur Verfügung gestellten Stoffen zu treffen, aber diese Fähigkeit erreicht eine für jede Art festgesetzte Grenze. Aus einer sehr schwachen Lösung von Kochsalz, Soda, Gips, doppeltkohlensaurem Kalk 2c. vermögen die Saugzellen so viel aufzunehmen, wie sie benötigen; eine konzentrierte Lösung dieser Salze kann aber den Bau und die Funktion der Saugzellen stören und vernichten, und bei dauernder Einwirkung dieser konzentrierten Lösungen auf die zur Aufnahme unorganischer Nahrung bestimmten Zellen ist der Tod der betreffenden Pflanze unvermeidlich. Wenn man die auf Granitblöcken wachsenden Moose mit einer gesättigten Lösung von Gips tränkt, wenn das Erdreich, in welches unsere Wiesengräser ihre Wurzeln senken, mit einer gesättigten Lösung von Kochsalz begossen wird, wenn dem Humus, in welchen die Pflanzen eines Hochmoores gepflanzt werden, kohlensaures Natron oder doppeltkohlensaurer Kalk beigemengt wird, so gehen die betreffenden Pflanzen unfehlbar zu Grunde, und *dieselben mineralischen Stoffe, welche in sehr verdünnten Lösungen ein Bedürfnis oder doch nicht nachteilig waren, werden in konzentrierten Lösungen zu Giften.* Der Umstand, daß die eine Pflanzenart diesen, die andere jenen mineralischen Stoff bevorzugt (s. Band I, S. 67), macht es aber auch wahrscheinlich, daß die nachteilige Wirkung der in den Erden in größerer Menge enthaltenen Stoffe eine verschiedene ist, daß auf die eine Art eine größere Menge von Kalksalzen, auf die andere eine größere Menge von Natronsalzen, Kalisalzen 2c. nachteilig einwirkt. Von dem gegenwärtigen Standpunkte unserer Kenntnisse über die Aufnahme unorganischer Stoffe in die Pflanze erscheint daher die von *Unger* vorgeschlagene Terminologie, zumal die Bezeichnungen kieselstet und kieselhold, nicht mehr am Platze, und es wäre weit mehr zutreffend, von kalkfeindlichen, kalifeindlichen und dergleichen Pflanzen zu sprechen.

Die Verschiedenheit in der Pflanzendecke auf den knapp nebeneinander sich erhebenden und gleichen klimatischen Einflüssen ausgesetzten Kalkbergen und Schieferbergen, welche im Gebiete der Alpen an so zahlreichen Orten beobachtet wird und insbesondere in der Umgebung von Kitzbühel so auffallend hervortritt, ließe sich nach diesen Erörterungen am richtigsten so erklären, daß *die kieselsteten und kieselholden Pflanzenarten im Kalkgebirge an allen jenen Stellen fehlen, wo ihre Wurzeln einer das Maß des Zuträglichen überschreitenden Menge von aufgeschlossenem Kalke ausgesetzt sind*, was dann ihre Erkrankung, ihr Unterliegen im Kampfe mit jenen Mitbewerbern, welchen die größere Menge des Kalkes nicht nachteilig ist, und endlich ihr Aussterben zur Folge hat. *Auf den Schieferbergen dagegen werden diese Pflanzen üppig gedeihen, weil dort der Kalk in einer nicht schädlichen Menge in der Erdkrume enthalten ist.* Das Fehlen der kalksteten und kalkholden Arten im Schiefergebirge erklärt sich in ähnlicher Weise. Wenn Samen dieser Pflanzen aus dem benachbarten Kalkgebirge auf den Flügeln des Windes herbeigebracht werden und zum Keimen gelangen, so ist doch ihr weiteres Wachstum sichtlich beschränkt; sie kränkeln an allen jenen Orten, wo ihnen nur sehr wenig Kalk zur Verfügung steht, und werden von den dort üppig gedeihenden sogenannten kieselsteten und kieselholden Arten überwuchert und verdrängt.

Eine sehr wichtige Rolle spielt in betreff des Gegensatzes der Vegetationsdecke auf den Kalk- und Schieferbergen auch die durch Zersetzung abgestorbener Pflanzenteile gebildete

braune oder schwarze Masse, welche unter dem Namen Humus bekannt ist. Zur richtigen Würdigung seiner Bedeutung sei zunächst darauf hingewiesen, daß sich bei der Bildung einer geschlossenen Pflanzendecke allerwärts drei Entwickelungsstufen unterscheiden lassen. Der ersten Entwickelungsstufe gehören Pflanzen an, welche sich auf dem nackten Boden ansiedeln, sich mit einer ganz humuslosen Unterlage zufriedenstellen und im Laufe der Zeit den kahlsten Fels, das wüsteste Gerölle und den ödesten Flugsand bezwingen und in Fesseln schlagen. Die Arten dieser Gruppe gehören vorwaltend den Flechten, Moosen, Gräsern, Nelken, Schotengewächsen, Hauswurzarten, Steinbrechen und Korbblütlern an, deren Sporen, Samen und Früchte für die Übertragung durch Luftströmungen ausnehmend gut geeignet sind und mit Leichtigkeit zu den steilsten Geröllhalden und auf die schroffsten Felsklippen getragen werden können. Die zweite Entwickelungsstufe umfaßt Pflanzen, welche eines mäßig mit Humus gemengten Erdreiches bedürfen und sich auf dem von den ersten Ansiedlern zubereiteten Boden niederlassen, von demselben gewissermaßen Besitz ergreifen und die ersten Ansiedler unterdrücken und überwuchern. Es gehören hierher Pflanzen der verschiedensten Familien, deren Verbreitung und Ansiedelung auf eine sehr mannigfaltige, in einem späteren Kapitel zu beschreibende Weise stattfindet. Der dritten Entwickelungsstufe gehören Gewächse an, für welche der reichliche Humus, den die Pflanzen der zweiten Entwickelungsstufe nach und nach aufgespeichert haben, unentbehrlich ist. Torfmoose, Bärlappe, Seggen, Ericineen bilden den Hauptanteil dieser Stufe. Im Laufe der Jahre tritt in dem Boden, welcher die Pflanzen der dritten Entwickelungsstufe nährt, die Menge der unorganischen Stoffe immer mehr zurück. Gewächse, welche eine größere Menge unorganischer Salze bedürfen würden, fristen dort nur kümmerlich ihr Leben und werden überdies von Verwesungspflanzen, welche dort eine zusagende Stätte finden und sich üppig entwickeln, unterdrückt. Die abfallenden Teile der Verwesungspflanzen enthalten nur mehr sehr geringe Mengen unorganischer Stoffe. Namentlich ist in der Asche derselben keine Spur des Kalkes nachzuweisen. Auf diese Weise entsteht obenauf eine Humusschicht, welche eine große Zahl von Pflanzen geradezu ausschließt. Die nächst tiefere Schicht mag von unorganischen Stoffen immerhin noch eine merkliche Menge enthalten; für die in der obersten Humusschicht wurzelnden Gewächse sind diese ohne Wert, da ihnen der Übergang in die oberste Schicht verwehrt ist. Durch Versuche wurde nämlich ermittelt, daß der reine Humus die Eigenschaft besitzt, die im Wasser gelösten Stoffe zurückzuhalten. Das geht so weit, daß beim Filtrieren von Salzlösungen durch eine Humusschicht unten fast reines Wasser abträufelt. Es ist daher auch nicht möglich, daß unorganische Stoffe aus tieferen Schichten der Erdkrume, geschweige denn aus dem unterliegenden Gesteine im gelösten Zustande durch Saugwirkung in die oberste Humusschicht gelangen, und wenn nicht von obenher durch Berieselung oder Überschwemmungen gelegentlich einmal mineralische Bestandteile zugeführt werden, so besteht diese oberste Schicht des Bodens aus reinem Humus, auf welchem nur Verwesungspflanzen gedeihen.

Auf Schiefergebirgen erfolgt die Bildung solcher Humusschichten verhältnismäßig viel leichter und schneller als auf Kalkgebirgen, weil dort das Gestein und die Verwitterungsprodukte des Gesteines das Wasser viel besser zurückhalten und zur Entwickelung des Humus eine gleichmäßige Durchfeuchtung notwendig ist, wohl auch darum, weil auf Schieferboden schon die zweite der oben geschilderten Entwickelungsstufen der Pflanzendecke aus Gewächsen besteht, welche sehr wenig unorganischer Nährstoffe bedürfen und demzufolge auch dem Humus, der sich auf Kosten der absterbenden Teile dieser Gewächse erhöht, nur wenige unorganische Stoffe zugeführt werden. Aber auch im Kalkgebirge kann sich im Laufe der Zeit eine mächtige Lage von reinem Humus bilden. Nur muß an der betreffenden Stelle der Boden gleichmäßig von untenher durchfeuchtet sein und es darf demselben weder Sand

noch Schlamm von obenher zugeführt werden. Sind diese Bedingungen erfüllt, so entsteht selbst über Kalkfelsen und Kalkgerölle als dritte Entwickelungsstufe allmählich tiefer Humus, dessen oberste Schicht keine Spur von Kalk enthält, und auf welcher kalkfeindliche, beziehentlich kieselstete Pflanzen trefflich gedeihen. Das inselförmige Vorkommen sogenannter Schieferpflanzen oder Kieselpflanzen im Kalkgebirge, und zwar inmitten einer Pflanzendecke, welche als bezeichnend für den Kalkboden gilt, findet auf diese Weise eine naturgemäße Erklärung.

Das Wasser, welches die Gesteine netzt und das Erdreich tränkt, hat, abgesehen von der mechanischen Wirkung, die wichtige Aufgabe, die mineralischen Stoffe aufzuschließen und Lösungen herzustellen, aus welchen die Saugzellen der Pflanzen eine Auswahl treffen können. Als Lösungsmittel ist insbesondere das von obenher in die Erde eindringende atmosphärische Wasser infolge seines Gehaltes an Kohlensäure sehr wichtig. Für jenen Teil der Erdkrume, welcher von den Wurzeln lebender Pflanzen durchzogen wird, ist dasselbe unbedingt wertvoller als das an Kohlensäure sehr arme Grundwasser, welches, über undurchlässigen Schichten des Bodens sich ansammelnd, von untenher die Erdkrume tränkt.

Die wasserhaltende Kraft der Erdkrume richtet sich vor allem nach dem Grade der Zerteilung des Gesteines, durch dessen Verwitterung die Erdkrume gebildet wurde, und nach der Menge des Thones, welcher bei dieser Verwitterung entstanden ist. Aber auch die Menge des Humus, welche sich im Laufe der Zeiten den Verwitterungs- und Zersetzungsprodukten der unterliegenden Gesteine beimengt, nimmt hierauf einen wichtigen Einfluß, und es entstehen auf diese Weise äußerst verwickelte Verhältnisse, welche die Einteilung der Erdkrume nach ihrer wasserhaltenden Kraft sehr erschweren. Wenn sandiger, humusarmer, das Wasser durchlassender Boden der Benetzung durch Grundwasser entrückt und nur auf die Befeuchtung mit atmosphärischem Wasser angewiesen ist, so werden die in ihm wurzelnden Pflanzen bei längere Zeit hindurch ausbleibendem Regen und Tau in ihrer Entwickelung gestört und infolge der Beschränkung des Wachstumes in ihrer äußeren Erscheinung verändert. Wieweit diese Veränderungen gehen können, ist am besten an einjährigen Pflanzen zu sehen, wenn sie gerade in jener Zeit von der Trockenheit des Bodens beeinflußt werden, in der das stärkste Wachstum erfolgen soll. Die Stengelglieder bleiben kurz, die Laubblätter sind auf das geringste Maß beschränkt, die Seitenachsen kommen gar nicht zur Entwickelung, von den angelegten Blüten werden nur wenige oder selbst nur eine einzige ausgebildet; diese ist klein, öffnet sich verhältnismäßig sehr früh, und die ganze Pflanze erhält ein zwerghaftes Aussehen. Einjährige, auf trocknem Boden aufgewachsene Stöcke der Mohne (Papaver Rhoeas, somniferum), der Tausendschöne (Adonis aestivalis, flammea), des Radens (Agrostema Githago), der Kornblume (Centaurea Cyanus) und des gewöhnlichen Kreuzkrautes (Senecio vulgaris) weichen von den an gleichem Orte, aber in feuchten Jahren aufgewachsenen Stöcken in betreff des Umfanges aller ihrer Teile so auffallend ab, daß man sie beim ersten Anblicke für andere Arten halten möchte. Lehmiger, wasserhaltender Boden ist der Gefahr einer zu weit gehenden Austrocknung weniger ausgesetzt, hat dagegen, solange er nicht mit Humus durchsetzt und dadurch entsprechend gelockert ist, den Nachteil, daß das Wasser in demselben die unorganischen Nährstoffe nicht so rasch und nicht in der Menge aufzuschließen im stande ist, wie es dem Bedürfnisse der Pflanzen entspräche. Aus diesem Nachteile erklärt sich die auffallende Erscheinung, daß die auf zähem, nassem Lehmboden gewachsenen Pflanzen ein zwerghaftes Aussehen haben, ganz ähnlich demjenigen, das die auf trocknem Sandboden gewachsenen Stöcke aufweisen. Im Überschwemmungsgebiete von Bächen und Flüssen, wo nicht selten auf einem Platze im Umfange weniger Schritte sandiger und lehmiger Boden in allen Abstufungen der Porosität und in dem mannigfaltigsten Mischungsverhältnisse mit Humus wechselt, sieht man

gewiſſe Arten, wie z. B. Aster Tripolium, Bidens cernua und tripartita, Polygonum lapathifolium, Rumex maritimus, Veronica Anagallis, in allen möglichen Größenverhältniſſen nebeneinander ſich entwickeln. An den Stellen, wo die Keimlinge trotz der reichlichen Durchfeuchtung des Bodens nicht die für ſie nötige Menge der mineraliſchen Nährſtoffe aufgeſchloſſen vorfinden, erheben ſich die Stengel zur Höhe von 3—8 cm, an den für die Aufnahme der Nahrung begünſtigten Stellen bis zu 50—80 cm. Es ſoll hier nur eine Art, nämlich der Ehrenpreis Veronica Anagallis, eingehender beſprochen werden. Man findet von demſelben Stöcke mit einem 3—5 cm hohen und 0,5 mm dicken Stengel, mit Laubblättern, welche vollſtändig ausgewachſen 6—12 mm lang und 5—6 mm breit ſind. Die Zahl der Blüten in einem Blütenſtande beträgt bei ſolchen Stöcken 4—5; der Kelch und auch die reife Kapſelfrucht meſſen 3 mm in die Länge. Den Gegenſatz zu dieſen bilden Stöcke, deren Stengel 30—50 cm hoch und 7—8 mm dick iſt, deren ausgewachſene Blätter 80 mm lang und 35 mm breit ſind. Die Zahl der Blüten in einem Blütenſtande beträgt bei ſolchen Stöcken 40—50, und der Kelch ſowie die reife Kapſelfrucht meſſen 4—5 mm in die Länge. Im ganzen genommen ſind alſo dieſe Stöcke 10mal ſo umfangreich als die früher beſchriebenen. Unterſucht man nun den Boden, aus welchem die ihrer Größe nach ſo auffallend verſchiedenen Stöcke hervorgingen, ſo ſtellt ſich heraus, daß die zwergigen Exemplare in einem zähen, humusloſen, die großen Exemplare in einem mit Humus durchſetzten und infolgedeſſen ſehr gelockerten Thonboden ihre Wurzeln ausbreiteten. Aus dem zähen Thonboden vermögen die Wurzeln offenbar nicht das, was zum Aufbaue kräftiger Stöcke von nöten iſt, zu gewinnen, wenn derſelbe auch gut durchfeuchtet und durchwärmt iſt, während ſie aus dem humusreichen, von Waſſer getränkten Thonboden die benötigten Stoffe in reichlichem Maße zu gewinnen im ſtande ſind.

Daß das Grundwaſſer wegen des geringen Gehaltes an Kohlenſäure weniger günſtig auf die Pflanzenwelt einwirkt als Regen und Tau, wurde bereits erwähnt. Mit der Befeuchtung der Erdkrume durch das von untenher aufſteigende Grundwaſſer ſind aber auch noch verſchiedene andere Übelſtände verbunden. Durch dasſelbe wird der Boden auf längere Zeit überreichlich getränkt, was den Wurzeln der meiſten Erdpflanzen nicht zuträglich iſt. Bei längerem gleichmäßigen Stande des Grundwaſſers gehen in dasſelbe aus dem getränkten Erdreiche Kali- und Natronſalze, unter Umſtänden auch Humusſäuren über und zwar in einer für die meiſten Erdpflanzen nichts weniger als vorteilhaften Menge. Die Pflanzenwelt zeigt demzufolge an ſolchen Stellen, wo das Grundwaſſer längere Zeit hindurch auf die von Pflanzenwurzeln durchſetzte Schicht der Erdkrume Einfluß nimmt, ein kümmerliches Wachstum und wird überhaupt nur von verhältnismäßig wenigen Arten zuſammengeſetzt.

Dort, wo in den muldenförmigen Vertiefungen eines Geländes das Grundwaſſer zu Tage tritt, entſtehen Lachen und Tümpel mit wechſelndem Waſſerſtande. Zeitweilig ſind die an ſolchen Orten wachſenden Pflanzen ganz unter Waſſer geſetzt, zeitweilig ſind ihre Stengel und Blätter wieder von Luft umgeben. Da iſt es mit den Erdpflanzen noch übler beſtellt. Die Mehrzahl derſelben verträgt keine lang andauernde Waſſerbedeckung, ſondern erſtickt, ſtirbt ab und fault unter Waſſer ſchon nach wenigen Tagen. Nur wenige Arten haben die merkwürdige Fähigkeit, ſowohl unterhalb des Waſſers als auch in der Luft zu wachſen, und dieſe ſind natürlich in betreff ihrer Geſtalt von hervorragendem Intereſſe. Dem großen Gegenſatze der äußeren Lebensbedingungen, welchem dieſe Arten zeitweilig ausgeſetzt ſind, entſpricht auch ein weit gehender Wechſel ſowohl im inneren Baue der einzelnen Organe als auch in der äußeren Erſcheinung. Da durch das umflutende Waſſer die Stengel und Blätter in der vorteilhafteſten Lage erhalten werden, ſo tritt bei den unter Waſſer lebenden Varietäten der in Rede ſtehenden Arten das mechaniſche Gewebe auffallend zurück (ſ. Band I, S. 393 und 624). Ebenſo entfallen an denſelben jene Einrichtungen, welche

sonst die Transpiration zu regeln haben, da unter Wasser eine Verdunstung nicht stattfindet. Die Stengel, welche unter Wasser gewachsen sind, erscheinen darum, sobald sie an die Luft gebracht werden, schlaff und ohne Halt, die Blätter sind im Vergleiche zu jenen, welche sich in der Luft entwickeln, viel zarter und weicher, glanzlos und von hellerem Grün, rollen sich an der Luft bald zusammen und vertrocknen dort in kürzester Zeit. Ein durch das Blatt geführter Querschnitt zeigt, daß die Zahl der Zellen, welche zwischen der oberen und unteren Oberhaut eingeschaltet sind, verringert ist, und daß diese Zellen in der Richtung senkrecht auf die Blattfläche verkürzt sind. Die Laubblätter von Veronica Beccabunga erscheinen, wenn sie unter Wasser wuchsen, kaum ein Drittel so dick als jene, welche sich an der Luft entwickelt haben, und zwischen der oberen und unteren Oberhaut finden sich nur 4—5 Lagen kurzer Zellen, während die entsprechenden Laubblätter der Luftpflanze 10—12 Lagen von Zellen und eine deutliche Sonderung in ein Palissaden- und Schwammgewebe (s. Band I, S. 256) erkennen lassen. Der Umriß der Blätter wird unter Wasser gleichfalls in der mannigfachsten Weise verändert. Bei Veronica Beccabunga ist in dieser Beziehung die Verschiedenheit der unter und über dem Wasser ausgebildeten Blätter am geringsten und beschränkt sich auf die Verkürzung des Blattstieles und darauf, daß die Zähne des Blattrandes undeutlicher werden. Auch bei Veronica Anagallis ist die Veränderung des Umrisses unbedeutend, bei zahlreichen anderen aber ist sie sehr auffallend, und es wird auf dieselbe bei Besprechung des Lichteinflusses zurückzukommen sein.

Gewächse, welche im Schlamme eines Bachrinnsales wurzeln, und deren Stengel und Blätter von rasch fließendem Wasser umspült werden, müssen eine entsprechende Zugfestigkeit besitzen, wenn sie nicht zerrissen werden sollen. Vergleicht man zwei Stöcke einer Art, von welchen der eine im stehenden Gewässer eines tiefen Tümpels, der andere in einem rasch fließenden Bache gewachsen ist, so bemerkt man, daß sich die Wände der Oberhautzellen an dem im strömenden Wasser gewachsenen Stocke stark verdickt haben, und daß sich in der Rinde der Stämme kräftige Bastbündel ausbildeten, von welchen im Stamme des im stehenden Wasser entwickelten Stockes nur schwache Spuren zu sehen sind. Besonders auffallend ist auch an den Pflanzen im rasch fließenden Wasser die außerordentliche Verlängerung der Stengel, Blattstiele und Blattspreiten. Das Laichkraut Potamogeton fluitans, die Simsen Juncus lamprocarpus und supinus, das Rispengras Agrostis stolonifera und das Süßgras Glyceria fluitans sind in dieser Beziehung sehr lehrreiche Beispiele. Ein Stock des zuletzt genannten Grases, welcher auf feuchtem Boden am Ufer eines Baches über dem Wasser in der Luft gewachsen war, trug lineale, plötzlich zugespitzte Blätter mit 15 cm langer Scheide und einer im Mittel 23 cm langen nnd 8,5 mm breiten Spreite. Nachdem dieser Stock im darauf folgenden Jahre unter Wasser gesetzt wurde, welches mit raschem Gefälle über seine Halme dahinfloß, entfalteten sich Blätter, die nur sehr allmählich in das spitze Ende ausliefen, deren Scheide im Mittel 47 cm lang war, und deren Blattspreite bei 73 cm Länge eine Breite von nur 5 mm zeigte. Die Blattspreite war demnach im fließenden Wasser dreimal so lang und dabei etwas schmäler geworden. In Beziehung auf die Zahl der die Blattspreite durchziehenden Stränge war keine Verschiedenheit zu bemerken, doch waren die Stränge einander mehr genähert als an der in der Luft gewachsenen Pflanze. Das Pfeilkraut (Sagittaria sagittifolia), welches gewöhnlich auf schlammigem Grunde in seichten Tümpeln wächst und dort seine Laubblätter über stehendes Wasser erhebt, hat seinen Namen mit Rücksicht auf die einem Pfeile ähnlichen Blattspreiten erhalten. Wird dasselbe in das Rinnsal eines schnellfließenden Baches gepflanzt, so daß die Blätter während ihrer Entwickelung lebhafter Strömung ausgesetzt sind, so wird die Blattspreite fast gänzlich unterdrückt. Was von ihr noch zu sehen ist, nimmt die Gestalt eines Spatels an, ja bisweilen ist jede Spur der Blattspreite verloren gegangen.

Dagegen verlängern sich die Blattstiele bis zu 70 cm und gestalten sich zu schlaffen, flachen, 1—2 cm breiten, blaßgrünen Bändern, welche bei flüchtigem Anblicke leicht für Blätter der Vallisnerie gehalten werden könnten.

Eine andere bemerkenswerte Veränderung, welche durch die Bedeckung wachsender Pflanzen mit Wasser veranlaßt wird, besteht darin, daß jene Gebilde der Oberhaut, welche Pflanzenhaare genannt werden, nicht zur Entwickelung kommen, demzufolge die unter Wasser gewachsenen Stengel und Blätter stets kahl erscheinen. Am auffallendsten ist die Unterdrückung der Haargebilde an der im Wasser wachsenden Varietät des Knöteriches Polygonum amphibium. An den Stöcken dieser Pflanze, welche in der Luft gewachsen sind, erscheinen die Blätter kurzgestielt, lanzettlich, ganz dicht mit kurzen Haaren besetzt und fühlen sich rauh an, während die im Wasser gewachsenen Stöcke Blätter tragen, welche langgestielt, breit lineal und an beiden Seiten vollständig kahl sind.

Von bedeutendem Einflusse auf die Gestalt der Erdpflanzen ist der Feuchtigkeitszustand der Luft. In einem mit Wasserdampf nahezu oder ganz gesättigtem Raume geht die in alle Lebensvorgänge der Pflanzen so tief eingreifende Transpiration nur träge vor sich. Wenn daher die Stöcke einer Pflanzenart, welche für gewöhnlich in trockner Luft wachsen, in einen solchen Raum gelangen, so werden sie sich mit Förderungsmitteln der Ausdünstung zu versehen haben. Umgekehrt werden sich Pflanzenstöcke, welche an Orten aufwachsen, wo eine trockne Luft herrscht, mit Schutzmitteln gegen die zu weit gehende Transpiration ausrüsten müssen. Die Ausrüstungen für den einen wie für den anderen Fall wurden in Band I, S. 261 und 283 so eingehend behandelt, daß es wohl überflüssig wäre, sie hier nochmals zu besprechen; doch muß darauf hingewiesen werden, daß die Fähigkeit der Pflanzen, ihre Gewebe je nach Bedürfnis bald zu Förderungsmitteln der Transpiration, bald wieder zu Schutzmitteln gegen eine zu weit gehende Transpiration auszubilden, eine sehr beschränkte ist. Auch ist schon hier darauf aufmerksam zu machen, daß es großen Schwierigkeiten unterliegt, die unmittelbare Wirkung des Feuchtigkeitszustandes der Luft von den Erfolgen anderer Einflüsse scharf zu trennen. Die Wärme und das Licht sowie der Feuchtigkeitszustand des Bodens stehen mit dem Feuchtigkeitszustande der Luft in einer innigen, aber schwer berechenbaren Wechselwirkung, können sich bis zu einem gewissen Grade auch ersetzen und vertreten, und es ist darum in den meisten Fällen unmöglich, zu sagen, ob irgend eine Veränderung der bei der Transpiration beteiligten Gewebe auf Rechnung des einen oder des anderen dieser äußeren Einflüsse kommt. Für die Hauptfrage, welche beantwortet werden soll, ob es überhaupt möglich ist, daß durch den Wechsel in den Lebensbedingungen der Pflanzen eine Veränderung der Gestalten im Sinne einer Anpassung erfolgen kann, ist es eigentlich belanglos, ob der sichtbare Erfolg mehr diesem oder mehr jenem Einflusse zugeschrieben wird; aber es trägt doch wie in so vielen anderen Fällen wesentlich zur Klärung bei, wenn man bei den Versuchen, diese schwierigen Fragen zu lösen, eine gewisse Einseitigkeit walten läßt und die so innig verwobenen Einflüsse des Bodens und Klimas auf die Pflanzen getrennt zu behandeln sucht.

Der Einfluß der Wärme auf die sich entwickelnden Pflanzen wurde in Band I, S. 488 erörtert. Hier verdient noch besonders erwähnt zu werden, daß die Bildung von Stärkemehl und anderen Reservestoffen sowie die Bildung von Zucker in den Früchten vorzüglich mit der Wärme zusammenhängt. Früchte derselben Art, welche unter dem Einflusse hoher Wärmegrade zeitigen, weichen von jenen, die bei niederer Temperatur ihre Reife erlangen, in betreff des Zuckergehaltes sehr auffallend ab. Daß auch die Größenverhältnisse des Stammes, des Laubes, der Blüten und Früchte durch die Wärme beeinflußt werden, wird allgemein angenommen. Als beweisend glaubt man insbesondere jene Veränderungen ansehen zu können, welche stattfinden, wenn aufblühende Pflanzen, die eine

Zeitlang in einem sehr warmen Raume aufgestellt waren, unter sonst gleichbleibenden Verhältnissen in einen kühleren Raum versetzt werden. Wenn man den Stock einer großblütigen Zwiebelpflanze, z. B. Amaryllis Belladonna, die ersten Blüten im warmen Gewächshause entfalten läßt, ihn dann in ein kühles Gewächshaus überträgt, damit sich dort die folgenden Blüten bei niederer Temperatur entwickeln, so kann man sehen, daß die letzteren um nahezu ein Drittel kleiner bleiben als die ersteren. Wenn dagegen die ersten Blüten im kalten und die letzten im warmen Raume aufblühten, so zeigen die ersteren kleinere, die letzteren größere Abmessungen. Es ist wichtig, diesen Umstand besonders hervorzuheben, damit die Erscheinung, welche dieser Versuch zu Tage fördert, nicht etwa mit einer anderen verwechselt wird, der nämlich, daß die Blüten eines Stockes, welche sich zuerst entfalten, größer sind als jene, welche an demselben Stocke zuletzt an die Reihe kommen, und zwar auch dann, wenn nicht die geringste Veränderung in der Lage und in den äußeren Einflüssen des Lichtes, der Wärme, der Feuchtigkeit ꝛc. stattgefunden hat.

Von besonderem Werte ist für die Feststellung des Einflusses der Wärme auf die Gestalt einer Pflanzenart der Vergleich von Stöcken, welche unter sonst gleichen Verhältnissen im Wasser von verschiedener Temperatur sich entwickelt haben. Bekanntlich zeigen in Gebirgsgegenden die Quellen an demselben Bergabhange eine nach der Höhenlage wechselnde Temperatur, und trotzdem kommen gewisse Pflanzenarten ebensowohl in den Quellen am Fuße wie in der Nähe der Kuppe des Berges vor. Als solche Pflanzen können Cardamine amara, Myosotis palustris, Pedicularis palustris und Veronica Beccabunga angesehen werden. Diese Arten wachsen z. B. am Fuße des Patscherkofels bei Innsbruck im Rinnsale von Quellen mit einer mittleren Temperatur von $10{,}2^0$ gedeihen aber auch noch in einer oberhalb der Baumgrenze in der Seehöhe von 1921 m entspringenden, unter dem Namen „Kreuzbrunnen" bekannten Quelle, welche die mittlere Temperatur von $4{,}2^0$ aufweist. Wenn man nun die unter dem Einflusse dieser verschiedenen Temperaturen herangewachsenen Stöcke derselben Art miteinander vergleicht, so stellt sich folgendes heraus. Die Stöcke der zuletzt genannten Art (Veronica Beccabunga), welche sich im Quellwasser bei einer Temperatur von $10{,}2^0$ entwickelt hatten, waren 20—50 cm hoch und zeigten vom angewurzelten Grunde bis zur Höhe der ersten Blütenstände 4—6 Glieder; die Stengelglieder waren 60—120 mm lang und 5 mm dick; die Blätter in der Mittelhöhe des Stockes waren 40—60 mm lang, 20—25 mm breit, und jede der Blütentrauben zeigte 12 bis 16 Blüten. Die Stöcke, welche sich im Quellwasser bei einer Temperatur von $4{,}2^0$ entwickelt hatten, waren 10—15 cm hoch und zeigten vom angewurzelten Grunde bis zur Höhe der ersten Blütenstände 4—6 Glieder; die Stengelglieder waren 15—30 mm lang und 2,5 mm dick; die Blätter in der Mittelhöhe des Stockes waren 15—18 mm lang und 10—12 mm breit, und jede Blütentraube zeigte 12—16 Blüten. Ähnlich verhielten sich auch Cardamine amara, Myosotis palustris und Pedicularis palustris. Eine Veränderung in der Form der Blätter und Blüten war nicht wahrzunehmen; die Blumenkronen wiesen in der Quelle des Kreuzbrunnens etwas tiefere Farbentöne auf; Myosotis palustris, welche am Fuße des Patscherkofels 20 cm hoch erschien, war in der Quelle des Kreuzbrunnens 4—5 cm hoch und erinnerte mit ihrem tiefen Blau der Blumenkronen lebhaft an das Zwergvergißmeinnicht (Eritrichium nanum) der Südalpen, und Cardamine amara zeigte in der genannten kalten Quelle, abgesehen von der Verkürzung der Stengelglieder und der Verkleinerung der Laubblätter, noch die auffallende Erscheinung, daß die weißen Kronenblätter außen rötlich überlaufen waren, was an den Stöcken in der tieferen Höhenstufe nicht der Fall war.

Welchen mächtigen Einfluß das Licht auf die Entwickelung der Pflanzen nimmt, wurde in Band I, S. 344 besprochen. Hier ist insbesondere die Frage zu beantworten, inwieweit

grelles und abgedämpftes Licht die Größe, Gestalt und Farbe der Pflanzen zu verändern im stande ist. Was Versuche und Beobachtungen in der freien Natur in dieser Beziehung gelehrt haben, mag nachfolgend übersichtlich zusammengestellt sein. Wenn sich die Stöcke einer Art im abgedämpften Lichte entwickeln, zeigen sie stets höheren Stengel und längere Blätter, als wenn sie in Lichtfülle aufgewachsen sind, wobei natürlich vorausgesetzt wird, daß die Verhältnisse der Feuchtigkeit und der Wärme beide Male möglichst übereinstimmend waren. In besonders auffallender Weise tritt dieser Unterschied hervor, wenn zwei Stöcke einer Art verglichen werden, von welchen der eine im abgedämpften Lichte des Gewächshauses in den kurzen Tagen des Winters, der andere an einer unbeschatteten Stelle des freien Landes im Laufe des Sommers bei einer täglichen Lichtdauer von 16—17 Stunden sich entwickelt hat. Der erstere zeigt schlanke, dünne Stengel, zarte, gelblichgrüne Blätter und bringt entweder gar keine Blüten zur Entfaltung, oder aber diese haben ein schwächliches Aussehen, und ihre Kronenblätter sind blaß und hinfällig. Der letztere zeigt gedrungene, kräftige Stengel, dunkelgrüne Blätter und entfaltet eine Fülle von Blüten mit gesättigten Farben. Aus der großen Zahl von Versuchen, welche zur genaueren Feststellung dieses hier nur im allgemeinen ausgesprochenen Gegensatzes angestellt wurden, soll nur einer herausgegriffen sein, und zwar ein solcher, an dem zu ersehen ist, inwieweit auch die Form der Blüten beeinflußt werden kann. Die Samen des zweijährigen Steinbrechs Saxifraga controversa, welche in mehrere mit gleicher Erde gefüllte Gartentöpfe gesäet wurden, lieferten zahlreiche junge Pflanzen. Ein Gartentopf, welcher sechs von diesen jungen Pflanzen enthielt, wurde im Herbste in das Warmhaus übertragen, der andere, in welchem ebenfalls sechs junge Pflanzen enthalten waren, wurde im freien Lande unter einer mächtigen Schneedecke überwintert. Im Warmhause erhoben sich Anfang Dezember aus der Mitte der kleinen Blattrosetten der sechs Versuchspflanzen schlanke, 10 cm hohe Stengel, deren oberste Glieder 22 mm lang und 1 mm dick waren. Die Stengelblätter zeigten eine gelbliche Farbe, waren ganzrandig, länglich, 6—7 mm lang und 2 mm breit. Die Abmessungen der Blütenteile waren folgende: Kelchröhre 4 mm lang, 3 mm breit; Kelchzähne 2 mm lang, 1,5 mm breit; Kronenblätter 3,5 mm lang, 2 mm breit; Pollenblätter 1 mm lang. Auffallend war, daß sich nur aus den Achseln der oberen Stengelblätter Seitenäste entwickelten, und daß die Anlagen von Seitenästen in den unteren Blattachseln verkümmerten. Aus den Blattrosetten jener Stöcke, welche unter tiefem Schnee im freien Lande überwinterten, erhoben sich im darauffolgenden Mai kräftige 6 cm hohe Stengel, deren oberste Glieder 12 mm lang und 2 mm dick waren. Die Stengelblätter zeigten sich vorn etwas verbreitert und gezähnt, rötlich überlaufen, 5 mm lang und 3 mm breit. Die Abmessungen der Blütenteile waren folgende: Kelchröhre 2 mm lang, 2 mm breit; Kelchzähne 1,5 mm lang, 1 mm breit; Kronenblätter 2,3 mm lang, 2 mm breit, Pollenblätter 1 mm lang. Aus den Achseln der Stengelblätter hatten sich blütentragende Seitenstengel entwickelt, die ebenso wie die Hauptstengel an den der Sonne ausgesetzten Seiten etwas rötlich überlaufen waren. Die Veränderungen, welche hier unbedenklich auf Rechnung des verschiedenen Lichteinflusses gesetzt werden dürfen, beschränkten sich demnach nicht nur auf eine Verlängerung, beziehentlich Verkürzung der Stengel und Laubblätter; auch die Blumen waren entsprechend verändert. Die Kronenblätter zeigten sich an den um Neujahr, zur Zeit der kürzesten Tage, geöffneten Blüten nicht nur relativ, sondern auch absolut schmäler als jene, welche den im Vorsommer, zur Zeit der langen Tage, geöffneten Blüten angehörten.

Daß die Verlängerung der Blätter sowie die Zerteilung der Blattflächen in lange, schmale Zipfel an den von Wasser bedeckten Pflanzen auf Rechnung der Abdämpfung des Lichtes bei dem Durchgange durch das Wasser zu bringen sei, wurde schon bei früherer

Gelegenheit angedeutet (s. Band I, S. 627). Am auffallendsten tritt die Verlängerung der unter Wasser entwickelten Blätter bei dem Wassersterne (Callitriche) und dem Tannenwedel (Hippuris) hervor. An letzterem erscheinen die unter Wasser gewachsenen linealen Blätter 30mal so lang wie breit, während die an der Luft gewachsenen nur 7—9mal so lang wie breit sind. Bei Roripa amphibia werden die Blätter, wenn sie sich unter Wasser entwickeln, im Gegensatze zu den in der Luft gewachsenen tief gespalten. Die an der Luft ausgebildeten Blätter sind an diesem Schotengewächse länglich lanzettlich, ungefähr 10mal so lang wie breit und am Rande mit kleinen Zähnen besetzt. Unter Wasser erhalten die Blätter einen elliptischen Umriß, werden 2—3mal so lang wie breit, und die Spreite ist fast bis zur Mittelrippe in schmale, 2—3 cm lange Zipfel kammförmig oder siederförmig gespalten. An dem quirlblätterigen Tännel (Elatine Alsinastrum) sind die in der Luft entwickelten Blätter zu 3 und 3 in Wirteln zusammengestellt. Sie haben eine eiförmige Gestalt und sind an den Rändern, infolge eines Besatzes mit feinen Zäckchen, rauh. Jedes derselben ist von 3—5 Strängen durchzogen. Die Blätter, welche unter Wasser auswachsen mußten, sind bis zum Grunde der Länge nach in 3—4 schmale, lineale Zipfel gespalten, und es macht den Eindruck, als ob der Wirtel aus 12 Blättern gebildet wäre. Jeder dieser Zipfel ist am Rande glatt und in der Mitte nur von einem einzigen Strange durchzogen. Noch auffallender als an dem quirlblätterigen Tännel tritt der Gegensatz zwischen den an der Luft und den unter Wasser im abgedämpften Lichte entwickelten Blättern an den weißblühenden Hahnenfüßen (Ranunculus), die man in die Gruppe Batrachium zusammenfaßt, hervor. Stöcke dieser Hahnenfüße, welche auf schlammigem, aber nicht überflutetem Boden ihre Entwickelung durchmachten, zeigen drei- oder fünfspaltige Blätter, deren Zipfel flach ausgebreitet, hellgrün, glänzend und fast fleischig erscheinen. Wenn sich dieselben Stöcke unter Wasser ausbilden müssen, so erhalten die Blätter ein ganz verschiedenes Aussehen; sie erscheinen nun in zahlreiche fadenförmige oder haarförmige Zipfel gespalten, welche eine dunkelgrüne Farbe haben und des Glanzes vollständig entbehren.

Ähnlich der Bedeckung mit einer das Licht dämpfenden Wasserschicht wirkt auf die sich entwickelnden Stengel, Laubblätter und Blüten die Bedeckung, beziehentlich Beschattung durch Steine, lockere Erde, Reisig, benachbarte Stauden und Sträucher. Auf einem Platze in der Nähe meines Landhauses, der in früheren Jahren als Ablagerungsstätte für Holz und dürres Reisig benutzt wurde, später aber eine Zeitlang unbenutzt blieb, hatte sich die Ackerkratzdistel (Cirsium arvense) angesiedelt und bildete dort einen ansehnlichen geschlossenen Bestand. Die im dichten Schlusse beisammen stehenden Stengel der Kratzdistel erreichten zur Zeit der Blüte und Fruchtreife ungefähr die Höhe von 80 cm. Im Winter des Jahres 1885 wurde dort neuerdings Holz abgelagert und in 150 cm hohen Stößen aufgeschichtet. Als nun im darauf folgenden Frühsommer die neuen Stengel der Distel hervorzusprießen begannen, mußten sie sich bequemen, durch die dunkeln Räume zwischen den Holzklötzen emporzuwachsen. Mehrere waren gezwungen, hierbei die verschiedensten Krümmungen auszuführen, stießen endlich auf unüberwindliche Hindernisse und verkümmerten in den Klüften des Holzstoßes, ohne das Licht erreicht zu haben. Ein anderer Teil der Sprosse, dem ein ziemlich gerader Weg durch die Zwischenräume geboten war, erhob sich aber entlang dieses Weges, erreichte die Oberfläche des Holzstoßes, wuchs über diese noch 50 cm hinaus, entfaltete an diesem obersten Stücke große Laubblätter, entwickelte auch Äste mit Blütenköpfchen, und man hätte bei Betrachtung von der Ferne glauben können, daß hier ein Trupp von Kratzdisteln oben auf dem Holzstoße gewachsen sei. Die Stengel hatten die Höhe von 2 m erreicht! Die unteren Stengelglieder erschienen um mehr als das Doppelte gegen sonst verlängert, die Laubblätter, welche innerhalb der dunkeln Klüfte von dem Stengel ausgingen, waren klein geblieben, zeigten eine gelbliche Farbe, und in den Achseln derselben

waren keine Knoſpen zur Entwickelung gelangt. Ein gleiches Verhalten zeigen die Preißelbeerſträuche (Vaccinium Vitis Idaea), wenn ihre Sproſſe genötigt ſind, durch morſche Holzſtrünke zum Lichte emporzuwachſen. Solche Sproſſe, welche durch die dunkeln Klüfte zwiſchen der Borke und dem Holze des Strunkes ihren Weg einſchlagen, können die Höhe eines Meters erreichen, während jene, welche ſich nebenbei von der Erde des Waldbodens erheben, nur 15 cm hoch werden. Soweit die dunkle Kluft reicht, ſind die Sproſſe rötlich, und an Stelle der dunkelgrünen Laubblätter ſieht man an dieſen Stengeln kleine blaſſe Schuppen ausgebildet.

Von den am Boden liegenden Stämmchen des kriechenden Klees (Trifolium repens) erheben ſich aufrechte Blattſtiele, welche von einer dreizähligen Blattſpreite, und aufrechte kantige Stengel, welche von einer Blütendolde abgeſchloſſen ſind. An ſonnigen Plätzen, zumal dort, wo benachbarte Pflanzen keinen Schatten ſpenden, erreichen die Blattſtiele die Länge von 8 und die Stengel die Höhe von 10 cm. Wenn aber üppige höhere Stauden neben dem kriechenden Klee wachſen und ihn beſchatten, ſo ſtrecken ſich die Blattſtiele und Stengel ſo lange, bis die von ihnen getragenen Spreiten und Dolden dem Lichte ausgeſetzt ſind. Die Blattſtiele können unter ſolchen Umſtänden die Länge von 28 und die doldentragenden Stengel die Höhe von 55 cm erreichen. Eine außerordentliche Verlängerung erfahren an ſolchen Stellen, wo hohes Gras und üppiges Staudenwerk den feuchten Boden beſchattet, auch die grundſtändigen Blätter des Löwenzahnes (Taraxacum officinale). Beſonnt erreichen die Blätter die Höhe von 20 cm, beſchattet erheben ſie ſich zu der doppelten bis dreifachen Höhe. Insbeſondere iſt es der unterſte Teil des Blattes, welchen die Verlängerung betrifft; das freie Ende desſelben wird verhältnismäßig am wenigſten verändert, und das Mittelſtück wird nur inſofern beeinflußt, als dort die Lappen und Zähne kürzer werden und weniger ſcharf hervortreten.

Um zu ermitteln, welchen Einfluß die Bedeckung der Pflanzen mit Erde ausübt, wurden auf einem Gartenbeete zahlreiche Zwiebeln der Tulpenart Tulipa Gesneriana und auf einem zweiten zahlreiche Zwiebeln des Frühlingsſafrans Crocus vernus in gleicher Höhe gepflanzt und über dieſe Zwiebeln Erde in der Mächtigkeit von 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 und 50 cm ſtufenweiſe aufgeſchüttet. An den Stellen, wo die Zwiebeln nur mit einer 5 cm hohen Erdſchicht bedeckt waren, kamen natürlich die Blattſpitzen und Blütenknoſpen zuerſt an das Tageslicht; in den angrenzenden Stufen der beiden Gartenbeete zeigte ſich die Entwickelung in dem Maße verzögert, als die Erde höher aufgeſchichtet war. Über die 20 cm hohe Erdſchicht wurden noch einige Blütenknoſpen des Safrans, über die 30 cm hohe Erdſchicht eine Blütenknoſpe der Tulpe, über die 35 cm hohe Erdſchicht noch zahlreiche Blattſpitzen des Safrans und über die 40 cm hohe Erdſchicht noch einige Blattſpitzen der Tulpe vorgeſchoben. Die Perigonröhre, die Blütenſtiele und die Laubblätter waren ungefähr doppelt ſolang geworden wie jene, welche ſich bei einer Erdbedeckung von nur 5 cm entwickelt hatten. Die Blüten waren kleiner, entfalteten ſich dicht über der Erde, die Blätter waren ſchmäler und, ſoweit ſie die Erde umgab, von blaßgelber Farbe. Über 40 cm erhob ſich weder ein Blatt des Safrans noch der Tulpe. Zu einer weiteren Verlängerung reichten offenbar die in dem Zwiebelſtocke und den Zwiebelſchalen aufgeſpeicherten Reſerveſtoffe nicht mehr aus. Es vollzogen ſich alſo an den Stengeln und Blättern des Safrans und der Tulpe ähnliche Veränderungen, welche man im dunkeln Raume eines Kellers an den aus Kartoffelknollen hervorgehenden Sproſſen beobachtet.

Wenn die Abdämpfung und Entziehung des Lichtes Verlängerungen der Sproſſe und verſchiedene Veränderungen der Blätter veranlaßt, ſo läßt ſich erwarten, daß grelle Beleuchtung an den wachſenden Pflanzen die entgegengeſetzte Wirkung hervorbringen werde. Und ſo iſt es auch in der That. Stöcke, welche das eine Jahr im Schatten gehalten und das darauffolgende Jahr vom Beginne ihrer Entwickelung angefangen in die Sonne geſtellt

wurden, zeigten kürzere Stengelglieder und derbere Blätter; auch blühten sie reichlicher, die Blüten wurden dunkler gefärbt, und bei manchen stellte sich überdies an den grünen Teilen ein Überzug aus Haaren ein. Inwieweit hierbei die Transpiration beteiligt ist, welche im Sonnenlichte viel lebhafter vor sich geht als im Schatten, braucht nicht erörtert zu werden; in letzter Linie sind ja doch diese Veränderungen durch das Sonnenlicht veranlaßt.

Am auffallendsten tritt die Wirkung der grellen Beleuchtung bei einem Vergleiche der in verschiedenen Höhenlagen, aber unter sonst übereinstimmenden Verhältnissen aus den gleichen Samen aufgewachsenen Pflanzenstöcke hervor. In dieser Beziehung sind die Ergebnisse, welche in den Jahren 1875—1880 in meinem Versuchsgarten nahe der Kuppe des Blasers in Tirol in der Seehöhe von 2195 m gewonnen wurden, sehr wichtig, und es sollen daher einige derselben in Kürze mitgeteilt werden. Was zunächst die einjährigen Arten anbelangt, so wurden deren Samen im September ausgesät. Den Winter hindurch waren die Keimbeete des Versuchsgartens von mächtigen Schneelagen (1—1,5 m) bedeckt. Das Keimen der Samen erfolgte im darauffolgenden Jahre bald nach Abschmelzen des Schnees zwischen dem 10. und 25. Juni. Die Entwickelung der Sämlinge fiel demnach in die Zeit des höchsten Sonnenstandes und der längsten Tage, und es waren die jungen Pflanzen einer Temperatur ausgesetzt, welche nicht niedriger, sondern eher etwas höher war als jene, unter deren Einfluß sich die aus den gleichen Samen auf den Versuchsbeeten im Wiener botanischen Garten schon im März bei einer Tageslänge von 12 Stunden zu entwickeln begannen. Durch die vereinzelten Fröste, welche in jedem der sechs Versuchsjahre nicht nur in der letzten Woche des Junis, sondern auch im Laufe des Julis und Augusts eingetreten waren, wurden die Sämlinge mehrerer Arten (z. B. Gilea tricolor, Hyoscyamus albus, Plantago Psyllium, Silene Gallica, Trifolium incarnatum) getötet; an einem Teile aber (z. B. an Agrostema Githago, Centaurea Cyanus, Iberis amara, Lepidium sativum, Satureja hortensis, Senecio vulgaris, Turgenia latifolia, Veronica polita, Viola arvensis) wurde durch diese Fröste nur ein zeitweiliger kurzer Stillstand des Wachstums veranlaßt, und dieselben entfalteten Ende August und Anfang September ihre Blüten. An den Stöcken einiger Arten (z. B. Senecio vulgaris, Veronica polita, Viola arvensis) bildeten sich im September auch noch reife keimfähige Samen aus. Die zur Blüte gelangten Exemplare zeigten im Vergleiche zu jenen, welche während der kurzen Tage des an Nachfrösten reichen Frühjahres auf den Versuchsbeeten in Wien aufgewachsen waren, auffallend verkürzte Stengelglieder. Auch war die Zahl dieser Glieder verringert, oder besser gesagt, es kamen deren weniger zur Entwickelung. Wenn z. B. an einer Wiener Versuchspflanze 10 Stengelglieder ausgebildet wurden, beschränkte sich die entsprechende Pflanze des alpinen Versuchsgartens auf 5—6 derselben. Damit stand auch die Entwickelung der Blüten im Zusammenhange. Während an Viola arvensis auf dem Versuchsbeete in Wien die Achselknospen der Laubblätter 1—6 unterdrückt waren und erst aus jenen des 7. und 8. Laubblattes Blüten hervorgingen, entwickelten sich an derselben Art im alpinen Versuchsgarten schon aus den Achselknospen des 3. und 4. Laubblattes Blüten. Die Zahl der Blüten eines Stockes war geringer, die Blumenblätter waren durchschnittlich kleiner, und in der Hauptsache machten demnach die Stöcke der einjährigen Pflanzen in dem alpinen Versuchsgarten denselben Eindruck, wie die in der Ebene auf trockenem Sandboden gewachsenen, von welchen auf S. 493 die Rede war. Daß ein Teil der Arten, welche im Thale und in der Ebene einjährig sind, in dem alpinen Versuchsgarten im Herbste nicht abstarben, sondern sich den Winter hindurch erhielten und im nächsten Jahre aus dem untersten Teile des Stengels neue Sprosse entwickelten, wurde bereits auf S. 448 erzählt.

Als Beispiel für zweijährige, in betreff der Veränderungen in der alpinen Region geprüfte Arten möge Libanotis montana erwähnt sein. Ihr Stengel wurde im alpinen

Versuchsgarten 16—24 cm hoch und entwickelte 5 Glieder, welche 2—5 cm lang waren. Aus den Achseln der 5 mit grünen Spreiten versehenen Stengelblätter entsprangen Seitenäste, welche sich aber nicht verzweigten und nur mit einer einzigen Dolde abschlossen, so daß also der ganze Stock nur fünf Dolden trug. Die aus den gleichen Samen auf dem Versuchsbeete des Wiener botanischen Gartens gewachsenen Stöcke zeigten einen über 1 m hohen Stengel mit 10 Gliedern, die eine Länge von 10—20 cm hatten. Aus den Achseln der unteren Stengelblätter erhoben sich keine Seitenäste. Die aus den Achseln der mittleren und oberen Stengelblätter entspringenden Seitenäste waren verzweigt und trugen mehrere Dolden. Im Mittel belief sich die Zahl der Dolden eines Stockes auf 20.

Von ausdauernden Pflanzen wurden in dem alpinen Versuchsgarten über 300 Arten gezogen. Aber nur 32 gelangten zur Blüte. Diejenigen, deren Blüten sich vor den Laubblättern zu entfalten pflegen, standen schon Anfang Juli in vollem Flor; die anderen, welche zunächst einen belaubten Stengel aufbauen müssen, bevor ihre Blüten entweder am Gipfel oder in den Achseln der Blätter dieses Stengels zum Vorscheine kommen, blühten erst Ende August und Anfang September auf. Von diesen letzteren sollen hier drei Arten besonders vorgeführt sein; eine Art, deren Stengel nur ein einziges Blatt trägt und von einer einzigen Blüte abgeschlossen ist (Parnassia palustris), eine Art, deren Stengel mit dekussierten Blättern besetzt ist und mit einem lockeren, aus kleinen Trugdolden zusammengesetzten Blütenstand abschließt (Lychnis Viscaria), und eine Art, deren Stengel abwechselnd gestellte Blätter trägt und deren Blüten in Köpfchen vereinigt sind (Pyrethrum corymbosum).

Das Studentenröschen (Parnassia palustris) aus dem alpinen Versuchsgarten zeigte im Vergleiche zu den im Versuchsbeete des Wiener botanischen Gartens gezogenen Stöcken folgende Abmessungen:

	Botanischer Garten in Wien:	Versuchsgarten auf dem Blaser:
Höhe des Stengels	20—27 cm	5—9 cm
Stengelblatt	3,3 cm lang, 2,4 cm breit	1,0 cm lang, 0,6 cm breit
Blütendurchmesser	2,8—3,4 cm	1,8—2,0 cm

Die Stengel wurden demnach in der alpinen Region nur $^1/_3$—$^1/_4$ so hoch und die Blätter nur $^1/_3$—$^1/_4$ so groß wie in Wien, und auch die Blüten zeigten in der alpinen Region einen bedeutend kleineren Durchmesser wie in Wien.

Die zwitterblütigen Stöcke der Klebnelke (Lychnis Viscaria) in dem Versuchsgarten des Blasers ergaben bei einem Vergleiche mit den zwitterblütigen Stöcken derselben Art im Wiener botanischen Garten:

	Botanischer Garten in Wien:	Versuchsgarten auf dem Blaser:
Höhe des Stengels, inbegriffen die Spindel des Blütenstandes	400—450 mm	230—240 mm
Untere Stengelblätter	80 mm lang, 4 mm breit	50 mm lang, 3 mm breit
Blütenstand	80 - = 50 - =	60 - - 40 - =
Kelch	15 - = 6,5 - =	13,5 - = 5 - =
Platte der Blumenblätter . .	10 - = 8 - =	8 - = 6,8 - =
Nagel der Blumenblätter . . .	8 mm lang	7 mm lang.

Die Stöcke des alpinen Versuchsgartens zeigten demnach im Vergleiche zu den Stöcken des Wiener botanischen Gartens kleinere Abmessungen des Stengels, der Blätter und der Blüten. Außerdem war noch folgendes zu bemerken. Die Zahl der Stengelglieder betrug bei den Stöcken des Wiener botanischen Gartens 9, wovon 5 auf die Spindel des Blütenstandes kamen, jede Trugdolde entwickelte 3—5 Blüten, und der ganze Blütenstand trug 33—40 Blüten. An den Stöcken aus dem alpinen Versuchsgarten betrug die Zahl der Stengelglieder nur 6—7, wovon 3 auf die Spindel des Blütenstandes kamen; die Trugdolden, aus welchen sich der Blütenstand zusammensetzte, waren nur zum geringen Teile

dreiblütig; in den meisten derselben war nur die Mittelblüte zur Entwickelung gelangt und die beiden seitlichen unterdrückt. Der ganze Blütenstand umfaßte nur 5—11 Blüten.

Die Stöcke des doldentraubigen Bertrams (Pyrethrum corymbosum) aus dem alpinen Versuchsgarten, verglichen mit jenen aus dem Wiener botanischen Garten (alle den gleichen Samen entstammend), ergaben folgende Verschiedenheiten:

	Botanischer Garten in Wien:	Versuchsgarten auf dem Blaser:
Höhe des Stengels	950 mm	250 mm
Mittlere Stengelblätter.	170 mm lang, 50 mm breit	45—50 mm lang, 20 mm breit
Durchmesser der strahlenden Köpfchen	26 mm	20 mm
Strahlenblüten	8 mm lang, 4 mm breit	7 mm lang, 3 mm breit.

Auch in diesem Falle zeigten die Stöcke aus dem alpinen Versuchsgarten im Vergleiche mit jenen des Wiener botanischen Gartens kleinere Abmessungen des Stengels, der Blätter und der Blüten. Die Abschnitte der Laubblätter in der Mittelhöhe des Stengels waren an den Stöcken des alpinen Versuchsgartens fiederspaltig, und die Fiederchen waren entweder ganzrandig oder vorn an beiden Seiten mit je zwei Zähnen besetzt. Der Stengel war mit 10 Laubblättern bekleidet, von welchen die 4 obersten, welche stark verkleinert waren, Deckblätter für die aus ihren Achseln hervorgehenden Seitenachsen bildeten. Diese Seitenachsen waren nicht verzweigt, und jede derselben trug nur einen köpfchenförmigen Blütenstand. Die Gesamtzahl der Köpfchen betrug 5. An den Stöcken des Wiener botanischen Gartens waren die Abschnitte der Laubblätter in der Mittelhöhe des Stengels mehr zerschnitten, die Fiederchen waren vorn an jeder Seite mit 3—5 Zähnen besetzt. Der Stengel trug 25—27 Laubblätter, von welchen die 6—8 obersten, welche stark verkleinert waren, Deckblätter für die aus ihren Achseln hervorgehenden Seitenachsen bildeten. Diese Seitenachsen waren verzweigt, und jeder Zweig war von einem köpfchenförmigen Blütenstande abgeschlossen. Die Gesamtzahl der Köpfchen betrug 20—30.

Aus diesen Beispielen geht hervor, daß alle Teile an den im alpinen Versuchsgarten gewachsenen Pflanzen in ihrem Wachstum sehr beschränkt waren. Die Laub- und Blütenblätter waren kleiner, die Stengel kürzer, die Zahl der Stengelglieder, Laubblätter, Blütenstände und Blüten war vermindert. Die Blüten erschienen verhältnismäßig näher über den Boden gestellt, was nicht nur durch die verminderte Zahl und Länge der Stengelglieder, sondern vorzüglich dadurch veranlaßt war, daß die Blüten schon aus den Achseln der unteren Stengelblätter entsprangen.

Durch diese Veränderungen, welche vorzüglich dem auf die wachsenden Pflanzen Einfluß nehmenden grellen und langdauernden täglichen Lichtreiz des Junis, Julis und Augusts zuzuschreiben sind, wird für die betreffenden Pflanzen in der alpinen Region ein großer Vorteil erreicht. Würden diese Pflanzen einen ebenso mächtigen Unterbau aufführen, wie ihre Artgenossen in dem um 2015 m tiefer gelegenen Gelände des Wiener botanischen Gartens, so ginge damit viel Zeit verloren, und die Entfaltung der ersten Blüten könnte kaum früher als im Oktober erfolgen, also zu einer Zeit, in der schon wieder Winterschnee einfällt. Dadurch, daß die Zahl der Stockwerke, beziehentlich der Stengelglieder beschränkt wird, und daß schon in den tieferen Stockwerken Blüten ausgebildet werden, ist es möglich, daß die Pflanzen in der alpinen Region schon Ende August und Anfang September aufblühen und es vielleicht zum Ausreifen der Früchte bringen, was ja doch eines der wichtigsten Ziele des Pflanzenlebens ist. Diese Veränderung in der Entwickelung bedingt zum Teile auch die schon wiederholt besprochene Erscheinung, daß viele Pflanzen in der alpinen Region verhältnismäßig früher aufblühen als in den tiefer liegenden Regionen. Doch muß hier zur Vermeidung von Mißverständnissen ausdrücklich bemerkt werden, daß bei keiner einzigen der 32 ausdauernden Arten und ebensowenig bei den zweijährigen und einjährigen

Arten, welche in dem alpinen Versuchsgarten zum Blühen gelangten, das frühere Aufblühen erblich wurde, und daß sie sich dadurch von den sogenannten asyngamischen Arten, auf welche später noch die Rede kommen wird, wesentlich unterscheiden.

Die Beziehungen des Lichtes zu den Farbstoffen der Pflanzen waren wiederholt Gegenstand sorgfältiger Untersuchungen. Alle Beobachter stimmen darin überein, daß die Menge des unter dem Namen Antokyan bekannten Farbstoffes mit der stärkeren oder schwächeren Besonnung der betreffenden Pflanzenteile zunimmt und abnimmt, daß auch der gelbe Farbstoff in den Blüten ein ähnliches Verhalten zeigt, daß aber das Chlorophyll in den nicht entsprechend geschützten Pflanzen durch grelles Licht zerstört wird, und daß dann die grünen Gewebe verbleichen und eine gelbliche Farbe annehmen. Bei dem Umstande, daß in den Gebirgsgegenden mit zunehmender Höhe die Intensität der Sonnenstrahlung wächst (s. Band I, S. 490), steht zu erwarten, daß an den Pflanzen in hohen Gebirgslagen die erwähnten Wirkungen des Lichtes in besonders ausgeprägter Weise hervortreten werden. Und so ist es auch in der That. Die Blüten der im alpinen Versuchsgarten auf dem Blaser in der Seehöhe von 2195 m gezogenen Arten zeigten durchgehends gesättigte Blütenfarben, und mehrere waren im Vergleiche zu den Blüten der auf den Versuchsbeeten des Wiener botanischen Gartens gezogenen entschieden dunkler gefärbt. Als besonders auffallend mögen in dieser Beziehung Agrostema Githago, Campanula pusilla, Dianthus inodorus (silvestris), Gypsophila repens, Lotus corniculatus, Saponaria ocymoides, Satureja hortensis, Taraxacum officinale, Vicia Cracca und Vicia sepium genannt sein. Mehrere Arten, welche im Wiener botanischen Garten reinweiße Blumenblätter ausbildeten, wie z. B. Libanotis montana, zeigten in dem alpinen Versuchsgarten eine von Anthokyan herrührende rotviolette Färbung an der unteren Seite der genannten Blätter. Die Spelzen aller jener Gräser, welche in der Niederung grün waren oder nur einen schwachen Anhauch von Violett wahrnehmen ließen, färbten sich in dem alpinen Versuchsgarten dunkel braunviolett. Besonders augenfällig trat die reichliche Ausbildung des Anthokyans in dem grünen Gewebe der Laubblätter und Kelchblätter sowie der Stengel hervor. Die Blätter der Fettkräuter Sedum acre, album und sexangulare hatten eine purpurrote, jene des Dracocephalum Ruyschianum und Leucanthemum vulgare eine violette, jene der Lychnis Viscaria und Satureja hortensis eine braunrote Farbe angenommen, und die Laubblätter der Bergenia crassifolia und Potentilla Tiroliensis zeigten schon im August jene scharlachrote Farbe, welche sie im Thale an sonnigen Plätzen im Spätherbste anzunehmen pflegen. Ich kann nicht unterlassen, hier die Bemerkung einzuschalten, daß zufolge der Mitteilungen befreundeter Zoologen auch manche Tiere, namentlich Spinnen und Schnecken, welche von der Ebene bis auf das Hochgebirge verbreitet sind, in der alpinen Region dunklere Farben aufweisen.

Eine nicht unbedeutende Zahl von Pflanzenarten, zumal solche, welche im Thale an schattigen oder halbschattigen Plätzen wachsen, wie z. B. Arabis procurrens, Digitalis ochroleuca, Geum urbanum, Orobus vernus, Valeriana Phu und simplicifolia, Viola cucullata, zeigten im alpinen Versuchsgarten, wo sie dem vollen Sonnenscheine ausgesetzt waren, mehr oder weniger vergilbte Blätter. Daß auch der Lein (Linum usitatissimum), welcher doch noch in den Gebirgsthälern bei 1500 m Seehöhe auf sonnigen Feldern gedeiht und dort keine Schädigung des Chlorophylls erfährt, in dem alpinen Versuchsgarten bei 2195 m vergilbte, wurde bereits in Band I, S. 365 erwähnt.

An diese übersichtliche Zusammenstellung der durch Kulturversuche ermittelten Veränderungen der Pflanzengestalt knüpft sich naturgemäß eine Reihe wichtiger Erwägungen. Zunächst ist an dem Ergebnisse festzuhalten, daß an den Pflanzen zweierlei Merkmale zur Beobachtung kommen, solche, welche Folgen bestimmter Zustände und Eigenschaften des

Bodens und Klimas sind, und solche, welche unabhängig von diesen äußeren Einflüssen auftreten. Diese Unterscheidung ist von so großer Tragweite, daß es zweckmäßig erscheint, sie durch ein paar Beispiele zu erläutern. Die Seerose Nymphaea alba entwickelt Niederblätter von eiförmigem oder lanzettlichem Umrisse, an welchen eine Gliederung in Stiel und Spreite nicht zu bemerken ist. Ihre Mittelblätter gliedern sich dagegen in einen runden Stiel und in eine scheibenförmige Spreite. Diese Merkmale treten unter allen Umständen hervor, gleichgültig, ob der Same des betreffenden Stockes im Grunde eines tiefen Wassertümpels oder im Schlamme einer sumpfigen Wiese gekeimt hat. Auf der sumpfigen Wiese bleiben die Niederblätter kurz, und die Wände ihrer Oberhautzellen verdicken sich in auffallender Weise, die Stiele der Mittelblätter, welche von Luft umspült sind, werden ungefähr spannenlang; zur Erhöhung ihrer Biegungsfestigkeit entsteht eine mächtige Lage von Bast, und die Dicke der mit diesem Baste ausgestatteten Stränge beträgt 0,17 mm; die Wandungen der Oberhautzellen verdicken sich, unter der Oberhaut bilden sich 5—9 Lagen von Kollenchymzellen aus, deren Wände 0,007 mm dick sind, und die Luftkanäle in der Mitte des Blattstieles sind sehr verengert. Wenn aber dieselbe Seerosenart unter einer mächtigen Wasserschicht aufsproßt, so verlängern sich die Niederblätter zu langen, schlaffen Bändern, und die Stiele der Mittelblätter wachsen so lange fort, bis die von ihnen getragenen Spreiten auf den Wasserspiegel zu liegen kommen. Je nach der Mächtigkeit der Wasserschicht erreichen sie die Länge von 30, 40, 50—100 cm. Die Biegungsfestigkeit der von Wasser umfluteten Blattstiele ist nur wenig in Anspruch genommen, der Bast ist daher nur wenig entwickelt, die Stränge, welche den Blattstiel durchziehen, sind nur 0,11 mm dick, die Wandungen der Oberhautzellen sind nur halb so dick, wie an dem von Luft umfluteten Blattstiele, unter der Oberhaut entstehen nur 3—5 Lagen von Kollenchymzellen, und die Luftkanäle in der Mitte des Blattstieles zeigen einen Durchmesser von über einen halben Millimeter. Diese Blattstiele sind daher schlaff und nicht im stande, außer Wasser die Blattspreite zu tragen. Die allgemeine Form der Nieder- und Mittelblätter, die Gliederung der letzteren in Stiel und Spreite, der Zuschnitt und die Berandung der Spreite sowie die Verteilung der Stränge in denselben ergeben sich aus innerer Notwendigkeit und sind durch die spezifische Konstitution des Protoplasmas bedingt, aber die Dicke der Oberhautzellen, die Mächtigkeit des mechanischen Gewebes und die Länge der Blattstiele werden durch den Grad der Wasserbedeckung bestimmt. In ähnlicher Weise verhält es sich mit den Blüten der Seerose. Der Aufbau derselben hängt von der spezifischen Konstitution des Protoplasmas ab, dagegen wird die Größe der Blumenblätter durch die Temperatur des Wassers bestimmt.

Das Rispengras Poa annua zeigt ein rasiges Wachstum; seine Halme und Blattscheiden sind stielrund, die Blattspreite ist von 7 Strängen durchzogen, die unteren Äste der Blütenrispe sind einzeln oder gepaart, aber niemals halbquirlig, die Ährchen der Rispe sind stark zusammengedrückt und von eiförmigem Umrisse. Diese Merkmale sind unveränderlich und werden unter allen Umständen an Poa annua beobachtet. Wenn sich aber in den Gemüsegärten der Niederung die Halme vom Boden erheben und über das oberste kurze Blatt hinauswachsen, die Ährchen 6—7blütig werden und eine blasse grünliche Farbe annehmen, oder wenn in der Alpenregion die Stöcke ausdauernd werden, die Halme sich auf den Boden hinstrecken und so kurz bleiben, daß sie über das oberste Laubblatt nicht hinausragen, die Ährchen nur 3—4 Blüten entwickeln und die Spelzen derselben am Rücken eine dunkelviolette, am Rande eine bräunlichgelbe Farbe annehmen, so stehen diese Veränderungen zu den Eigentümlichkeiten des Standortes in der Tiefebene und in der alpinen Region in dem Verhältnisse von Wirkung zur Ursache und sind dem an den genannten Standorten in verschiedener Weise sich geltend machenden Einflüssen der Wärme, des Lichtes und der Feuchtigkeit zuzuschreiben.

Diese Veränderungen vollziehen sich stets zum Vorteile der Pflanze. Sie machen das betreffende Individuum widerstandsfähiger, unterstützen und schützen dessen Organe bei ihrer Thätigkeit und ermöglichen die rechtzeitige Arbeitsleistung der einzelnen Teile trotz der notwendig gewordenen geänderten Lebensführung. Sie haben augenscheinlich die Aufgabe, die Pflanze unter sehr abweichenden Lebensbedingungen lebendig zu erhalten, mit dem Aufwande möglichst geringer Mittel das Wachstum, die Ablegerbildung und Fruchtbildung möglich zu machen und können insofern unbedenklich als *Anpassungen an die besonderen Verhältnisse des Bodens und Klimas* aufgefaßt werden.

Die Fähigkeit zu dieser Anpassung ist allerdings in der spezifischen Konstitution des Protoplasmas begründet und zeigt bei den verschiedenen Arten große Verschiedenheiten. Die eine Art vermag sich dem Einflusse des grellen Lichtes, der Wasserbedeckung, der trockenen Luft 2c. durch entsprechende Veränderungen anzupassen, die andere nicht. Vermöchte das Protoplasma der Leinpflanze (Linum usitatissimum) in dem grünen Gewebe ebenso reichlich Anthokyan zu erzeugen, wie das Pfefferkraut (Satureja hortensis), so würde diese Pflanze dem Einflusse der starken Lichtwirkung in der alpinen Region nicht erliegen, sondern gleich dem Pfefferkraute dort blühen und Früchte reifen können. Wäre das Protoplasma des gewöhnlichen Straußgrases (Agrostis vulgaris) befähigt, auch unter Wasser seine bauende Thätigkeit zu entfalten, dann würde diese Pflanze, sobald sie unter Wasser gesetzt wird, nicht absterben, sondern gleich dem ausläufertreibenden Straußgrase (Agrostis stolonifera) sich mit grünen, im Wasser flutenden Halmen und Blättern erhalten. Mit kurzen Worten: *Die Anpassung bewegt sich bei jeder Art innerhalb bestimmter Grenzen, welche in der spezifischen Konstitution des Protoplasmas begründet sind und nicht überschritten werden können.*

Von großer Bedeutung für die Geschichte der Arten ist die Frage, ob die durch den Wechsel des Bodens und Klimas bewirkten Veränderungen sich in der Nachkommenschaft erhalten, ob sie erblich werden können. Diese Frage kann natürlich nur durch Versuche gelöst werden und zwar durch Versuche, bei welchen auf alle möglichen Fehlerquellen Rücksicht genommen wird. Die letztere Bemerkung ist nicht ohne Absicht an diese Stelle gesetzt. Der Fehlerquellen sind nämlich bei solchen Versuchen sehr viele! Zwei derselben möchte ich mit Rücksicht auf den Umstand, daß meine eigenen in den Jahren 1863 und 1864 ausgeführten einschlägigen Versuche durch dieselben getrübt wurden, hier in Kürze besprechen. Es genügt nicht, daß man die Vorsicht gebraucht, bei den Aussaaten in die zum Vergleiche entsprechend zubereiteten Versuchsbeete stets nur die Samen von einem Stocke zu benutzen; es muß auch Sorge getragen werden, daß der Samenbildung bei diesem Stocke nicht etwa eine zweiartige Kreuzung der Blüten vorausging. Aus den Samen, welche im Jahre 1863 von einem im Innsbrucker botanischen Garten gepflegten Stocke des Dianthus alpinus abgenommen und in zwei Versuchsbeete mit verschiedenen Erdmischungen gelegt wurden, entwickelten sich auf der kalkfreien Erde einige Stöcke, welche in ihrer äußeren Erscheinung Anklänge an den Dianthus deltoides erkennen ließen, und es schien so, als würde sich der als kalkstet geltende Dianthus alpinus auf dem kalklosen Boden in Dianthus deltoides umwandeln. Die Samen des dem Dianthus deltoides genäherten Stockes wurden nun neuerdings in kalkfreie Erde ausgesät, aber die aus diesen Samen hervorgegangenen Stöcke zeigten keine weitere Annäherung zu Dianthus deltoides; sie hatten sich in allen ihren Merkmalen beständig gezeigt. Es wurde nun der ganze Versuch mit Dianthus alpinus von Anfang an wiederholt, aber diesmal hatte sich auf dem kalklosen Lehmboden der Dianthus alpinus nicht umgewandelt, und es drängte sich daher die Mutmaßung auf, daß die für eine Umwandlungsstufe des Dianthus alpinus in Dianthus deltoides gehaltene Pflanze ein Bastart aus diesen beiden Arten war. Um hierüber Gewißheit zu erlangen, wurde

künstlich eine Kreuzung der beiden Arten eingeleitet. Aus den Samen, welche das Ergebnis dieser Kreuzung waren, erwuchsen nun in der That Stöcke, welche den für Umwandlungsstufen gehaltenen vollständig glichen, und es konnte nun kein Zweifel mehr darüber herrschen, daß einige Narben an jenem Stocke des Dianthus alpinus, welcher das erste Mal die Samen zu den Versuchen geliefert hatte, durch Insekten mit dem Pollen von Dianthus deltoides belegt worden waren.

Häufig erfolgt die Täuschung auch dadurch, daß bei vielen Gewächsen die Jugendzustände von den ausgewachsenen Stöcken sehr abweichen. Die jungen Birken, welche aus den Samen der Betula verrucosa hervorgehen, tragen Blätter, welche einfach gesägt, dicht behaart und wie Samt anzufühlen sind. Dieselben sehen den Blättern der erwachsenen Stöcke von Betula alba oder pubescens täuschend ähnlich. Die Blätter der erwachsenen Bäume von Betula verrucosa erhalten dagegen eine ganz andere Form; sie erscheinen doppelt gesägt, sind kahl und fühlen sich starr und spröde an. Nur diese werden in den botanischen Werken als bezeichnend für Betula verrucosa beschrieben. Wer nun die Samen eines erwachsenen Baumes der Betula verrucosa aussät und aus diesen Samen Pflanzen hervorgehen sieht, welche eine andere Gestalt und Behaarung der Blätter zeigen, kommt leicht auf die Idee, es sei eine tiefgreifende wesentliche Umwandlung erfolgt, und er wird versucht, diese Umwandlung als unmittelbare Wirkung eines Wechsels äußerer Einflüsse anzusehen.

Daß auf diese Fehlerquellen und Täuschungen, welche bei den vor 27 Jahren von mir ausgeführten Versuchen ins Spiel gekommen waren, späterhin entsprechend Rücksicht genommen wurde, braucht nicht besonders versichert zu werden. Bei diesen späteren Versuchen, namentlich bei jenen, welche durch 6 Jahre in dem alpinen Versuchsgarten auf dem Blaser (2195 m) und zum Vergleiche in dem Garten bei meiner Villa Marilaun in dem hoch gelegenen tirolischen Gschnitzthale (1215 m), im botanischen Garten in Innsbruck (569 m) und im botanischen Garten der Wiener Universität (180 m) ausgeführt wurden, ergab sich in keinem Falle eine die Gestalt und Farbe dauernd verändernde Umwandlung. Wurden die im Thale geernteten Samen eines Stockes in der alpinen Region ausgesät, so traten an den dort aufgekeimten Pflanzen jene Veränderungen ein, welche im Vorhergehenden geschildert wurden. Diese Veränderungen zeigten sich auch an der Nachkommenschaft dieser Pflanzen, aber nur dann, wenn sie an derselben Stätte gezogen wurde, wo die Eltern gestanden hatten. Sobald die in der alpinen Region ausgebildeten Samen wieder auf den Versuchsbeeten des Innsbrucker oder Wiener botanischen Gartens ausgesät wurden, nahmen die aus denselben hervorgehenden Pflanzen sofort wieder die Gestalt und Farbe an, welche diesem Standorte entsprach. Die durch den Wechsel des Bodens und Klimas bewirkten Veränderungen der Gestalt und Farbe erhalten sich demnach nicht in der Nachkommenschaft; die Merkmale, welche als Ausdruck dieser Veränderungen in Erscheinung treten, sind nicht beständig, und die betreffenden Individuen sind demnach als Varietäten anzusehen, von welchen Linné in seiner „Philosophia botanica“ sagt: „Varietates tot sunt quot differentes plantae ex ejusdem speciei semina sunt productae. Varietas est planta mutata a causa accidentali: climate. solo, calore, ventis etc.; reducitur itaque in solo mutato.“

Der Einfluß der Verstümmelung auf die Gestalt der Pflanzen.

Wenn in einem Holzschlage Birken und Fichten nebeneinander aufwachsen und nach ein paar Jahrzehnten die Kronen der Birken über die Wipfel der Fichten zu stehen kommen, so ist das Wachstum der letzteren arg gefährdet. Bei jedem lebhaften Winde schlagen die

rutenförmigen Zweige der Birke auf die Gipfeltriebe der Fichten; dieſe welken und ſterben unter den oft wiederholten Rutenſchlägen allmählich ab. Sollte ſich ein Seitenzweig der Fichte emporrichten, um an Stelle des abgeſtorbenen Gipfels die ſenkrecht emporwachſende Hauptachſe des Bäumchens zu bilden, ſo wird auch dieſer alsbald wieder zu Tode gepeitſcht. Der Wipfel des Fichtenbäumchens iſt ein für allemal verſtümmelt und läßt dieſe Verſtümmelung noch nach Jahren, ſelbſt dann, wenn vielleicht die auf ihn ſo nachteilig wirkenden Birken längſt gefallen ſind, durch eine von der gewöhnlichen ſehr abweichende ſtumpfe Geſtalt der Krone erkennen. Auch noch viele andere Bäume führen miteinander derartige Gefechte, deren Ergebnis jedesmal die Verſtümmelung und Veränderung der Kronengeſtalt eines der Bäume iſt. Die Ahorne z. B. werden durch die langen, dornigen Äſte der Gleditſchie (Gleditschia triacanthos) entweder ganz aus dem Felde geſchlagen oder erhalten infolge der Vernichtung der gegen die Gleditſchie gewendeten Zweige eine einſeitige Krone.

Wie ſich das Ausſehen der Fichte, Lärche, Buche und des Heidekrautes durch die Angriffe der Wiederkäuer, zumal der Ziegen, verändert, wurde in Band I, S. 414 geſchildert, und es ſei hier bemerkt, daß häufig auch die Kiefern und Wachholder in dieſer Weiſe verſtümmelt werden. Die Verſtümmelung hat in dieſen Fällen zur Folge, daß ſich aus den Knoſpen an der Baſis der abgebiſſenen Zweige im nächſten Jahre Seitenzweige entwickeln, welche ſonſt nicht zur Entwickelung gekommen ſein würden. Im übrigen iſt eine Veränderung an den verſtümmelten Stöcken nicht wahrzunehmen. Viel tiefgreifender ſind die Folgen, wenn durch Schneedruck und Stürme die Bäume nahe dem Boden abgebrochen werden, wenn dem Beile des Holzhauers die Stämme des Waldes und der Senſe des Mähers die auf der Wieſe ſtehenden Stämmchen junger Bäume und Sträucher zum Opfer fallen, wenn durch einen Nachtfroſt im Frühlinge alle jungen Sproſſe erfrieren oder wenn durch Raupen ſämtliche Blätter abgefreſſen werden und die Zweige wie im Winter entlaubt in die Lüfte ragen. In dieſen Fällen kommen entweder aus den „ſchlafenden Augen“ des Stammes oder aus den Reſerveknoſpen der Äſte und Zweige, oder endlich aus Knoſpen, welche an den Wurzeln unter der Erde angelegt werden, neue Sproſſe zum Vorſcheine. Die Blätter dieſer unter dem Namen Loden bekannten Sproſſe weichen von jenen der abgebrochenen, abgefreſſenen, abgeſchnittenen oder erfrorenen Zweige in ſehr auffallender Weiſe ab. Die Blätter aus der Krone der Eſpe (Populus tremula) ſind im ausgewachſenen Zuſtande ſtarr und kahl, die von einem langen Stiele getragene Spreite iſt kreisrund und am Rande grob gekerbt und wellig. Die in der Spreite verlaufenden Seitenſtränge löſen ſich gegen den Rand zu in ein Netz auf, in welchem nirgends kräftige, bogenförmige Verbindungen hervortreten. Die Blätter der aus der Baſis eines verſtümmelten Stammes oder aus den Wurzeln hervorbrechenden Loden ſind weich und beiderſeits mit kurzen Flaumhaaren dicht bedeckt; die von kurzen Stielen getragene Spreite iſt herzförmig und am Rande mit zahlreichen nach vorne gerichteten Kerbzähnen beſetzt. Die in der Spreite verlaufenden Seitenſtränge löſen ſich gegen den Rand zu in ein Netz auf, in welchem kräftige, bogenförmige Verbindungen deutlich hervortreten. Die Blätter aus der Krone der Stieleiche (Quercus pedunculata) ſind tief ausgebuchtet und an der Baſis mit zwei ſogenannten Öhrchen verſehen; jene der Loden ſind ganzrandig oder kaum gelappt und an der Baſis nicht geöhrlt. An der Rotbuche (Fagus silvatica) erſcheinen die Blätter der Loden am Rande mehr oder weniger deutlich geſägt, während jene an den Zweigen der Krone ganzrandig ſind. An dem ſchwarzen Maulbeerbaume (Morus nigra) und an dem Papier-Maulbeerbaume (Broussonetia papyrifera) ſind die Blätter der Loden in der mannigfachſten Weiſe ausgebuchtet und mehr oder weniger tief gelappt, jene der Baumkrone dagegen herzförmig, am Rande gekerbt, aber nicht gelappt. Die Blätter an den Loden der warzigen Birke (Betula verrucosa) ſind einfach geſägt und ſamtig behaart, jene an den Zweigen der Krone erſcheinen doppelt geſägt

und kahl. Die Blätter an den Loden der geöhrlten Weide (Salix aurita) sind kahl, breit eiförmig, ziemlich glatt, und die Stränge in der Spreite bilden ein weitmaschiges Netz; die Blätter an den nicht verstümmelten Zweigen dieses Strauches sind im vorderen Drittel verbreitert, grau behaart, stark gerunzelt, und die Stränge in der Spreite bilden ein engmaschiges Netzwerk. An der rosmarinblätterigen Weide (Salix rosmarinifolia) sind die Blätter der Loden doppelt bis dreifach so breit als jene der nicht verstümmelten Zweige; auch sind sie kahl, während jene der nicht verstümmelten Zweige seidenhaarig und silberglänzend sind. So ließen sich noch Hunderte von Bäumen und Sträuchern aufführen, an welchen die Verschiedenheit der Laubblätter an den Loden und an den Zweigen der nicht verstümmelten Krone ersichtlich ist. Es genügen aber die wenigen genannten Beispiele, und nur der Spitzahorn (Acer platanoides) soll noch erwähnt werden, weil an den Abbildungen desselben in Band I gezeigt werden kann, welche Bedeutung dieser Verschiedenheit der Laubblätter eigentlich zukommt. Die Laubblätter aus der Krone des Spitzahorns (s. Abbildung, Band I, S. 386 und 389) sind langgestielt, die Spreite derselben ist 5—7lappig, die einzelnen Lappen sind kurz und mit mehreren lang ausgezogenen, spitzen Zähnen besetzt; die Laubblätter der Loden sind dagegen bei diesem Ahorne kurzgestielt, die Spreite ist seicht dreilappig, jeder Lappen dreieckig und ohne verlängerte spitze Zähne. Diese Blätter der Loden gleichen vollständig den untersten Laubblättern des Spitzahorns, welche die Abbildung in Band I, S. 10, Fig. 3 aufweist. Dasselbe gilt nun auch von den Blättern an den Loden der anderen Holzpflanzen. Die aus Reserveknospen, schlafenden Augen und dergleichen hervorgehenden Triebe wiederholen gewissermaßen den Anfang des Sproßblattstammes, und es ist demnach die Erscheinung nichts anderes als die gewöhnliche Metamorphose der Laubblätter. Bei den Holzgewächsen mutet diese Verschiedenheit der älteren und jüngeren, beziehentlich der unteren und oberen Laubblätter den Beschauer nur darum etwas befremdlich an, weil man die zweierlei Blattformen nicht gleichzeitig an einem und demselben Stocke zu sehen gewohnt ist. Wenn die Laubkrone eines Baumes ihre Ausbildung erreicht hat, sind die ersten, ältesten Laubblätter, welche das jugendliche Bäumchen schmückten, längst nicht mehr vorhanden. Die beschreibenden Botaniker nehmen aber gewöhnlich nur auf die Laubblätter der ausgewachsenen Bäume und Sträucher Rücksicht; viele derselben haben die ersten Laubblätter der verbreitetsten Gehölze kaum jemals gesehen, und wenn ihnen gelegentlich einmal ein solches Blatt zu Gesicht kommt, halten sie es für eine außerordentliche Erscheinung, erklären die Sprosse mit den ungewöhnlichen Blättern für „Knospenvariationen“ und knüpfen an deren Auftreten gewagte und verwirrende Hypothesen. Die in Rede stehende Gestaltänderung hat aber mit der Bildung von Varietäten nichts zu thun; denn sie ist weder von dem Einflusse des Bodens noch von den Einwirkungen des Klimas abhängig. Auch erhält sich die Form, welche die Blätter der Loden zeigen, nicht an den aus den Loden weiterhin hervorgehenden Sprossen. Diese sind vielmehr gerade so wie die über der Basis des Sproßblattstammes folgenden Sprosse wieder mit dem Laube geschmückt, welches den Zweigen der Krone bei dem betreffenden Baume oder Strauche zukommt.

Was hier von den Laubblättern der Holzpflanzen gesagt ist, gilt auch von den Veränderungen, welche die Hochblätter dieser Pflanzen infolge von Verstümmelung der Zweige erfahren. Wenn Weidenzweige, an deren unterer Hälfte bereits die Knospen von Blütenkätzchen angelegt sind, durch Abschneiden ihrer oberen mit Laubknospen besetzten Hälfte verstümmelt werden, so verändern sich die kleinen bleichen Deckblättchen an der Basis der Blütenkätzchen in grüne Laubblätter; auch verlängert sich die Achse, welche diese Blätter trägt, und die Blütenkätzchen bilden dann den Abschluß eines belaubten Sprosses. Manche Weiden, z. B. Salix cinerea und grandifolia, erhalten zwar durch diese Metamorphose

ein von dem gewöhnlichen sehr abweichendes Aussehen; indes schon im darauffolgenden Jahre zeigen die mit Blütenkätzchen besetzten Zweige, vorausgesetzt, daß sie nicht neuerdings verstümmelt wurden, wieder kurze, mit kleinen bleichen Schuppen besetzte Kätzchenstiele.

Die Verstümmelung der krautartigen Pflanzen erfolgt durch die auf Pflanzenkost angewiesenen Tiere, namentlich Insekten und Säugetiere, und in großartigem Maßstabe durch den Menschen beim Abmähen der Wiesen und des Getreides sowie bei den anderen im Interesse der Landwirtschaft notwendigen Eingriffen in die urwüchsige Pflanzendecke. Die Veränderungen, welche diese Verstümmelungen in der Region der Laubblätter zur Folge haben, sind der Hauptsache nach dieselben wie bei den Holzpflanzen. Aus den zurückgebliebenen Stummeln der Stengel entspringen Seitensprosse, deren erste Laubblätter mit den ersten Laubblättern der Keimlinge übereinstimmen. In den meisten Fällen sind diese Laubblätter weniger zerteilt und weniger behaart als die Laubblätter an den Sprossen der nicht verstümmelten Pflanzen und erhalten dadurch ein auffallend anderes Gepräge. In der Blütenregion werden die Folgen der Verstümmelung in zweifacher Richtung ersichtlich, zunächst durch eine Verlängerung der Blütenstiele oder der Seitenachsen, welche von Blütenständen abgeschlossen sind, und dann durch die Verkleinerung der Blumen. Wenn z. B. der mit einem Köpfchen abschließende, in bester Entwickelung begriffene Stengel des unter dem Namen Orakelblume bekannten Chrysanthemum Leucanthemum nahe über dem Boden abgeschnitten wird, so entwickeln sich aus den Achseln der untersten zurückgebliebenen Blätter lange, schlanke Seitenstengel, deren jeder ein Blütenköpfchen trägt. Der Hauptstengel erscheint dann vom Grunde aus verästet, was an den nicht verstümmelten Stöcken niemals der Fall ist. Wird der Stengel des gemeinen Fingerhutes (Digitalis ambigua) ungefähr in der Mittelhöhe, im Frühlinge abgeschnitten, so treiben aus den Achseln der dicht unterhalb der Schnittstelle stehenden Blätter lange Blütentrauben hervor, die Blüten derselben sind aber nahezu um die Hälfte kleiner als jene, welche an dem unverstümmelten Hauptstengel zum Vorscheine gekommen sein würden. Der Stengel der Althaea pallida erhebt sich, wenn er in seiner Entwickelung nicht gestört wird, meterhoch über den Boden und trägt in den Achseln der oberen Blätter kurzgestielte, in Büschel gruppierte Blüten. Wird der Stengel abgestutzt, so sprießen aus den Achseln der zurückgebliebenen Laubblätter Seitenstengel hervor, welche langgestielte kleine Blüten tragen. Besonders lehrreiche Beispiele liefern auch die zwischen dem Getreide wachsenden, einjährigen Feldunkräuter Delphinium Ajacis, Nigella arvensis, Stellera Passerina und dergleichen, deren Hauptstengel bei dem Getreideschnitte abgestutzt werden, und welche dann aus den zurückbleibenden Stummeln verhältnismäßig lange Äste mit kleinen Blüten ausbilden. Wenn von einer krautartigen Pflanze, deren Hauptstengel mit einer langen Traube abschließt, nicht die ganze Blütentraube, sondern nur einzelne Blütenknospen weggenommen werden, und zwar in der Reihenfolge von unten nach oben, und jedesmal kurz bevor sie sich öffnen, so verlängert sich die Traubenspindel ganz außerordentlich, und es kommen am Ende derselben Blütenknospen zur Entwickelung, welche sich beim Unterbleiben der Verstümmelung gewiß nicht entfaltet haben würden. So z. B. verlängert sich die Spindel der Blütentraube des roten Fingerhutes (Digitalis purpurea), welche in der angegebenen Weise verstümmelt wird, um mehr als das Doppelte und entwickelt doppelt so viel Blüten wie es sonst der Fall gewesen wäre. Die letzten und obersten Blüten sind an solchen Trauben aber um die Hälfte kleiner als jene, welche an den nicht verstümmelten Trauben ausgebildet werden.

Hier ist auch der ausdauernden Wiesenpflanzen zu gedenken, welche durch die Verstümmelung bei dem Abmähen angeregt werden, noch in demselben Jahre jene Blütenstengel zu entwickeln, welche sonst erst im darauffolgenden Jahre zur Blüte gekommen sein würden. In den Alpenthälern ist es eine sehr gewöhnliche Erscheinung, daß auf den Wiesen, welche

im Frühsommer gemäht wurden, im Herbste die Blüten der Frühlingspflanzen Anemone vernalis, Geranium silvaticum, Gentiana verna, Polygonum Bistorta, Primula elatior und farinosa, Trollius europaeus ꝛc. erscheinen. Was an diesen Blüten sofort auffällt, ist ihre Kleinheit. Ihr Durchmesser ist im Vergleiche zu jenem der Frühlingsblüten wenigstens um ein Drittel verringert. Zum Schlusse mag noch an das schon bei anderer Gelegenheit besprochene gärtnerische Kunststück, durch Verstümmelung aus der einjährigen Resedapflanze ausdauernde Stöcke mit verholztem Stamme heranzuziehen (s. S. 448) erinnert werden. Auch der durch Verstümmelung in Verbindung mit Pfropfung hervorgebrachten Zwergsträucher und Zwergbäumchen, namentlich der so überaus fremdartig aussehenden kleinen Epheubäumchen, welche durch Pfropfen blütentragender Zweige des Epheus auf spannenhohe aufrechte Stämme erzeugt werden, und der von den Japanern mit Vorliebe gezogenen zwergigen Koniferen, soll hier gedacht sein

Es ist wiederholt vorgekommen, daß verstümmelte Stöcke von den Gärtnern und beschreibenden Botanikern als andere Arten, Bastarte oder Varietäten erklärt und bezeichnet wurden. Sie sind weder das eine noch das andere. Das eigentümliche Aussehen der infolge von Verstümmelungen veränderten Pflanzenglieder ist bei jeder Art schon im vorhinein genau bestimmt, es ist in der spezifischen Konstitution der Art begründet und gehört also zum Wesen der betreffenden Art. Dasselbe wird auch nicht durch jene äußeren Einflüsse veranlaßt, welche zur Varietätenbildung führen, sondern erfolgt unabhängig von den Einflüssen des Klimas und Bodens aus innerer Notwendigkeit.

Veränderung der Gestalt durch schmarotzende Sporenpflanzen.

Eine namhafte Zahl mittel- und südeuropäischer Bäume und Sträucher trägt auf einzelnen Ästen struppige, vielverzweigte Gebilde, welche, von ferne gesehen, großen Vogelnestern oder Besen ähnlich sehen, und die der Volksmund mit dem Namen „Hexenbesen" belegt hat. Sie gelten als eine Krankheit, von welcher die betreffenden Bäume und Sträucher befallen wurden, und der Name weist darauf hin, daß man ihre Entstehung mit den Hexen in Verbindung brachte. Die Hexen besitzen nach dem Volksglauben die Fähigkeit, Menschen, Tieren und Pflanzen Krankheiten „anzuwünschen", und beim Anblicke der seltsamen, struppigen, krankhaften Gebilde auf den Bäumen mochte sich den Hexengläubigen der Gedanke aufgedrängt haben, daß diese Krankheit von den Hexen veranlaßt wurde, um bei dem Blocksbergritte Besen zur Hand zu haben. Andere Krankheiten von Pflanzen brachte man auf Rechnung außergewöhnlicher Witterungsverhältnisse, zumal lang anhaltenden Regens oder großer Dürre. Es ist noch nicht lange her, seit man zur Einsicht kam, daß als Ursache der meisten Krankheiten, welche die Bäume, Sträucher und Kräuter befallen, Sporenpflanzen zu gelten haben, und daß die Witterungsverhältnisse nur insofern eine Rolle spielen, als sie die Ansiedelung und Entwickelung dieser Sporenpflanzen hemmen oder begünstigen.

Die in Rede stehenden Sporenpflanzen sind durchweg Schmarotzer. Sie nisten sich in das Gewebe ihrer Wirtpflanzen ein und haben früher oder später das Absterben der betroffenen Teile, nicht selten auch den Tod der ganzen Wirtpflanze zur Folge. Das lebendige Protoplasma in den Zellen und Geweben der Wirtpflanze, auf welches der Schmarotzer Einfluß nimmt, erfährt tiefgreifende Veränderungen in seiner Zusammensetzung. Ein Teil der betroffenen Zellen wird ausgesaugt, das lebendige Protoplasma derselben sozusagen aufgezehrt, und solche Zellen sind selbstverständlich dem Untergange geweiht. Ein anderer Teil wird nicht getötet, sondern umgewandelt. Diese Umwandlung betrifft in erster Linie die Konstitution der lebendigen Protoplasten, welche ihre Entwickelung noch nicht abgeschlossen

haben, und iſt am beſten mit jener Umwandlung flüſſiger Stoffe zu vergleichen, welche unter dem Namen Gärung bekannt iſt (ſ. Band I, S. 475). Wie bei der Gärung durch den Einfluß lebendiger Hefezellen die chemiſche Zuſammenſetzung der umgebenden Flüſſigkeit verändert, die vorhandenen chemiſchen Verbindungen in derſelben erſchüttert, zerlegt und geſpalten und das Entſtehen neuer Verbindungen angeregt wird, ſo auch hier im Inneren der lebendigen Pflanze im Bereiche eines ſaftreichen, wachstumsfähigen Gewebes, beziehentlich eines Verbandes von Protoplaſten, welche noch die Fähigkeit beſitzen, auf Koſten aufgenommener Stoffe ſich weiter auszugeſtalten, an Umfang zuzunehmen und ſich durch Teilung zu vervielfältigen. Die Umwandlung beſchränkt ſich aber hier nicht nur auf die Spaltung der ſchon vorhandenen chemiſchen Verbindungen, welche man ſich als eine andere Gruppierung der ſchon vorhandenen Moleküle vorſtellt, ſondern es entſteht ſozuſagen ein neues Protoplasma und zwar dadurch, daß ein Teil von dem Protoplasma der eingedrungenen ſchmarotzenden Zellen mit dem Protoplasma in den Zellen der Wirtpflanze verſchmilzt.

Wenn ein ſolches neues Protoplasma mit gründlich geänderter Konſtitution ſich weiter entwickelt, wenn ſich dasſelbe teilt und zu einem Gewebekörper ausgeſtaltet, ſo kann dieſer nicht mehr jene Formen zeigen, welche ohne Einfluß des Schmarotzers zu ſtande gekommen wären. Derſelbe wird auch äußerlich umgeſtaltet in Erſcheinung treten oder mit anderen Worten, derjenige Teil der Wirtpflanze, welcher von dem Schmarotzer befallen, aber nicht getötet wurde, ſondern weiter wächſt und an Umfang zunimmt, wird infolge der Veränderungen, welche ſein Protoplasma erfahren hat, auch äußerlich eine andere Geſtalt zur Schau tragen.

Man nennt ſolche durch ſchmarotzende Sporenpflanzen veränderte Gewebekörper *Krebſe*. In den meiſten Fällen zeigen ſie nicht nur eine von der Umgebung abweichende Geſtalt, ſondern auch ein übermäßiges Wachstum, was man als Hypertrophie zu bezeichnen pflegt. Ohne Zweifel wird die Hypertrophie durch einen von dem Schmarotzer ausgehenden Reiz veranlaßt. Wenn infolge der reichlichen Zufuhr von Baustoffen zu dem über das gewöhnliche Maß ſich entwickelnden krebſig entarteten Gewebe auch dem Schmarotzer ein reichlicher Vorrat von Nährſtoffen zur Verfügung geſtellt wird, ſo kann man den Schluß ziehen, daß die Bedeutung der Hypertrophie in der Zufuhr reichlicher Nahrung für den Schmarotzer liegt. In vielen Fällen wird aber durch das hypertrophierte Gewebe nur ein Schutzwall gegen das weitere Übergreifen des Schmarotzers hergeſtellt. Es enthält dasſelbe dann keine Nährſtoffe, welche ſich der Schmarotzer nutzbar machen könnte, ſondern wird vorzüglich aus Korkzellen aufgebaut, welche zu zerſtören oder aufzuzehren der Schmarotzer nicht im ſtande iſt. Man könnte ein ſolches Gewebe mit dem ſogenannten Wundkorke vergleichen, welcher ſich nach Verletzungen der Pflanzen an den von der Oberhaut entblößten Stellen oder auch an anderen Wunden einſtellt und dieſe allmählich als ſchützende Schicht überwallt.

Der Bildungsherd der Krebſe iſt manchmal nur auf einen kleinen Teil der befallenen Pflanze beſchränkt; in anderen Fällen ſind ganze Blätter und Zweige und bisweilen ſogar umfangreiche Sproſſe krebſig entartet und umgeſtaltet. Zum Zwecke einer *Überſicht der vielerlei Geſtalten der Krebſe* dürfte es am zweckmäßigſten ſein, ſich an die hier angedeutete Reihenfolge zu halten und zunächſt mit den einfachſten Formen zu beginnen.

Als einfachſte Formen gelten diejenigen *Krebſe, welche ſich als Entartung und Umgeſtaltung einiger weniger Zellen inmitten eines umfangreichen unveränderten Gewebes darſtellen*. Sie werden vorzüglich durch Schmarotzer aus den Gattungen Rozella, Synchitrium, Exobasidium und Gymnosporangium veranlaßt. Die zu den Waſſerſchimmeln (Chitridiaceen) gehörende Rozella septigena entwickelt Schwärmſporen, von welchen die verſchiedenen Arten der Gattung Saprolegnia überfallen werden. Die Schwärmſporen des Schmarotzers ſiedeln ſich an jenen ſchlauchförmigen Zellen der betroffenen

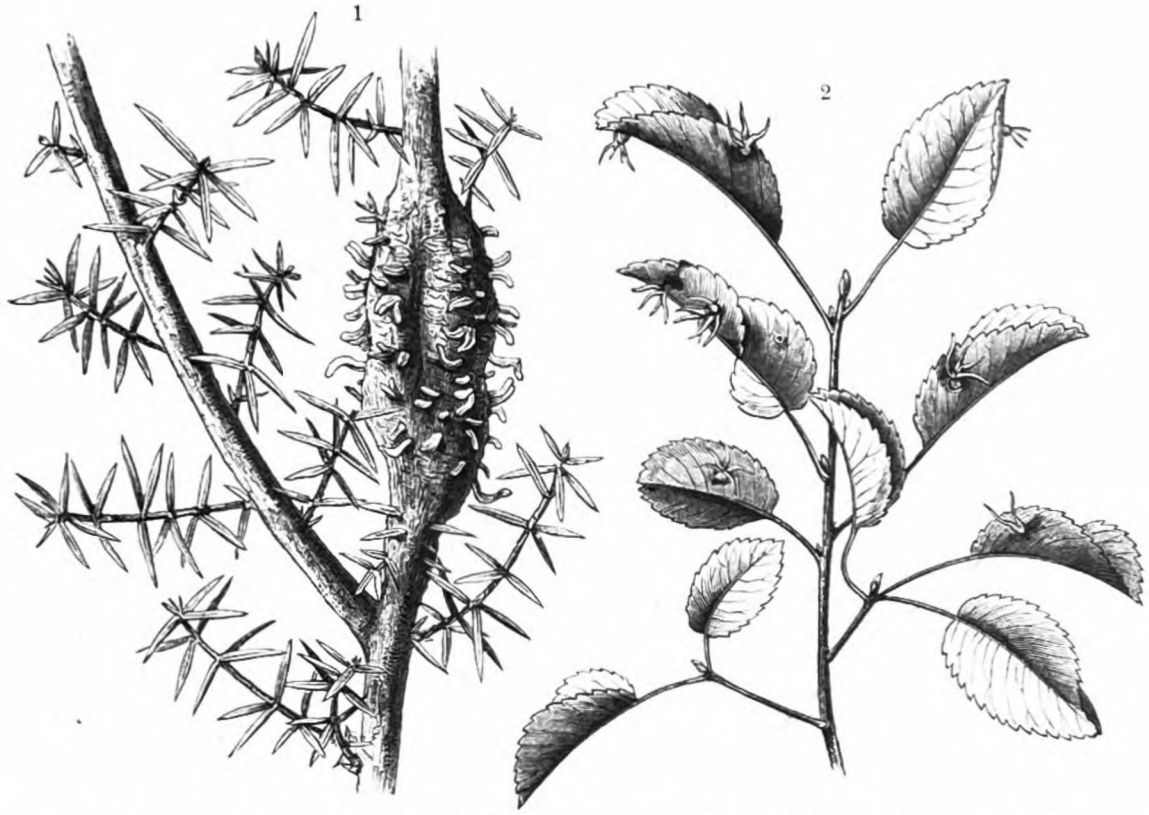
Saprolegnia an, deren protoplasmatischer Inhalt eben im Begriffe steht, sich zu teilen und selbst Schwärmsporen zu bilden. Infolge der Ansiedelung des genannten Schmarotzers unterbleibt dieser Vorgang; dagegen fächert sich die schlauchförmige Zelle, welche sich zu einem Sporangium der Saprolegnia hätte ausbilden sollen, in kurze tonnenförmige Zellen, deren jede zu einem Sporangium der Rozella septigena wird. Außerdem entwickeln sich an der überfallenen Zelle der Saprolegnia auch noch seitliche Aussackungen, welche kugelig anschwellen, und von welchen jede eine Dauerspore des Schmarotzers enthält. Durch die schmarotzenden Arten von Synchitrium werden einzelne Zellen der Oberhaut an den Blättern der Wirtpflanzen vergrößert und wölben sich über die anderen unveränderten Zellen empor. Die nicht seltenen Arten Synchitrium Anemones und Taraxaci veranlassen nur ein unbedeutendes Emporwölben, und die Vergrößerung der befallenen Zellen beträgt kaum mehr als das Vierfache, ja oft nur das Doppelte des gewöhnlichen Umfanges. Dagegen erheben sich die durch den Einfluß des Synchitrium Myosotidis krebsig entarteten Oberhautzellen an den Blättern des Vergißmeinnichts (Myosotis) als verhältnismäßig große kolbenförmige, flaschenförmige oder eiförmige Blasen von goldgelber oder rötlichgelber Farbe, und jede derselben enthält den Schmarotzer, beziehentlich dessen Sporen. Auch sind die von Synchitrium Myosotidis befallenen Stellen des Blattes auffallend verdickt; es verschwinden daselbst die palissadenförmigen Zellen sowie die mit Luft gefüllten Räume des sogenannten Schwammparenchyms (s. Band I, S. 257), und das Gewebe besteht nur aus großen gleichgestalteten, ohne Zwischenräume aneinander schließenden Zellen. An dem durch Synchitrium pilificum auf Potentilla Tormentilla erzeugten Krebs ist die sehr vergrößerte Zelle, in welcher der Schmarotzer nistet, und die man als Nährzelle bezeichnet, von den angrenzenden hypertrophierten Zellen überwuchert; auch erheben sich einige der angrenzenden Zellen in Form von Haaren, und die ganze Neubildung macht den Eindruck einer behaarten Warze.

Der auffallendste, von einem eng begrenzten Abschnitte des Gewebes ausgehende Krebs wird durch Exobasidium Vaccinii auf den Laubblättern der Alpenröschen (Rhododendron hirsutum und ferrugineum) veranlaßt. Von einem Punkte des Laubblattes, gewöhnlich von der an der unteren Seite etwas vorspringenden Mittelrippe, erhebt sich ein kugeliger, schwammiger Körper, bald nur von der Größe einer Erbse, bald so groß wie eine Kirsche, ja bisweilen sogar vom Umfange eines kleinen Apfels. Derselbe hat eine gelbliche Farbe, ist an der dem Sonnenlichte ausgesetzten Seite wie ein Apfel rotbackig und erinnert auch dadurch an eine Apfelfrucht, daß sein Gewebe saftreich ist und einen süßlichen Geschmack besitzt. Die Oberfläche ist mit einem reifartigen Beschlage versehen, der aber nicht wie der Reif an der Apfelschale aus Wachs besteht, sondern durch die zahlreichen dort sich ausbildenden Sporen gebildet wird. Die Verbindungsstelle dieses Krebses mit dem befallenen Blatte mißt nicht mehr als 1—2 mm und, was besonders bemerkenswert, das befallene Blatt ist, abgesehen von dieser eng begrenzten Verbindungsstelle, nicht verändert.

Seltsame Gestalten zeigen auch die auf den Blättern des Vogelbeerbaumes, des Birnbaumes, der Felsenmispel und anderer Pomaceen durch die Gymnosporangien erzeugten Krebse. Einer derselben, welcher auf dem Laube der Felsenmispel (Aronia rotundifolia) durch Gymnosporangium conicum erzeugt wird, erscheint auf S. 514, Fig. 2 abgebildet. Derselbe stellt einen von der unteren Blattseite sich erhebenden, mit Hörnchen besetzten Höcker dar. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß der Höcker aus dem eigentümlich umgewandelten Schwammparenchym des Blattes besteht. Die sonst mit Luft gefüllten Hohlräume des Schwammparenchyms sind ganz mit den Fäden des Myceliums ausgefüllt, und in den vorgewölbten Teil des Höckers, welcher sehr fest und fast knorpelig ist, sieht man Röhren eingesenkt, welche sich an dem einen Ende, wo die Sporen des Schmarotzers ausgebildet werden, als Blindsäcke darstellen, während sich an dem anderen Ende eine mit Fransen umrandete

Öffnung findet, durch welche die Sporen herausfallen. Dem unbewaffneten Auge erſcheinen dieſe Röhren als Hörnchen. Gewöhnlich finden ſich an einem einzigen Laubblatte mehrere ſolche Krebſe nebeneinander. Sie fallen ſchon von fern durch ihre Farbe auf. Indem nämlich genau ſo weit, als ſich das Mycelium des Schmarotzers ausbreitet, das Chlorophyll zerſtört wird und an Stelle desſelben ein rotgelber Farbſtoff tritt, entſtehen auf der Fläche des Laubes rotgelbe Flecken, welche ſich von dem Grün des umgebenden unveränderten Teiles lebhaft abheben.

Krebſe, welche von beſchränkten, eng umgrenzten Stellen der Stämme ausgehen, ſind verhältnismäßig ſelten. Einer der merkwürdigſten wird an den Stämmen des Lorbeers Laurus Canariensis durch den Schmarotzer Exobasidium Lauri hervorgerufen. Derſelbe



Krebſe: 1. Krebs an dem Stamme des Wachholders (Juniperus communis), verurſacht durch Gymnosporangium clavariaeforme. — 2. Krebſe an den Blättern der Felſenmiſpel (Aronia rotundifolia), verurſacht durch Gymnosporangium conicum). Vgl. Text, S. 513—515.

macht, wenn er über der Rinde zum Vorſcheine kommt, den Eindruck einer Luftwurzel, wächſt aber in kurzer Friſt zu einem ſchwammigen, verzweigten Körper heran, der die Länge von 8—12 cm erreicht und dann mit einem jener Schwämme verglichen werden könnte, die unter dem Namen Keulenſchwämme (Klavariaceen) bekannt ſind. Von Krebſen, welche an beſchränkten Stellen der Wurzeln ſichtbar werden, kennt man die erbſen- bis walnußgroßen Auswüchſe, welche durch Entyloma Aschersonii und Magnusii an den Korbblütlern Helichrysum arenarium und Gnaphalium luteo-album hervorgerufen werden. Ob die an den Wurzelfaſern vieler Hülſengewächſe, namentlich jenen des Hornklees (Lotus corniculatus), des Bocksklees (Trigonella foenum graecum), Wundklees (Anthyllis Vulneraria), der Lupine (Lupinus variabilis) und des Süßholzes (Glycyrrhiza glabra), vorkommenden kugeligen Knöllchen als Krebſe anzuſehen ſind, und ob ſie durch die in ihrem Inneren regelmäßig beobachteten Bakterien veranlaßt werden, iſt fraglich. Nach den neueſten Unterſuchungen ſoll hier ein beſonderer Fall von Ernährungsgenoſſenſchaft (ſ. Band I, S. 224) vorliegen.

Krebſige Wucherungen, welche ganze Wurzeln oder Wurzeläſte betreffen, findet man an der Erle (Alnus glutinosa) und an der Kohlpflanze (Brassica oleracea). Der Krebs, welcher auf den Erlenwurzeln durch Schinzia Alni veranlaßt wird, erreicht die Größe einer Walnuß und hat das Anſehen eines Gekröſes. Er kommt dadurch zu ſtande, daß ſich die ſämtlichen Faſern des betreffenden Wurzelaſtes keulenförmig oder knollig verdicken und dann nur mehr durch enge, vielfach gewundene Zwiſchenräume voneinander getrennt ſind. Die ſogenannte Kohlhernie, welche durch den Schleimpilz Plasmodiophora Brassicae hervorgerufen wird, iſt eine krebſige Entartung der Wurzel von Brassica oleracea, welche nicht ſelten zur Größe eines Menſchenkopfes heranwächſt.

Krebſe, welche umfangreiche Stammſtücke ſowohl in ihrem inneren Baue als im äußeren Anſehen verändern, werden an zahlreichen Holzpflanzen beobachtet. Der Schmarotzer niſtet ſich im Rindenparenchym ein, veranlaßt daſelbſt eine Hypertrophie, und dazu kommen nachträglich noch die mannigfaltigſten Störungen und Veränderungen im Holze des betreffenden Stammſtückes. Der Stamm, Aſt oder Zweig erſcheint ſtark gewulſtet oder knotig aufgetrieben, die Rinde mannigfaltig zerſchrunden und zerriſſen, und aus den Riſſen der Wucherung fließt bisweilen Harz oder ein gummiartiger Schleim hervor. Da ein ſolcher Schmarotzer mehrere Jahre hindurch ſeine umgeſtaltende Thätigkeit ausübt, ſo nimmt der Krebs von Jahr zu Jahr an Umfang zu. Alljährlich kommen auch an der krebſig entarteten Stelle Sporenträger von mannigfaltiger Geſtalt und Farbe zum Vorſcheine, welche aber, nachdem die Sporen ausgeſtreut ſind, wieder verſchwinden. Der Teil des Stammes oder Aſtes oberhalb der Krebsgeſchwulſt verkümmert und ſtirbt früher oder ſpäter ab. Nur in ſeltenen Fällen vermag ſich der Baum oder Strauch des Schmarotzers dadurch zu entledigen, daß die krebſig entartete Stelle von den angrenzenden geſunden Stammteilen aus mit Holz und Kork ganz überwallt und ſo der Schmarotzer vernichtet wird. Der auf den Stämmen und Äſten des gewöhnlichen Wachholders (Juniperus communis) durch Gymnosporangium clavariaeforme veranlaßte Krebs iſt als Beiſpiel für dieſe Form auf S. 514, Fig. 1 abgebildet. Auf den Wachholderarten werden übrigens durch Gymnosporangium conicum, Sabinae und tremelloides auch noch andere Krebſe veranlaßt, deren Unterſchiede eingehender zu beſchreiben aber zu weit führen würde. Doch iſt es wichtig, hier zu bemerken, daß jeder dieſer Schmarotzer in zweierlei Entwickelungsſtufen vorkommt, welche auf verſchiedenen Wirtpflanzen leben und auf jeder Wirtpflanze ein anders geſtaltetes Krebsgebilde erzeugen. Die Äcidiumſtufe erzeugt auf dem Laube verſchiedener Pomaceen (Aronia, Crataegus, Pirus, Sorbus) an beſchränkten Stellen knorpelige Anſchwellungen (ſ. S. 513), die Teleutoſporenſtufe dagegen an den Wachholdern (Juniperus communis, excelsa, Sabina) Verdickungen und knollige Auftreibungen der Stämme.

Der auf den Stämmen und Äſten der Lärche (Larix Europaea) angeſiedelte Schmarotzer Helotium Willkommii oder Peziza Willkommii veranlaßt daſelbſt Anſchwellungen, welche im Laufe der Jahre an Umfang zunehmen und bisweilen die Größe einer Mannesfauſt erreichen. Der Schmarotzer, welcher ſich an einer Seite des Stammes oder Aſtes angeſiedelt hat, durchwuchert dort zunächſt das Rindenparenchym und nimmt auf das Holz inſofern Einfluß, als an der befallenen Stelle die weitere Ausbildung desſelben unterbleibt. Auf der gegenüberliegenden Seite des Stammes kann die Entwickelung des Holzes, beziehentlich der Jahresringe noch mehrere Jahre hindurch fortgehen, wodurch die krebſig entartete Stelle des Stammes das Anſehen einer hohlen Hand, einer Kniekehle oder eines muſchelförmig vertieften Körpers erhält, was insbeſondere dann ſehr auffallend hervortritt, wenn das Holz und die Rinde in der Umgebung der Anſiedelungsſtelle des Schmarotzers eine über das gewöhnliche Maß hinausgehende Verdickung erfahren hat. Aus den Riſſen des befallenen Stammſtückes fließt Harz hervor, und alljährlich erſcheinen dort über der Rinde die

Sporenträger in Geſtalt zahlreicher größerer und kleinerer Schüſſelchen, welche an der Außenſeite weiß, an der ausgehöhlten Seite ſcharlachrot gefärbt ſind. Die befallenen Stämme und Äſte ſind im Spätſommer ſchon von fern dadurch kenntlich, daß die Nadeln an den Zweigen oberhalb der krebſigen Stelle vergilben, während die Nadeln an den geſunden Zweigen noch im ſchönſten Grün prangen. Dieſes frühzeitige Vergilben iſt das ſicherſte Anzeichen des baldigen gänzlichen Abſterbens des betroffenen Aſtes. Auch an der Edeltanne (Abies pectinata) wird ein ähnlicher Krebs durch Aecidium elatinum hervorgerufen; doch ſtellt ſich derſelbe nicht wie der Lärchenkrebs als einſeitige, ſondern als gleichmäßige, rings um das befallene Stück des Aſtes gehende Anſchwellung dar. Ebenſo erſcheinen Krebſe auf den Obſt-



Krebſe und Gallen: 1. Krebs an den Deckſchuppen der Fruchtblüten von der Grauerle (Alnus incana), verurſacht durch Exoascus alnitorquus. — 2. Blütenſtand des Rapünzchens (Valerianella carinata). — 3. Derſelbe Blütenſtand mit Klunkergallen, verurſacht durch eine Gallmilbe. — 4. Blattroſette der Hauswurz (Sempervivum hirtum). — 5. Blattroſette derſelben Pflanze von Endophyllum Sempervivi befallen und krebſig entartet. Vgl. Text, S. 517 und 541.

bäumen (Apfelbäumen, Birnbäumen ꝛc.), wo ſie durch Leuconostoc und auf verſchiedenen Laubhölzern aus der Familie der Becherfrüchtler (Buchen, Hainbuchen, Eichen ꝛc.), wo ſie durch Nectria ditissima veranlaßt werden.

Überaus merkwürdige Veränderungen der Geſtalt entſtehen dadurch, daß ganze Blätter in die krebſige Entartung einbezogen werden. So z. B. ſind die Blätter, aus welchen ſich die Roſetten der Hauswurz (Sempervivum hirtum, ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 4) zuſammenſetzen, länglich verkehrteiförmig und wenig mehr als doppelt ſo lang wie breit. Die Blätter derſelben Pflanze, welche von dem Schmarotzer Endophyllum Sempervivi befallen wurden (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 5) ſind ſiebenmal ſo lang als breit, erhalten eine lineale Form, ſind aufrecht ſtehend und zeigen eine auffallend blaſſere Farbe. Ein anderes Beiſpiel bietet das auf S. 227 abgebildete Hainwindröschen (Anemone nemorosa). Dieſe Pflanze breitet ſich mittels der flach unter der Erde fortkriechenden Stämme

aus und bildet in den lichten Hainen und auf den Wiesen kleine Bestände. Zum Teile werden diese Bestände aus blühenden Seitensprossen, zum Teile aus Laubblättern gebildet, welche von den unterirdisch kriechenden Stämmen ausgehen und sich über die Erde erheben. Wenn die Blätter nicht krebsig entartet sind, erscheinen ihre aufrechten Stiele nahezu gleichlang, und man sieht dann die Spreite in einer und derselben Höhe ausgebreitet. Anders, wenn sich die Äcidiumstufe der Puccinia fusca angesiedelt hat. Die Spreiten der betroffenen Blätter überragen dann infolge Verlängerung der Stiele die nicht betroffenen in auffallender Weise. Auch fällt auf, daß die Abschnitte der ersteren ein geringeres Ausmaß zeigen und weniger geteilt sind als jene. Die Länge der Blattstiele bei den unveränderten Blättern beträgt 12–13, jene der krebsig entarteten Blätter 15—18 cm; der Umfang der veränderten Blattabschnitte steht dagegen zu jenem der unveränderten in dem Verhältnisse von 5 : 7. Ähnliche Veränderungen erfahren die durch Puccinia Soldanellae befallenen Blätter der Soldanella alpina. Die Blattstiele der krebsig entarteten Blätter sind 2—4mal so lang als jene der nicht entarteten, die Spreite ist dagegen von geringerem Umfange, nicht mehr flach, sondern löffelförmig vertieft und nicht mehr dunkelgrün, sondern von ockergelber Farbe. An den Blättern von Alchimilla vulgaris werden durch Uromyces Alchimillae, an jenen von Phyteuma orbiculare durch Uromyces Phyteumatum ähnliche Veränderungen in der Länge der Stiele und in der Größe und Färbung der Spreite der Blätter veranlaßt. Hier ist auch noch der sogenannten Kräuselkrankheit der Pfirsich- und Mandelbäume zu gedenken, welche durch den Schmarotzer Exoascus deformans verursacht wird und sich durch namhafte Vergrößerung, Wellung und blasige Auftreibung der Laubblattfläche kundgibt.

Durch schmarotzende Sporenpflanzen bewirkte Umgestaltungen der Hochblätter sind verhältnismäßig selten. Excascus alnitorquus ist die Ursache, daß sich die von ihm befallenen Deckschuppen der Fruchtblüten bei den Erlen (Alnus glutinosa und incana) in purpurrote spatelförmige, mannigfaltig verkrümmte Lappen verlängern (s. Abbildung, S. 516, Fig. 1); Peronospora violacea veranlaßt in den Blüten der Knautia arvensis bisweilen die Umwandlung der Pollenblätter in Kronenblätter, so daß die Blüten dann „gefüllt" erscheinen; Ustilago Mayidis bewirkt eine Wucherung des Gewebes in den Fruchtblüten der Maispflanze, so daß die aus den betroffenen Fruchtknoten an Stelle der Maiskörner hervorgehenden Krebse den Durchmesser von 7 cm erreichen, und Exoascus aureus, welcher sich an den Fruchtblüten der Pappelbäume (Populus alba und tremula) ansiedelt, ist die Veranlassung, daß sich die betroffenen Fruchtknoten in goldgelbe Kapseln umgestalten, welche die gewöhnlichen um mehr als das Doppelte des Umfanges übertreffen. In diese Abteilung gehören auch jene Krebse, welche sich aus den Fruchtknoten der Zwetschen, Pflaumen, Schlehen und Ahlkirschen (Prunus domestica, insititia, spinosa, Padus) durch den Einfluß des Schmarotzers Exoascus Pruni entwickeln. Das Gewebe des Fruchtknotens nimmt an Umfang zu, aber in anderer Weise als bei der Entwickelung von Früchten. Es erscheint wie von zwei Seiten zusammengedrückt, wird brüchig und gelblich, der Same im Inneren verkümmert, und es bildet sich an dessen Stelle eine Höhlung aus. Der Krebs, welcher aus den Fruchtknoten von Prunus domestica hervorgeht, hat insbesondere die Gestalt von etwas verbogenen Taschen, welche zur Zeit der Sporenreife an der Außenseite wie mit Mehl bestäubt aussehen. Diese Krebse, welche im Volksmunde den Namen Taschen, Narren, Hungerzwetschen, Hungerpflaumen führen, fallen schon Ende Mai von den Bäumen. Sie werden in manchen Gegenden gegessen, haben aber einen faden, süßlichen Geschmack.

Krebse, welche ganze Sprosse betreffen, wo also sowohl der Stengel als die von demselben ausgehenden Blätter durch den Schmarotzer verändert werden, findet man vorzüglich an Bäumen und Sträuchern, weit seltener an krautartigen Gewächsen. Von

letzteren soll hier zunächst die durch Cystopus candidus und Peronospora grisea veranlaßte krebsige Entartung der Sprosse des Hirtentäschchens (Capsella Bursa pastoris) vorgeführt werden. Nicht nur, daß bei dieser Pflanze das Grundgewebe des Stengels eine Hypertrophie erfährt, auch die Blätter, zumal die Blumenblätter, vergrößern sich in auffallender Weise. Die Kronenblätter, welche an der gesunden Pflanze nur 2 mm in der Länge messen, werden bis 15 mm lang; auch die Kelchblätter verlängern sich, werden fleischig und brüchig und sind in der mannigfachsten Weise verzerrt und verkrüppelt. Während in den Blüten der gesunden Pflanze nur sechs Pollenblätter zur Entwickelung kommen, finden sich in den krebsig entarteten Blüten nicht selten deren acht ausgebildet. Noch auffallender sind die Umgestaltungen, welche die Cypressen-Wolfsmilch (Euphorbia Cyparissias) durch den Schmarotzer Uromyces Pisi erfährt. Der Stengel verlängert sich weit über das gewöhnliche Maß, und es werden dadurch die Laubblätter, welche an den nicht befallenen Sprossen dicht gedrängt beisammenstehen, erheblich auseinander gerückt. Die Entfernung von zwei benachbarten, dem Alter nach aufeinander folgenden Blättern beträgt bei der gesunden Cypressen-Wolfsmilch nur 0,5 mm, bei der krebsig entarteten dagegen 2—3 mm; die befallenen Sprosse werden infolge dieser Streckung durchschnittlich doppelt so hoch als die gesunden. Die Laubblätter, welche an der gesunden Pflanze dünn, geschmeidig-biegsam, lineal und 12mal länger als breit sind, werden dick, starr, brüchig, erhalten die Form einer Ellipse und sind nur 2—3mal länger als breit. Auch ändert sich die an den gesunden Pflanzen bläulichgrüne Farbe in ein trübes Ockergelb, was zu dem fremdartigen Aussehen dieser Sprosse nicht wenig beiträgt. Die an den Sprossen der Singrüne (Vinca herbacea, major und minor) durch die Uredostufe der Puccinia Vincae sowie die an den Sprossen der Ackerkratzdistel (Cirsium arvense) durch die Teleutosporenstufe der Puccinia suaveolens veranlaßten Veränderungen zeigen mit jenen an der Cypressen-Wolfsmilch große Ähnlichkeit, insofern nämlich als auch bei ihnen der Stengel sehr gestreckt und die Blätter kürzer und breiter, gelb und brüchig werden. Wenn Blüten an solchen krebsig entarteten Sprossen zur Entwickelung kommen, so sind sie stets verkümmert und verkrüppelt, und es bilden sich aus ihnen selbstverständlich niemals Früchte und keimfähige Samen aus. Manchmal findet auch ein vorzeitiges Blühen solcher Sprosse statt. So z. B. entwickeln die Sprosse von Primula Clusiana und minima, welche von Uromyces Primulae integrifoliae befallen werden, und die man sofort an den verlängerten Rosettenblättern erkennt, ihre im Sommer angelegten Blüten nicht, wie das sonst der Fall ist im Frühlinge des nächsten, sondern schon im Herbste desselben Jahres.

Von niederen Holzgewächsen ist der Preißelbeerstrauch (Vaccinium Vitis Idaea) insofern besonders hervorzuheben, weil an seinen Sprossen zweierlei krebsige Entartungen vorkommen. Melampsora Goeppertiana, und zwar die Teleutosporenstufe dieses Schmarotzers, ist die Ursache, daß sich zunächst das Rindenparenchym der Preißelbeerstengel stark verdickt und in ein schwammiges Gewebe umgestaltet, welches anfänglich fleischfarbig ist, aber nach kurzer Zeit eine kastanienbraune Farbe annimmt. Die Stengel strecken sich auch sehr in die Länge, wachsen lotrecht in die Höhe und machen, wenn sie zu mehreren dicht beisammenstehen, den Eindruck kleiner Besen. Die Laubblätter sind infolge der Streckung des Stengels viel mehr auseinander gerückt als an der gesunden Pflanze. Auch sind die unteren Blätter des Sprosses in kleine gewimperte Schüppchen umgewandelt und die oberen so stark verkürzt, daß sie einen nahezu kreisförmigen Umriß erhalten. Die zweite krebsige Entartung, welche die Sprosse des Preißelbeerstrauches erleiden, wird durch Exobasidium Vaccinii veranlaßt. Der Stengel erhält eine blaß rosenrote Farbe, erscheint etwas schwammig verdickt, streckt sich aber nicht übermäßig in die Länge; die Blätter krümmen sich und zwar so, daß die obere Blattseite den Grund der Aushöhlung bildet. Das Gewebe der betroffenen

Blätter verdickt ſich, wird brüchig und büßt das Chlorophyll ein. An Stelle des grünen ſtellt ſich ein roter Farbſtoff ein, der insbeſondere an der oberen Blattſeite auffallend hervortritt. Die untere Seite der Blätter, an welcher ſich die Sporen entwickeln, ſieht aus, als ob ſie mit Mehl beſtäubt worden wäre. Gewöhnlich findet an dem befallenen Sproſſe auch eine vorzeitige Entwickelung der Knoſpen ſtatt, d. h. die Knoſpen, welche unter gewöhnlichen Verhältniſſen erſt im nächſten Jahre zur Entwickelung gekommen wären, treiben und ſproſſen ſchon kurze Zeit, nachdem ſie angelegt wurden. Die Achſe der Sproſſe bleibt aber kurz, die Blätter ſtehen an derſelben dicht gedrängt übereinander, ſind rot gefärbt, deutlich



Hexenbeſen der Tanne, verurſacht durch Aecidium elatinum. Vgl. Text, S. 511 und 520.

verkürzt, häufig kreisrund und entbehren des Blattſtieles. Von fern geſehen, nehmen ſich dieſe vorzeitig entwickelten Sproſſe wie große gefüllte rote Blüten aus, die in das dunkle Grün der nicht befallenen Preißelbeergebüſche eingeſchaltet ſind. Noch auffallender durch ihr feuriges Rot ſind übrigens die vorzeitigen Sproſſe an den Sträuchern der Moosbeere (Vaccinium uliginosum), welche, durch Exobasidium Vaccinii krebſig entartet, in der Alpenregion nicht ſelten angetroffen werden. Die Bärentraube (Arctosstaphylos Uva ursi), der Sumpfporſt (Ledum palustre) und die poleiblätterige Andromeda (Andromeda polifolia) erfahren durch Exobasidium Vaccinii gleichfalls Veränderungen, für welche jene an dem Preißelbeerſtrauche als Vorbild dienen können.

Wenn ſich die Umgeſtaltung von Sproſſen durch ſchmarotzende Sporenpflanzen an Äſten höherer Sträucher oder Bäume einſtellt, ſo kommen Gebilde zum Vorſcheine, welche der Volksmund mit dem Namen Hexenbeſen belegt hat, und deren ſchon im Eingange dieſes Kapitels gedacht wurde. Die Anregung zur Bildung derſelben wird bei den verſchiedenen

Bäumen durch sehr verschiedene Schmarotzer gegeben; auf den Sträuchen des Sauerdornes (Berberis vulgaris) durch Aecidium Magelanicum, auf der grauen Erle (Alnus incana) durch Exoascus borealis, auf der Hainbuche (Carpinus Betulus) durch Exoascus Carpini, auf dem Kriechenpflaumenbaum (Prunus insititia) durch Exoascus insititiae, auf den anderen Arten der Gattung Prunus durch Exoascus deformans, auf der Birke (Betula verrucosa) durch Exoascus turgidus, auf der Weimutskiefer (Pinus Strobus) durch Peridermium Strobi und auf der Edeltanne (Abies pectinata) durch Aecidium elatinum. Außerdem kommen noch Hexenbesen auf dem Pistazienstrauche (Pistacia Lentiscus), auf der Buche, Föhre, Lärche, Fichte 2c. vor; doch ist es bisher noch nicht gelungen, festzustellen, durch welche schmarotzenden Sporenpflanzen die krebsige Entartung der Sprosse an diesen Sträuchern und Bäumen veranlaßt wird. Als Vorbild für die in Rede stehenden seltsamen Bildungen möge hier der von Olof Winkler nach der Natur abgebildete Hexenbesen der Edeltanne (s. Abbildung, S. 519) gewählt sein. Derselbe geht stets von einer der wagerecht abstehenden Seitenäste des Tannenbaumes aus und erhebt sich von der oberen Seite desselben mit aufrechten oder bogig aufsteigenden Zweigen, so daß der Eindruck einer auf der Borke des wagerechten Astes wachsenden Überpflanze hervorgebracht wird. Die Zweige sind nicht, wie das sonst bei den Seitenzweigen der Tanne der Fall ist, zweizeilig, sondern wirtelförmig gruppiert. Alle sind verkürzt und verdickt und auffallend weich und biegsam, was davon herrührt, daß das Rindenparenchym schwammig aufgetrieben und der Holzkörper nur schwach entwickelt ist. Die Knospen, welche an den gesunden Tannenzweigen eiförmig sind, erscheinen hier fast kugelig. Wie in allen anderen Fällen, wo ein Pflanzenglied oder ganzer Sproß krebsig entartet ist, findet auch an diesem Hexenbesen eine vorzeitige Entwickelung, eine sogenannte Prolepsis, statt. Die Knospen schwellen früher an und kommen früher zur Entwickelung als jene der nicht entarteten Zweige. Die Blätter bleiben kurz, gelblich, sind etwas gekrümmt und fallen schon ein Jahr, nachdem sie sich entwickelt haben, ab, während jene der gesunden Zweige lang, lineal, gerade und oberseits dunkelgrün sind und 6—8 Jahre an ihrer Stelle haften. Das Wachstum der Zweige ist beschränkt; nach wenigen Jahren sterben sie ab, und dann erscheint in das dunkelgrüne Geäste der Edeltanne ein struppiger, dürrer Besen eingeschaltet, der auffallend genug aussieht, um die Einbildungskraft des Landvolkes zu beschäftigen und zu den im Eingange dieses Kapitels erwähnten abergläubischen Vorstellungen anzuregen.

Veränderung der Gestalt durch gallenerzeugende Tiere.

Unter den Namen Gallmilben, Gallmücken und Gallwespen beschreiben die Zoologen gewisse Arachniden, Fliegen und Hautflügler, welche sich an lebenden Pflanzen ansiedeln und an den Ansiedelungsstellen eigentümliche Auswüchse veranlassen. Am längsten bekannt sind von solchen Auswüchsen diejenigen, welche auf den Laubblättern der Eichen in Gestalt kleiner rotbackiger Äpfel hervorwachsen und die der Volksmund in alter Zeit Laubäpfel und Eichäpfel genannt hat. Im 16. Jahrhundert wurde für diese Gebilde auch der Name Gallen und Galläpfel gebraucht und zwar im Einklange mit dem altenglischen galle, dem französischen galle und dem italienischen galla, welche Namen samt und sonders auf das lateinische, schon in der Naturgeschichte des Plinius für die in Rede stehenden Auswüchse angewendete galla zurückzuführen sind. Die Schriftsteller des 16. Jahrhunderts sprechen übrigens nicht nur von „Galläpfeln", sondern auch von Gallnüssen, worunter sie die festen, kleinen Auswüchse auf den Laubblättern der Buchenbäume verstehen. Späterhin wurde der Name Gallen für sämtliche an grünen lebenden Pflanzen entstandene, durch Tiere

veranlaßte Auswüchse gebraucht. Ja noch mehr. Auch die im vorhergehenden Kapitel besprochenen Veränderungen der grünen Wirtpflanzen durch Askosporeen und andere schmarotzende Sporenpflanzen wurden unter den Begriff der Gallen einbezogen. In jüngster Zeit hat man den Vorschlag gemacht, das Wort Galle durch Cecidie zu ersetzen und die Auswüchse, je nachdem sie durch Pilze, Fadenwürmer (Nematoden), Gallmilben (Phytoptus), Fliegen (Dipteren) 2c. veranlaßt werden, als Mykocecidien, Nematocecidien, Phytoptocecidien, Dipterocecidien 2c. zu unterscheiden. Für Zoologen mag eine solche der systematischen Einteilung der Tiere sich anschmiegende Einteilung bedeutend und wertvoll sein, für die Botaniker ist sie erst in zweiter Linie brauchbar. Der Botaniker muß hier wie in anderen ähnlichen Fällen die Gestalt des Gegenstandes als obersten Einteilungsgrund festhalten und hat eine auf die Übereinstimmung in der Entwickelung der fraglichen Gebilde begründete Einteilung zu geben. Auch wird bei der übersichtlichen Zusammenstellung zu beachten sein, ob nur ein einzelnes oder ob eine ganze Gruppe zusammengehöriger Pflanzenglieder eine Umgestaltung erfahren hat, und ebenso wird der Ausgangspunkt der Auswüchse berücksichtigt und ermittelt werden müssen, ob Laubblätter, Blütenblätter, Stämme, Wurzeln 2c. als Herd der Neubildung erscheinen.

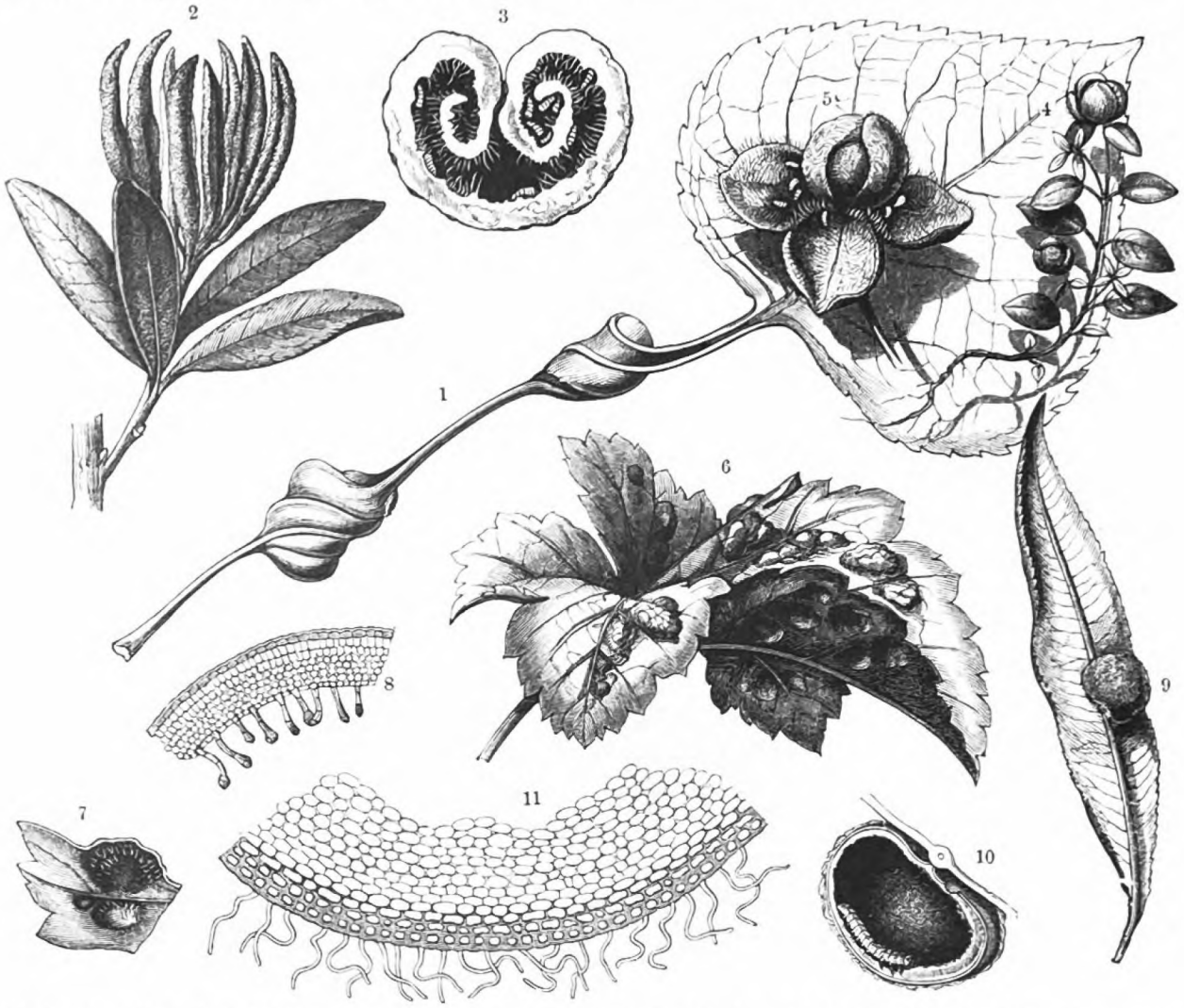
Wenn die als Brutstätte oder zeitweilige Wohnung eines einzigen oder einer Kolonie von Tieren entstandene Galle auf ein einzelnes Pflanzenglied beschränkt ist, so spricht man von einer *einfachen Galle*; werden dagegen zur Herstellung der Brutstätte oder zeitweiligen Wohnung mehrere Pflanzenglieder in Anspruch genommen, so nennt man das Gebilde eine *zusammengesetzte Galle*.

Von den einfachen Gallen werden Filzgallen, Mantelgallen und Markgallen unterschieden. Die *Filzgallen* werden größtenteils durch Gallmilben erzeugt. Sie erscheinen an beschränkten, scharf umschriebenen Stellen grüner Blätter und Stengel als pelzige oder filzartige Wucherungen auf der im übrigen kahlen oder nur spärlich behaarten Fläche und haben bald die Gestalt kleiner Schöpfe, Räschen, Leisten und Striemen, bald die Form ausgedehnter Flecke mit unregelmäßig verlaufenden Konturen. In den meisten Fällen ist es die untere Seite eines Laubblattes, welche den Filz trägt, und mit besonderer Vorliebe halten sich die Gallmilben dort an den Verlauf der über die grüne Fläche mehr oder weniger vorspringenden Stränge. Bei der großblätterigen Linde, der Erle, der Hainbuche und der Roßkastanie siedeln sich die Milben gewöhnlich in den Winkeln an, welche dort entstehen, wo ein Seitenstrang aus einem Hauptstrange abzweigt, und dann bilden die vorspringenden Stränge die Einfassung des Filzes. An den Brombeersträuchern (Rubus) und der Becherblume (Poterium) sieht man bisweilen, daß sich der Filz von der Blattspreite an den Blattstielen herabzieht, und mitunter kommt es auch vor, daß die grüne Rinde der jungen Triebe mit filzigen Leisten und Flecken bedeckt ist. Auch die Kelchblätter werden bei einigen Brombeersträuchern und Fingerkräutern durch den Einfluß der Gallmilben pelzig, was dann meistens auch eine Verzerrung des Umrisses der befallenen Teile nach sich zieht. Sehr häufig ist mit der Ausbildung der Filzgallen eine Wulstung oder leichte Auftreibung des grünen Blattgewebes verbunden, und dann sieht man den pelzigen Überzug nur an der vertieften Seite der Auftreibung, während die Gegenseite kahl bleibt. Am auffallendsten ist dies an den Laubblättern der Nelkenwurz (Geum), des Weinstockes (Vitis) und des Walnußbaumes (Juglans) zu sehen, wo sich bisweilen an einem einzigen Blatte ein Dutzend grubiger, weiß- oder braunfilziger Vertiefungen an der unteren Seite ausbilden. Die Farbe des Filzes ist an den Blättern der Buchen, Linden, Ahlkirschen, Brombeeren, Fingerkräuter und Becherblumen weiß, am Feldahorne (Acer campestre) grünlich, am warzigen Spindelbaume (Evonymus verrucosus) gelblich, an der orientalischen Erle (Alnus orientalis) und an der Schwarzpappel (Populus nigra) schwefelgelb, an der Alpenerle (Alnus viridis) und an den flaumhaarigen Birken (Betula alba,

carpatica ꝛc.) anfänglich karminrot und ſpäter violett, an der Nelkenwurz (Geum macrophyllum), der Roßkaſtanie (Aesculus Hippocastanum) und der Eſpe (Populus tremula) braun. Im Alter erhalten übrigens auch die im jugendlichen Zuſtande hellen Filzgallen gewöhnlich eine braune Farbe. Die Unterſuchungen mit dem Mikroſkope haben gelehrt, daß ſich bei der Entſtehung der Filzgallen Oberhautzellen, welche ſonſt eine tafelförmige Geſtalt beſitzen, infolge des Reizes winziger Gallmilben (Phytoptus) ausſacken und in ſchlauchförmige verkrümmte und winkelig gebogene, meiſtens kolbenförmig oder retortenförmig aufgeblaſene Zellen umgewandelt haben. Dem unbewaffneten Auge erſcheinen dieſe Zellen als kurze Haare, und da ſie in großer Menge beiſammen ſtehen, macht das Ganze den Eindruck eines ſamtartigen oder filzigen Überzuges. Die Milben, welche den Filz veranlaſſen, legen ihre Eier in die ſaftreichen, haarförmigen Zellen, und die Jungen leben von den Stoffen, welche in dieſen Zellen enthalten ſind. Noch wäre zu bemerken, daß man ehemals dieſe filzigen und ſamtartigen Überzüge für Pilze hielt und als beſondere Gattungen unter den Namen Erineum und Phyllerium beſchrieb. Dieſer Gruppe iſt auch eine auf dem Waldriſpengraſe (Poa nemoralis) vorkommende Galle einzureihen, die von der Fliege Hormomyia Poae erzeugt wird und aus langgeſtreckten, an die ſogenannten Wurzelhaare erinnernden Zellen beſteht. Die haarförmigen Zellen gehen aus der Oberhaut hervor, entſpringen oberhalb der Knoten von dem Halme, durchbrechen die Blattſcheide, welche von den benachbarten Knoten ausgeht, und gruppieren ſich in zwei Abteilungen, welche in entgegengeſetzter Richtung fortwachſen und den Halm von zwei Seiten her umwickeln. Die ganze Haarmaſſe ſieht wie geſcheitelt aus. Anfänglich haben die Haare eine weiße Farbe, ſpäter werden ſie hellbraun, und wenn die Galle vollſtändig ausgebildet iſt, ſtellt ſie ſich in Form brauner, um den Halm gewickelter verfilzter Stränge dar, von welchen die Larve der genannten Fliege feſt umhüllt iſt.

Eine große Menge einfacher Gallen wird unter dem Namen Mantelgallen zuſammengefaßt. Die Tiere, welche die Urſache dieſer Gallenbildungen ſind, verharren zeitlebens an der Außenſeite der betreffenden Blätter, vermehren ſich dort und heften auch ihre Eier der Oberhaut der Blätter an. Durch den Reiz, welchen die Tiere auf die Stätte ihrer Anſiedelung ausüben, wird dort eine Wucherung in beſtimmten Schichten des Zellgewebes veranlaßt. Es entſtehen infolgedeſſen Hohlräume, welche den angeſiedelten Tieren und ihrer Brut zur Wohnung dienen und ſie wie ein ſchützender Mantel umgeben. Mit Rückſicht auf die Entwickelungsgeſchichte laſſen ſich die Mantelgallen in Rollgallen, Stulpgallen und Hülſengallen unterſcheiden. Die Rollgallen werden durch Gallmilben, Blattläuſe, Blattflöhe und Fliegen hervorgerufen und finden ſich zumeiſt an den Spreiten, ſeltener auch an den Stielen der Laubblätter entwickelt. Das von den genannten Tieren beſiedelte Gewebe, welches ſich unter gewöhnlichen Verhältniſſen flach ausgebreitet haben würde, wächſt auf der einen Blattſeite ſtärker als auf der anderen, und die Folge dieſes ungleichen Wachstumes iſt die Bildung einer Rolle, beziehentlich eines Hohlraumes, in welchem die angeſiedelten Tiere geborgen ſind. Stets iſt es die von den Tieren beſetzte Seite, welche infolge der Rollung die Innenwand des Hohlraumes bildet, und regelmäßig werden die betroffenen Blätter der Länge nach gerollt. Bei dem Alpenröschen (Rhododendron), dem blutroten Storchſchnabel (Geranium sanguineum) und den Melden (Atriplex hastata, oblongifolia ꝛc.) iſt es die obere, bei dem Wegdorne (Rhamnus cathartica) und den nicht windenden Geißblattarten (Lonicera alpigena ꝛc) die untere Seite der Blattſpreite, welche den Tieren zur Anſiedelung dient und daher als Innenwand der Rolle erſcheint. In manchen Fällen iſt die ganze Blattſpreite in die Rollung einbezogen, noch häufiger aber beſchränkt ſich die Veränderung nur auf den Blattrand, und in dieſem Falle erſcheint dann der Blattrand von einem aufgetriebenen, häufig knotigen oder welligen hohlen Wulſte

eingeſäumt. Bei dem Alpenröschen (Rhododendron ferrugineum und hirsutum) ſind beide Hälften der Blattſpreite ſpiralig eingerollt (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 2), meiſtens aber iſt die Rollung ſo beſchränkt, daß die Rollgalle die Geſtalt eines Kahnes oder einer Hohlkehle annimmt. Bisweilen iſt mit der Rollung auch eine Veränderung des Blattumriſſes verbunden. So z. B. erſcheint an dem Laube der Silberpappel (Populus alba), welches ſchon in ſehr jugendlichem Zuſtande von der Blattlaus Pachypapa vesicalis beſiedelt



Gallen: 1. Umwallungsgallen an dem Blattſtiele der Schwarzpappel (Populus nigra), veranlaßt durch Pemphigus spirotheca. — 2. Rollgallen an den Blättern des roſtfarbigen Alpenröschens (Rhododendron ferrugineum), veranlaßt durch Gallmilben. — 3. Querſchnitt durch eine ſolche Rollgalle. — 4 und 5. Klunkergalle an den Äſten des Quendels (Thymus Serpyllum), veranlaßt durch Gallmilben. — 6. Runzelgallen auf dem Blatte des Johannisbeerſtrauches (Ribes rubrum), veranlaßt durch Myzus ribis. — 7. Ein Stück des Blattes von der Unterſeite geſehen. — 8. Querſchnitt durch einen Teil dieſer Runzelgalle. — 9. Markgalle auf dem Blatte der Grauweide (Salix incana), veranlaßt durch Nematus pedunculi. — 10. Dieſelbe Galle aufgeſchnitten. — 11. Ein Stück der Wand dieſer Galle im Durchſchnitte. — Fig. 1, 2, 4, 6 und 9 in natürlicher Größe, Fig. 5 und 6: 4fach, Fig. 3 und 7: 8fach, Fig. 8 und 11: 50fach vergrößert. Vgl. Text, S. 524, 528, 529 und 539.

wird, nicht nur eine Rollung, ſondern auch eine tiefe Ausbuchtung der Spreite. An Stelle der ſtumpfen, kurzen Lappen entſtehen ſpitze, lange Zipfel, welche ſich nach erfolgter Rollung aneinander legen, ſich auch mannigfach kreuzen und die Mantelgalle an der hohlen Seite mit einem förmlichen Gitter verſchließen. Eine Verwachſung jener Stellen, wo die Gewebe infolge der Rollung in Berührung kommen, findet nicht ſtatt, und es iſt daher der Hohlraum, in welchem die gallenerzeugenden Tiere wohnen, mit der Außenwelt immer durch einen offen bleibenden Spalt verbunden. In den meiſten Fällen iſt das Gewebe der Rollgallen verdickt, brüchig, des Chlorophylls mehr oder weniger beraubt und daher gelblich gefärbt. Nicht

ſelten hat ſich auch ein roter Farbſtoff eingeſtellt, ſo daß die Außenſeite der Galle eine rötlichgelbe Farbe erhält. Die durch einen Blattfloh (Trioza Rhamni) an dem Rande der Laubblätter des Wegdornes (Rhamnus cathartica) veranlaßte Rollgalle iſt ſehr feſt und knorpelig verdickt. Bei manchen Pflanzen verlängern ſich die Oberhautzellen, welche die Innenwand der Rolle bekleiden, in ähnlicher Weiſe wie bei den früher geſchilderten Filzgallen und ſtellen ſich dem freien Auge als Haare dar. Ihr ſaftiger Inhalt dient dann den Gallmilben zur Nahrung. So verhält es ſich z. B. bei dem roſtfarbigen Alpenröschen (Rhododendron ferrugineum), deſſen obere Blattſeite für gewöhnlich ganz glatt, an den von Gallmilben befallenen und eingerollten Blättern dagegen dicht behaart iſt (ſ. Abbildung, S. 523, Fig. 3).

An die Rollgallen ſchließen ſich die Stulpgallen oder Ausſtülpungsgallen an. Sie kommen dadurch zu ſtande, daß ſich das Gewebe der Blattſpreite oder des Blattſtieles und mitunter auch das grüne Gewebe an der Rinde junger Zweige an jener Stelle, wo von den angeſiedelten Tieren (Gallmilben, Blattläuſen, Zweiflüglern) ein Reiz ausgeübt wurde, als eine Ausſtülpung erhebt, deren hohle Seite den betreffenden Tieren zeitweilig als Wohnort dient. Dieſe Ausſtülpungen zeigen nach Form und Umfang eine große Mannigfaltigkeit. Auch weichen ſie im inneren Baue der ausgeſtülpten Stelle recht auffallend ab. Als beſonders bemerkenswerte Geſtalten mögen die nachfolgenden hervorgehoben werden. Zunächſt die Faltengallen. Es bilden ſich in der Blattmaſſe tiefe faltenförmige, bisweilen geſchlängelte Rinnen, welche an der oberen Seite mit einem engen Spalte münden und über die untere Seite des Blattes als Schwielen vorſpringen. Das wuchernde Gewebe, welches den Grund der Rinne bildet, iſt vergilbt, und häufig iſt die rinnenförmige Vertiefung mit kurzen Härchen beſetzt. Die Rinne folgt in ihrem Verlaufe gewöhnlich den größeren, die Blattſpreite durchziehenden Strängen, und bisweilen ſind es die Stränge ſelbſt, in welchen die Rinne verläuft. Die Faltengallen werden durch Gallmilben veranlaßt. Die bekannteſten ſind jene an den Laubblättern von Carpinus Betulus, Clematis Flamula und recta und Ribes alpinum. Den Faltengallen ſchließen ſich die Runzelgallen an. Die Ausſtülpungen beſchränken ſich auf das von einigen kräftigen, rippenartig vorſpringenden Strängen begrenzte grüne Gewebe des Blattes und haben nur eine geringe Tiefe; die obere Seite des Blattes erſcheint mit Buckeln und Höckern, die untere mit Mulden und Gruben verſehen. Da immer zahlreiche ſolche Ausſtülpungen nebeneinander entwickelt werden, ſo iſt die betroffene Stelle des Blattes in auffallender Weiſe gerunzelt. Als Beiſpiele für dieſe Gallenform erſcheinen die durch die Blattlaus Schizoneura Ulmi erzeugte Runzelgalle auf dem Laube der Rüſter (Ulmus campestris; S. 525, Fig. 4) und die durch eine andere Blattlaus Myzus ribis erzeugte Runzelgalle auf dem Laube der Johannisbeere (Ribes rubrum; S. 523, Fig. 6, 7 und 8) abgebildet. Die letztere zeigt meiſtens mehrere Runzeln zu großen blaſenförmigen Ausſtülpungen vereinigt, iſt oberſeits rot gefärbt und an der ausgehöhlten Seite mit gegliederten, drüſentragenden, zelligen Gebilden beſetzt, welche ſich dem freien Auge als kurze Haare darſtellen. Dieſe Form erinnert zwar lebhaft an gewiſſe Filzgallen, unterſcheidet ſich aber von ihnen durch die andere Geſtalt der infolge des Reizes der angeſiedelten Tiere entſtehenden „Haare“. An den Blättern des Habichtskrautes Hieracium Pilosella entſtehen, durch Blattflöhe (Pſylloden) veranlaßt, winzige Ausſtülpungen mit enger Mündung, welche ſich auf der unteren, dem Erdboden zugewendeten Seite wie kleine Warzen erheben und, wenn ſie dicht gedrängt beiſammen ſtehen, dem Blatte ein runzeliges Ausſehen verleihen. Wenn die Ausſtülpung der Blattſpreite von einer ſehr beſchränkten Stelle ausgeht und ſich zugleich ſtark vertieft und ausweitet, ſo entſtehen taſchen-, beutel- oder ſackförmige Hohlräume mit einer verhältnismäßig engen Mündung, deren Längenachſe ſenkrecht auf die Ebene des betreffenden Blattes zu ſtehen kommt. Bei einem Teile dieſer Gallen iſt der durch die

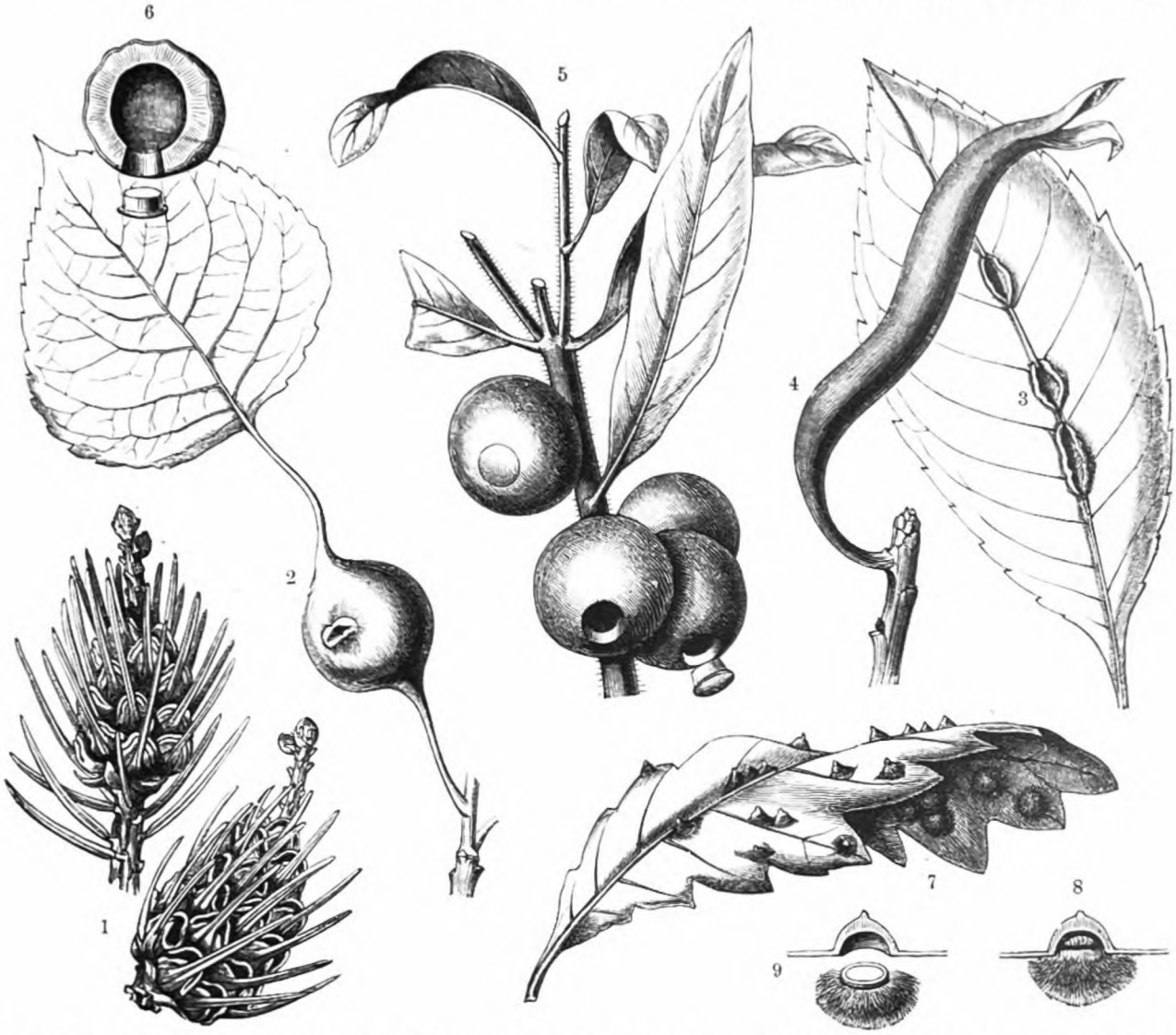
Ausſackung entſtandene Hohlraum wie aufgeblaſen, einer Hohlkugel vergleichbar und hat, von außen geſehen, die Form eines Köpfchens. Solche Ausſtülpungsgallen hat man insbeſondere mit dem Namen Köpfchengallen (Cephalonion) belegt. In anderen Fällen haben die Ausſtülpungen die Geſtalt eines Hornes und ſind ſehr verlängert, beſitzen verhältnismäßig dicke Wandungen und werden als Hörnchengallen (Ceratonion) angeſprochen. Beide durch zahlreiche Übergänge verbundene Formen wurden auch noch unter verſchiedenen anderen Namen, Taſchengallen, Beutelgallen, Sackgallen, Nagelgallen ꝛc., beſchrieben. Der letzterwähnte Name rührt davon her, daß ſich der Körper mehrerer hier-



Gallen: 1–3. Markgallen auf dem Blatte einer Roſe, 1. von Rhodites Rosae, 2. von Rhodites Eglanteriae, 3. von Rhodites spinosissimae. — 4. Runzelgallen auf dem Blatte der Rüſter (Ulmus campestris), veranlaßt durch Schizoneura Ulmi. — 5. Beutelgallen auf demſelben Blatte, veranlaßt durch Tetraneura Ulmi. — 6. Umwallungsgalle auf demſelben Blatte, veranlaßt durch Tetraneura alba. — 7. Markgallen auf dem Blatte der Purpurweide (Salix purpurea), veranlaßt durch Nematus gallarum. — 8. Markgalle auf den Blättern derſelben Weide, veranlaßt durch Nematus vesicator. Vgl. Text, S. 524–526, 529, 530 und 545.

her gehöriger Gallen ſowohl über die obere als über die untere Seite des Blattes erhebt, ſo daß es den Eindruck macht, als ſei ein Nagel durch das Blatt durchgeſteckt worden. Die durch eine Gallmilbe verurſachte Köpfchengalle des Schlehdornes (Prunus spinosa) ragt über die untere Blattſeite faſt ebenſo ſtark vor wie über die obere, während die gleichfalls durch eine Gallmilbe verurſachte Galle an den Laubblättern der Ahlkirſche (Prunus Padus) oberſeits als langer Beutel, unterſeits nur als kleine Warze ſich erhebt. Manche Köpfchen- und Hörnchengallen ſind überhaupt nur einſeitig ausgebildet, und es herrſcht in dieſer Beziehung eine überaus große Mannigfaltigkeit. Die Gallenhöhle mündet bei den durch Milben erzeugten Ausſtülpungen ſtets an der unteren Seite des betroffenen Blattes. Sowohl die Innenwand der Höhle als auch die Mündung derſelben ſind mit Haaren beſetzt, und bisweilen erſcheint die Mündung mit Haaren förmlich ausgeſtopft. An den durch die Blattlaus

Tetraneura Ulmi auf den Blättern der Rüſtern veranlaßten beutelförmigen Ausſtülpungen bildet ſich übrigens zur Zeit, wenn die Blattläuſe die Höhlung verlaſſen, an dem verſchmälerten Teile des Beutels ein verhältnismäßig weiter Schlitz aus, wie in der Abbildung auf S. 525, Fig. 5 zu ſehen iſt. Die Außenſeite der Ausſtülpung iſt bei den durch Milben an den Laubblättern der Erlen (Alnus), Ahorne (Acer) und Linden (Tilia) verurſachten Gallen kahl, bei jenen an dem Laube der Ahlkirſche (Prunus Padus) und an dem wolligen Schneeballe (Viburnum Lantana) bewimpert und bei den blaſenförmigen durcheine weiß-



Gallen: 1. Kuckucksgalle an den Zweigen der Fichte, verurſacht durch Chermes abietis. — 2. Umwallungsgalle am Blattſtiele der Pyramidenpappel (Populus pyramidalis), verurſacht durch Pemphigus bursarius. — 3. Umwallungsgallen auf dem Blatte der Eſche (Fraxinus excelsior), verurſacht durch Cecidomyia acrophila. — 4. Umwallungsgalle an der Piſtazie (Pistacia Lentiscus), verurſacht durch Pemphigus cornicularius. — 5. Markgallen an der Rinde von Duvalia longifolia, verurſacht durch Cecidoses Eremita. — 6. Längsſchnitt durch eine dieſer Gallen. — 7. Kapſelgallen auf einem Blatte der öſterreichiſchen Eiche (Quercus Austriaca), verurſacht durch Cecidomyia cerris. — 8. Eine ſolche Galle im Durchſchnitte mit feſtſitzendem Deckel und 9. nach Abfallen des Deckels. — Fig. 1—7 in natürlicher Größe, Fig. 8 und 9: 3fach vergrößert. Vgl. Text, S. 527, 530, 531, 536, 537.

wollige Blattlaus (Schizoneura lanuginosa) veranlaßten Gallen der Rüſternblätter fein ſamtig behaart. Die Köpfchengallen an dem Laube der Ahorne, Erlen und Linden, des Schneeballes und der Erdbeere ſind gewöhnlich in großer Menge über die ganze Spreite verteilt, jene des Schlehdornes erheben ſich vorzüglich längs des Laubblattrandes und jene der Rüſtern vereinzelt oder gruppenweiſe von dem Mittelfelde der Blätter. Hiermit hängt auch die Größe dieſer Gallen zuſammen. Jene, welche zu Hunderten von derſelben Blattſpreite entſpringen, haben einen Durchmeſſer von 2—3 mm, jene, welche vereinzelt oder in kleinen Gruppen ausgebildet wurden, erreichen nicht ſelten den Durchmeſſer von 2—3 cm.

An die Stulpgallen oder Ausſtülpungsgallen, welche die zweite Abteilung der Mantelgallen bilden, reihen ſich als dritte Abteilung die Umwallungsgallen an. Sie ſtellen gleich den Stulpgallen Höhlungen dar, in welchen die gallenerzeugenden Tiere leben. Ihre Entwickelungsgeſchichte iſt aber eine weſentlich andere. Die Gallenhöhle entſteht bei ihnen dadurch, daß das Gewebe in der Umgebung jener Stelle, wo ſich ein Tier angeſiedelt hat, oder wo ein Ei an die Oberhaut angeheftet wurde, zu wuchern beginnt, ſich in Form fleiſchiger Schwielen und Wälle erhebt und ſo lange fortwächſt, bis die Anſiedelungsſtelle der Tiere dachförmig oder kuppelförmig überwallt und überwölbt iſt. Die Höhlung entſteht demnach hier nicht durch Ausſtülpung, ſondern durch Überwallung. In der äußeren Erſcheinung ſind dieſe Gallen ſehr mannigfaltig. Eine der einfachſten Formen findet ſich an den Blättern der Eſche (Fraxinus excelsior, ſ. Abbildung, S. 526, Fig. 3) und wird dort durch die Gallmücke Cecidomyia acrophila veranlaßt. Das Tier heftet ſeine Eier in die rinnenförmige Vertiefung der Blattrippen. Alsdann entſtehen an beiden Seiten der Rinne fleiſchige Wülſte, dieſe legen ſich aneinander, bilden ein Dach über die Rinne, und die Höhlung iſt fertig. Eine Verwachſung der das Dach bildenden Wülſte findet hier nicht ſtatt; die ſaftigen fleiſchigen Gewebe liegen nur dicht aneinander, und wenn dann die Gallmücken ihre zeitweilige Wohnung zu verlaſſen haben, ſchrumpft das Gewebe zuſammen, trocknet aus, und es entſteht ein klaffender Spalt, wie er an der Abbildung S. 526, Fig. 3 zu ſehen iſt. Ähnlich wie dieſe Galle an den Eſchenblättern verhalten ſich jene an den Blättern, beziehentlich Blattrippen der Brenneſſel (Urtica dioica) und der Erle (Alnus glutinosa), welche durch Gallmücken (Cecidomyia urticae, alni), und jene an der Mittelrippe der Rüſternblätter (Ulmus campestris; ſ. Abbildung, S. 525, Fig. 6), welche durch eine Blattlaus (Tetraneura alba) veranlaßt wird.

Die ſogenannten Terpentingalläpfel (Carobe di Giude; ſ. Abbildung, S. 526, Fig. 4), welche auf verſchiedenen Arten der Gattung Pistacia durch Blattläuſe hervorgerufen werden, gehören gleichfalls zu den Umwallungsgallen. Der Gewebekörper, welcher die Anlage eines Laubblattes bildet, und aus welchem ſich unter gewöhnlichen Verhältniſſen ein gefiedertes Blatt mit dunkelgrünen, elliptiſchen Teilblättchen entwickelt haben würde, wächſt zu einem Körper heran, welcher lebhaft an eine Hülſenfrucht erinnert und am beſten mit der Hülſe einer Karobe verglichen werden könnte. Solche Hülſen ſind der Länge nach gefurcht, und man erkennt mehr oder weniger deutlich, daß die Furchen den Grenzen der Teilblättchen entſprechen, daß aber hier die Teilblättchen eingeſchlagen, außerordentlich verdickt und verlängert und miteinander verwachſen ſind. In dem von den verwachſenen Teilblättchen umſchloſſenen Hohlraum wohnt eine Blattlauskolonie (Pemphigus cornicularius), und als Ausgangspunkt derſelben iſt jenes Tier anzuſehen, welches ſich auf der jugendlichen Blattanlage angeſiedelt und die Überwallung, beziehentlich die Wucherung des Gewebes veranlaßt hatte. Wenn die Zeit zum Verlaſſen der Höhlung gekommen iſt, ſo öffnet ſich die Hülſe an der Spitze, indem dort die Enden der verwachſenen, die Wand der Höhlung bildenden Teilblättchen ſich trennen und etwas zurückkrümmen (ſ. Abbildung, S. 526, Fig. 4). Eine ähnliche Entwickelungsgeſchichte wie die Terpentingalläpfel haben die in neuerer Zeit unter dem Namen „chineſiſche Gallen“ eingeführten Umwallungsgallen. Sie ſtellen unregelmäßig ausgeſackte, lappige und höckerige graue Hülſen dar, und ſtammen von dem Sumach Rhus semialata. Zwei andere Umwallungsgallen, welche ihrer Form wegen noch beſonders erwähnt zu werden verdienen, entſtehen an den Blattſtielen der Pappelbäume, zumal der Arten Populus nigra, pyramidalis und dilatata. Die eine, als deren Erregerin die Blattlaus Pemphigus bursarius anzuſehen iſt (ſ. Abbildung, S. 526, Fig. 2), bildet glatte, äußerlich gewöhnlich rotbackige Auftreibungen an der oberen Seite des rinnenförmigen Blattſtieles. Wenn man dieſe Auftreibungen durchſchneidet, ſo ſieht man, daß ſie hohl ſind und daß der

von den Blattläusen bewohnte Hohlraum dicke, fleischige Wandungen besitzt. Das fleischige Gewebe dieser Wandungen ist eine Wucherung in der Umgebung jener Stelle, wo die Ansiedelung des gallenerzeugenden Tieres erfolgte. An der vom Blattstiele abgewendeten Seite, wo das wuchernde Gewebe kuppelförmig zusammenschließt, bildet sich zur Zeit, wenn die Bewohner der Gallenhöhle auswandern, ein von wulstigen Lippen umrandeter Spalt aus, wie es in der Abbildung auf S. 526, Fig. 2 dargestellt ist. Die andere an den Blattstielen der erwähnten Pappelbäume zu beobachtende Galle, welche durch die Blattlaus Pemphigus spirothecca veranlaßt wird, bildet sich in der Weise aus, daß die Ränder des rinnenförmigen Blattstieles sich schwielig verdicken, als fleischige Wülste erheben und über der Rinne zusammenschließen; gleichzeitig findet eine schraubige Drehung des betroffenen Blattstielteiles statt, und es entsteht dadurch eine Galle, deren Höhlung wie das Innere eines Schneckengehäuses schraubig gewunden ist. Eine Verwachsung der wulstigen Ränder des Blattstieles findet nicht statt; sie liegen zwar anfänglich dicht aneinander, aber später trennen sie sich, und es entstehen schraubenförmig gewundene Spalte, aus welchen die weißflaumigen Blattläuse hervorkriechen können (s. Abbildung, S. 523, Fig. 1).

Die unter dem Namen Markgallen zusammengefaßten einfachen Gallen erscheinen als Anschwellungen von beschränktem Umfange an einzelnen Pflanzengliedern und werden durch Insekten veranlaßt, welche das Pflanzengewebe anstechen und in die gebildete Wunde ihre Eier legen. Dabei wird entweder nur die Oberhaut des zur Brutstätte ausgewählten Gewebes verletzt, oder es wird das Ei sofort in das tiefere Gewebe eingeschoben. In beiden Fällen wird eine lebhafte Zellteilung in der Umgebung angeregt. Wenn aber das Ei nur in die Epidermis eingeschoben wurde, so muß die aus demselben ausschlüpfende Larve erst nachträglich in das Innere des inzwischen angeschwollenen Gewebes einwandern, während in jenen Fällen, wo das Insektenei gleich bei seiner Ablagerung in das tiefere Gewebe eingebettet wurde, eine solche Wanderung der Larve nicht notwendig ist und auch nicht erfolgt. Die Hohlräume, in welchen nun die Larven hausen, hat man Larvenkammern genannt und unterscheidet Markgallen, welche mehrere, und solche, welche nur eine einzige Larvenkammer enthalten (s. Abbildung, S. 532, Fig. 2 und 7). Die Wände der Larvenkammer lassen in ihrem Aufbaue eine große Mannigfaltigkeit erkennen. In allen Fällen zeigen sie eine aus saftreichen, dünnwandigen Zellen gebildete, unmittelbar an das Ei angrenzende Schicht, welche Markschicht oder Gallenmark genannt wird, und eine äußere Schicht, welche als Haut oder Rinde das Gallenmark umgibt (s. Abbildung, S. 523, Fig. 10). In den meisten Fällen ist auch noch eine dritte Schicht eingeschaltet, welche aus sehr festen Zellen besteht und die man Hartschicht oder Schutzschicht genannt hat. Auch wäre hier noch zu bemerken, daß die Schichten der Gallenwand sich bei mehreren Arten absondern, so daß man dann eine Innengalle und eine Außengalle zu unterscheiden hat. Das Gallenmark hat die Aufgabe, die aus dem Ei geschlüpften Larven mit Nahrung zu versorgen, und dem entsprechend sind die Zellen desselben auch mit nahrhaften Stoffen ausgerüstet. Es ist bemerkenswert, daß die Ausbildung des Markes ungemein rasch vor sich geht, und daß sie sofort beginnt, nachdem das Ei in das Gewebe gelegt wurde. Die aus dem Ei ausschlüpfende Larve findet die Innenwand der ihr zum zeitweiligen Aufenthalte angewiesenen Kammer immer schon mit der nötigen Nahrung ausgestattet, fällt auch mit Heißhunger allsogleich über das saftreiche Zellengewebe an der Innenwand her und weidet dasselbe ab. Merkwürdigerweise wird der abgeweidete Teil der Zellen in kürzester Zeit wieder ersetzt. Die Zellen des Gallenmarkes verbleiben nämlich solange, als die Larven in der Larvenkammer der Nahrung bedürfen, in teilungsfähigem Zustande, und wie auf einer Wiese aus dem von Rindern abgeweideten oder abgemähten Rasen alsbald wieder neue Halme und Blätter hervorsprießen, ebenso werden die in den Gallenkammern abgeweideten, oberflächlichen Zellenlagen in kurzer

Zeit wieder durch neue, aus der Tiefe emporwachsende ersetzt. Die auf den Blättern von Salix incana entstandene kugelige Galle (vgl. Abbildung, S. 523, Fig. 9) ist einkammerig, und in deren Kammer lebt eine Larve auf Kosten der äußerst dünnwandigen, mit Stärkemehl und anderen Nährstoffen erfüllten Zellen, welche das Gallenmark bilden (Fig. 11). Die Larve macht in der Kammer förmliche Rundgänge, fängt an einer bestimmten Stelle mit der Vertilgung der Zellen an und weidet sie, in der Runde fortschreitend, ab (Fig. 10). Bis sie zu der Stelle gekommen ist, wo sie den Fraß begonnen hat, sind dort schon wieder neue, zur Nahrung geeignete Zellen ausgebildet worden.

Die Hartschicht und Rindenschicht sind in der mannigfaltigsten Weise als Schutzmittel der Galle einerseits gegen die Gefahr des Vertrocknens im Hochsommer, anderseits gegen die Angriffe der Vögel und anderer größerer Tiere ausgebildet. Zu dem letzteren Zwecke ist die Rindenschicht häufig in ähnlicher Weise gestaltet wie die Fruchthüllen, welche den Samen, beziehentlich den Keimling, zu schützen haben (vgl. S. 436). So erklären sich die herben Stoffe, harten Schalen, pelzigen Überzüge, struppigen Fortsätze und noch zahlreiche andere Schutzmittel, welche an den Gallen gerade so wie an den Fruchthüllen ausgebildet sind, und welche nicht zum geringsten die merkwürdige Ähnlichkeit von Gallen und Früchten bedingen. Manche eigentümliche Ausbildung an der Oberfläche dieser fruchtähnlichen Gallen sind freilich aus diesen Gesichtspunkten allein nicht zu erklären, und es mögen in ihnen, wie in so vielen anderen Fällen noch andere Vorteile liegen, für welche uns das Verständnis derzeit noch abgeht.

Die zwischen Früchten und Markgallen bestehende äußere Ähnlichkeit bietet brauchbare Anhaltspunkte, um die letzteren übersichtlich in Gruppen zusammenzustellen und sie in beerenartige, pflaumenartige, apfelartige, nußartige, kapselartige ꝛc. einzuteilen. Die an den Pollenblüten der österreichischen Eiche (Quercus Austriaca) durch Andricus grossulariae veranlaßte Einzelgalle hat nicht nur die Form und Größe einer Johannisbeere, sondern ist auch rot gefärbt und saftreich, und wenn an einem Blütenstande der genannten Eiche gleichzeitig mehrere solcher Gallen zur Entwickelung gekommen sind, so ist man beim ersten Anblicke wirklich versucht zu glauben, es seien hier Trauben der Johannisbeere durch irgend einen Zufall auf die Eichenzweige übertragen worden. Die durch die Buchengallmücke (Hormomyia fagi) verursachten Gallen auf den Laubblättern der Rotbuche ähneln dagegen kleinen Pflaumen insofern, als sie mit einer Hartschicht ausgestattet sind, welche mit dem Steinkerne, und einer Zellschicht, welche mit dem Fruchtfleische einer Pflaumenfrucht zu vergleichen ist. Auch die durch Gallwespen aus der Gattung Aulax veranlaßten Gallen an den Fruchtknoten mehrerer Lippenblütler, namentlich der Nepeta Pannonica und Salvia officinalis, ahmen die Form von Steinfrüchten nach. Das Insekt legt seine Eier in einen der vier Fruchtknoten, welche im Grunde der Blüte ausgebildet sind. Dieser Fruchtknoten vergrößert sich nun binnen einer Woche zu einer glatten, gelblichgrünen Kugel, welche schon äußerlich das Ansehen einer unreifen Ahlkirsche hat. Ein Durchschnitt lehrt, daß sie auch ganz denselben Bau wie eine Kirschen-, Pflaumen- oder Steinfrucht besitzt. Die saftreiche Außenschicht umgibt einen festen Steinkern und in der Höhlung dieses Steinkernes liegt statt des Samens die weiße Larve des Gallenerzeugers. Ähnlich wie die Früchte fallen diese Gallen dann im Juli ab, kommen auf die Erde zu liegen, überwintern daselbst, und erst im nächsten Jahre frißt sich das ausgewachsene Insekt durch die Gallenwand eine Ausflugsöffnung. Auf die Ähnlichkeit der unter dem Namen Galläpfel bekannten, durch verschiedene Cynipiden erzeugten kugeligen Eichengallen (s. Abbildung, S. 534, Fig. 3) und der auf den Rosen- und Weidenblättern vorkommenden kleinen, rotbackigen, durch Rhodites Eglanteriae, beziehentlich Nematus gallarum veranlaßten Gallen (s. Abbildung, S. 525, Fig. 2 und 7) mit Apfelfrüchten wurde

ſchon im Eingange dieſes Abſchnittes hingewieſen. Beſonders häufig ſind Markgallen, welche an gewiſſe Trockenfrüchte erinnern. Die an der grünen Rinde junger Eichenzweige entſtehenden, durch Aphilothrix Sieboldi veranlaßten Gallen (ſ. Abbildung, S. 534, Fig. 1) mahnen an die Früchte von Metrosideros-Arten, die auf den Blättern der öſterreichiſchen Eiche durch Neuroterus lanuginosus und Spathegaster tricolor erzeugten Gallen (ſ. Abbildung, S. 534, Fig. 11 und 14) haben eine ausgeſprochene Ähnlichkeit mit den Schließfrüchten des Waldmeiſters und des kletternden Labkrautes (Asperula odorata und Galium Aparine), die „hemdknöpfchenförmigen" Gallen, welche auf den Eichenblättern durch die Gallweſpen Neuroterus fummipennis und numismaticus hervorgebracht werden, ahmen die Früchte von Omphalodes nach (ſ. Abbildung, S. 534, Fig. 12 und 13), und die auf den Blättern von Duvalia longifolia durch den Schmetterling Cecidoses Eremita erzeugte Galle hat die Geſtalt einer mit Deckel aufſpringenden Kapſel (ſ. Abbildung, S. 526, Fig. 5 u. 6). Die Oberfläche dieſer Gallen erſcheint wie jene der Früchte in allen erdenklichen Abſtufungen glatt, warzig, höckerig, mit Samt- oder Wollhaaren, mit Borſten und Stacheln, Franſen und Krallen und ſelbſt mit moosartigen Auswüchſen beſetzt. Die an den wilden Roſen vorkommenden Gallen, von deren Oberfläche moosartige Auswüchſe ausgehen (ſ. Abbildung, S. 525, Fig. 1), ſind ſeit uralter Zeit unter dem Namen Bedeguar bekannt. Sie werden durch die Roſengallweſpe (Rhodites Rosae) veranlaßt, die ihre an der einen Seite ſpitz zulaufenden und mitunter hakig gebogenen Eier zeitig im Frühlinge in die Oberhaut eines noch in der Knoſpe zuſammengefalteten, unentwickelten Laubblattes hineinſteckt. Dadurch wird eine veränderte Wachstumsweiſe in der Umgebung veranlaßt, welche ſich zunächſt durch die Ausbildung zahlreicher Haare kundgibt. Die aus den Eiern ausgekrochenen Larven dringen tiefer in das Blattgewebe ein, das ſich zu einem Gallenmarke ausgeſtaltet und je nach der Zahl der Larven mehr oder weniger Kammern enthält. Von der Außenſchicht erheben ſich immer mehr und mehr Haare und Franſen, und es entſtehen ſo dieſe ſeltſamen Gebilde, von welchen ehemals die Meinung herrſchte, daß ſie, unter das Kopfkiſſen gelegt, einen ruhigen Schlaf herbeizuführen im ſtande ſeien. Meiſtens werden die Stiele der in der Knoſpe liegenden jungen Blätter angeſtochen, und in dieſem Falle ſterben dann die darüber folgenden Teile des Blattes frühzeitig ab. Seltener wird das Ei in die Oberhaut eines Teilblättchens gelegt, in welchem Falle die Blätter ihre gewöhnliche Größe erreichen und nur auf dem betreffenden Teilblättchen mit einem kleinen Bedeguar beſetzt ſind, wie es die Abbildung auf S. 525, Fig. 1 zeigt. Wenn gleichzeitig die Blattſtiele von drei jugendlichen, in der Knoſpe zuſammengedrängten Blättern angeſtochen werden, was ſehr oft vorkommt, ſo entſtehen drei an einer verkürzten Achſe dicht zuſammengedrängte Einzelgallen, und das ganze Gebilde erreicht dann nicht ſelten die Größe eines Pinienzapfens.

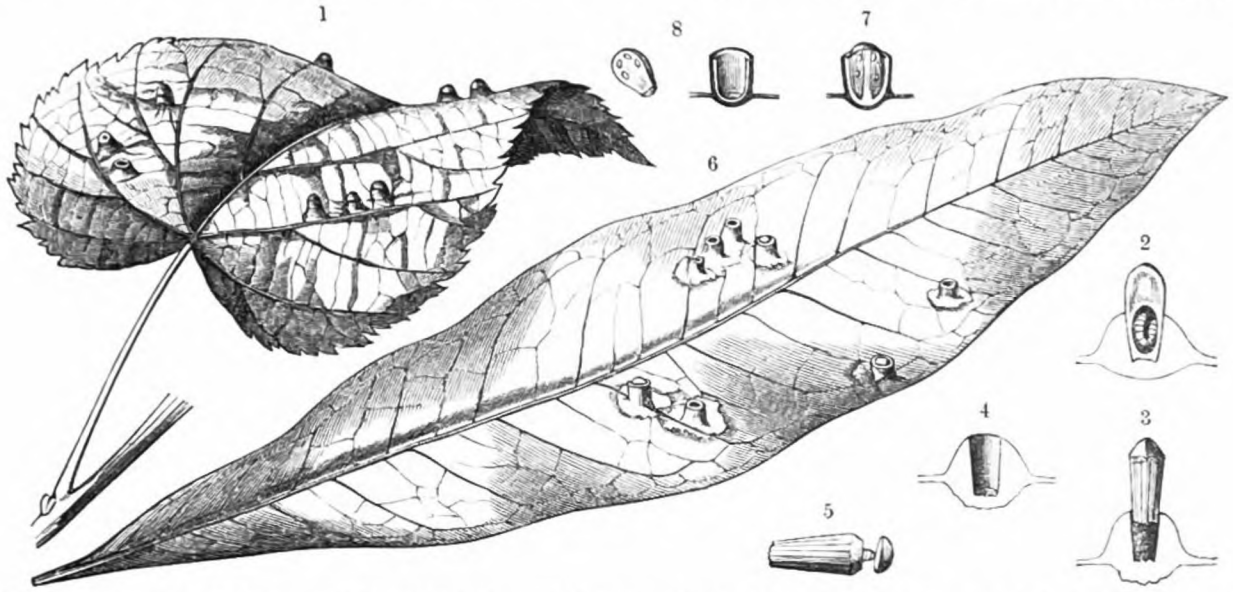
Die Stelle, wo das wachstumfähige Gewebe der Pflanze von dem eierlegenden Tiere angeſtochen wird, erhält ſich in manchen Fällen als ein freier Kanal; in anderen Fällen bildet ſich an der Wundſtelle ein Korkgewebe aus, ſo daß die Kammer, in welcher die Larve lebt und zur Puppe wird, von der Außenwelt ringsum abgeſchloſſen iſt. Das aus der Puppe kommende Inſekt muß ſich in ſolchen Fällen durch die Wand der Galle ſelbſt einen Ausführungsgang bilden, was dadurch geſchieht, daß von dem entwickelten Tiere mittels der Kiefer ein Loch ausgebiſſen wird (ſ. Abbildung, S. 534, Fig. 3). Die Gallweſpen (Cynipiden) verlaſſen ausnahmslos auf dieſe Weiſe den Raum, welcher ihnen bisher nicht nur als ſichere Wohnung, ſondern zugleich als eine nie verſiegende Speiſekammer gedient hat. Weſentlich anders verhält es ſich mit einem Teile jener Markgallen, welche den Fliegen aus den Gattungen Hormomyia, Diplosis und Cecidomyia ihre Entſtehung verdanken, wie beiſpielsweiſe mit der an den Blattflächen und Blattſtielen der Eſpe (Populus tremula) durch Diplosis tremulae und der auf den Blättern der Salweiden (Salix Caprea,

cinerea, grandifolia) durch Hormomyia Capreae veranlaßten Gallenbildungen. Hier wird nämlich ſchon bei der Ausbildung des Markes ein Ausführungsgang vorbereitet. Die Wand der Galle beſteht zwar gerade ſo wie bei den meiſten anderen Markgallen aus einem Gallenmarke, einer Hartſchicht und einer Oberhaut, aber das mächtig entwickelte Mark und auch die Hartſchicht ſchließen die kleine Larvenkammer nicht ringsum ein, ſondern laſſen an dem am ſtärkſten vorgewölbten Teile der Galle einen Ausführungsgang offen. Solange die Oberhaut über dieſe Stelle geſpannt iſt, wird die Mündung dieſes Ausführungsganges allerdings nicht bemerkt, aber wenn für das Inſekt die Zeit zum Verlaſſen der bisher bewohnten Kammer gekommen iſt, bildet ſich in der geſpannten Oberhaut von ſelbſt ein klaffender Spalt. In manchen Fällen mögen wohl auch die Inſekten, beziehentlich die ſich vorſchiebenden Puppen die dünne Haut durchbrechen. Bei der durch Hormomyia fagi auf den Buchenblättern veranlaßten ebenſo häufigen als weitverbreiteten Markgalle, von der ſchon wiederholt die Rede war, kommt ein eigentümlicher Verſchluß zur Ausbildung, welcher mit einer Klappe verglichen werden kann. Ähnlich wie die Puppen vieler Schmetterlinge ſich in den von der Raupe beim Einſpinnen vorbereiteten Ausführungsgang des Kokons ſo weit vorſchieben, als notwendig iſt, damit der Schmetterling unbeſchadet ausfliegen kann, drängt ſich auch die Puppe der Hormomyia fagi durch den klappenartigen Verſchluß an der Baſis der Galle vor, worauf das geflügelte Inſekt die Hülle der Puppenhaut verläßt.

Überaus merkwürdig und darum einer eingehenderen Schilderung wert iſt die Art und Weiſe, wie ſich jene Markgallen öffnen, welche einer mit Deckel aufſpringenden Kapſel ähnlich ſehen und dem entſprechend als Kapſelgallen angeſprochen wurden. Solange die Larve oder Raupe in der Gallenkammer Unterſtand hat und ſich dort ernährt, erſcheint die Galle ringsum abgeſchloſſen; wenn aber die Zeit herannaht, in welcher die Larve die Kammer verlaſſen ſoll, um ſich in der Erde zu verpuppen, findet entlang einer kreisförmigen Linie eine Trennung in dem Gewebe ſtatt, und der von dem Kreiſe umſchriebene Teil der Gallenwand wird als Deckel abgeſtoßen. Sehr hübſch iſt dieſer Vorgang an der durch die Gallmücke Cecidomyia cerris (ſ. Abbildung, S. 526, Fig. 7) an den Blättern der öſterreichiſchen Eiche (Quercus Austriaca) veranlaßten Galle zu verfolgen. Die Galle ſtellt im geſchloſſenen Zuſtande ein feſtes rundliches Gehäuſe dar, welches in das Blatt ſo eingeſchaltet iſt, daß es ſich über die obere Blattſeite als kleiner beſpitzter Kegel, über die untere Blattſeite als eine Scheibe, welche mit einem Räschen aus dicht zuſammengedrängten Haaren beſetzt iſt, erhebt. Im Herbſte trennt ſich von der unteren Seite dieſes Gehäuſes ein kreisrundes, deckelartiges Stück los. Dasſelbe entſpricht genau dem Umfange der erwähnten mit Haaren beſetzten Scheibe und iſt ſo ſcharf umgrenzt, daß es den Eindruck macht, es ſei mit einem Meſſer herausgeſchnitten worden (ſ. Abbildung, S. 526, Fig. 8 und 9). Der Deckel fällt nun ab und auch die Larve, welche aus dem Ei hervorgegangen war und die den Sommer hindurch in der Kammer dieſer Galle gelebt hatte, fällt zu Boden, dringt in die Erde, ſpinnt ſich dort ein und verwandelt ſich im darauffolgenden Frühlinge zu einer Puppe, aus welcher im Mai die Gallmücke ausſchlüpft.

Noch ſeltſamer iſt die durch einen Schmetterling (Cecidoses Eremita) an dem grünen Rindengewebe der jungen Zweige von Duvalia longifolia, einer ſüdamerikaniſchen Anakardiacee, hervorgebrachte, auf S. 526, Fig. 5 und 6 abgebildete Galle. Dieſelbe iſt kugelrund, ſehr hart und beherbergt in ihrer großen Kammer die aus dem Ei hervorgegangene Raupe. Wenn die Zeit zum Verpuppen herangerückt iſt, bildet ſich gegenüber von dem Anſatzpunkte der Galle ein Pfropfen aus, der mit einem vorſpringenden Rande verſehen iſt. Nach Entfernung desſelben bemerkt man ein kreisrundes Loch, welches in die Gallenkammer führt und durch welches die Raupe ihren bisherigen Wohnort verläßt. Wer dieſe Galle nicht mit eigenen Augen geſehen hat, könnte verſucht ſein, die Schilderung derſelben für eine Fabel

zu halten. Und doch gibt es noch merkwürdigere Formen in dieſer Abteilung der Gallenbildungen. An den Blättern der großblätterigen Linde (Tilia grandifolia) entſteht in der Umgebung des von der Gallmücke Hormomyia Réaumuriana gelegten Eies eine Wucherung, welche zunächſt die Geſtalt einer in das grüne Gewebe der Blattſpreite eingeſchalteten flachen Linſe zeigt, allmählich aber ſich vergrößert und an der oberen Blattſeite als ein ſtumpfer Kegel, an der unteren als halbkugelige Warze vorragt. Die Kammer dieſer Galle iſt von der Made der genannten Gallmücke bewohnt. Im Juli verfärbt ſich die Spitze des kegelförmigen Teiles, wird gelb und braun, und nun bemerkt man auch eine Furche, welche den Kegel umſäumt. Wird die Galle zu dieſer Zeit der Länge nach durchſchnitten, ſo erkennt man, daß ſich in dem die Kammer umgebenden Gewebe eine Scheidung in zwei Schichten derart vollzogen hat, daß die äußere Schicht, welche in das grüne, unveränderte



Markgallen: 1. Kapſelgallen auf dem Blatte der großblätterigen Linde (Tilia grandifolia), verurſacht durch Hormomyia Reaumuriana. — 2. Längsſchnitt durch eine ſolche Galle, im Inneren die Made zeigend. — 3. Längsſchnitt durch eine Kapſelgalle, aus der eben die Innengalle hervortritt. — 4. Außengalle nach dem Ausfallen der Innengalle. — 5. Innengalle im Moment des Abfallens des Deckels. — 6. Kapſelgallen auf dem Blatte einer braſiliſchen Celastrus-Art. — 7. Längsſchnitt durch eine dieſer Gallen. — 8. Dieſelbe nach dem Ausfallen der Innengalle. — Fig. 1 und 6 in natürlicher Größe, Fig. 2—5 und 7 und 8: 2fach vergrößert. Vgl. Text, S. 533.

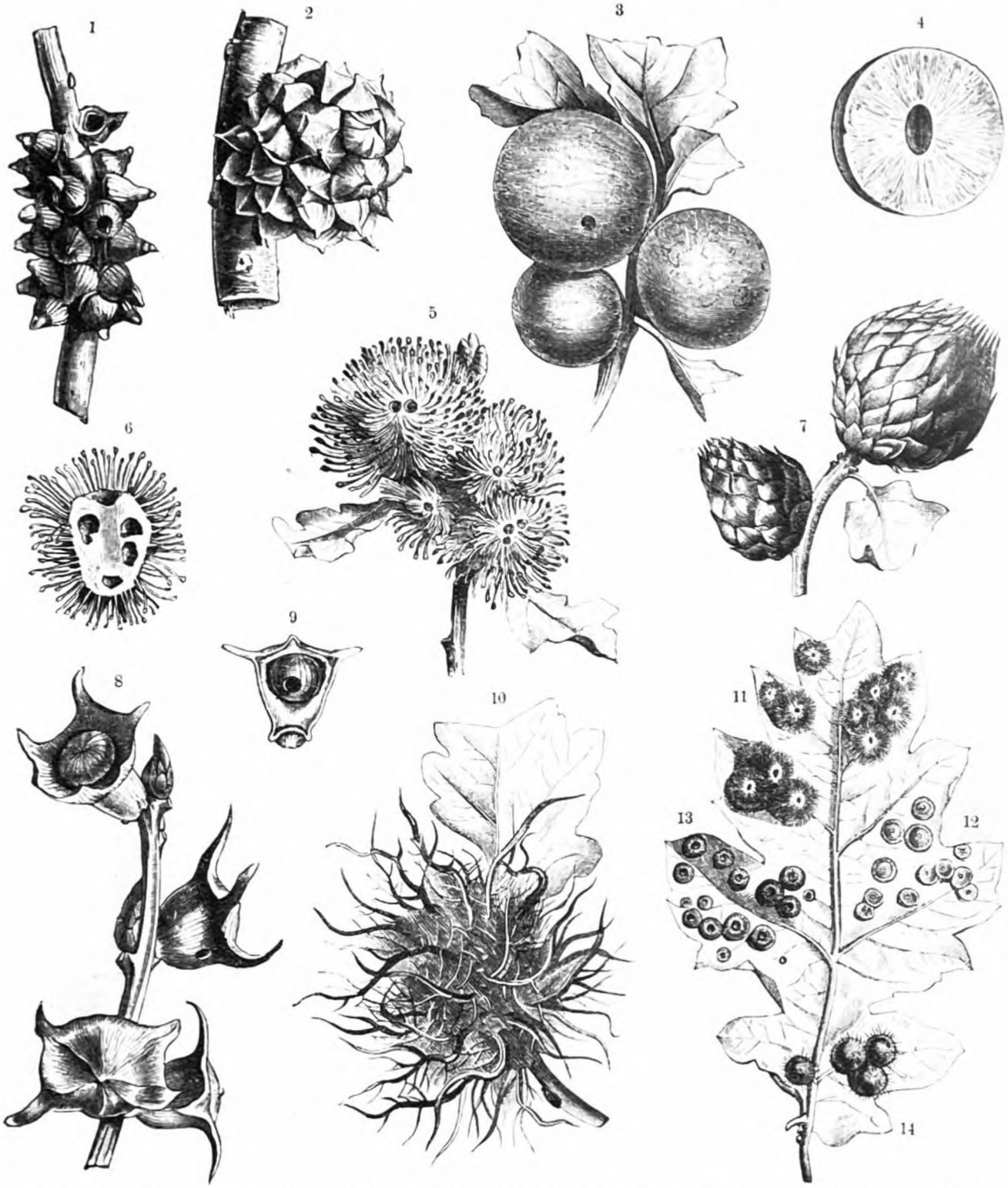
Blattgewebe allmählich übergeht, zu einem Walle geworden iſt, welcher die innere, die Made unmittelbar umhüllende Schicht bis zur Höhe der obenerwähnten Kreislinie umgibt. Das ganze Gewebe hat ſich in eine „Außengalle“ und eine „Innengalle“ geſondert, und die Innengalle erſcheint wie ein Ei im Eibecher eingeſenkt (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 2). Im Hochſommer trennt ſich die Innengalle vollſtändig von der Außengalle und wird von der letzteren förmlich ausgeſtoßen. Das geſchieht dadurch, daß das Gewebe der Außengalle ſtark aufquillt, ſo daß ein Druck auf die einem Pfropfen nicht unähnliche und unterwärts etwas verſchmälerte Innengalle ausgeübt wird (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 3). Die ausgeſtoßene Innengalle fällt auf die Erde unter den Lindenbaum und nimmt eine dunkelbraune Farbe an; die Außengalle aber hat nun die Geſtalt eines Kraters, deſſen Grund von dem aufgequollenen Zellgewebe eingenommen iſt (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 1 und 4), ſpäter ſchrumpft ſie und erſcheint dann als eine durchlöcherte, grüne Verdickung in der grünen Spreite des Lindenblattes. Die abgefallene Innengalle iſt an dem ſtumpf kegelförmigen Ende glatt, gegen das entgegengeſetzte Ende zu etwas geſtreift und hat Ähnlichkeit mit der abgefallenen Frucht eines Korbblütlers. Die Kammer dieſer Innengalle birgt die Gallmückenlarve, welche ſich noch eine Zeitlang von dem ſaftigen, die Innenwand der Kammer bekleidenden Zellgewebe ernährt, ſich in der Kammer auch während des Winters ruhend

verhält und im darauf folgenden Frühlinge verpuppt. Vor der Verpuppung wird von ihr eine ringförmige Furche unter der kegelförmigen Gallenſpitze ausgefreſſen, und wenn dann die Puppe ausſchlüpfen will, braucht ſie nur an die Gallenſpitze zu drücken, worauf ſofort im Umkreiſe der Furche eine Trennung des Zuſammenhanges erfolgt, die kegelförmige Gallenſpitze als Deckel abgeworfen und eine weite Ausgangspforte gebildet wird (ſ. Abbildung, S. 532, Fig. 5). Eine ſehr ähnliche Gallenbildung findet ſich an den Laubblättern einer in Braſilien vorkommenden Art der Gattung Celastrus (ſ. Abbildung, S. 532, Fig. 6—8), nur enthält dort die Innengalle mehrere Kammern, und die Außengalle hat die Form eines der grünen Blattfläche aufgeſetzten Bechers.

Die Urſprungsſtelle der Markgallen wird durch die gallenerzeugenden Tiere beſtimmt. Dieſe ſind in betreff der Stelle, wohin ſie ihre Eier legen, im allgemeinen ſehr wähleriſch, und es iſt wahrhaft ſtaunenswert, mit welcher Findigkeit von ihnen ſelbſt ſehr verſteckte und ſchwer zugängliche Punkte aufgefunden werden, wenn Ausſicht vorhanden iſt, daß dort die aus dem Ei hervorkommenden Larven nicht nur Nahrung, ſondern auch eine geſicherte Heimſtätte finden. Die kleine Gallweſpe Blastophaga grossorum legt ihre Eier in die Fruchtknoten der ſogenannten Gallenblüten im Inneren der Urnen von Ficus Carica (ſ. S. 157 und Abbildung, S. 154, Fig. 14 und 15); die Gallweſpen Andricus amenti und Neuroterus Schlechtendali legen ſie in die Pollenblätter der öſterreichiſchen Eiche, die Gallweſpe Cynips caput Medusae legt ſie an die Seite der Hüllblättchen, welche die Fruchtblüten der Eichen (Quercus sessiliflora und pubescens) umgeben, und erzeugt dort eine Galle mit unzähligen wirr durcheinander geflochtenen ſtarren und ſpitzen Franſen, welche die Angriffe anderer Tiere abwehren (ſ. Abbildung, S. 534, Fig. 10), unzählige gallenerzeugende Inſekten legen die Eier an die untere Seite der Laubblätter, wobei einige das grüne Gewebe, andere die Stränge bevorzugen. Andricus curvator wählt mit Vorliebe den Rand der Eichenblätter; Diplosis tremulae die Blattſtiele der Eſpe, und zwar dort, wo dieſe in die Blattſpreite übergehen. Mehrere Gallweſpen, wie z. B. Andricus aestivalis und Andricus grossulariae, ſuchen ſich die Achſe, beziehentlich den Blütenboden in den Blütenkätzchen der öſterreichiſchen Eiche zum Eierlegen aus, und beſonders häufig erheben ſich die Markgallen von der grünen Rinde der Zweige, in welche namentlich gewiſſe Cynipiden, z. B. Aphilothrix Sieboldi (ſ. Abbildung, S. 534, Fig. 1), ihre Eier legen. Am ſeltenſten entſtehen die Markgallen an den Wurzeln, doch ſind auch ſolche, und zwar veranlaßt durch die Gallweſpe Aphilothrix radicis und Borkiza aptera, bekannt geworden.

Zuſammengeſetzte Gallen werden diejenigen genannt, zu deren Aufbau mehrere unmittelbar aneinander grenzende Glieder einer Pflanze einbezogen wurden. Sie laſſen ſich in drei Gruppen, in Knoppergallen, Kuckucksgallen und Klunkergallen, zuſammenſtellen. Die Knoppergallen umfaſſen mehrere, häufig ſogar ſämtliche Glieder eines Sproſſes. Die Achſe dieſes Sproſſes erſcheint immer geſtaut und über das gewöhnliche Maß verdickt. Der angeſchwollene Teil enthält in ſeinem Inneren eine oder mehrere von einer Markſchicht umgebene Larvenkammern. Man kann von den Knoppergallen wieder zweierlei Formen unterſcheiden, erſtens blattloſe, welche der Blätter entbehren oder beſſer geſagt, bei denen die Blätter in Höcker, Zacken und Kolben umgewandelt ſind, die ohne Grenze in die angeſchwollene, die Larvenkammer enthaltende Achſe übergehen, und zweitens in beblätterte, welche mit ſchuppenförmigen Hochblättern oder mehr oder weniger entwickelten grünen Laubblättern beſetzt ſind. Von den blattloſen Knoppergallen ſind insbeſondere jene Formen hervorzuheben, welche mit eigentümlichen Schutzmitteln gegen die Angriffe der den Gallenweſpenlarven nachſtellenden Tiere ausgerüſtet ſind. Die auf S. 534, Fig. 8 und 9 abgebildete, durch Cynips polycera veranlaßte, aus den Blattknoſpen der Quercus pubescens und sessiliflora hervorgehende und gewiſſermaßen einen ganzen Seitentrieb vertretende

Galle hat die Form einer jungen Miſpelfrucht und 3—5 abſtehende, ſtarre und ſpitze Zacken, welche als metamorphoſierte, aber ohne Grenze in das Gewebe der Sproßachſe übergehende



Eichengallen: 1. Markgallen an der Rinde, veranlaßt durch Aphilothrix Sieboldi. — 2. Knoppergalle aus einer Blattknoſpe, veranlaßt durch Cynips Hartigii. — 3. Markgallen an einem Eichenzweige, veranlaßt durch Cynips Kollari. — 4. Eine ſolche Galle durchſchnitten. — 5. Knoppergallen aus Blattknoſpen, veranlaßt durch Cynips lucida. — 6. Eine ſolche Galle durchſchnitten. — 7. Beblätterte Knoppergalle, veranlaßt durch Aphilothrix gemmae. — 8. Knoppergallen aus Blattknoſpen, veranlaßt durch Cynips polycera. — 9. Längsſchnitt durch eine ſolche Knoppergalle. — 10. Galle an der Fruchthülle der Quercus pubescens, veranlaßt durch Cynips caput medusae. — 11 bis 14. Markgallen auf dem Blatte der öſterreichiſchen Eiche (Quercus Austriaca): 11. veranlaßt von Neuroterus lanuginosus, — 12. von Neuroterus numismaticus, — 13. von Neuroterus fumipennis, — 14. von Spathegaster tricolor. Vgl. Text, S. 529, 530, 533—535.

Blattgebilde angeſehen werden können. Dieſe Galle iſt einkammerig, und es hat ſich das Gewebe ihrer Wand in eine Außengalle und kugelige, markige Innengalle geſondert. Die

auf S. 534, Fig. 2 abgebildete Galle wird durch die Gallwespe Cynips Hartigii veranlaßt, welche ein Ei in die Mitte einer Blattknospe der Stieleiche (Quercus sessiliflora) legt. Aus einer solchen Blattknospe entwickelt sich statt eines belaubten Sprosses eine einkammerige, kleine Galle, von deren Umfange große nagelförmige oder keulenförmige Fortsätze ausgehen, welche als umgewandelte Blätter zu deuten sind. Die verdickten, eckigen Enden dieser Fortsätze schließen dicht zusammen und bilden so gewissermaßen eine zweite äußere Hülle der Gallenkammer, welche zu durchdringen feindlichen Schlupfwespen nicht möglich ist. Durch die Anordnung und Form der zusammenschließenden Fortsätze erinnert diese Galle lebhaft an die Zapfenfrucht einer Cypresse. Noch seltsamer ist die aus den Knospen verschiedener Eichen (Quercus pendulina, sessiliflora, pubescens) hervorgehende und durch die Gallwespe Cynips lucida veranlaßte Galle (s. Abbildung, S. 534, Fig. 5 u. 6). Dieselbe enthält mehrere Larvenkammern und ein reichliches Markgewebe, und von ihrem Umfange erheben sich unzählige dünne Fortsätze, welche an Leimspindeln erinnern, insofern nämlich als sie an dem köpfchenförmig verdickten Ende sehr klebrig sind. Die dem Gallenerzeuger feindlich gesinnten Schlupfwespen und andere Tiere nehmen sich wohl in acht, mit diesen Leimspindeln in Berührung zu kommen. Auch bei dieser Galle mag man die von der angeschwollenen Achse ausgehenden Fortsätze als metamorphosierte Blätter deuten. Es gibt übrigens unter den in diese Gruppe gehörigen, aus Blattknospen hervorgegangenen Gallen auch solche, an welchen die Blätter nur mehr durch Höcker angedeutet sind. So verhält es sich z. B. mit der vielkammerigen, schwammigen, an der Sonnenseite rotbackigen, im übrigen bleichen Galle, welche an den Zweigspitzen der Stieleiche durch die Gallwespe Dryoteras terminalis hervorgebracht wird, und die in ihrer Form lebhaft an einen Kartoffelknollen erinnert. Wie an der Kartoffelknolle sind nämlich auch an dieser Galle die Blattgebilde nur mehr durch verschwommene, kleine Wülste und Höcker angedeutet. In diese Abteilung der Knoppergallen gehört auch noch diejenige, welche im Volksmunde insbesondere den Namen Knopper führt, unter diesem Namen in den Handel gebracht wird und deren Name auch auf die ganze erste Gruppe der zusammengesetzten Gallen übertragen wurde. Es ist das die durch Cynips calicis an der Stieleiche hervorgebrachte, eckige und unregelmäßig geriefte Galle, welche aus dem Ende einer Blütenachse entspringt und nicht nur die Fruchtknoten, sondern auch die aus mehreren Deckschuppen zusammengesetzten Fruchtbecher in die Wucherung einbezieht. Auch reihen sich in diese Abteilung der Gallen noch die unregelmäßigen, plumpen Anschwellungen der Espenzweige (Populus tremula), welche durch die Larve eines Käfers (Saperda populnea), sowie die nußgroßen, mehrkammerigen, holzigen „Krebsgeschwülste", die an den Zweigen der Weiden durch Nematus medullaris veranlaßt werden.

Als Vorbild für die beblätterten Knoppergallen mag vorerst die auf S. 534, Fig. 7 abgebildete Galle dienen, welche durch die Gallwespe Aphilothrix gemmae an verschiedenen Eichen (Quercus pedunculata, sessiliflora, pubescens) entsteht. Dieselbe erinnert an einen Hopfen- oder Lärchenzapfen, entwickelt sich aus den Laubknospen der genannten Eichen, zeigt eine stark verkürzte, angeschwollenene Achse, deren Gewebe sich in eine Außengalle und eine Innengalle gesondert hat, und ist mit zahlreichen, vertrockneten, braunen, lanzettlichen, behaarten Schuppen besetzt, welche die Gestalt von Deckblättern haben. Knoppergallen, welche mit grünen Laubblättern besetzt sind, werden durch die Gallwespe Andricus inflator auf der Stieleiche, vorzüglich aber durch Bohrfliegen und Gallwespen auf krautartigen Gewächsen, so namentlich von Urophora cardui auf Cirsium arvense, von Diastrophus Scabiosae an mehreren Flockenblumen (Centaurea alpestris, Badensis, Scabiosa), von Aulax Hieracii an verschiedenen Habichtskräutern (Hieracium murorum, silvaticum, tridentatum ꝛc.) hervorgebracht. Gewöhnlich sind die Laubblätter teilweise verkrüppelt, und nicht selten ist von einem Teile der Laubblätter die Spreite ganz verkümmert, so daß dann

der betreffende Teil der Galle nur mit den schuppenförmigen Blattscheiden besetzt erscheint. Ein auf der Insel Kreta einheimischer Salbei trägt so häufig beblätterte, an kleine Quittenäpfel erinnernde, durch eine Aulax-Art verursachte Knoppergallen, daß sie von Linné Salvia pomifera genannt wurde. Der Stengel dieses Salbeies ist kugelig aufgetrieben, und die kugelige, außen graufilzige Masse ist oben mit einer Gruppe kleiner runzeliger Blätter besetzt, welche den stehenbleibenden Kelch eines Quittenapfels nachahmen. Die bekannteste und verbreitetste der hierher gehörigen Formen, jene an den genannten Habichtskräutern, stellt knollige Auftreibungen des Stengels dar. In dem vergrößerten Stengelmarke sind die Larvenkammern eingeschaltet, der Gefäßbündelring, der vielfache Verschiebungen erfahren hat, bildet die Schutzschicht und die Rinde des befallenen Stengelteiles die Rindenschicht der Galle. Die Oberhaut ist auffallend stark behaart.

Den mit Laubblättern besetzten Gallen schließen sich noch diejenigen an, zu deren Aufbau Blumenblätter in Verwendung gekommen sind. Sie gehen aus Blütenknospen hervor, in welche von kleinen Gallmücken Eier gelegt wurden. Die aus dem Ei schlüpfenden Larven leben in der Höhlung des Fruchtknotens oder, wo dieser mehrere Fächer hat, in einem der Fächer desselben, und dieser Raum erlangt dadurch die Bedeutung einer Larvenkammer. Die Blumenkrone, welche in der Blütenknospe den Fruchtknoten einhüllt, öffnet sich nicht, sondern erhält sich als eine geschlossene Kappe über der Larvenkammer. Der Kelch erscheint aufgebläht, vergrößert, bisweilen fleischig angeschwollen. Die ganze Galle macht den Eindruck einer Knospe oder kleinen Zwiebel und erinnert an jene knospenförmigen Ableger, welche an Stelle der Blüten an den Hochblattstengeln gewisser Laucharten so häufig entstehen. Besonders findet man solche Gallen am Hornklee (Lotus corniculatus), wo sie durch die Gallmücke Cecidomyia Loti, an verschiedenen Arten der Königskerze (Verbascum Austriacum, nigrum, Lychnitis ꝛc.), wo sie durch Cecidomyia Verbasci, an mehreren Arten des Gamanders (Teucrium montanum, Scordium ꝛc.), wo sie durch die Gallmücke Lactomelopus Teucrii, und an der Teufelskralle (Phyteuma orbiculare), wo sie durch Cecidomyia phyteumatis hervorgebracht werden.

Den Knoppergallen schließen sich jene merkwürdigen Gallenbildungen an, welche bei dem Landvolke in Österreich unter dem Namen Kuckucksknöpfe bekannt sind, und von denen ebenso wie von den schaumigen, speichelartigen, durch die Schaumcikade an der Kuckucksnelke abgeschiedenen Massen geglaubt wird, daß der Kuckuck an ihrem Entstehen beteiligt sei. Man kann den Namen, in Kuckucksgallen abgeändert, für die ganze Gruppe von Gallen verwenden. Die Kuckucksgallen fallen durch ihre bleiche, weißliche Farbe, durch das weiche, schwammige Gewebe und insbesondere auch dadurch auf, daß sie nur den Grund der Sprosse umwallen, während das Ende des betroffenen Sprosses unverändert weiter wachsen kann. Man hat sie im Hinblicke auf diese Eigentümlichkeit auch mit den Früchten der Ananas verglichen, über deren fleischiger Sammelfrucht bekanntlich die Achse als ein grün belaubter Schopf sich erhebt, der nach dem Ausreifen der Frucht seine Wachstumsfähigkeit nicht eingebüßt hat. Die Entwickelungsgeschichte der Kuckucksgallen ist dieselbe wie jene der Überwallungsgallen, und sie unterscheiden sich von diesen überhaupt nur dadurch, daß an ihrer Ausbildung nicht nur ein vereinzeltes Glied oder nur ein Teil eines Gliedes der Pflanze, sondern eine ganze Gruppe benachbarter Glieder beteiligt ist. Die bekannteste und verbreitetste in diese Gruppe gehörige Galle wird durch die Blattlaus (Chermes abietis) an den Zweigen der Fichtenbäume (Abies excelsa) hervorgebracht (s. Abbildung, S. 526, Fig. 1). Eine der „Altmütter" der genannten Blattlaus saugt sich zeitig im Frühlinge, ehe noch die Laubknospen der Fichten sich zu strecken beginnen, an der untersten Knospenschuppe fest und legt neben sich ein Häufchen Eier ab. Die Verletzung, welche durch das Saugen veranlaßt wird, und noch mehr die Einführung von Stoffen in das verletzte Gewebe, welche von dem saugenden Tiere

herstammen, veranlaßt in dem darüberstehenden Teile des Triebes die merkwürdigsten Veränderungen. Die Achse des Sprosses verdickt sich. Die Basis der von dieser Achse ausgehenden nadelförmigen Blätter schwillt an und gestaltet sich zu einem weichen, weißlichen, saftreichen Gewebe, dessen Zellen unter anderem auch Stärkemehlkörner in großer Menge enthalten. Das freie Ende dieser nadelförmigen Blätter behält die Form und dunkelgrüne Farbe der gewöhnlichen Fichtennadeln und erscheint der kissenförmigen blassen Basis aufgesetzt. Inzwischen sind aus den Eiern, welche von der Altmutter abgelagert wurden, junge Tiere ausgekrochen, welche ihre Geburtsstätte verlassen, zu dem umgeänderten Teile des Sprosses emporkriechen und sich dort verteilen. Nun beginnt infolge des Reizes, welchen die Tiere auf ihre Unterlage ausüben, eine neue Wucherung in dem bleichen, kissenförmigen Gewebe. Es erheben sich von demselben krempenartige Vorsprünge, Wülste und Wälle, zumal an der vorderen Seite eines jeden Kissens, die benachbarten Wülste schließen zusammen, und die jungen Blattläuse werden förmlich überwallt und eingekapselt. Sie verbleiben hier in den durch Überwallung gebildeten kleinen Höhlungen, ernähren sich, häuten sich und vermehren sich. Erst im August beginnt die Galle auszutrocknen, jede der kleinen Höhlungen öffnet sich vor der grünen, dem Kissen aufgesetzten Nadelspitze mit einem Querspalt (s. Abbildung, S. 526, Fig. 1), und die Blattläuse verlassen nun die Räume, in welchen sie den Frühling und Sommer hindurch gehaust hatten.

Fast ebenso häufig wie auf den Fichtenbäumen werden die Kuckucksgallen, an den Sternkräutern, namentlich an verschiedenen Arten des Labkrautes (Galium Austriacum, boreale, uliginosum 2c.) und des Waldmeisters (Asperula galioides, tinctoria 2c.) angetroffen. Die befallenen Sproßteile bleiben verkürzt, und an der Basis der Blätter des Sprosses entstehen weiße, schwammige, kissenförmige Wucherungen, welche etwas rinnenförmig vertieft sind. Dadurch, daß die wuchernden Gewebe der benachbarten Blätter sich aneinander legen, gestalten sich die rinnen- oder muldenförmigen Vertiefungen zu kleinen Höhlungen, in welchen die Larven der gallenerzeugenden Mücken (Cecidomyia Galii und Asperulae) leben. Am gemeinen Labkraute (Galium Mollugo) gehen diese schwammigen Wucherungen nicht von der Basis der Blätter, sondern von der grünen Rinde der Stengel in der Umgebung der Ansatzpunkte der Blätter und Seitenzweige aus. Sie erheben sich als Wülste und Lappen, von welchen mehrere zu einer Art Kuppelbau zusammenschließen und eine Höhlung bilden, in welcher die Larven der Gallmücke leben. Die Laubblätter sind dabei in ihrer Form kaum verändert, auch die Seitenzweige, wenn solche dort entspringen, sind nicht umgestaltet, und man sieht sogar nicht selten kurze Seitenzweige, die von Blüten abgeschlossen werden, über die schwammige, weiße Kuckucksgalle unverändert emporragen. Auch an Schotengewächsen, namentlich an Barbaraea vulgaris, Nasturtium palustre, silvestre und Sisymbrium Sophia, kommen Kuckucksgallen vor. Sie werden durch Cecidomyia Sisymbrii veranlaßt und entstehen vorzüglich an der Basis der Blütenstiele in der Mittelhöhe der Doldentrauben. Es bilden sich dort schwammige weiße Gewebekörper aus, welche wie Hutkrempen die Blütenstiele umgeben. Indem diese Wucherungen der benachbarten Blütenstiele zusammenstoßen, entstehen Hohlräume, welche den Larven der Gallmücke zum Aufenthalte dienen. Von außen gesehen, stellen sich diese Gallen als höckerige, weiße, in die Blütenstände eingeschaltete Körper dar, welche an die Früchte des weißen Maulbeerbaumes erinnern.

Mit dem Namen Klunkern bezeichnet man in Norddeutschland Mißbildungen an den Blütenständen der Esche, an welchen die Häufung von Blattgebilden zu Knäulen, Knöpfen und Schöpfen besonders auffällt, und für welche durch genaue Untersuchung festgestellt wurde, daß sie als Gallen zu betrachten seien. Es empfiehlt sich, diesen Namen nicht nur festzuhalten, sondern auch zu verallgemeinern, so zwar, daß man alle zusammengesetzten Gallen, an welchen durch Häufung eigentümlich veränderter, von verkürzten Achsen ausgehender

Blätter Niſchen und Schlupfwinkel für gallenerzeugende Tiere hergeſtellt werden, Klunkergallen nennt. Die Tiere, von welchen dieſe Gallen veranlaßt werden, gehören den verſchiedenſten Abteilungen an. Insbeſondere ſind es Mücken, Blattflöhe, Blattläuſe und Milben, welche ins Spiel kommen, und von welchen erſtere nur im Ei- und Larvenzuſtande, die anderen in allen Entwickelungsſtadien von den betreffenden Pflanzenteilen leben. Die Anſiedelung erfolgt jedesmal an dem Ende eines Sproſſes und zwar ſtets zur Zeit, wenn dieſer noch unentwickelt in der Knoſpe ſteckt. Die Achſe eines ſolchen Sproßendes bleibt infolge des Reizes der angeſiedelten Tiere mehr oder weniger verkürzt, und auch die von derſelben ausgehenden Blätter erfahren tiefgreifende Veränderungen. Damit für die zwiſchen den Blättern angeſiedelten Tiere der nötige Raum geſchaffen werde, iſt entweder die Spreite, oder es iſt der ſcheidenförmige Teil des Blattes vertieft und ausgehöhlt, und indem ſich dieſe Teile der Blätter aufeinander legen, entſtehen Höhlungen, nicht unähnlich denjenigen, welche ſich an den Zapfen der Nadelhölzer für die heranwachſenden Samen ausbilden. Der Scheidenteil der Blätter iſt nicht ſelten etwas verdickt, und ſein ſaftiges Zellgewebe dient dann den in der Galle wohnenden Tieren zur Nahrung; in anderen Fällen ſind die ausgehöhlten Blattſpreiten dicht behaart, und der Überzug aus Haaren hat dann für die gallenerzeugenden Tiere dieſelbe Bedeutung wie der Filz an einzeln ſtehenden, nicht zu Schöpfen verbundenen Blättern. Je nachdem die freien Enden der an dem Aufbaue dieſer Gallen beteiligten Blätter abſtehen oder zuſammenſchließen, und je nachdem die Achſe, von welcher die Blätter ausgehen, mehr oder weniger geſtaut iſt, ergeben ſich ſehr mannigfaltige Formen dieſer Gallen, und man wird beim Anblicke derſelben bald an offene Roſetten, bald an geſchloſſene Ballen, bald an Büſchel und Quaſte, bald an Zöpfe und Hexenbeſen erinnert.

Je nachdem die Klunkergallen in der Laub- oder Blütenregion der befallenen Pflanze zur Entwickelung kommen, laſſen ſich zwei Abteilungen derſelben unterſcheiden. Aus der Abteilung der in der Laubregion entſtehenden und aus der Anlage belaubter Sproſſe hervorgehenden Formen ſind als die bekannteſten und auffallendſten folgende hervorzuheben. Zunächſt die abſonderlichen Gebilde an den Zweigſpitzen der Salweiden (Salix aurita. Caprea, grandifolia ꝛc.), welche der Volksmund Weidenroſen nennt. Sie werden durch die Gallmücke Cecidomyia rosaria veranlaßt. Die Laubknoſpe, aus der ſie entſtehen, behält ihre kurze Achſe und entwickelt aus dieſer zahlreiche grüne Blätter, welche wie die Blätter einer gefüllten Roſe gruppiert ſind. Die unterſten Blätter dieſer „Roſe“ weichen in ihrer Geſtalt von den gewöhnlichen Laubblättern der betreffenden Weidenarten nur wenig ab. Meiſtens iſt nichts weiter als eine Verkürzung und Verbreiterung des Blattſtieles und der Blattſcheide zu bemerken, während ſich die grüne Spreite faſt unverändert erhalten hat. An den weiter aufwärts, beziehentlich einwärts folgenden Blättern nimmt dagegen der ſcheidenförmige Teil des Blattes auffallend an Umfang zu und der grüne Spreitenteil an Umfang ab, und noch weiter gegen den Mittelpunkt der „Roſe“ werden die Blätter ſchuppenförmig; es iſt an denſelben von der Blattſpreite nichts mehr zu erkennen, und das Ende des verkürzten Sproſſes iſt nur mehr mit Reſten von Blattſcheiden beſetzt. Bemerkenswert iſt, daß die Zahl der Blätter in einer ſolchen Weidenroſe immer größer iſt als diejenige, welche an einem unveränderten Sproſſe der betreffenden Weidenart gefunden wird. Wenn z. B. die Zahl der Blätter an einem Jahrestriebe der Salweide (Salix Caprea) 25 beträgt, ſo erſcheint an einer „Roſe“ dieſer Weidenart die Zahl wenigſtens doppelt ſo groß, was nur ſo zu erklären iſt, daß hier eine Prolepſis ſtattgefunden hat, d. h. daß nicht nur der für das laufende Jahr angelegte Trieb, ſondern überdies aus einer an dieſem Triebe entſtehenden Knoſpe auch noch ein Trieb, welcher unter gewöhnlichen Verhältniſſen erſt im nächſtfolgenden Jahre entſtanden ſein würde, ſich entwickelt hat. Wenn der Herbſt kommt, treten die roſettenförmigen Gallen an den Salweidenſträuchern ſchon von ferne deutlich hervor,

weil die ſie zuſammenſetzenden Blätter nicht wie die anderen Blätter abfallen, ſondern als braune, vertrocknete Gebilde an den Enden der Zweige zurückbleiben. Recht auffallend ſind auch die roſettenförmigen Gallen, welche an den Zweigſpitzen des Weißdornes (Crataegus Oxyacantha und monogyna) durch die Gallmücke Cecidomyia crataegi hervorgebracht werden. Dieſelben ſehen ganz eigentümlich ſtruppig aus und machen faſt den Eindruck kleiner Vogelneſter. Infolge des von der Mückenlarve veranlaßten Reizes bekommen die betroffenen Blätter und Nebenblätter tiefere und zahlreichere Einſchnitte; es bilden ſich an Stelle der breiten Lappen ſchmale Zipfel und Franſen, die vielfach gekrümmt ſind und an Geweihe von Renntieren erinnern. Aus der grünen Rinde der Zweige und aus dem Gewebe der Blattſpreite, zumal über den Gefäßbündeln, erheben ſich auch Weichſtacheln, deren Ende köpfchenförmig verdickt iſt, und häufig ſieht man 3—5 ſolcher Weichſtacheln zu hahnenkammförmigen Gebilden verwachſen. Auch dieſe ſtruppigen Roſetten an den Weißdornzweigen erhalten ſich lange über die Zeit hinaus, in der die gewöhnlichen Laubblätter abzufallen pflegen.

Einen bemerkenswerten Gegenſatz zu dieſen Klunkergallen, welche ſich als weit offene Roſetten darſtellen, bilden diejenigen, deren ſämtliche Blätter zuſammenſchließen, ſich gewiſſermaßen ballen, wie etwa die Blätter an einem Kohlkopfe, ſo daß die ganze Galle ein knopfförmiges Ausſehen erhält. Die äußeren Blätter ſolcher Gallen ſind rund, oberſeits grubenförmig vertieft und ſchließen gewöhnlich wie Muſchelſchalen zuſammen; die inneren haben zwar eine ähnliche Form, ſind aber viel kleiner, tiefer ausgehöhlt, fleiſchig verdickt und von bleicher Farbe. Die durch Cecidomyia genisticola an Genista tinctoria erzeugten Gallen, ebenſo wie jene, welche durch Cecidomyia Veronicae an Veronica Camaedrys und durch Gallmilben an dem Quendel (Thymus Serpyllum) hervorgebracht werden (ſ. Abbildung, S. 523, Fig. 4 und 5), bilden an den Spitzen der Triebe weiße Knöpfe, welche ſich von dem dunkeln Grün der darunter ſtehenden Laubblätter ſchon von fern deutlich abheben. Die weiße Farbe rührt davon her, daß die wie Muſchelſchalen zuſammenſchließenden äußeren Blätter mit weißen Haaren dicht bekleidet ſind. Durch Cecidomyia Artemisiae wird an den Zweigen der Artemisia campestris eine geſchloſſene Klunkergalle erzeugt, welche in weiße Wolle wie in ein Geſpinſt eingehüllt iſt. Dagegen erſcheinen die großen knopfförmigen, an den Felberweiden (Salix purpurea ꝛc.) durch Cecidomyia rosaria hervorgebrachten ſowie die an den Ährchen der Treſpe (Bromus) durch eine Gallmilbe erzeugten geſchloſſenen Klunkergallen grün und kahl oder doch nicht über das gewöhnliche Maß behaart.

An den Sproſſen der Eibe (Taxus baccata), des Leines (Linum usitatissimum), der cypreſſenartigen Wolfsmilch (Euphorbia Cyparissias), des ſtielloſen Leimkrautes (Silene acaulis) und mehrerer Eriken (Erica arborea, carnea ꝛc.) entſtehen durch den Einfluß verſchiedener Mücken (Cecidomyia Taxi, Euphorbiae, Ericae scopariae ꝛc.) Gallen mit linealen, aufrecht abſtehenden, zu Büſcheln zuſammengedrängten Blättern. Der Grund der gehäuften Blätter und auch die Achſe der Galle iſt gewöhnlich etwas verdickt, wodurch der Eindruck hervorgebracht wird, daß die linealen Blätter einem rundlichen Knopfe aufſitzen, was namentlich bei der cypreſſenförmigen Wolfsmilch recht auffallend hervortritt. An dieſe Form reiht ſich die unter dem Namen Kickebeere bekannte, an Zweigen des Wachholders (Juniperus communis) vorkommende, von der Gallmücke Lasioptera juniperina veranlaßte Gallenbildung an. Die nadelförmigen Blätter des Wachholders ſtehen an den unveränderten Sproſſen zu drei und drei in Quirlen beiſammen. Durch den Einfluß der Gallmücke Hormomyia juniperina erſcheinen nun die Quirle am oberſten Ende der Zweige ſo verändert, daß der vorletzte derſelben infolge Verbreiterung der Nadeln einen dreizackigen Becher darſtellt, während der letzte Quirl ſich zu einem von drei kurzen Blättchen umſchloſſenen Gehäuſe ausgeſtaltet. Dieſe Galle erinnert in ihrer Form ſehr auffallend an die Zapfen gewiſſer Lebensbäume (Thuja occidentalis, orientalis und plicata).

An verſchiedenen Simſen (Juncus), namentlich an Juncus alpinus und lamprocarpus, werden durch einen Blattfloh (Livia Juncorum) Gallen veranlaßt, welche das Anſehen einer Troddel oder eines Quaſtes haben. Die Achſe des befallenen Sproſſes iſt verkürzt, die ſich deckenden Scheidenteile der Blätter ſind ſehr verbreitert, von bleicher Grundfarbe, an der Sonnenſeite rot überlaufen und machen den Eindruck der Hülle eines Quaſtes. Die verkürzten, grünen Spreiten, welche den Scheidenteilen aufſitzen, ſind dagegen fadenförmig und wie die loſen Fäden eines Quaſtes gruppiert. Nicht ſelten entſtehen in den Achſeln einiger Blätter ſolcher Quaſte kurze Seitenſproſſe, welche wieder ein quaſtenförmiges Ausſehen zeigen, ſo daß das ganze Gebilde ſich als ein Bündel aus Quaſten darſtellt.

Dieſen Klunkergallen an den Halmen der Simſe ſchließen ſich die an Zöpfe und Hexenbeſen erinnernden, durch Milben veranlaßten Gallen an den Zweigen der behaarten Felberweiden, namentlich der Silberweide (Salix alba), an. Statt der beblätterten, langen Weidenrute, wie ſie unter gewöhnlichen Verhältniſſen aus einer Laubknoſpe hätte hervorgehen ſollen, iſt ein Gewirre von Zweigen mit kurzen Blättchen ausgebildet, in dem man ſich anfänglich gar nicht zurechtfinden kann. Bei eingehenderer Beſichtigung bemerkt man, daß die Achſe des in der Laubknoſpe angelegten Sproſſes kurz geblieben iſt, und daß aus den Achſeln ihrer Blätter Seitenſproſſe, aus den Achſeln der Blätter dieſer Seitenſproſſe neuerdings Sproſſe und ſo fort Sproſſe dritter, vierter und fünfter Ordnung hervorgegangen ſind. Es haben ſich demnach hier im Laufe eines Monates Sproſſe ausgebildet, welche ohne den Einfluß der Gallmilben erſt im Laufe von drei, vier, fünf oder ſechs Jahren aufeinander gefolgt ſein würden, und es liegt in dieſen Gallen wieder einer jener Fälle vor, welchen die Botaniker als Vorfall oder Prolepſis bezeichnet haben. Selbſtverſtändlich ſind alle Achſen dieſer Sproſſe geſtaut und die ſie bekleidenden Blätter verkleinert. Die Verkürzung und Verkleinerung nimmt allmählich zu, ſo zwar, daß die Achſen und Blätter an den Trieben vierter und fünfter Ordnung viel kleiner ſind, als diejenigen zweiter und dritter Ordnung. Die letzten Seitentriebe bleiben knoſpenförmig, und ihre ſchuppenförmigen, kleinen Blättchen decken ſich gegenſeitig wie die Schuppen an dem Hüllkelche eines Korbblütlers. Einen ähnlichen Bau, wie dieſe zuſammengeſetzten Gallen der Felberweiden haben auch die durch Gallmilben hervorgebrachten „Hexenbeſen“ an den Sträuchern des Flieders (Syringa vulgaris) und der Reinweide (Ligustrum vulgare). Manchmal greift bei ihnen die Umwandlung der Blätter an den Achſen dritter, vierter und fünfter Ordnung ſchon in die Blütenregion über, und ſolche Fälle bilden dann gewiſſermaßen ein Verbindungsglied zwiſchen den Klunkergallen der Laubblattſtufe zu jenen der Hochblattſtufe.

An den Klunkergallen der Hochblattſtufe kommt begreiflicherweiſe eine der auffallendſten Veränderungen, welche die zuletzt beſprochenen Gallenbildungen auszeichnet, nämlich die Stauung der Achſe, nicht in Betracht. Jener Teil der Achſe, welchen man den Blütenboden nennt, wächſt ohnedies nicht zu einem verlängerten Sproſſe aus, ſondern erhält ſich allezeit ſo kurz, daß die von ihm ausladenden Blumenblätter dicht übereinander ſtehen und Roſetten bilden, in deren Niſchen und Winkeln ſich zahlreiches kleines Getier aufhalten kann. Hier treten aber infolge des Reizes, welcher durch die angeſiedelten Tiere veranlaßt wird, andere ſehr auffallende Veränderungen hervor. Bei einigen Pflanzen kommen an Stelle der ſonſt roten, blauen, weißen oder gelben Blumenblätter grün gefärbte Blättchen zum Vorſcheine, welche in ihrer Form an Laubblätter erinnern, und wir pflegen dann zu ſagen, die Blätter ſeien „vergrünt“ oder „verlaubt“. Bei einem anderen Teile der befallenen Pflanzen wandeln ſich die Pollenblätter in Blumenblätter um, und die Blüten, in welchen eine ſolche Veränderung ſtattgefunden hat, werden „gefüllt“ genannt. Endlich kommt es auch vor, daß die Fruchtblätter, welche für gewöhnlich zu einem Gehäuſe miteinander verwachſen ſind, als getrennte Lappen von dem Blütenboden abſtehen, daß alſo gewiſſermaßen eine

Löſung ihres Verbandes ſtattgefunden hat, in welchen Fällen wir von „Antholyſe“ ſprechen. Es gibt auch durch den Einfluß der Gallmilben umgewandelte Blüten, welche zugleich vergrünt und gefüllt ſind, und wo ſich überdies der Stempel in ſeine Fruchtblätter aufgelöſt hat.

Von Pflanzen, an deren Blüten dieſe Umwandlungen in allen erdenklichen Abſtufungen beobachtet werden, ſind insbeſondere die kleinblütigen Arten der Gattung Hornkraut (Cerastium macrocarpum, triviale ꝛc.), mehrere Nelkengewächſe (Lychnis Viscaria, Saponaria officinalis ꝛc.), Schotengewächſe (Cardamine uliginosa, Camelina sativa, Lepidium Draba), Gentianen (Gentiana acaulis, rhaetica), Ehrenpreiſe (Veronica officinalis, saxatilis) und Schafgarben (Achillea millefolium, nana) erwähnenswert. Bei den Ehrenpreiſen ſind die Blumenblätter gewöhnlich ſtark verlaubt, die an Stelle der Blüten auftretenden Büſchel, Roſetten und Knäuel aus kleinen, grünen Blättchen rücken an der Spindel des Blütenſtandes zuſammen und bilden grüne Trauben und Zöpfe, ja bisweilen förmliche kleine Hexenbeſen. Bei Veronica saxatilis ſtellt ſich an den Traubenſpindeln, den Blütenſtielen und Deckblättern eine ziemlich dichte Behaarung ein, welche den nicht von Milben befallenen Stöcken fremd iſt; auch werden die in der Nähe der Blütentraube ſtehenden Laubblätter gelappt und tief gekerbt, was gleichfalls an den milbenfreien Stöcken dieſes Ehrenpreiſes nicht beobachtet wird. In den Köpfchen der oben genannten Schafgarben ſind ſowohl die randſtändigen Strahlenblüten als auch die mittelſtändigen Röhrenblüten verlaubt, und man begegnet da den abſonderlichſten Geſtalten. Nicht ſelten iſt ein Blütenköpfchen in mehrere geſtielte Teilköpfchen aufgelöſt, die Blumen ſind in grüne Trichter mit gezackter Mündung und in flache, gelappte und gezähnte, kleine Laubblätter umgewandelt, und von der Mittelrippe ſolcher Blätter erheben ſich kurze, grüne, ſchuppenförmige Blättchen, welche durch Metamorphoſe aus den Pollenblättern hervorgegangen ſind. Eine ſehr merkwürdige, durch Gallmilben veranlaßte Füllung der Blüten wird auch an dem roſtfarbigen Alpenröschen (Rhododendron ferrugineum) beobachtet. Die Pollenblätter und Fruchtblätter ſind hier infolge des Reizes der angeſiedelten Tiere in rote Blumenblätter umgewandelt. Da die Blüten des Alpenröschens 10 Pollen- und 5 Fruchtblätter bergen, ſollte man in der Mitte der Blüte nur 15 rote Blättchen zählen; in der That ſind aber doppelt und dreifach ſo viele vorhanden, und es hat hier nicht nur eine Umwandlung, ſondern auch eine Vervielfältigung der Blätter ſtattgefunden. Die Blüten einiger zu den Baldrianen gehörigen Pflanzen, namentlich des Rapünzchens (Valerianella carinata), von welchem auf S. 516, Fig. 2 eine kleine Trugdolde abgebildet iſt, werden durch den Einfluß einer Gallmilbe zwar gefüllt, aber ohne daß eine Vermehrung der Blütenblätter Platz greifen würde. Die Füllung beſchränkt ſich auf eine Umwandlung der Pollenblätter in einen Wirtel von Blumenblättern. Aber es findet in dieſem Falle auch noch eine andere eigentümliche Veränderung ſtatt. Die Blütenblätter ſind mehr als fünfzigfach vergrößert und formen ſich in fleiſchige Lappen um, welche untereinander zu Scheiben verwachſen ſind. Dadurch, daß ſich alle dieſe Lappen zurückkrümmen und unterſeits aushöhlen, entſtehen unter den Blüten Hohlräume, in welchen die Gallmilben hauſen (ſ. Abbildung, S. 516, Fig. 3).

Die Spindel des Blütenſtandes und auch die Stiele der einzelnen Blüten ſind bei dieſen Klunkergallen nicht ſelten verdickt, fleiſchig aufgetrieben und in der mannigfaltigſten Weiſe verkümmert und verkrüppelt. Wenn mehrere benachbarte Blütenſtiele miteinander verwachſen, ſo entſtehen hahnenkammförmige oder mit einem ausgebreiteten Fächer vergleichbare Gebilde, die man Fasciationen genannt hat; zuweilen kommen durch Verwachſung zahlreicher, in Form von Trugdolden angeordneter Blütenſtiele korallenſtockförmige oder unregelmäßige, klumpige Maſſen zu ſtande, welche mit vergrünten, meiſtens ſtark verkümmerten Blüten beſetzt ſind. So verhält es ſich namentlich bei den Klunkern der gewöhnlichen und der Manna-Eſche (Fraxinus excelsior und Ornus), welche durch eine Gallmilbe

(Phytoptus) hervorgebracht werden, und mit denen die Kronen der Bäume oft wie besät sind. Am besten werden diese Klunkern der Eschenbäume mit dem als Gemüse benutzten Karfiol und den italienischen Broccoli verglichen, und es hat viele Wahrscheinlichkeit für sich, daß auch diese Umbildungen des Blütenstandes von Brassica oleracea Gallmilben ihren Ursprung verdanken.

Mit den unscheinbaren Filzgallen an der unteren Seite einzelner Laubblätter wurde die Schilderung der Gallenbildungen begonnen, mit den Klunkern, an deren Aufbaue nicht selten Hunderte von Blütenstielen und Blättern beteiligt sind, findet diese Schilderung ihren Abschluß. Für die einzelnen Gruppen, welche in dieser langen Reihe vorgeführt wurden, konnten natürlich nur Vorbilder gebracht, und es mußte darauf verzichtet werden, alle bisher bekannt gewordenen Gallenbildungen, beiläufig 1600 an der Zahl, zu besprechen. Ob bei Ausdehnung der Gallenforschungen auf die tropischen Florengebiete noch Formen gefunden werden, die außerhalb des Rahmens der oben gegebenen Einteilung stehen, ist schwer zu sagen. Wahrscheinlich ist es nicht. Es dürften vielleicht den schon bekannten noch Tausende bisher unbekannter Gallen anzureihen sein, aber es steht zu erwarten, daß sich diese immer wieder in die eine oder andere der oben aufgestellten Gruppen werden einreihen lassen.

Für den Abschnitt des „Pflanzenlebens", in welchem die Frage nach der Entstehung der Arten abgehandelt wird, haben die Gallenbildungen aus dem Grunde eine besondere Bedeutung, weil an ihnen aufs deutlichste gezeigt werden kann, wie es kommt, daß bei der Fertigstellung eines Pflanzenteiles tief greifende Abweichungen von dem ursprünglichen Bauplane erfolgen.

Man muß sich vor allem gegenwärtig halten, daß die so unendlich mannigfaltigen Gebilde, welche wir Gallen nennen, nicht zu stande kommen würden, wenn nicht Milben, Blattläuse, Fliegen, Wespen 2c. ihren Einfluß auf die Pflanzen geltend machten. Das Laub von Rhododendron fände man nicht zusammengerollt, sondern flach ausgebreitet, wenn die Gallmilben ferne geblieben wären, von den Zweigen der Pistacia Lentiscus würden sich nicht fleischige, rote Hülsen, sondern gefiedertes Laub mit glänzenden, dunkelgrünen Blättchen erheben, wenn sie nicht von Blattläusen befallen worden wären, die Laubknospe der Quercus pubescens würde nicht zu einem mispelartigen, mit Mark erfüllten Körper, sondern zu einem langen, belaubten Sprosse heranwachsen, wenn nicht die Gallmücke Cynips polycera verändernd eingewirkt hätte, die Laubblätter der Veronica saxatilis würden nicht handförmig gelappt sein, sondern einen schwach gekerbten Rand besitzen, und die gipfelständigen Blätter von Thymus wären nicht kreisrund und weißfilzig, sondern spatelförmig, grün und auf den Flächen kahl, wenn sich an ihnen keine Gallmilben angesiedelt hätten. Auch würden die Blüten von Rhododendron ferrugineum, Lychnis Viscaria, Veronica, Cardamine 2c. nicht gefüllt, und die Pollenblätter in diesen Blüten nicht in Blumenblätter umgewandelt sein, wenn nicht Gallmilben auf dieselben Einfluß genommen hätten.

Daß der Einfluß von seiten der Tiere nur dann zur Geltung kommen kann, wenn sich der betreffende Pflanzenteil noch im ersten Jugendzustande befindet, ist selbstverständlich. Ausgewachsene Stämme und Blätter können von den genannten Tieren wohl angefressen und zerstört, aber nicht mehr umgestaltet werden. Die ersten Jugendzustände, auf welche die Tiere Einfluß nehmen, sind aber sozusagen noch formlos. Blätter, Stämme, Sprosse gehen aus Geweben hervor, welche die Gestalt von Höckern und Wülsten haben, und jeder Höcker, jede Wulst hat wieder seinen Anfang in einer einzelnen Zelle, der man nicht ansehen kann, was aus ihr werden soll. Dennoch ist, wie die Erfahrung lehrt, der Bauplan für das aus diesen Uranfängen hervorgehende Pflanzenglied bei jeder Art im vorhinein genau bestimmt, und es ist die Annahme gerechtfertigt, daß der Bauplan in der spezifischen Konstitution des Protoplasmas der betreffenden Pflanze, beziehentlich jener Zelle,

welche den Uranfang des auswachsenden Blattes, Stammes 2c. bildet, begründet sei. Wenn durch die genannten Tiere eine Abänderung von diesem Bauplane veranlaßt wird, so kann das nur dadurch geschehen, daß die spezifische Konstitution des Protoplasmas eine Veränderung erfährt.

In welcher Weise das geschieht, ist eben das große Rätsel, welches die Naturforscher gegenwärtig beschäftigt. Einstens war die Meinung verbreitet, daß die Bildung der Gallen eine Folge der Verletzungen sei, welche die im Wachstume begriffenen Gewebe durch den Legestachel oder die Saugorgane der Tiere erleiden. Die neueren Untersuchungen haben aber diese Meinung nicht bestätigt. Die verletzten Zellen gehen zu Grunde und haben damit die Fähigkeit verloren, sich umzugestalten oder veränderte Tochterzellen zu erzeugen; aus dem angrenzenden lebendigen Gewebe geht allenfalls Kork hervor, welcher die wunde Stelle verschließt, aber das ist noch lange keine Gallenbildung. Die in das Gewebe eingeschobenen oder demselben angehefteten Eier sind gleichfalls nicht im stande, eine Gallenbildung unmittelbar anzuregen. Erst dann, wenn die Made oder Larve die Eihaut verläßt und flüssige Stoffe absondert, findet eine auffallende Veränderung in der Umgebung statt. Es bilden sich dann an der Stätte, wo sich die Larve aufhält, wuchernde Gewebe der mannigfaltigsten Art, und diese Gewebe nehmen in rascher Folge jene seltsamen Formen an, welche im Vorhergehenden geschildert wurden. Das bezieht sich natürlich auch auf die Fälle, wo die Larve an einem entfernten Punkte aus dem Ei geschlüpft ist und sich das zur Wohnstätte geeignete Gewebe erst aufgesucht hat, und ebenso auf die Fälle, wo sich ausgewachsene Gallmilben und Blattläuse einen passenden Platz zum Eierlegen wählen und dort gleichzeitig mit den Eiern flüssige Stoffe ausscheiden. Es ist auch bemerkenswert, daß für den Fall, daß das Tier abstirbt, die Wucherung und Neubildung des Gewebes sofort ihr Ende erreicht. Die Zellen in der Umgebung des Tierleichnams bräunen sich und sterben gleichfalls ab, woraus mit Recht geschlossen wird, daß nur die von lebenden Tieren ausgeschiedenen Stoffe Gallenbildung verursachen.

Die Gallenforscher nehmen an, daß es zunächst der von den Tieren behufs Verflüssigung der Nahrung ausgeschiedene scharfe „Speichel" sei, welcher auf das Zellgewebe der von dem Tiere gewählten Wohnstätte einwirke, es ist aber nicht daran zu zweifeln, daß auch noch andere Ausscheidungen wirksam werden können. Die chemische Zusammensetzung dieser Stoffe ist unbekannt, doch wird man nicht fehlgehen, wenn man sie in die Gruppe jener stickstoffhaltigen Verbindungen stellt, welche Enzyme genannt werden, und von welchen Band I, S. 432 die Rede war. Die Enzyme haben die Fähigkeit, selbst durch die Zellwände hindurch erschütternd und zerlegend einzuwirken, und aus dieser Eigenschaft würde sich eine ganze Reihe sonst unfaßbarer Erscheinungen bei der Gallenbildung am einfachsten erklären. Übrigens dürften auch Harnstoff oder doch demselben verwandte, stickstoffhaltige Verbindungen von den Tieren ausgeschieden werden, sowie nichts der Annahme im Wege steht, daß ein Teil der von den Tieren ausgeschiedenen Stoffe auf diosmotischem Wege in das Innere der Pflanzenzellen gelangt. So viel ist gewiß, daß die von dem gallenbildenden Tiere ausgeschiedenen flüssigen Stoffe, mögen sie auf die eine oder andere Art das Protoplasma in den Pflanzenzellen beeinflussen, dasselbe nicht töten, sondern zu einer neuen besonderen Thätigkeit anregen, deren nächstes Ergebnis der Aufbau von Geweben mit bestimmter äußerer Gestalt ist.

Daß der Bauplan, nach welchem diese Gewebe sich formen und gestalten, von demjenigen abweicht, welcher ohne den Einfluß der in Rede stehenden Stoffe maßgebend gewesen wäre, lehrt der Augenschein. Daraus läßt sich aber folgern, daß den von den Tieren ausgeschiedenen Stoffen die Fähigkeit zukommt, die das Wesen der Art

ausmachende spezifische Konstitution des Protoplasmas in den beeinflußten Pflanzenzellen zu verändern.

Von besonderem Interesse ist auch die wiederholt gemachte Beobachtung, daß nicht nur das Protoplasma jener Zellen, auf welche die von den Tieren ausgeschiedenen Stoffe unmittelbar einwirken, zu einer veränderten Bauthätigkeit angeregt wird, sondern daß sich die Einwirkung von Zelle zu Zelle fortpflanzt und auf immer weitere Kreise erstreckt. Die Schildlaus Chermes abietis saugt sich an ein Blättchen der Fichtenknospe fest und kann nur einige wenige Zellen des in dieser Knospe geborgenen jungen Sprosses unmittelbar beeinflussen. Nichtsdestoweniger beginnen bald darauf Tausende von Zellen an dem aus der Knospe hervorwachsenden Sprosse sich in veränderter Weise auszugestalten, ein Vorgang, welcher lebhaft an die Wirkung der Fermente (vgl. Band I, S. 475) erinnert. Ebenso wird man an den Einfluß, welchen das Spermatoplasma auf die Fruchtanlage nimmt, gemahnt. Das Spermatoplasma tritt nur mit einigen wenigen Zellen der Samenanlage unmittelbar in Wechselwirkung, aber von diesen wenigen Zellen setzt sich der Einfluß nach allen Seiten fort, erstreckt sich auf die Fruchtblätter und den Blütenboden, ja selbst noch darüber hinaus auf den Blütenstiel. Alle diese Teile würden sich nicht so ausgestalten, wie sie es thatsächlich thun, wenn nicht die winzige Menge des Spermatoplasmas einer Pollenzelle mit dem Protoplasma in einigen Zellen der Samenanlage sich verbunden hätte.

Es ist hier auch am Platze, der schon zu wiederholten Malen berührten Ähnlichkeit der Gallen mit Früchten zu gedenken. Wenn die Anlagen der Blätter in der Knospe eines Pistazienstrauches nicht durch Blattläuse beeinflußt werden, so entwickeln sie sich zu glänzend grünen gefiederten Laubblättern; wenn aber das Protoplasma in einigen Zellen dieser Blattanlagen durch die Säfte der Blattlaus Pemphigus cornicularius verändert wird, so nimmt dieselbe Anlage die Form eines Fruchtblattes an und gestaltet sich zu einem hohlen Körper, welcher einer Hülse täuschend ähnlich sieht. Durch den Umstand, daß der Pistazienstrauch nicht Hülsenfrüchte, sondern Pflaumenfrüchte entwickelt, wird die Sache nur noch merkwürdiger; denn was da durch den Einfluß der Säfte des Tieres entsteht, ist im ausgewachsenen Zustande ein Gewebekörper, welcher nicht, wie man erwarten möchte, die Frucht der Pistazie, sondern jene einer wesentlich anderen Pflanzenart, nämlich der Karobe (Ceratonia Siliqua), nachahmt. Ähnlich verhält es sich mit der Umwandlung der obersten Laubblätter des Wachholders (Juniperus communis) durch den Einfluß der Säfte einer Gallmücke (Lasioptera juniperina) in ein Gebilde, welches mit der Frucht des Lebensbaumes (Thuja) große Ähnlichkeit hat, und so ließen sich noch zahlreiche andere Fälle anführen, in welchen an bestimmten Pflanzenarten durch den Einfluß tierischer Säfte Gallen zum Vorscheine kommen, welche den Balgfrüchten, Kapseln, Nüssen, Pflaumen und Beeren anderer Pflanzenarten äußerlich sehr ähnlich sehen. Dadurch, daß sich auch noch Farbstoffe, wachsartige Ausscheidungen und haarige Überzüge einstellen, wird diese Ähnlichkeit mit gewissen Früchten nur um so auffallender. Nur bergen diese fruchtähnlichen Gallen in ihrem Inneren keine Samen, sondern die Larven derjenigen Tiere, deren ausgeschiedene Säfte die Umwandlung der Gestalt veranlaßten. Das Wunderbare dabei ist, daß die Umgestaltung des wachsenden Gewebes in einen fruchtähnlichen Körper stets eine für die angesiedelten Tiere höchst vorteilhafte ist, indem ihnen die durch ihren Einfluß umgestalteten Gewebe nicht nur Wohnräume und Nahrung, sondern auch Schutz gegen die Ungunst der Witterung und gegen die Angriffe feindlicher Tiere bieten.

Von hoher Bedeutung ist auch die Thatsache, daß verschiedene Tiere auf einer und derselben Pflanze verschieden gestaltete Gallen hervorrufen. Knapp nebeneinander können auf einem Rosenblatte die von Rhodites Rosae erzeugten Bedeguare, die von Rhodites eglanteriae erzeugten erbsenartigen Markgallen und die von Rhodites

spinosissimae erzeugten unregelmäßige Buckel bildenden Markgallen vorkommen (ſ. Abbildung, S. 525, Fig. 1—3). Auf demſelben Rüſternblatte erzeugt Schizoneura Ulmi eine Runzelgalle, Tetraneura Ulmi eine Beutelgalle, und Tetraneura alba eine Umwallungsgalle (ſ. Abbildung, S. 525, Fig. 4—6). Auf den Blättern der Purpurwinde findet man bisweilen dicht nebeneinander die kugelige Markgalle von Nematus gallarum und die blaſenförmig aufgetriebene Markgalle, welche durch Nematus vesicator erzeugt wird (ſ. Abbildung, S. 525, Fig. 7 u. 8), und man trifft Eichenblätter, auf welchen die kleinen Markgallen von vier verſchiedenen Gallweſpen, nämlich von Neuroterus lanuginosus, numismaticus, fumipennis und Spathegaster tricolor, gruppenweiſe nebeneinander vereinigt ſtehen (ſ. Abbildung, S. 534, Fig. 11—14). Für mehrere Eichen, ſo namentlich für die Stieleiche (Quercus pedunculata), iſt es nachgewieſen, daß durch 20—30 verſchiedene Gallweſpen ebenſo viele verſchiedene Gallenformen erzeugt werden. In den Merkmalen, welche die Geſtalt, die Färbung und die Behaarung bieten, ſind dieſe Gallenformen ſo beſtändig, daß man mit größter Sicherheit auf die erzeugenden Gallweſpen zurückſchließen kann. Solche Thatſachen zwingen zu der Annahme, daß die flüſſigen Stoffe, welche von den verſchiedenen gallenerzeugenden Tieren ausgeſchieden werden, ſpezifiſch verſchieden ſind. Nur unter dieſer Vorausſetzung können wir uns vorſtellen, daß dasſelbe pflanzliche Protoplasma angeregt wird, in dem einen Falle eine fleiſchige Umwallungsgalle, in dem anderen Falle eine ausgehöhlte Beutelgalle, in dem dritten Falle eine geſchloſſene Markgalle als Behauſung für die betreffenden Blattläuſe, Gallmücken und Gallweſpen herzuſtellen.

Es verdient hier auch erwähnt zu werden, daß eine und dieſelbe Tierart auf verſchiedenen Pflanzen zwar ähnliche, aber doch etwas abweichende Gallen veranlaßt. So z. B. iſt die durch Nematus pedunculi auf den unterſeits weißfilzigen Blättern der Salix incana erzeugte Galle weißfilzig, die durch dieſelbe Gallmücke auf den kahlen Blättern der Salix purpurea erzeugte Galle kahl; die auf den hellgrünen Blättern der Rosa canina durch Rhodites Rosae erzeugte Galle iſt blaßgelb und höchſtens an der Sonnenſeite etwas rotbackig, die auf den violetten Blättern der Rosa rubrifolia durch dieſelbe Nematus-Art hervorgebrachte Galle iſt dunkelviolett ꝛc. Dieſe Abweichungen ſind allerdings nur unbedeutend, aber ſie zeigen doch, wie ſich gewiſſe, durch die ſpezifiſche Konſtitution des Protoplasmas begründete äußerlich wahrnehmbare Merkmale der verſchiedenen Pflanzenarten auch in den betreffenden Gallenbildungen wiederfinden.

Dieſe Erfahrungen begründen die Überzeugung, daß nicht nur das Protoplasma einer jeden Pflanzenart, ſondern auch der Saft, welchen die verſchiedenen Arten der Milben, Blattläuſe, Hautflügler, Fliegen ꝛc. abſcheiden, eine eigentümliche Zuſammenſetzung hat. Daß ſich die Veränderung, welche das Protoplasma einer Pflanzenart durch Einflußnahme eines ſpezifiſchen Saftes erfährt, gleichfalls nach beſtimmten Geſetzen vollzieht, iſt dann im Grunde ſelbſtverſtändlich. Das Protoplasma der betroffenen Pflanzenzelle erhält infolge der Veränderung eine beſtimmte neue Konſtitution. Da aber dieſe Konſtitution die äußere Geſtalt der aus den Zellen hervorgehenden Gewebe begründet, ſo zeigen auch dieſe Gewebe eigentümliche ſpezifiſche Geſtalten. Für die Frage nach der Entſtehung neuer Arten haben dieſe Schlußfolgerungen inſofern eine hohe Bedeutung, als durch ſie einiges Licht auf die Vorgänge fällt, welche zur Entſtehung neuer Geſtalten führen. Es ergibt ſich nämlich, daß eine Änderung der Geſtalt einer Pflanze nur dann ſtattfindet, wenn vorher die Konſtitution jenes Protoplasmas verändert wird, welches für die betreffende Pflanze den Ausgangspunkt bildet.

Die als Gallen in Erſcheinung tretenden Geſtalten haben keine Ausſicht, ſich zu erhalten und zu vervielfältigen, ſondern gehen, nachdem ihre Aufgabe erfüllt iſt, wieder zu Grunde. Mit anderen Worten, die Nachkommenſchaft aus Samen, welche von einem mit Gallen

behafteten Pflanzenſtocke herſtammt, zeigt nichts mehr von jenen Veränderungen, welche einzelne Glieder oder Sproſſe des betreffenden Pflanzenſtockes erfahren haben. Wenn ſich z. B. eine Eiche, die über und über mit Gallen beſetzt war, durch Sämlinge verjüngt, ſo iſt an dieſen keine Spur von jenen Bildungsabweichungen zu erkennen, welche die Zweige, das Laub oder die Blüten der Mutterpflanze zeigten. Das einzige, was ſich vielleicht in der Nachkommenſchaft bisweilen erhält, iſt die Umwandlung der Pollenblätter in Blumenblätter, welche ſeit alter Zeit Füllung genannt wird, und allenfalls noch die Bildung von Klunkern in der Blütenregion, wie ſie an der Kohlpflanze beobachtet wird und unter dem Namen Karfiol bekannt iſt. Verſuche zur Löſung dieſer Frage wurden bisher nur ſelten angeſtellt. Was mir ſelbſt darüber bekannt iſt, beſchränkt ſich auf die Ergebniſſe einiger an dem Ehrenpreiſe Veronica officinalis gemachten Beobachtungen. Stöcke der Veronica officinalis, welche in dem Garten bei meinem Landhauſe im Jahre 1877 infolge der Anſiedelung von Gallmilben gefüllte Blüten trugen, wurden dicht neben ſolche gepflanzt, welche frei von Gallmilben und mit einfachen Blüten beſetzt waren. Schon im darauf folgenden Jahre hatten ſich auch an dieſen letzteren Stöcken Gallmilben angeſiedelt, und die Blüten derſelben erſchienen nun zum größten Teile gleichfalls gefüllt. Derſelbe Erfolg wurde erreicht, nachdem lebende Gallmilben auf abgeſondert gepflanzte Stöcke einfach blühender Veronica officinalis von mir übertragen worden waren. Auch dieſe erſchienen im darauf folgenden Jahre teilweiſe mit gefüllten Blüten. Früchte mit keimfähigen Samen gingen nur aus denjenigen Blüten, welche ſich zwiſchen den gefüllten einfach erhalten hatten, hervor, und die aus dieſen Samen erzogenen Stöcke hatten durchgehends wieder einfache Blüten. Im dritten Verſuchsjahre trugen übrigens auch alle jene Stöcke, welche bisher gefüllte Blüten entwickelt hatten, nur einfache Blüten. Die Gallmilben waren aus unbekannten Gründen verſchwunden, wahrſcheinlich im Winter ausgeſtorben. Veronica officinalis hat nur zwei Pollenblätter in jeder Blüte, und in den gefüllten Blüten derſelben ſind nicht nur dieſe beiden Pollenblätter, ſondern auch die beiden Fruchtblätter in Blumenblätter umgewandelt. Da ſind Früchte und Samen wohl nicht zu erwarten. Es wäre aber nicht unmöglich, daß Blüten aus anderen Pflanzenfamilien, welche mit einer größeren Anzahl von Pollenblättern ausgeſtattet ſind, ſich anders verhalten. So könnte z. B. der Fall vorkommen, daß durch die Gallmilben nur ein Teil der Pollenblätter in Blumenblätter umgewandelt würde und daß die Fruchtanlagen befruchtungsfähig bleiben. Wenn an den Stöcken ſolcher Pflanzen Früchte und keimfähige Samen reifen, ſo könnten aus den letzteren vielleicht doch Stöcke mit halb und ganz gefüllten Blüten hervorgehen. Es wäre dies dann ſo zu erklären, daß die Veränderung, welche das Protoplasma der Zellen in der unteren Blütenregion erfährt, ſich auch auf die oberſte Blütenregion, insbeſondere auf die Samenanlagen und Samen und weiterhin auf die aus dieſen Samen hervorgehenden Stöcke erſtreckt. Ich möchte daher nicht in Abrede ſtellen, daß die Levkojen (Matthiola annua und incana), der Goldlack (Cheiranthus Cheiri), die Nelken (Dianthus Caryophyllus, plumarius ꝛc.), die Mohne (Papaver Rhoeas und somniferum), verſchiedene Ranunkulaceen (Delphinium, Paeonia, Ranunculus) und noch viele andere Pflanzen, welche ſeit alter Zeit mit halbgefüllten Blüten in den Gärten gezogen werden und ſich auch bei der Ausſaat mit ſolchen Blüten erhalten, dieſe Eigenſchaft einſtmals durch den Einfluß der Gallmilben erworben haben. Weniger wahrſcheinlich, obſchon auch nicht außer dem Bereiche der Möglichkeit gelegen, iſt, daß durch Aufpfropfen von Weißdornzweigen, deren oberſte Laubblätter infolge des Einfluſſes der Gallmücke Cecidomyia crataegi tief zerſchlitzt erſcheinen, ein Weißdornbuſch erhalten werden kann, der an ſämtlichen Laubblättern dieſe tiefen Einſchnitte und Schlitze zeigt.

Das Entstehen neuer Gestalten infolge der Kreuzung.

Zu allen Zeiten hatten die Landwirte den Wunsch, auf dem von ihnen bebauten Boden Pflanzen heranzuziehen, welche üppig gedeihen, schmackhafte, gute Früchte tragen und eine recht ergiebige Ernte ermöglichen. Den Ziergärtnern schwebte das Ziel vor, aus wild wachsenden Pflanzen eine Nachkommenschaft heranzuziehen, welche durch Blütenpracht, zierliche Gestalt und Annehmlichkeit des Duftes ihre Stammeltern übertrifft und das Wohlgefallen und die Bewunderung des Blumenfreundes erregt. Die einen wie die anderen suchten die in Pflege genommenen Gewächse zu „vervollkommnen" und zu „veredeln" und haben in dieser Beziehung in der That Erfolge erreicht, welche jeden, der die Geschichte der Kulturpflanzen verfolgt, mit Staunen erfüllen. Die Wege, welche zu diesen Erfolgen führten, waren nicht immer mit Vorbedacht betreten; noch weniger hatten wissenschaftliche Untersuchungen der Stubengelehrten die Richtschnur abgegeben. Vielmehr wurden die Pflanzenzüchter durch zufällig bei ihrem Verkehre mit der Pflanzenwelt in der freien Natur gemachte Beobachtungen zu den ersten, unbeholfenen Versuchen angeregt, die Feldfrüchte ertragreicher, Obst und Gemüse schmackhafter und die Zierpflanzen wohlgefälliger zu machen.

Das wichtigste Mittel, welches bei diesen Versuchen in Anwendung kam, war die künstlich vorgenommene Kreuzung der in Pflege genommenen Arten. Im Hinblicke auf die seit uralter Zeit in China und Japan von den Gärtnern gezüchteten Astern, Chrysanthemen, Kamelien, Nelken, Päonien und Rosen, welche der Mehrzahl nach das Ergebnis von Kreuzungen sind, kann man mit Bestimmtheit annehmen, daß in den genannten Gebieten der gärtnerische Kunstgriff des Bestäubens von Blüten der einen Art mit dem Pollen aus den Blüten einer anderen Art am frühsten in Anwendung kam. In Europa war dieser Kunstgriff zwar schon den Rosenzüchtern in der römischen Kaiserzeit bekannt, aber in ausgedehntem Maßstabe wurde er erst im 17. Jahrhundert ausgeführt, als man mit Leidenschaft die Tulpen- und Aurikelzucht zu betreiben begann. Die Gärtner wahrten damals ihr Verfahren noch als tiefes Geheimnis, und erst viel später, nämlich in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, wurde die Anzucht neuer Pflanzengestalten mit Hilfe künstlich eingeleiteter Kreuzungen an vielen Orten offenkundig betrieben. Seit einigen Dezennien ist die künstliche Züchtung solcher neuer Pflanzenformen, die man mit dem Namen Hybriden belegte, eine der wichtigsten Aufgaben der Gärtnerei geworden, und es ist nicht zu hoch gegriffen, wenn die Zahl der in diesem Jahrhundert in den Gärten erzeugten Hybriden auf 10,000 veranschlagt wird. Viele Hybriden, welche vor kurzem noch sehr beliebt waren, sind jetzt schon wieder aus den Gärten verschwunden und wurden durch andere verdrängt. Wie in so vielen anderen Dingen, wechselt auch hierin die Mode; man verlangt immer wieder nach neuen Formen, und die Gärtner suchen diesem Verlangen dadurch zu entsprechen, daß sie aus den verschiedensten Gegenden wild wachsende Pflanzen einführen und diese mit den schon in Pflege befindlichen zu kreuzen suchen. Es ist jetzt keine Seltenheit mehr, daß Gärtner irgend eine aus fernen Gegenden eingeführte Pflanze ihren Fachgenossen als preiswürdig ankündigen, nicht etwa darum, weil sie an und für sich schön sei, sondern weil sie eine auffallende Farbe der Blüten oder einen eigentümlichen Zuschnitt des Laubes besitze und es wahrscheinlich sei, daß sich durch Kreuzung derselben mit anderen Arten hübsche neue Hybriden werden erzielen lassen. Die Rosenzüchter begrüßen die Entdeckung einer besonders auffallenden wildwachsenden Rose jedesmal als ein wichtiges Ereignis, weil sie mit Hilfe derselben wieder eine große Zahl neuer Rosenformen hervorzubringen im stande sind und sich der Hoffnung hingeben, daß eine oder die andere der Neuheiten bei den Freunden dieser Blumen besonderen Anklang finden werde. Durchschnittlich kommen alljährlich 60 neugezüchtete Rosen in den Handel; im Jahre 1889 sogar 115! Mein Freund Finger pflegt in

seinem Garten zu Meidling bei Wien nahezu 4200 verschiedene Rosen und versichert, daß er noch weit davon entfernt sei, alle in neuerer Zeit, zumal von den französischen Rosenzüchtern durch Kreuzung zu stande gebrachten Formen zu besitzen. Nach seiner Berechnung beträgt schon die Zahl der Thea- und bengalischen Rosen annähernd 1400, und die Gesamtheit aller bisher in den Handel gebrachten verschiedenen Rosen wird von ihm auf 6400 geschätzt.

Die Vermehrung der durch Kreuzung ins Leben gerufenen neuen Pflanzengestalten erfolgt bei den Rosen meistens durch Ableger, indem man die Kunstgriffe des Okulierens und Pfropfens (s. Band I, S. 197) in Anwendung bringt; aber das erste Entstehen der Neuheiten ist, wie gesagt, immer auf Kreuzungen zurückzuführen. Das gilt natürlich auch für viele andere Gewächse, deren sich die Gärtner bemächtigt haben, zumal dann, wenn sich herausstellt, daß die Vermehrung durch Samen mehr Zeit und Mühe beansprucht als jene durch Ableger. Die durch Kreuzung erzeugten Tulpen, Gladiolus und Lilien werden auf kürzestem Wege durch Zwiebeln, die knollenbildenden Begonien, Georginien und Gesneraceen durch Knollen, die Nelken, Pelargonien, Nopale und viele andere am raschesten durch Stecklinge vermehrt. Dabei ist auch noch die Gewähr gegeben, daß die neuen Pflanzenformen in ihren eigentümlichen Gestalten unverändert erhalten bleiben, was bei der Vervielfältigung derselben mittels Samen viel schwieriger zu erreichen sein würde. Bei manchen anderen mittels Kreuzung in den Gärten hervorgerufenen neuen Formen, wie z. B jenen von Petunia, Portulaca, Viola, erfolgt dagegen die Vervielfältigung viel rascher und müheloser durch Samen und wird dann jener durch Ableger vorgezogen.

Die Angaben, daß auch noch auf anderem Wege als jenem der Kreuzung neue Pflanzengestalten in den Gärten gezüchtet werden, sind unrichtig. Bisweilen liegt denselben bewußte Irreführung und beabsichtigte Täuschung zu Grunde; mitunter mag auch Selbsttäuschung und Unkenntnis ins Spiel kommen. In früherer Zeit glaubten viele Gärtner, daß es zum Hervorbringen neuer Formen genüge, wenn verschiedene Arten in nächster Nähe gepflanzt werden. Wenn man von diesen Pflanzen die Samen abnehme und in guter Erde aussäe, so treffe man unter den Sämlingen immer vereinzelte abweichende Gestalten. Diese seien auszuwählen, besonders sorgfältig zu pflegen und als Ausgangspunkte für neue Formen zu behandeln. Die Gärtner, welche nach dieser Anleitung vorgingen, hatten die Blüten allerdings nicht selbst gekreuzt, und wenn ihre Aussage in diesem Sinne lautete, so war sie keineswegs eine Unwahrheit. Die Kreuzung wurde aber ohne ihr Wissen durch Bienen, Hummeln und andere Insekten vorgenommen, und das Zusammenpflanzen der verschiedenen Arten hatte eben nur den Vorteil, daß von den genannten Tieren die Übertragung des Pollens der einen Art auf die Narbe der anderen Art mit Leichtigkeit ausgeführt werden konnte. Ein berühmter Pflanzenzüchter der alten Schule versicherte mir einmal mit ernsthafter Miene, daß er die von ihm gepflegten Gewächse nicht selbst kreuze, daß er aber wiederholt gesehen habe, wie am frühen Morgen kurz nach dem Aufblühen aus den Blüten der einen Art sich unendlich zarte Fäden entwickelten, welche nach allen Seiten ausstrahlten und sich zu den Blüten anderer Stöcke hinüberspannen, so daß sich auf kurze Zeit ein Netz gleich einem Spinnengewebe ausgebildet hatte. Ich würde diese Aussage nicht erwähnt haben, wenn es nicht von Wichtigkeit wäre, hier auf die Unzuverlässigkeit so vieler Angaben der Gärtner aus älterer und wohl auch aus neuerer Zeit hinzuweisen, und wiederhole nochmals, daß der Gewährsmann, von welchem die obige Mitteilung herstammte, ein in gärtnerischen Werken mehrfach genannter, angesehener Pflanzenzüchter ist. Plumpe Erfindungen, wie die hier mitgeteilte, würde wohl jeder Mann der Wissenschaft sofort durchschaut und abgelehnt haben; indessen ist es auch vorgekommen, daß unwahre oder ungenaue Berichte der Pflanzenzüchter, welche den Stempel der Unwahrscheinlichkeit nicht so auffallend an sich trugen, Glauben fanden und in die Bücher eingeschmuggelt wurden, zumal in die Bücher

jener Schriftgelehrten, die es unterließen, selbst Hand anzulegen und mit eignen Augen die im Garten angestellten Versuche von Anfang bis zu Ende zu überwachen. Nicht selten wurden dann die Berichte als „von glaubwürdigen Gärtnern gewonnene Erfahrungen" benutzt, als Grundlage für die „auf Thatsachen gestützten Gesetze" festgehalten und Lehrsätze aufgestellt, welche sich von Buch zu Buch endlos fortschleppen. Es hält schwer, solche Lehrsätze nachträglich wieder auszumerzen, zumal dann, wenn dieselben hervorragenden Gelehrten eine willkommene Stütze ihrer Hypothesen bieten.

Als ein lehrreiches Beispiel für das eben Gesagte mag angeführt sein, daß lange Zeit hindurch in den botanischen Werken folgender Lehrsatz Geltung fand: „Die aus zwei Arten entstandenen Bastarte sind zweifacher Gestalt, je nachdem bei ihrer Erzeugung dieser oder jener Pollen in Anwendung gebracht wurde." Man kann natürlich zwei Stammarten, welche durch die Buchstaben A und B bezeichnet sein mögen, auf zweifache Weise kreuzen. Das eine Mal nimmt man den Pollen von A und überträgt ihn auf die Narbe von B, das andere Mal nimmt man den Pollen von B und überträgt ihn auf die Narbe von A. Nun wurde behauptet, man könne an der Gestalt des Bastartes sofort erkennen, von welcher der beiden Stammarten der Pollen genommen wurde. Der Bastart sei, was seine Blüten anbelangt, derjenigen Stammart ähnlicher, von welcher der Pollen genommen wurde, während er in betreff der Laubblätter sich näher an diejenige Stammart anschließe, deren Narben belegt wurden. Das ist aber entschieden unrichtig. Alle mit Sorgfalt und ohne Vorurteil ausgeführten Versuche haben ergeben, daß es mit Rücksicht auf die Gestalt des Laubes und der Blüten gleichgültig sei, ob diese oder jene Stammart den Pollen geliefert hat. In den meisten Fällen zeigt sich die Annäherung der Gestalt des Bastartes an die eine oder andere der beiden Stammarten ohnedies gleichmäßig an allen Teilen der hybriden Pflanze, und nicht nur an den Blüten oder nur an den Laubblättern. In jenen selteneren Fällen aber, wo Bastarte in Erscheinung treten, deren Blüten mehr mit der einen, deren Laubblätter mehr mit der anderen der Stammarten übereinstimmen, kann ebensowohl die eine wie die andere der Stammarten den Pollen geliefert haben.

Es wäre übrigens eine undankbare Aufgabe, hier die vielen leichtfertigen, voreiligen und irrigen Angaben aus älterer und neuerer Zeit berichtigen zu wollen, und es dürfte weit dienlicher sein, dasjenige, was über die Gestalt und Beschaffenheit der durch Kreuzung entstandenen Pflanzen von unbefangenen und alle Nebenumstände, insbesondere alle bei den Versuchen vorhandenen Fehlerquellen erwägenden Beobachtern ermittelt wurde, übersichtlich zusammenzufassen.

Die Bildung einer hybriden Pflanze setzt zwei in ihren Eigenschaften und Merkmalen abweichende Stammpflanzen als Eltern voraus. Es muß eine Kreuzung derselben vor sich gehen, d. h. es muß die Narbe der einen mit dem Pollen der anderen belegt werden; der Pollen muß Pollenschläuche treiben, und es muß eine erfolgreiche Verbindung von Spermatoplasma und Ooplasma stattfinden. Der Kürze wegen mag diejenige Stammpflanze, von welcher der Pollen, beziehentlich das Spermatoplasma herstammt, als Vater, diejenige, deren Narben belegt und deren Ooplasma befruchtet wurde, als Mutter angesprochen werden. Da die Eigenschaften und Merkmale, welche wir an einer Pflanze mit unseren Sinnen wahrnehmen, der Ausdruck der inneren Organisation und der spezifischen Konstitution des Protoplasmas dieser Pflanze sind, so kann vorausgesetzt werden, daß das Pflanzenindividuum, welches der Verbindung zweier Protoplasten mit verschiedener Konstitution sein Dasein verdankt, Eigenschaften und Merkmale an sich trägt, welche zum Teile dem Vater, zum Teile der Mutter eigentümlich sind. Dieser Voraussetzung entsprechen auch thatsächlich die Individuen, welche von den Pflanzenzüchtern mit den verschiedenen Namen Hybride, Mischlinge, Blendlinge, Blendarten, Bastarte bezeichnet wurden. Ihre Eigenschaften und Merkmale

stammen zum Teile vom Vater, zum Teile von der Mutter her. Wollte man das Mischungsverhältnis der vom Vater und der von der Mutter überkommenen Merkmale an einem Bastarte durch Zahlen zum Ausdrucke bringen, so würde sich in vielen Fällen als Anteil für eine jede der Stammeltern $^1/_2$ ergeben. Bei einem solchen Verhältnisse pflegt man zu sagen, der Bastart hält zwischen seinen Stammeltern die Mitte. Beispiele hierfür bilden Geum hybridum, welches durch Kreuzung aus Geum montanum und rivale, Hieracium stoloniflorum, welches durch Kreuzung von Hieracium aurantiacum und pilosellaeforme, und Nuphar intermedium, welches durch Kreuzung aus Nuphar luteum und pumilum entsteht. Es kommt aber auch vor, daß der Anteil an den Eigenschaften und Merkmalen des durch Kreuzung entstandenen Individuums, welcher auf Rechnung der einen Stammart kommt, ungefähr $^2/_3$, und jener, welcher auf die zweite Stammart kommt, ungefähr $^1/_3$ beträgt, in welchem Falle man zu sagen pflegt, der Bastart zeigt eine Annäherung zu einer seiner Stammarten. Sehr lehrreiche Beispiele hierfür sind die Steinbrechbastarte. Die Narben in einer Blüte von Saxifraga aizoides wurden mit dem Pollen von Saxifraga caesia belegt; die Belegung hatte Erfolg, es reifte eine Kapsel, deren Samen keimfähig waren. Von den aus diesen Samen gezogenen Pflanzen glich ein Teil der Mittelform, welche von den Botanikern als Saxifraga patens beschrieben wurde, ein anderer Teil näherte sich mehr der Gestalt des Vaters, ein dritter Teil der Gestalt der Mutter. Ein ähnliches Ergebnis folgte der Belegung der Narbe einer Blüte von Saxifraga aizoides mit dem Pollen der Saxifraga mutata. Aus den Samen derselben Kapsel gingen zwei verschiedene Bastarte hervor, von welchen der eine die Mitte zwischen den Eltern hielt (Saxifraga Hausmanni), während der andere sich mehr der Saxifraga mutata näherte (Saxifraga inclinata). Solche Erfahrungen führen zu der Vorstellung, daß der verschiedene Anteil, welchen die Eltern an der Gestalt des Bastartes haben, auf einen verschiedenen Anteil des Spermatoplasmas und Ooplasmas bei der Erzeugung des Keimlings zurückzuführen sei, und man wird zu der Annahme gedrängt, daß die erwähnte Abstufung der Gestalt, mit welcher die aus einer und derselben Frucht hervorgegangenen Bastarte in Erscheinung treten, durch verschiedene Maßverhältnisse der innerhalb desselben Fruchtknotengehäuses miteinander verschmelzenden Spermakerne und Eikerne verursacht ist.

Eine wichtige Stütze findet diese Annahme in den Erfahrungen, welche bei Gelegenheit von Kreuzungen verschiedener Korbblütler, namentlich der Kratzdisteln (Cirsium), gemacht wurden. Bei diesen Pflanzen birgt jeder Fruchtknoten nur eine einzige Samenanlage, und es kann daher aus einer Frucht nur ein einziges Individuum hervorgehen. Dagegen sind zahlreiche Blüten zu Köpfchen vereinigt, und zur Zeit der vollen Blüte erheben sich dicht nebeneinander nahezu hundert Narben, welche belegungsfähig sind. Wenn man den von dem Köpfchen einer anderen Art abgenommenen Pollen mittels eines Pinsels auf diese Narben bringt, so erfolgt sozusagen eine Massenbelegung oder Massenkreuzung, und man kann mit Sicherheit darauf rechnen, daß ein Teil dieser auf einmal vorgenommenen Kreuzungen von Erfolg begleitet ist. Die Ernte an Früchten aus den zum Versuche gewählten Köpfchen ist zwar nicht immer sehr ausgiebig, aber einige Früchtchen kommen in allen Fällen zur Reife. Wenn man nun diese Früchtchen, deren jedes nur einen Samen enthält, und die an demselben Orte, zu gleicher Zeit und auf gleiche Weise entstanden sind, aussät, so stimmen die aus ihnen hervorgehenden Individuen nur selten miteinander überein. An dem einen Individuum ist der Vater ungefähr mit $^2/_3$, die Mutter mit $^1/_3$, an dem anderen Individuum der Vater und die Mutter ziemlich gleichmäßig mit $^1/_2$, und an einem dritten Individuum der Vater mit nahezu $^1/_3$, die Mutter mit $^2/_3$ ihrer Eigenschaften und Merkmale zu erkennen, ja es sind Fälle bekannt, wo sich aus den Früchten eines Köpfchens vier, fünf und

noch mehr unterſcheidbare Baſtarte entwickelten. Die auffallendſten Verſchiedenheiten fand ich an den Baſtarten, welche durch Belegung eines Köpfchens von Cirsium oleraceum mit dem Pollen eines Köpfchens von Cirsium heterophyllum entſtanden waren. Faſt nicht weniger auffallend zeigten ſich jene, welche durch Kreuzung eines Köpfchens von Cirsium Pannonicum mit dem Pollen eines Köpfchens von Cirsium Erisithales erzielt wurden. Da vorausgeſetzt werden darf, daß das Spermatoplasma und Ooplasma, beziehentlich die Spermakerne und Eikerne, welche in den benachbarten, zu einem Köpfchen vereinigten Blüten einer Art ausgebildet wurden, in betreff ihrer Zuſammenſetzung und ihres feinſten Baues miteinander übereinſtimmen, ſo kann die Abſtufung der aus dieſen benachbarten Blüten hervorgegangenen Baſtarte nur davon abhängen, daß das Ooplasma zu dem mit ihm ſich verbindenden Spermatoplasma der Maſſe nach in der einen Blüte in dem Verhältniſſe von 1:2, in der anderen Blüte von 1:1 und in einer dritten Blüte von 2:1 ſtand. Selbſtverſtändlich ſollen dieſe Zahlen nur ungefähr das Miſchungsverhältnis der einzelnen Zwiſchenſtufen angeben. Wenn fünferlei Zwiſchenſtufen vorkommen, würde ſich die Reihe durch die Zahlen 1:4, 2:3, 1:1, 3:2, 4:1 annähernd darſtellen laſſen. Aus den Blüten eines Köpfchens von Cirsium Erisithales, deren Narben mit dem Pollen von Cirsium palustre belegt wurden, entſtanden bei einem erſten Verſuche zwei abweichende Baſtarte, von welchen der eine dem Vater, der andere der Mutter näher ſtand, während ein zwiſchen den Eltern genau in der Mitte ſtehender Baſtart nicht zur Entwickelung gelangt war; bei einem zweiten Verſuche entſtand nur eine einzige Form und zwar eine ſolche, welche zwiſchen den Eltern ſo ziemlich die Mitte hielt. Aus dieſen Erfahrungen geht hervor, daß eine beſtimmte Regel in betreff der Geſtalt der Baſtarte nicht beſteht. Ja man könnte geradezu ausſprechen, daß die Unregelmäßigkeit hier die Regel iſt. *Das eine Mal ſtimmen ſämtliche Individuen, welche das Ergebnis einer zweiartigen Kreuzung ſind, miteinander überein, das andere Mal ſtimmen ſie nicht miteinander überein und bilden eine mehr oder weniger reichgegliederte Kette von Mittelformen.*

Baſtarte, welche zwiſchen den Stammarten nicht die Mitte halten, ſondern in ihren Eigenſchaften und Merkmalen der einen oder anderen näher ſtehen, werden *goneokliniſch* (γονεύς, Erzeuger; κλίνω, hinneigen) genannt. Daß dieſelben ſchon bei der erſtmaligen Kreuzung entſtehen können, iſt nach den ſoeben mitgeteilten Erfahrungen außer Frage geſtellt. Es gibt aber auch noch einen anderen Vorgang, welcher zur Bildung ſolcher Baſtarte führt, und das iſt *die Kreuzung eines Baſtartes mit einer ſeiner Stammarten.* Solche Kreuzungen wurden in großer Zahl ausgeführt, und alle Beobachter ſtimmen darin miteinander überein, daß im allgemeinen der Erfolg einer ſolchen Kreuzung ein günſtigerer iſt, als wenn zwei Arten gekreuzt worden wären, d. h. daß dann, wenn die Narben eines Baſtartes mit dem Pollen einer ſeiner Stammeltern belegt wurden, auf eine größere Zahl keimfähiger Samen gerechnet werden kann, als wenn man zwei Arten miteinander gekreuzt hätte. Daß die Individuen, welche das Ergebnis der Kreuzung eines Baſtartes mit einer ſeiner Stammeltern ſind, in ihren Eigenſchaften und Merkmalen wieder eine Zwiſchenſtellung einnehmen werden, iſt im vorhinein zu erwarten und wird auch durch die Erfahrung beſtätigt, aber ebenſo iſt nachgewieſen, daß bei denſelben nicht immer eine vollſtändige Übereinſtimmung in der Geſtalt zum Ausdrucke kommt, ſondern daß bisweilen mehrere Zwiſchenſtufen in Erſcheinung treten. Wenn der Baſtart aus Cirsium Erisithales und Pannonicum, welcher zwiſchen ſeinen Stammarten die Mitte hält, mit dem Pollen von Cirsium Erisithales gekreuzt wird, ſo erſcheinen die Individuen, welche das Ergebnis dieſer Kreuzung ſind, dem Cirsium Erisithales gewiſſermaßen näher gerückt und ſtellen ſich als goneokliniſche Baſtarte dar. Nun kommen aber auch ſchon bei der erſtmaligen Kreuzung von Cirsium Erisithales und Pannonicum Baſtarte zum Vorſcheine, welche nicht genaue

Mittelformen sind, sondern dem Cirsium Erisithales näher stehen als dem Cirsium Pannonicum. Diese gleichen natürlich dem durch Kreuzung des Bastartes aus Cirsium Erisithales und Pannonicum mit Cirsium Erisithales entstandenen goneokliniſchen Bastarte, und wenn man die Entstehungsgeschichte des betreffenden Bastartes zu verfolgen nicht in der Lage war, so ist es mit Rücksicht auf die Eigenschaften und Merkmale allein unstatthaft, ein Urteil darüber abzugeben, wie der goneokliniſche Bastart zu stande gekommen ist.

Bastarte, an deren Zustandekommen mittelbar drei verschiedene Arten beteiligt sind, werden Tripelbastarte genannt. Das Wort „mittelbar" ist hier besonders zu betonen, weil sonst leicht das Mißverständnis veranlaßt werden könnte, daß zu einer Samenanlage Pollenschläuche von zwei, drei oder noch mehr verschiedenen Arten zu gleicher Zeit gelangen und eine Befruchtung veranlassen könnten. Das kommt niemals vor, selbst dann nicht, wenn man etwa auf die Narbe einer Art den gemischten Pollen von zwei, drei oder noch mehr Arten bringen würde. Dagegen ist es durch zahlreiche Versuche erwiesen, daß die Kreuzung eines aus zwei Arten hervorgegangenen Bastartes mit dem Pollen einer dritten Art oder umgekehrt Tripelbastarte liefert. So z. B. wurde durch Kreuzung eines Bastartes aus Linaria genistifolia und purpurea mit dem Pollen von Linaria striata ein Tripelbastart erzeugt. Die Narben eines Köpfchens von Cirsium Linkianum, welches ein Bastart von Cirsium Erisithales und Pannonicum ist, wurden mit Pollen von Cirsium palustre belegt. Es entstanden in dem Köpfchen ziemlich viele reife Früchtchen, und die aus diesen Früchtchen hervorgegangenen Bastarte waren Tripelbastarte, an welchen Eigenschaften und Merkmale von Cirsium Erisithales, Cirsium Pannonicum und Cirsium palustre zu erkennen waren. Diese Tripelbastarte stimmten übrigens unter sich wieder nicht vollständig überein; ein Teil der Stöcke ähnelte in auffallender Weise dem Cirsium aquilonare, einem Bastarte, welcher durch Kreuzung aus Cirsium palustre und Pannonicum entsteht, und es traten an ihm die Merkmale des Cirsium Erisithales sehr zurück, während ein anderer Teil der Stöcke dem Cirsium ochroleucum, einem Bastarte aus Cirsium Erisithales und palustre, sehr ähnlich sah und die Merkmale des Cirsium Pannonicum nur noch schwach erkennen ließ. In vielen Gattungen (Achimenes, Begonia, Dianthus, Gladiolus ꝛc.) haben die Ziergärtner mit bestem Erfolge solche Tripelbastarte hervorgerufen, und es bilden diese gegenwärtig einen prächtigen Schmuck unserer Gartenbeete und Gewächshäuser. Auch von Weiden wurden in Gärten wiederholt Tripelbastarte erzeugt, so namentlich durch Kreuzung von Salix Cremsensis, einem Bastarte aus Salix Caprea und daphnoides mit Salix viminalis, dann aus Salix Wichurae, einem Bastarte aus Salix incana und purpurea mit Salix cinerea ꝛc. Die Weiden wurden übrigens auch noch zu viel weiter gehenden Versuchen benutzt. Indem man zwei Bastarte kreuzte, deren jeder von anderen Eltern herstammte, entstanden Bastarte, in welchen vier Weidenarten verbunden waren, und selbst sechs verschiedene Weidenarten wurden einmal durch Kreuzung miteinander vereinigt. Wichura erzielte in Breslau einen sechsfachen Bastart, an welchem Salix Caprea, daphnoides, Lapponum, purpurea, Silesiaca und viminalis beteiligt waren.

Daß es kaum möglich ist, an einem solchen Bastarte noch die Merkmale der sechs beteiligten Stammarten herauszufinden, braucht wohl kaum erwähnt zu werden. Übrigens ist es auch bei Bastarten, welche einer zweiartigen Kreuzung ihr Dasein verdanken, ohne Kenntnis der Entstehungsgeschichte nicht immer leicht, aus dem äußeren Ansehen auf den Ursprung zurückzuschließen. Die Verbindung der Eigenschaften und Merkmale der Stammarten erfolgt nämlich an den Bastarten nicht in allen Fällen nach einer und derselben Regel. Bisweilen macht es den Eindruck, daß diese Verbindung einer vollständigen Verschmelzung gleichkommt, so daß ein Gebilde hervorgeht, das am besten mit der Legierung zweier Metalle verglichen werden könnte. Häufig entsteht durch

die Verbindung eine neue Gestalt, welche sowohl in betreff der Lage und Richtung als auch des Umrisses und Ausmaßes der einzelnen Glieder die Eigentümlichkeiten der Stammeltern in einem bestimmten geometrischen Verhältnisse vereinigt zeigt. In diesem Falle, welchen man Vereinigung nennt, durchdringen sich die Gestalten der beiden Stammarten, erscheinen wie ineinander geschoben, als ob sie gleichzeitig von demselben Mittelpunkte ausgegangen wären, und die Gestalt des Bastartes erinnert an die Kombination von zwei verschiedenen Kristallgestalten. Ähnlich wie bei gewissen Kristallkombinationen bald die Flächen der einen, bald jene der anderen Gestalt durch ihren Umfang mehr in die Augen fallen und den allgemeinen Eindruck bestimmen, sieht man auch an vielen Pflanzenbastarten bald die Eigenschaften und Merkmale der einen, bald jene der anderen Stammart auffälliger hervortreten. Andere Pflanzenbastarte ließen sich dagegen mit jenen Kombinationen vergleichen, in welchen die beiden Kristallformen gleichwertig beteiligt sind. In manchen Fällen finden sich die Eigenschaften und Merkmale der Stammarten weder verschmolzen noch ineinander geschoben, sondern nahezu unverändert nebeneinander gesetzt oder wie die Gemengteile eines Gesteines gruppiert. Diese Mengung kommt gewöhnlich in der Weise zum Ausdrucke, daß Haare, Stacheln und Drüsen, welche den Stammarten eigentümlich sind, an dem Bastarte untermischt vorkommen, ohne eine wesentliche Veränderung ihrer Gestalt erfahren zu haben. Oder es trägt ein Abschnitt der Blüte die Farbe dieser, ein anderer die Farbe jener Stammart zur Schau. Es sind auch Bastarte bekannt, deren Laub dem Laube der einen, deren Blüten den Blüten der anderen Stammart täuschend ähnlich sehen, so daß man beim ersten Anblicke glauben könnte, es habe sich jemand den Scherz gemacht und auf dem belaubten Stocke der einen Art die Blüten der anderen Art angeheftet. Bei näherem Zusehen lassen sich allerdings geringe Abweichungen der so ähnlichen Laubblätter und Blüten von jenen der betreffenden Stammarten erkennen, aber das ändert nichts an der Thatsache, daß es Bastarte gibt, deren Laub weit mehr demjenigen der einen und deren Blüten weit mehr denjenigen der anderen Stammart ähnlich sehen. Wahrscheinlich gab einmal ein solcher Bastart die Veranlassung zur Aufstellung des S. 549 erwähnten Lehrsatzes, daß an dem Ergebnisse einer zweiartigen Kreuzung der Vater an den Blättern, die Mutter an dem Laube ausgesprochen sei. In dieser Fassung ist aber, wie schon erwähnt wurde, der Lehrsatz unrichtig; denn es kommen auch Bastarte vor, welche in den Blüten der mütterlichen und in dem Laube der väterlichen Stammart näher stehen.

Von den drei Formen der Verbindung elterlicher Eigenschaften und Merkmale, welche als Verschmelzung, Vereinigung und Mengung unterschieden werden, kommt bisweilen an allen Gliedern des Bastartes nur eine zur Geltung. Gewöhnlich herrscht aber in dieser Beziehung ein unberechenbarer Wechsel. Es gibt z. B. Rosenbastarte, an welchen der Umriß der Laubblätter einer Vereinigung, die Blütenfarbe einer Verschmelzung und die Haarbekleidung einer Mengung der betreffenden Eigenschaften der Eltern entsprechen.

Um zu zeigen, wie die Vereinigung der elterlichen Merkmale bei den Bastarten, im Aufbau des ganzen Pflanzenstockes, insbesondere in der Gestalt der Stengel, Laubblätter und Blüten und in der Form der Stacheln, Borsten, Haare und anderer Bekleidungen zum Ausdrucke kommt, sollen in nachfolgendem in gedrängtester Kürze einige Beispiele vorgeführt werden. Die Salweide (Salix Caprea) wächst als kleiner Baum mit dicken, aufrecht abstehenden, geraden Zweigen, deren jeder ungefähr 25 Blätter trägt; die kriechende Weide (Salix repens) ist ein niederer Strauch mit liegendem Stamme und bogenförmig aufsteigenden, von diesem Stamme sich erhebenden schlanken, rutenförmigen Zweigen, deren jeder mit nahezu 40 Blättern besetzt ist. Der Bastart aus beiden ist ein kleines Bäumchen mit gekrümmtem Stamme und aufstrebenden Zweigen, welche in ihrer Länge und Dicke sowie in ihrer Biegsamkeit und Richtung zwischen der

Salweide und kriechenden Weide die Mitte halten und mit 30 Blättern besetzt sind. Die Laubblätter der Brunella vulgaris sind ganzrandig, jene der Brunella laciniata tief fiederspaltig, der Bastart aus beiden, Brunella intermedia, hat ausgebuchtete und gelappte Blätter. Die Laubblätter der Potentilla sterilis oder Fragariastrum sind dreizählig, und jedes Teilblättchen ist beiderseits mit 4—5 Sägezähnen besetzt; die Laubblätter der Potentilla micrantha sind gleichfalls dreizählig, aber jedes Teilblättchen ist beiderseits mit 7—10 Sägezähnen besetzt. Der Bastart aus beiden, Potentilla spuria, weist Teilblättchen auf, deren jedes beiderseits mit 6—8 Sägezähnen besetzt ist. Mit dem Zuschnitte der Blätter hängt bekanntlich auch der Verlauf, die Verteilung und die Anordnung der unter dem Namen Nerven bekannten Stränge innigst zusammen. Wenn man nun das Netz der Stränge in den Blättern der Stammarten mit jenem in den Blättern des aus ihnen hervorgegangenen Bastartes vergleicht, so wird man durch die bis in die kleinsten Kleinigkeiten zu verfolgende Vereinigung auf das höchste überrascht. Keine Pflanzengruppe eignet sich zu diesfälligen Untersuchungen besser als die Weiden. Selbst dann, wenn von einem zweiartigen Weidenbastarte nur ein einziges Laubblatt vorliegen sollte, kann man in den meisten Fällen aus der Zahl und Verteilung der Stränge auf die beiden Stammarten zurückschließen. Die Purpurweide (Salix purpurea) bildet einen Bastart mit der großblätterigen Weide (Salix grandifolia) und einen zweiten mit der Salweide (Salix Caprea). Die großblätterige Weide hat doppelt so viele Seitenstränge an jedem Laubblatte als die Salweide. Das wiederholt sich nun in entsprechender Weise auch an den beiden Bastarten, deren Laubblätter im übrigen eine große Ähnlichkeit haben.

Bei den Korbblütlern zeigen bekanntlich die Hüllblätter eine große Mannigfaltigkeit der Gestalt, und es haben die beschreibenden Botaniker von jeher bei der Unterscheidung der Arten auf die Größe, den Zuschnitt, die Berandung und die eigentümlichen Anhängsel am freien Ende dieser Hüllblätter ein großes Gewicht gelegt. An den Bastarten der Korbblütler sieht man nun nicht selten die abweichendsten Gestalten der den Stammarten eigentümlichen Hüllblätter vereinigt. So z. B. endigen die Hüllblätter an den Blütenköpfchen der Centaurea rupestris mit einem langen gelben Stachel, während jene der Centaurea Scabiosa mit einem breiten schwarzbraunen, trockenhäutigen, gefransten Saume eingefaßt sind. Die Hüllblätter des aus diesen beiden Arten hervorgegangenen Bastartes, Centaurea sordida (Grafiana), sind mit einem schmalen lichtbraunen, trockenhäutigen, gefransten Saume eingefaßt und endigen in einem kurzen gelblichen Stachel. Ein sehr lehrreiches Beispiel für eine sämtliche Teile der Blütenregion betreffende Vereinigung der elterlichen Merkmale ist auch der Lippenblütler Marrubium remotum, welcher durch Kreuzung von Marrubium peregrinum und vulgare entstanden ist. Die büschelförmigen kleinen Trugdolden von Marrubium peregrinum enthalten 10—18, jene des Marrubium vulgare 4—5, jene des Bastartes Marrubium remotum 5—10 Blüten. Der Kelch des Marrubium peregrinum hat eine graue Farbe, ist mit anliegendem Filze bedeckt, und sein Saum weist 5 große pfriemenförmige Zähne auf, welche in eine gerade Spitze auslaufen. Der Kelch des Marrubium vulgare hat eine grüne Farbe, ist abstehend behaart, und sein Saum zeigt 10 kleine Zähne, welche mit einer starren, hakenförmig zurückgekrümmten Spitze abschließen. Fünf dieser Zähne sind etwas länger, 5 etwas kürzer. Der Kelch des Bastartes Marrubium remotum hat eine graugrüne Farbe, ist mit lockerem Haarfilze bekleidet, und sein Saum weist 5 große pfriemenförmige Zähne auf, welche mit einer auswärts gekrümmten starren Spitze endigen. Zwischen diesen 5 großen Zähnen sind 2—5 sehr kleine Zähne eingeschaltet. An der Krone des Marrubium peregrinum sind die drei Lappen der Unterlippe nahezu gleichlang, an jener des Marrubium vulgare ist der mittlere Lappen der Unterlippe 3mal so lang als die beiden seitlichen, und an dem Bastarte Marrubium remotum ist der mittlere Lappen der

Unterlippe $1^1/_2$mal so lang als die beiden seitlichen. Ein sehr hübsches Beispiel ist auch Dianthus Oenipontanus, ein Nelkenbastart, welcher der Kreuzung von Dianthus alpinus und Dianthus superbus sein Dasein verdankt. Bei Dianthus alpinus sind die Deckblättchen am Grunde des Kelches fast so lang, bei Dianthus superbus nur $^1/_4$—$^1/_3$ so lang und bei dem Bastarte Dianthus Oenipontanus $^1/_2$ so lang als die Röhre des von ihnen gestützten Kelches. Die Kronenblätter des Dianthus alpinus zeigen eine breite, am Rande mit kurzen dreieckigen Zähnen besetzte Platte, jene des Dianthus superbus eine in zahlreiche schmale Fransen zerschlitzte Platte, der Bastart Dianthus Oenipontanus besitzt Kronenblätter mit einer am Rande in lineale Zipfel tief gespaltenen Platte. Auch in betreff des Ausmaßes der Blütenteile spricht sich an den meisten Bastarten eine Verbindung des Ausmaßes der elterlichen Blütenteile aus. So z. B. sind die Perigone der zu den Orchideen gehörigen Gymnadenia conopea lang gespornt, d. h. von dem unter dem Namen Lippchen bekannten Perigonblatte geht eine Aussackung aus, welche man mit einem Sporne verglichen hat, und diese erreicht bei Gymnadenia conopea die Länge von 15 mm. An den Perigonen der Nigritella nigra ist diese Aussackung sehr kurz und mißt ungefähr 2 mm. Der Sporn des Bastartes aus diesen beiden Orchideen, nämlich Nigritella suaveolens, hat eine Länge von 5—7 mm. Bei den Weidenbastarten hält sich die Zahl der Pollenblätter in den einzelnen Blüten des Bastartes stets zwischen der Zahl der Pollenblätter in den Blüten der Stammarten. So z. B. beträgt die Zahl der Pollenblätter in einer Blüte bei Salix alba 2, bei Salix pentandra 5—12 und bei dem Bastarte aus beiden, Salix Erhartiana, 3—4.

Die von der Oberhaut des Stengels und der Blätter ausgehenden zelligen Gebilde, welche als Haare, Borsten, Schülfern, Drüsen ꝛc. unterschieden und unter dem Namen Überzug (indumentum) zusammengefaßt werden, bilden bei den meisten Pflanzenarten sehr beständige Merkmale. Insbesondere gilt das Vorkommen von Sternhaaren sowie das Auftreten der aus einfachen Zellenreihen zusammengesetzten und von einer mit ätherischem Öle gefüllten kugeligen Blase abgeschlossenen Drüsenhaare bei den beschreibenden Botanikern als vortrefflicher Anhaltspunkt zur Unterscheidung ähnlicher Arten. An den Bastarten tritt die Bekleidung der Eltern in mannigfaltiger Verbindung hervor. Meistens ist es eine Mengung, seltener eine Vereinigung, und in letzterem Falle nehmen die Haare, Borsten, Schülfern und Drüsen sowohl der Form und Größe als der Zahl nach eine Mittelstellung ein. Die Gattung Lungenkraut (Pulmonaria), welche zur Bastartbildung besonders geneigt ist, umfaßt nur wenige Arten, aber jede derselben ist durch eine eigentümliche Bekleidung kenntlich. So ist namentlich Pulmonaria officinalis dadurch ausgezeichnet, daß sich an der Oberseite ihrer Blätter unter und zwischen den langen zerstreuten Borstenhaaren Tausende einzelliger, sehr kurzer, mit freiem Auge kaum wahrnehmbarer dörnchenförmiger Haare ausbilden. Die Laubblätter der Pulmonaria angustifolia entbehren dieser dörnchenförmigen Haare, tragen aber an ihrer oberen Seite desto mehr anliegende gerade, gleichlange Borstenhaare. Die Blätter des Bastartes aus beiden, Pulmonaria hybrida, sind an der Oberseite mit reichlichen langen Borstenhaaren besetzt, und unter und zwischen diesen sieht man eine große Zahl kurzer Börstchen, welche ungefähr doppelt oder dreimal so lang sind als die dörnchenförmigen Haare der Pulmonaria officinalis. Ein sehr lehrreiches, hierher gehöriges Beispiel ist auch das durch Kreuzung des rostfarbigen Alpenröschens (Rhododendron ferrugineum) mit dem wimperhaarigen Alpenröschen (Rhododendron hirsutum) leicht darzustellende hybride Rhododendron intermedium. Die Laubblätter des Rhododendron ferrugineum sind oberseits dunkelgrün, glatt und glänzend, unterseits rostfarbig und matt, was durch dicht zusammengedrängte Schülfern veranlaßt wird. Der Blattrand ist nicht gewimpert. Die Laubblätter des Rhododendron hirsutum sind hellgrün und mit weißlichen, zerstreuten Drüsen (s. Band I, S. 214, Fig. 5 und 6) besetzt; der Blattrand ist

von langen Haaren gewimpert. Die Laubblätter des Rhododendron intermedium zeigen die verſchiedenen Oberhautgebilde der beiden Stammarten nebeneinander; an der unteren Seite ſind ſie, wenn auch nicht ſo reichlich wie bei Rhododendron ferrugineum, mit braunen Schülfern und am Rande, wenn auch nicht ſo reichlich wie bei Rhododendron hirsutum, mit Wimperhaaren beſetzt. Ähnlich verhält es ſich mit den Roſen, Fingerkräutern, Brombeeren, Hungerblümchen, Habichtskräutern und noch vielen anderen. Wenn die eine Roſe nur drüſenloſe, die andere nur drüſentragende Haare aufweiſt, ſo iſt der Baſtart derſelben zuverläſſig mit einem Gemenge aus dieſen zweierlei Haargebilden bekleidet. Mehrere Arten des Fingerkrautes (Potentilla) ſind mit Sternhaaren oder Büſchelhaaren beſetzt, andere entbehren derſelben und tragen ausſchließlich einfache Haare an den Blättern; an den Baſtarten aus ſolchen Arten ſind den reichlichen einfachen Haaren ſtets Sternhaare oder Büſchelhaare beigemengt. Von den ausdauernden, in unſeren Hochgebirgen heimiſchen Hungerblümchen (Draba) tragen einige Arten geradlinige, amboßartige, andere dagegen drei- und vierſtrahlige Sternhaare. An den aus ihnen erzeugten Baſtarten ſieht man geradlinige und ſtrahlige Sternhaare gemengt auf derſelben Blattſpreite. Wenn die Haare zweier Stammarten von gleicher Form, aber ungleicher Länge ſind, ſo zeigen die Haare der aus ihnen hervorgegangenen Baſtarte eine Länge, welche nahezu dem Mittel aus den Längen der Haare der Stammarten entſpricht. So z. B. ſind die Haare an der unteren Blattſeite bei Salix aurita 0,3 mm, bei Salix repens 1,2 mm und bei dem Baſtarte aus beiden, Salix plicata, 0,6 mm lang. Die Haare der Salix Caprea ſind 0,8 mm, jene der Salix viminalis 0,3 mm und jene des Baſtartes aus beiden, Salix acuminata, 0,5 mm lang. Sobald die eine Stammart kahl und die andere behaart iſt, kann man mit Sicherheit darauf rechnen, daß der Baſtart aus beiden zwar behaart iſt, aber weniger Haare an dem betreffenden Pflanzengliede aufweiſt als die behaarte Stammart. So verhält es ſich z. B. mit Primula Sturii, einem Baſtarte aus der kahlen Primula minima und der drüſig behaarten Primula villosa. Die letztere weiſt an ihren Laubblättern ſehr dicht geſtellte Drüſenhaare von 0,7—1 mm Länge auf. Primula Sturii hat zerſtreut ſtehende Drüſenhaare von 0,3 mm Länge. Von den Baſtarten, welche durch Kreuzung der Purpurweide (Salix purpurea) mit der Korbweide (Salix viminalis) gewonnen werden, unterſcheiden die Botaniker zwei Abſtufungen, deren eine, der Purpurweide näher ſtehende den Namen Salix rubra, deren andere, der Korbweide näher ſtehende den Namen Salix elaeagnifolia führt. Die ausgewachſenen Laubblätter der Purpurweide ſind unterſeits kahl, jene der Korbweide tragen an der unteren Seite ſchimmernde, den Seitenſträngen parallele und der Blattfläche anliegende, 0,3 mm lange Härchen. Solcher Härchen kommen auf 1 qmm ungefähr 1800. Die Härchen des Baſtartes Salix elaeagnifolia ſtimmen in der Länge mit jenen der Salix viminalis überein, aber es kommen von denſelben auf 1 qmm ungefähr 800, und die Härchen des der Purpurweide näher ſtehenden Baſtartes Salix rubra ſind etwas kürzer, und es kommen auf 1 qmm nur 400 Härchen zu ſtehen.

In jüngſter Zeit wurde durch Wettſtein die wichtige Entdeckung gemacht, daß auch die Form und Anordnung der Zellen und Gewebe bei den Baſtarten einer Verbindung der den Stammarten eigentümlichen Form und Anordnung entſpricht. Die verſchiedenen Arten der Gattung Föhre (Pinus) laſſen ſich durch den anatomiſchen Bau ihrer nadelförmigen Blätter, inſonderheit durch die Dicke der Oberhautzellen, die Zahl der unter der Oberhaut liegenden Steinzellen und die Zahl der Harzgänge mit Sicherheit unterſcheiden. Bei den Baſtarten erſcheinen dieſe anatomiſchen Merkmale der Eltern vereinigt und zwar häufig als genaues arithmetiſches Mittel. So z. B. enthält jedes nadelförmige Blatt der gewöhnlichen Föhre (Pinus silvestris) 6—10, der Legföhre (Pinus Mughus) 3—5 und des Baſtartes aus beiden, Pinus rhaetica, 5—7 Harzgänge.

Die Wachholder (Juniperus) zeigen ein ähnliches Verhältnis. Ihre Blätter unterſcheiden ſich durch die Dicke und Länge des den Blattrücken deckenden Mantels aus Steinzellen, die Weite des die Blattmitte durchſetzenden Harzganges und die Zahl der dieſen Harzgang einſchließenden Zellen. Bei den Baſtarten, z. B. dem durch Kreuzung aus Juniperus communis und sabinoides entſtandenen Baſtarte Juniperus Kanitzii, erſcheinen die entſprechenden zelligen Gebilde in den Blättern deutlich als Vereinigung aus jenen der Stammarten. Während ich dieſe Zeilen ſchreibe, kommt mir ein Buch zur Hand, in welchem durch Hildebrand nachgewieſen wird, daß auch bei den Baſtarten des Sauerklees (Oxalis) die anatomiſchen Verhältniſſe der Stammarten vereinigt angetroffen werden, und es iſt nicht daran zu zweifeln, daß dieſelben Beziehungen bei allen Pflanzengruppen gefunden werden.

Von nicht zu unterſchätzender Bedeutung iſt die Thatſache, daß auch die aromatiſchen Stoffe und die Farbſtoffe, welche in den Zellen eines Baſtartes erzeugt werden, zum Teile von dem Vater, zum Teile von der Mutter herſtammen. Es wurde ſchon zu wiederholten Malen (S. 199 und 481) erwähnt, daß die verſchiedenen Arten der Gattung Rosa an dem eigentümlichen Duft ihrer Blumenblätter ſofort zu erkennen ſind. Der Duft der Zentifolie, welcher insbeſondere als Roſenduft angenommen wird, iſt von jenem der Rosa alpina, dieſer wieder von jenem der Rosa arvensis, der Rosa Gallica, der Rosa Indica ꝛc. ſehr abweichend. Die Rosa Nasterana hat ſogar einen ausgeſprochenen Nelkenduft, und Rosa lutea und punicea ſind ihres einigermaßen an Wanzen erinnernden Duftes wegen berüchtigt. In dem Dufte, welchen die Blüten der Roſenbaſtarte aushauchen, ſind nun die Düfte der Stammarten in der mannigfachſten Weiſe verſchmolzen. Gewöhnlich herrſcht der Duft der einen Stammart vor, und jener der anderen bildet gewiſſermaßen nur eine Beimengung. Mitunter entſteht aber auch durch Verſchmelzung ein ganz neuer Duft. Wieder in anderen Fällen tritt der Duft einer Stammart verſtärkt hervor, während jener der zweiten Stammart förmlich ausgelöſcht iſt. Ähnlich verhält es ſich mit den aromatiſchen Stoffen, welche den Duft des Laubes veranlaſſen, in welcher Beziehung insbeſondere die Baſtarte der Rosa glutinosa, rubiginosa und rugosa mit Rosa Gallica und Centifolia ſehr bemerkenswert ſind. Auch die aromatiſchen Stoffe, welche in den Früchten enthalten ſind und unſere Geſchmacksnerven erregen, findet man in die Baſtarte zum Teile von dem Vater, zum Teile von der Mutter übergegangen. Bei der Schwierigkeit, die verſchiedenen Geruchs- und Geſchmacksempfindungen durch Namen feſtzuhalten und ſich mittels dieſer Namen zu verſtändigen, iſt es aber mißlich, dieſe Verhältniſſe ausführlicher zu beſprechen.

Was die an den Baſtarten in Erſcheinung tretenden Farbſtoffe anbelangt, ſo iſt zunächſt hervorzuheben, daß in allen jenen Fällen, wo die Laubblätter der Eltern einen verſchieden grünen Farbenton zeigen, das Grün der Laubblätter des Baſtartes einen mittleren Farbenton einhält. Recht auffallend tritt dies an jenen Weidenbaſtarten hervor, an deren Entſtehen Salix nigricans und Salix purpurea beteiligt ſind. Beide Arten haben nämlich die Eigentümlichkeit, daß ihr Laub beim Verdorren ſchwarz wird. Dieſe Eigenſchaft geht nun, wenn auch abgeſchwächt, auf die Baſtarte über, welche Salix nigricans und Salix purpurea mit anderen Weiden bilden, deren Laub beim Vertrocknen einen braunen Farbenton annimmt. Die Blütenfarbe tritt an den Baſtarten meiſtens als Verſchmelzung, ſeltener als Mengung der Blütenfarben der Stammarten hervor. Die Verſchmelzung wird insbeſondere an den Baſtarten der Orchideen, der Läuſekräuter, der Windröschen und Küchenſchellen, des Schneckenklees und der Königskerzen beobachtet. Wenn die Farbe der Blumenblätter bei der einen Stammart ein mattes, bei der anderen ein geſättigtes Rot oder Blau war, ſo erſcheint ſie an dem Baſtarte als ein mittlerer Farbenton. So z. B. iſt die Farbe der Blumenblätter bei Gymnadenia conopea roſenrot, bei Nigritella nigra dunkel

blutrot und bei dem Baſtarte aus beiden, Nigritella suaveolens, leuchtend karminrot. Die Blumenkrone der Pedicularis incarnata iſt trüb karminrot, jene der Pedicularis recutita dunkel rotbraun und jene des Baſtartes aus beiden, Pedicularis atrorubens, dunkel purpurrot. Wenn die Blütenfarbe der einen Stammart weiß und jene der zweiten Stammart geſättigt gelb, rot oder blau iſt, ſo trägt die Blüte des Baſtartes meiſtens ein abgeblaßtes Gelb, Rot oder Blau zur Schau. Anemone nemorosa hat weiße, Anemone ranunculoides goldgelbe und der Baſtart aus beiden, Anemone intermedia, ſchwefelgelbe Blumen. Sehr merkwürdig wird die Blütenfarbe des Baſtartes, wenn jene der einen Stammart gelb, jene der anderen blau oder violett iſt. Die Sandluzerne (Medicago media), welche ein Baſtart aus der gelbblütigen Medicago falcata und der blauviolett blühenden Medicago sativa iſt, zeigt ſehr häufig grüne Blumenkronen. Die durch Kreuzung der geſättigt gelb blühenden Königskerzen mit dem durch ſeine purpurvioletten Blüten auffallenden Verbascum phoeniceum entſtandenen Baſtarte (Verbascum commutatum, rubiginosum, Schmidlii, versiflorum ꝛc.) weiſen in ihren Blumenkronen durchweg einen hellbräunlichen Farbenton auf. Es iſt eben jene Farbe, welche entſteht, wenn man Gummigutti mit einem durch Miſchung von Karmin und Indigo erzeugten Violett verſetzt. Abweichend hiervon iſt die Farbe der Blumenkrone an Verbascum pseudophoeniceum, einem Baſtarte, welcher der Kreuzung des Verbascum Blattaria mit Verbascum phoeniceum ſein Daſein verdankt. Eine der Stammarten (Verbascum Blattaria) hat blaßgelbe, die andere (Verbascum phoeniceum) purpurviolette und der oben genannte Baſtart blaſſe karmeſinrote Blumenkronen

Von hohem Intereſſe ſind hier auch die Primelbaſtarte, welche durch Kreuzung der einfarbig blühenden Primula Auricula mit den zweifarbig blühenden Arten Primula Carniolica, hirsuta, Oenensis, villosa ꝛc. entſtehen. Die durch Kreuzung der Primula Auricula und Primula hirsuta entſtandene Primula pubescens, welche zur Stammpflanze der Gartenaurikel geworden iſt, erſcheint auf der beigehefteten Tafel neben ihren Stammeltern dargeſtellt. Die Farbe der Blumenkrone iſt bei Primula Auricula einfarbig goldgelb; am Schlunde, d. h. an der Grenze der Röhre und des ſchüſſelförmig ausgebreiteten Saumes erſcheint ein mehliger weißer Beſchlag, welcher, gleich jenem am Kelche, den Blütenſtielen und Deckblättchen, von einer eigentümlichen Umwandlung der Oberhaut herrührt. Die Blumenkrone der Primula hirsuta iſt zweifarbig. Die Zipfel des Saumes ſind violettrot, der Schlund iſt weiß; die beiden Farben grenzen ziemlich ſcharf voneinander ab, und dadurch entſteht in der Mitte der Blüte ein weißer fünfſtrahliger Stern. Von einem mehligen Beſchlage iſt hier nichts zu ſehen. An dem Baſtarte aus dieſen beiden Primeln iſt nun ſowohl das Violettrot des Saumes als auch das Weiß des Schlundes mit Gelb getränkt. Das Violettrot hat durch dieſe Verſchmelzung mit Gelb einen bräunlichen Stich erhalten, und in der Mitte der Blüte iſt ein blaßgelber Stern zu ſehen.

Bei weitem ſeltener als die Verſchmelzung kommt in den Blüten der Baſtarte die Mengung der von den Stammarten überkommenen Farbſtoffe vor. Durch Kreuzung der rot blühenden Rosa Gallica und Damascena mit der weißblütigen Rosa alba wurden ſchon von den Gärtnern der römiſchen Kaiſerzeit Hybriden erzeugt, deren Blumenblätter der Länge nach rot und weiß geſtreift und gefleckt waren. An hybriden Calceolarien, Nelken, Petunien, und Oxalis wurde Ähnliches beobachtet, und auch von Tulpen (Tulipa) und Schwertlilien (Iris) kennt man Baſtarte, deren Perigonblätter die zweierlei Farben der Stammarten als Streifen und Makel nebeneinander zur Schau tragen. Ein Baſtart aus Iris Florentina und Iris Kochii verdient hier einer beſonderen Erwähnung. Die Perigone der Iris Florentina ſind milchweiß, jene der Iris Kochii dunkelviolett. An einem Stocke des aus dieſen beiden Arten hervorgegangenen Baſtartes, welcher zum erſten Male im Mai des Jahres 1871 im Innsbrucker botaniſchen Garten zur Blüte gelangte, waren zwei äußere und ein

inneres Perigonblatt vom Zuschnitte der Iris Kochii und tief violett gefärbt, ein äußeres und zwei innere Perigonblätter vom Zuschnitte der Iris Florentina und von milchweißer Farbe. Diese Anordnung der Farben in den Blüten wiederholte sich von Jahr zu Jahr in derselben Weise. Im Jahre 1877 kam auch eine einzelne Blüte zum Vorscheine, welche an dem unteren milchweißen Perigonblatte einige dunkelviolette, vom Mittelfelde gegen den Rand zu sich verbreiternde Striemen aufwies. Ein zweiter Stock desselben Schwertlilienbastartes entwickelte Blüten, welche sich von Iris Florentina nur dadurch unterschieden, daß einzelne der milchweißen Perigonblätter dunkelviolette, gegen den Rand zu stark verbreiterte Streifen zeigten. Nicht weniger merkwürdig war ein Bastart, welcher im botanischen Garten zu Florenz aus Iris Germanica und Iris sambucina entstanden war, und von welchem mir ein Stock im Jahre 1872 zugesendet wurde. Ein unteres und zwei obere Perigonblätter zeigten zur Hälfte die eigentümliche Färbung und Zeichnung der Iris sambucina, zur Hälfte jene der Iris Germanica. Die anderen Perigonblätter unterschieden sich, abgesehen von ihrem geringeren Umfange, nicht von jenen der Iris Germanica.

In betreff der Farbenverteilung an den Blumenblättern ist übrigens die Bemerkung einzuschalten, daß das Auftreten verschiedenfarbiger Streifen, Flecken und Sprenkel nicht immer als Anzeichen der Bastartnatur zu gelten hat. Von Viola polychroma, einer in den Alpenthälern ungemein häufigen Veilchenart, trägt ein Stock nicht selten gleichzeitig zwei, drei, vier offene Blüten, von denen jede eine andere Farbenmischung aufweist, und auf einem mit dieser Veilchenart überwucherten Platze im Umfange von 20 qm kann man mit Leichtigkeit 100 Blüten pflücken, deren jede eine andere Farbenverteilung und eine andere Gruppierung der Makel und Striemen an den Kronenblättern zeigt. Ähnlich verhalten sich Iris pumila und Polygala amarella. Von letzterer finden sich ebenso häufig Stöcke mit blauen und weißen wie mit blau und weiß gesprenkelten Blüten, und auch Stöcke, welche neben weißen Blüten einzelne blau gesprenkelte tragen, sind keine Seltenheit. Ebenso zeigen mehrere Arten der Gattungen Anthyllis, Euphrasia, Galeopsis, Linaria, Melittis, Ophrys, Orchis, Saxifraga 2c. einen großen Wechsel in der Färbung und Zeichnung der Blumenblätter, welcher weder durch Bastartierung veranlaßt, noch aus den Einflüssen des Bodens und Klimas herzuleiten ist. Auch auf die zahlreichen Arten, welche abwechselnd mit blauen und weißen, roten und weißen, blauen und roten, gelben und weißen 2c. Blütenfarben vorkommen, und von welchen auf S. 189 die Rede war, mag hier hingewiesen sein. Es gibt eben Pflanzenarten, für welche die Heterochromie, das ist der Wechsel in der Farbe und Zeichnung der Blumenblätter, als spezifische Eigentümlichkeit zu gelten hat. Diesen Arten mit heterochromen Blüten sind jene mit homochromen Blüten gegenüberzustellen, welche, soweit die Erfahrung reicht, stets mit der gleichen Farbe und Zeichnung ihrer Blumenblätter in Erscheinung treten und nur unter dem Einflusse verschiedener Lichtstärke geringe Abstufungen in der Tiefe der Farbe erkennen lassen. Iris Kochii und Florentina, Primula Auricula und hirsuta 2c., welche im Vorhergehenden als Eltern besonders merkwürdiger Bastarte erwähnt wurden, gehören der Gruppe von Pflanzen mit homochromen Blüten an, und es ist selbstverständlich, daß bei den Bastarten, welche aus solchen Pflanzen hervorgehen, die Blütenfarbe ein wichtiges Erkennungszeichen bildet.

Es ist hier der passendste Ort, auch über die Bizzaria der italienischen Gärtner und über die sogenannten Pfropfhybriden einige Worte einzuschalten. Mit dem Namen Bizzaria haben die Italiener eine Frucht belegt, welche aus abwechselnden Längsschnitten von Limonie (Citrus Limonium) und Apfelsine (Citrus Aurantium) besteht. Diese abwechselnden Längsschnitte unterscheiden sich nicht nur durch ihr äußeres Ansehen, sondern auch durch den Geruch und Geschmack voneinander. Die Zahl derselben ist ungleich. An einigen von mir gesehenen Früchten der Bizzaria zeigten sich fünf Längswülste von der Färbung

einer Zitrone in die Apfelſinenfrucht eingeſchaltet, andere machten im großen und ganzen den Eindruck einer Apfelſine; nur der achte Teil hatte die Form, Farbe und den Geſchmack der Limonie, und dieſes Achtel war auffallend vorgewölbt und zog ſich als heller Wulſt von einem zum anderen Pole der kugeligen Frucht. Die Gärtner behaupten, daß die Bizzaria das Ergebnis einer Kreuzung von Citrus Limonium und Citrus Aurantium ſei. An anderen ähnlichen Baſtarten der Gattung Citrus, ſo z. B. an der Bergamotte (Citrus medica), welche als Baſtart der Limonie und Pomeranze gilt, findet man aber die Eigenſchaften und Merkmale der Eltern nicht nebeneinander und nicht gemengt, ſondern es hat hier eine Verſchmelzung und Vereinigung ſtattgefunden. Ob die gelb und grün geſtreiften Bergamottbirnen und die Weintrauben, an welchen einzelne Beeren zur Hälfte dunkel, zur Hälfte hell gefärbt ſind, als Seitenſtück der Bizzaria aufzufaſſen ſind, muß ſo lange unentſchieden bleiben, als die verſchiedenen Arten der Gattung Pirus und Vitis, aus welchen die zahlloſen jetzt gepflegten Birnenbäume und Weinreben durch Kreuzung hervorgingen, nicht feſtgeſtellt ſind.

Zu wiederholten Malen wurde von den Gärtnern behauptet, daß auch durch Äugeln und Pfropfen Hybride entſtehen können, und es wurden dieſe zum Unterſchiede von jenen, welche das Ergebnis einer Kreuzung ſind, Pfropfhybride genannt. Eine dieſer Pfropfhybriden, nämlich Cytisus Adami, welche die Merkmale von Cytisus Laburnum und Cytisus purpureus in wunderlicher Weiſe gemengt an demſelben Stocke trägt, hat ſeiner Zeit zu lebhaften Erörterungen in wiſſenſchaftlichen Kreiſen Veranlaſſung gegeben. Man kann ſich in der That nicht leicht etwas Seltſameres denken als einen Stock dieſes Cytisus. Die meiſten Blüten desſelben ſtellen einen Mittelſchag dar, deſſen Kelche weder ſo ſeidenhaarig wie jene des Cytisus Laburnum, noch ſo kahl und glatt wie jene des Cytisus purpureus ſind, und deren Blumenkronen eine aus dem Purpur des Cytisus purpureus und dem Gelb des Cytisus Laburnum hervorgegangene ſchmutzig roſenrote Farbe beſitzen. Aber an manchen Blütentrauben finden ſich neben den ſchmutzig roſenroten Blüten auch einzelne Blüten mit ſeidenhaarigem Kelche und den gelben Blumenkronen des Cytisus Laburnum und, was das merkwürdigſte iſt, einzelne Blüten, welche zur Hälfte dem Cytisus purpureus, zur Hälfte dem Cytisus Laburnum, oder wo ein Drittel der Blumenblätter dem Cytisus purpureus, zwei Drittel dem Cytisus Laburnum angehören, und noch verſchiedene andere Miſchungen, welche ausführlich hier zu ſchildern zu weit führen würde. Dieſer ſeltſame Cytisus wurde nach Angabe Schnittſpahns in Vitry bei Paris im Jahre 1826 von dem Pflanzenzüchter Adam durch Okulieren einer Knoſpe des Cytisus purpureus auf einen Stock des Cytisus Laburnum zu ſtande gebracht. Der Sproß, welcher aus der eingeimpften Knoſpe hervorging, war eben nicht mehr reiner Cytisus purpureus, ſondern gleichſam ein Gemenge aus dieſem und Cytisus Laburnum, welch letzterer zur Unterlage gedient haben ſoll. Knoſpen zur Vermehrung des Cytisus Adami kamen aus Vitry in die verſchiedenſten Gärten Europas und wurden daſelbſt bald auf Stöcke des Cytisus Laburnum, bald auf ſolche des Cytisus Jacquinianus und alpinus geimpft. Nicht ſelten wurden auf denſelben Stock von den Gärtnern auch noch Knoſpen von Cytisus purpureus angebracht, und man bewunderte dann die ſeltſamen Bäumchen, von welchen einzelne Zweige dem Cytisus Laburnum, Jacquinianus oder alpinus, andere dem Cytisus Adami und wieder andere dem Cytisus purpureus angehörten, und wo überdies in den Trauben des Cytisus Adami einzelne Blüten des Cytisus Laburnum und ſolche, welche der früher geſchilderten Miſchung aus Cytisus Laburnum und Cytisus purpureus entſprachen, zum Vorſcheine kamen.

Für gewöhnlich ſind die Beziehungen des Impflings zur Unterlage weſentlich anders als diejenigen, welche ſich bei dem von Adam vorgenommenen Verſuche herausgeſtellt haben ſollen. Der Sproß, welcher ſich aus der aufgeimpften Knoſpe entwickelt, benutzt die Unterlage

wie ein Schmarotzer ſeine Wirtpflanze (ſ. Band I, S. 198). Er bezieht aus der Unterlage den rohen Nahrungsſaft, und dieſer wird von den lebendigen Protoplaſten, welche in den Zellen des Pfropfreiſes thätig ſind, in derſelben Weiſe aufgenommen, benutzt und verarbeitet wie die flüſſigen Stoffe, welche von den Wurzeln aus dem feuchten Erdboden aufgeſaugt werden. Es darf vorausgeſetzt werden, daß diejenigen Zellen des Impflinges, welche den rohen Nahrungsſaft übernehmen, ſich nicht weſentlich anders verhalten wie die Saugzellen der Wurzeln, d. h. daß ihnen ein Wahlvermögen zukommt, ſo daß nur diejenigen Stoffe Zulaß finden, welche für die Art, der das Pfropfreis angehört, zuträglich ſind. Wenn ein Einfluß der Unterlage auf das Pfropfreis vorhanden wäre, ſo könnte er kaum anders ſein als der Einfluß verſchiedener Bodenmiſchungen. Es würden höchſtens Veränderungen der Geſtalt und Farbe zu ſtande kommen, welche keinen Beſtand haben und ſich in der aus dem Pfropfreiſe ſpäter hervorgehenden Nachkommenſchaft nicht erhalten. Thatſächlich zeigen z. B. die von einem Aprikoſenbaume abgenommenen und auf verſchiedene andere Amygdaleen gepfropften oder die von einem Birnbaume abgeſchnittenen und auf Quitten, Weißdorn und andere Pomaceen übertragenen Reiſer, wenn ſie angewachſen ſind, nicht den geringſten Unterſchied, weder in der Belaubung noch in den Blüten und Früchten. Auch für die durch Kreuzung erzeugten Roſenbaſtarte, welche man durch Äugeln und Pfropfen vermehrt, iſt es ganz gleichgültig, ob man dieſe oder jene wilde Roſenart als Unterlage benutzt. Niemals iſt bei den vielen Tauſenden von ſolchen Vermehrungen ein weſentlicher Einfluß der Unterlage auf die Geſtalt des aufgeimpften Reiſes beobachtet worden.

Durch die oben beſchriebenen Baſtarte der Gattung Iris angeregt, wurde in den Jahren 1876 und 1877 im Innsbrucker botaniſchen Garten der Verſuch gemacht, Knoſpen aus dem Wurzelſtocke einer Schwertlilienart auf den Wurzelſtock einer zweiten Schwertlilienart zu impfen. Der Verſuch war von beſtem Erfolge begleitet, aber die Triebe und Blüten, welche aus den aufgeimpften Knoſpen hervorgingen, zeigten keine Spur eines Einfluſſes der Unterlage. Aus den Knoſpen der Iris Kochii, welche auf Iris Florentina geimpft worden waren, gingen wieder unveränderte Stöcke der Iris Kochii hervor, und ebenſo entwickelten ſich aus den Knoſpen der Iris Florentina, welche auf Iris Kochii geimpft wurden, unveränderte Stöcke der Iris Florentina. Im Wiener botaniſchen Garten ſteht ein männlicher Baum des Ginkgo (Ginkgo biloba), welcher vor mehr als 100 Jahren zu einem bemerkenswerten Verſuche diente. Als der Baum noch ein kleines Bäumchen war, wurde ihm von Jacquin die Knoſpe eines weiblichen Baumes aufgeimpft. Aus dieſer Knoſpe entwickelte ſich ein Seitenaſt. Jetzt erhebt ſich ein mächtiger Baum, deſſen meiſte Äſte Pollenblüten tragen, von dem aber auch ein großer Aſt mit Fruchtblüten abzweigt. Das Merkwürdige an dieſem Baume iſt, daß der aufgeimpfte Aſt einen auffallend anderen Entwickelungsgang einhält als der Stock, welcher bei dem Impfverſuche zur Unterlage diente. Im Frühlinge entwickelt er alljährlich ſein Laub um 14 Tage ſpäter als die Äſte mit Pollenblüten, und im Herbſte ſind ſeine Blätter noch grün, wenn jene der anderen Äſte längſt vergilbt und zum großen Teile ſchon abgefallen ſind. Aus dieſem Beiſpiele iſt zu entnehmen, daß die aus den aufgeimpften Knoſpen hervorwachſenden Sproſſe mit größter Zähigkeit ſelbſt an individuellen Eigentümlichkeiten feſthalten und ſich durch die Unterlage nicht einmal in betreff ihres jährlichen Entwickelungsganges beeinfluſſen laſſen.

In Berückſichtigung dieſer Thatſachen hat man in neuerer Zeit das Entſtehen von Pfropfhybriden geradezu für eine Gärtnerfabel erklärt und behauptet, daß auch die berühmteſte der angeblichen Pfropfhybriden, nämlich Cytisus Adami, nicht durch Okulieren, ſondern durch Kreuzung des Cytisus Laburnum mit Cytisus purpureus entſtanden ſei. Ehemals mochte man vielleicht an dem Gedanken feſtgehalten haben, daß ſich bei den durch Kreuzung entſtandenen Hybriden eine Verſchmelzung und Vereinigung, bei den Pfropfhybriden dagegen

eine Mengung der von den Stammpflanzen überkommenen Merkmale vollziehe. Daß dem nicht so sei, sondern daß auch infolge zweiartiger Kreuzung eine Mengung, ein Nebeneinander von Merkmalen der Stammeltern vorkommen könne, ist durch die oben erwähnten Schwertlilienbastarte erwiesen, und es hat daher auch die neuere Annahme in betreff der Entstehung des Cytisus Adami viel Wahrscheinlichkeit für sich.

Bei der Wichtigkeit dieses Gegenstandes kann ich nicht umhin, hier auch auf zoologisches Gebiet überzugreifen und eines Falles zu gedenken, welcher zeigt, daß mitunter auch an Bastarten aus dem Tierreiche die Merkmale der Eltern nebeneinander und nicht verschmolzen und vereinigt in Erscheinung treten. Das Rakelhuhn (Tetrao medius) ist bekanntlich ein Bastart, welcher durch Kreuzung des Spiel- oder Birkhuhnes (Tetrao tetrix) mit dem Auerhuhne (Tetrao Urogallus) entsteht. Dieser Bastart ist in Tirol so häufig, daß die Wildbrethändler in Innsbruck im Laufe jedes Jahres durchschnittlich 6 Stück von den Jägern aus der nächsten Umgebung zum Verkaufe zugesendet erhalten. Vereinzelte Exemplare dieses Rakelhuhnes zeigen merkwürdigerweise streifenweise das Gefieder des Spielhuhnes, streifenweise das Gefieder des Auerhuhnes. Im Jahre 1879 wurde mir von einem Jäger aus dem Hintergrunde des tirolischen Gschnitzthales eine Henne des Rakelhuhnes gebracht, welche in ganz unregelmäßig verteilten Streifen und Flecken das Gefieder des Auerhuhnes und jenes des Spiel- oder Birkhuhnes gemengt aufwies. Durch diese Rakelhühner finden die an den Schwertlilienbastarten gemachten Erfahrungen eine wertvolle Bestätigung, und man kann heute nicht mehr daran zweifeln, daß es durch Kreuzung in das Leben gerufene Bastarte gibt, welche die elterlichen Merkmale nebeneinander zur Schau tragen.

Und trotz alledem möchte ich die Möglichkeit des Zustandekommens von Pfropfhybriden doch nicht rundweg in Abrede stellen und zwar mit Rücksicht auf folgende Erwägungen. In den meisten Fällen werden sich jene Zellen des Pfropfreises oder Impflinges, welche den rohen Nahrungssaft aus dem Stamme der zur Unterlage dienenden Pflanze übernehmen, geradeso wie die Saugzellen eines Schmarotzers verhalten, sich von den Zellen der Unterlage deutlich unterscheiden und weder in ihrer Gestalt noch in ihrem feinsten Baue durch die Unterlage beeinflußt werden, sowie umgekehrt auch die Unterlage eine wesentliche Umgestaltung durch das aufgeimpfte Reis nicht erfährt. Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß an der Verwachsungsstelle der protoplasmatische Inhalt benachbarter Zellen verschmilzt, und daß durch Fächerung solcher Zellen mit gemischtem Inhalte ein Gewebe entsteht, welches die Eigenschaften des Gewebes der Unterlage und des Impflinges vereinigt. Thatsächlich wurde Ähnliches bei den schmarotzenden Balanophoreen beobachtet (s. Band I, S. 179 und 180). Gesetzt nun den Fall, daß ein solches mittleres Gewebe an der Grenze der Unterlage und des Pfropfreises zu stande kommt, so könnte dieses auch zum Ausgangspunkte eines oder mehrerer Sprosse werden, und diese würden ohne Zweifel die Eigenschaften und Merkmale der beiden durch Pfropfen oder Augeln verbundenen Pflanzenarten an sich tragen.

Für das Entstehen neuer Gestalten in der freien Natur ist die Frage nach dem Entstehen der Pfropfhybriden allerdings von untergeordneter Bedeutung, aber für das Verständnis der Vorgänge bei der Bastartbildung ist sie von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit, insofern nämlich, als die durch die Frage angeregten Untersuchungen und Erörterungen zu dem Ergebnisse geführt haben, daß die vermittels unserer Sinne wahrnehmbaren Eigenschaften und Merkmale einer jeden Pflanzenart als Ausdruck des feinsten Baues und der molekularen Zusammensetzung eines spezifischen Protoplasmas zu gelten haben, und daß einem pflanzlichen Gebilde, an welchem Eigenschaften und Merkmale zweier Arten vereinigt wahrgenommen werden, ein Protoplasma zu Grunde liegt, welches durch die Verbindung der Protoplasmen zweier Stammarten zu stande gekommen ist.

Nur bei dem Festhalten an diesem Gedankengange kann man begreifen, daß auch die mit der Gestalt, dem anatomischen Baue, dem Dufte und der Farbe zusammenhängenden Lebensäußerungen in Beziehung auf die Zeit, in welcher sie erfolgen, bei den Bastarten eine mittlere Stellung zwischen den entsprechenden Lebensäußerungen der Stammarten einnehmen. Im Wiener botanischen Garten steht seit vielen Jahren ein Wegdornstrauch, Namens Rhamnus hybrida, welcher durch Kreuzung aus Rhamnus alpina und Rhamnus Alaternus entstanden ist. Die eine Stammart, Rhamnus alpina, hat sommergrüne Blätter, welche im Herbste welken und abfallen; die andere Stammart, Rhamnus Alaternus, besitzt immergrüne Blätter, welche den Winter überdauern und 2 Jahre mit den Zweigen verbunden bleiben. Der Bastart aus beiden, Rhamnus hybrida, hat Blätter, welche im Herbste nicht abfallen, aber auch nicht 2 Jahre lang frisch und grün bleiben, sondern nur den Winter hindurch sich grün erhalten und im darauf folgenden Frühlinge, wenn aus den Knospen neue Zweige hervortreiben, verdorren und abfallen. Sehr merkwürdig ist auch das Verhalten der Bastarte in betreff der Blütezeit. Ich habe vom Jahre 1863—74 über das Aufblühen von einem halben Hundert verschiedener Weiden, welche im botanischen Garten zu Innsbruck gepflegt wurden, Buch geführt und sowohl von den Arten als den aus ihnen erzeugten Bastarten den Tag des ersten Aufblühens alljährlich aufgeschrieben.

Zeit des ersten Aufblühens mehrerer Weiden im botanischen Garten zu Innsbruck.
(Mittel aus 12 Jahren.)

Von den drei in derselben Zeile stehenden Namen gehört der erste einem Bastarte, der zweite und dritte seinen Stammeltern an.

Salix	Cremsensis .	17. März	Salix	Caprea . .	16. März	Salix	daphnoides .	18. März
-	Mauternensis	23. =	-	Caprea . .	16. =	-	purpurea . .	7. April
-	attenuata .	25. =	-	Caprea . .	16. =	-	grandifolia .	27. März
-	Wimmeri. .	26. =	-	daphnoides .	18. =	-	incana . . .	17. April
-	Austriaca. .	3. April	-	grandifolia .	27. =	-	purpurea . .	7. =
-	Seringeana .	3. =	-	Caprea . .	16. =	-	incana. . .	17. =
-	capnoides. .	5. =	-	cinerea . .	10. April	-	incana . . .	17. =
-	intermedia .	6. =	-	grandifolia .	27. März	-	incana . . .	17. =
-	rubra . . .	6. =	-	viminalis . .	3. April	-	purpurea . .	7. =
-	Kerneri . .	10. =	-	viminalis . .	3. =	-	incana . . .	17. =
-	Oenipontana	12. =	-	purpurea . .	7. =	-	incana . . .	17. =
-	auritoides .	14. =	-	purpurea . .	7. =	-	aurita . . .	19. =
-	Fenzliana. .	21. =	-	retusa . . .	21. =	-	glabra. . .	21. =
-	retusoides .	21. =	-	retusa . . .	21. =	-	Jaquiniana .	21. =
-	alpigena . .	23. =	-	retusa . . .	21. =	-	hastata . .	27. =
-	excelsior . .	23. =	-	fragilis . .	13. =	-	alba . . .	27. =
-	Ehrhartiana	29. =	-	alba . . .	27. =	-	pentandra .	6. Mai

Die hier eingeschaltete Tabelle, welche die Mittel aus den zwölfjährigen Aufschreibungen über das erste Aufblühen der Pollenblüten von 15 Arten und 17 aus diesen durch verschiedene Kreuzungen erzeugten Bastarten enthält, zeigt, daß die Bastarte stets an Tagen aufblühen, welche zwischen die Tage, an denen die Stammarten zu blühen beginnen, eingeschaltet sind. Die beiden alpenbewohnenden Weiden Salix retusa und Salix Jaquiniana blühten im zwölfjährigen Mittel an dem gleichen Tage auf, und auch der aus diesen beiden Arten entstandene Bastart Salix retusoides hält in betreff des Aufblühens denselben Tag ein.

Die Eigenschaften, Merkmale und Lebensäußerungen der Bastarte, von welchen bisher die Rede war, sind zum Teile von der einen, zum Teile von der anderen Stammart herzuleiten. Es sind nun zum Schlusse auch noch jene Eigenschaften zu besprechen, welche

nicht von den Eltern hergeleitet werden können. In dieser Beziehung ist zunächst der Erscheinung zu gedenken, daß sich die meisten Bastarte, welche durch Kreuzung entstanden sind, auffallend rasch und üppig entwickeln, daß sie nicht selten schon im ersten Jahre nach der Aussaat blühen, während die Sämlinge der Stammarten erst im zweiten oder dritten Jahre zur Blüte gelangen, und daß sie in der Größe des Laubes und noch mehr der Blüten die beiden Stammarten häufig übertreffen. Das letztere ist wohl einer der vornehmlichsten Gründe, welcher die Gärtner veranlaßte und noch veranlaßt, die Kreuzung so häufig in Anwendung zu bringen. Sie sind nämlich dadurch in den Stand gesetzt, den Blumenliebhabern entgegenzukommen, die am liebsten Gewächse in ihren Gärten sehen, welche durch die Größe der Blüten in die Augen fallen. Gewöhnlich beschränkt sich übrigens die Vergrößerung der Blüten nur auf das erste und allenfalls noch auf das zweite Jahr. Späterhin werden die Blüten der Bastarte wieder kleiner. Die Gärtner pflegen darum auch diejenigen Hybriden, welche mit großen Blüten besonders geschätzt sind, immer wieder von neuem zu erzeugen. Aus der großen Menge einschlägiger Beobachtungen soll hier nur eine einzige als Beispiel herausgegriffen sein. Die Gesneriacee Isoloma Decaisneanum ist das Ergebnis einer Kreuzung von Isoloma Tydaeum mit Isoloma sciadocalyx. Die Samen, welche nach der Kreuzung gewonnen werden, keimen bald, und die Sämlinge wachsen zu ungemein kräftigen Pflanzen rasch heran. Die Laubblätter werden dreimal, die Blumen doppelt so groß wie jene der Eltern; überdies sind die Blüten auch viel zahlreicher als an den Stammarten, und der Bastart sieht daher viel staatlicher und prächtiger aus als seine beiden Eltern.

Mehrere Pflanzen, welche in Gebirgsgegenden heimisch sind und dort in humusreichem Boden wurzeln, wie namentlich die Lungenkräuter (Pulmonaria) und die Primeln (Primula), gedeihen in den Gärten nicht besonders gut, und gewisse Arten sterben selbst bei sorgsamster Pflege nach kurzer Zeit ab. Die Bastarte aus solchen Arten erhalten sich aber merkwürdigerweise vortrefflich, blühen reichlich und können viele Jahre im üppigsten Wachstume erhalten werden. Als Beispiele hierfür mögen Primula pubescens und Venzoi vorgeführt sein. Eine der Stammarten der Primula pubescens, nämlich Primula hirsuta, gedeiht nur bei Benutzung eines eigens zubereiteten Erdreiches und unter Anwendung mehrerer anderer besonderer Vorsichtsmaßregeln, der Bastart Primula pubescens zeigt dagegen selbst in gewöhnlicher Gartenerde im freien Lande das üppigste Wachstum. Primula Venzoi, ein Bastart aus Primula Tiroliensis und Wulfeniana, verhält sich noch merkwürdiger. Während die beiden Stammarten selbst bei guter Pflege im Garten nur kümmerlich fortzubringen sind, gedeiht Primula Venzoi auf dem gleichen Boden und unter denselben äußeren Verhältnissen, knapp neben ihre Eltern gepflanzt, auffallend üppig.

Eine andere Erscheinung, welche an den Bastarten bisweilen beobachtet wird, ist die Veränderung in der Verteilung der Geschlechter. Besonders häufig kommt es vor, daß an den Bastarten scheinzwitterige Fruchtblüten und scheinzwitterige Pollenblüten entstehen und zwar auch dann, wenn beiden Stammarten echte Zwitterblüten zukommen. An den Weidenbastarten beobachtet man auch nicht selten eine teilweise Umwandlung der Pollenblüten in Fruchtblüten oder umgekehrt, und es entwickeln sich dann Kätzchen, welche zur Hälfte weibliche, zur Hälfte männliche Blüten tragen, also einhäusig sind. Es kommt diese Umwandlung zwar auch an echten Arten vor, aber doch nur als Seltenheit, während sie bei den Bastarten, wie gesagt, nichts weniger als selten ist.

Auch Füllungen der Blüten infolge von Umwandlung der Pollenblätter in Blumenblätter kommen an Bastarten vor und zwar ohne Einfluß der Gallmilben, welche sonst gewöhnlich die gefüllten Blüten veranlassen (s. S. 541). Mehrere hybride Rosen, Nelken und Kamelien kennt man überhaupt nur mit gefüllten Blüten.

Schwer zu erklären iſt das an Baſtarten wiederholt beobachtete Auftreten von Merkmalen, welche beiden Stammarten fehlen, oder vielleicht beſſer geſagt, von Merkmalen, welche ſich weder von der einen noch von der anderen Stammart herleiten laſſen. So kommt es beiſpielsweiſe vor, daß einzelne Stöcke des Baſtartes ausgebuchtete Laubblätter entwickeln, obſchon beide Stammarten ganzrandiges oder doch nur ſeicht gekerbtes und geſägtes Laub aufweiſen. Der Baſtart Salvia silvestris zeigt mitunter tief ausgebuchtete grundſtändige Blätter, was doch weder bei Salvia nemorosa noch bei Salvia pratensis, welchen beiden Salvia silvestris ihren Urſprung verdankt, der Fall iſt. Dasſelbe gilt von dem Baſtarte aus Matthiola incana und Maderensis. Weder die eine noch die andere der Stammarten zeigt ausgebuchtete Blätter, und doch ſieht man an einzelnen Stöcken des Baſtartes tief ausgebuchtetes Laub, ſo daß man beim Anblicke ſolcher Stöcke an Matthiola sinuata erinnert wird. Auch an Primula pubescens ſind die Blätter bisweilen ſo tief ausgebuchtet, wie es weder an Primula Auricula noch an Primula hirsuta der Fall iſt (ſ. Tafel bei S. 558). An den Baſtarten der Gattung Fingerhut (Digitalis) kommen nicht ſelten Blüten zum Vorſcheine, welche an der unteren Seite der Blumenkrone eine ſpornförmige Ausſackung, ähnlich derjenigen, wie ſie am Leinkraute (Linaria) beobachtet wird, zur Schau tragen. An einem Baſtarte, welcher durch Kreuzung aus Nymphaea Lotus und Nymphaea dentata hervorgegangen war, traten an den Kelchblättern dunkelviolette Linien auf, welche an keiner der Stammarten vorkommen. Es darf hier wohl auch auf die Erſcheinung hingewieſen werden, daß aus Stammarten, welche blaue, violette, rote oder gelbe Blumen haben, und unter deren nicht hybrider Nachkommenſchaft nur äußerſt ſelten Weißlinge vorkommen, Baſtarte mit weißen Blumen verhältnismäßig häufig entſtehen. Schließlich ſei noch bemerkt, daß von den Baſtarten gerade ſo wie von den Arten Varietäten gebildet werden können, welche aber keinen Beſtand in der Nachkommenſchaft haben, ſondern wieder in andere Varietäten übergehen, wenn die Nachkommenſchaft unter den maßgebenden Einfluß anderer äußerer Verhältniſſe gelangt.

---

3. Urſprung der Arten.

Inhalt: Das Entſtehen neuer Arten. — Die Abſtammung der Arten. — Die Stämme des Pflanzenreiches.

Das Entſtehen neuer Arten.

Es ſind nun 40 Jahre her, ſeit ich auf einer Inſel im Donauſtrome unweit der kleinen Stadt Dürenſtein eine Weide entdeckte, welche den Botanikern bis dahin unbekannt war. Sie wuchs auf der Inſel in Geſellſchaft vieler anderer Weidenſträucher und Weidenbäume, namentlich der Grauweide (Salix incana) und der Lorbeerweide (Salix daphnoides), und nahm zwiſchen dieſen beiden genannten augenſcheinlich eine mittlere Stellung ein. Die Behaarung, die Zweigbildung, das Laubwerk und die Blüten erinnerten teilweiſe an die eine, teilweiſe an die andere, und jedem Unbefangenen mußte ſich beim erſten Blicke die Mutmaßung aufdrängen, daß da ein durch Kreuzung der Grauweide und Lorbeerweide entſtandener Mittelſchlag oder Baſtart vorliege.

Es fiel dieſe von mir in den erſten Jahren meiner botaniſchen Studien gemachte Entdeckung in eine Zeit, in welcher ſich bei den Botanikern für die in der freien Natur beobachteten Mittelſchläge ein beſonders lebhaftes Intereſſe kundzugeben begann. Einige der

damals tonangebenden Forscher wollten an das Vorkommen wild wachsender Bastarte überhaupt nicht glauben, und sie meinten, daß die in der freien Natur beobachteten und von manchen für Bastarte gehaltenen Pflanzen Abänderungen der Arten seien, die aus einem den Pflanzen innewohnenden Triebe, ihre Gestalt zu verändern, erklärt werden müßten. Auch waren sie der Ansicht, daß alle jene Pflanzenformen, zwischen welchen ein oder mehrere Mittelschläge vorgefunden wurden, in den Kreis einer einzigen Art einzubeziehen wären, dem entsprechend sie auch nicht selten drei, vier und noch mehr von den Botanikern früherer Zeiten als Arten erkannte und unterschiedene Pflanzen als „Varietäten" einer einzigen Art betrachteten, mit der Begründung, daß zwischen denselben deutliche Mittelformen, sogenannte „Übergänge", gefunden worden seien. Es war so weit gekommen, daß mehrere beschreibende Botaniker der damaligen Zeit 5, 10, ja selbst 15 deutlich unterscheidbare und von den Floristen früherer Perioden als Arten beschriebene Habichtskräuter als zu einer Art gehörend erklärten, weil diese durch Übergänge miteinander verkettet waren. Ein anderer Teil der Botaniker erkannte dagegen in den meisten der sogenannten Übergänge das Ergebnis von Kreuzungen, welche in der freien Natur entstanden waren, ohne übrigens damit den Arten die Fähigkeit, unter dem wechselnden Einflusse des Bodens und Klimas Varietäten im Sinne Linnés zu bilden, abzusprechen.

Für mich konnte es schon damals nicht zweifelhaft sein, welche von den beiden sich gegenüberstehenden Auffassungen über das Entstehen, die Bedeutung und Stellung der Mittelschläge vorzuziehen sei, und gerade die Entdeckung des eingangs erwähnten Weidenbastartes gab den Anstoß, daß ich durch vier Jahrzehnte fort und fort den Pflanzenbastarten eine besondere Aufmerksamkeit zuwendete und zur Aufhellung so mancher dunkler Punkte sowie zur Berichtigung der damals herrschenden Vorurteile eine Reihe von Versuchen anstellte.

Ein schwerwiegendes Vorurteil über das Wesen und die Bedeutung der Bastarte bestand darin, daß man dieselben für naturwidrige, den Naturgesetzen widersprechende Erzeugnisse ansah, was schon in der Bezeichnung Bastart seinen Ausdruck fand. Bastart bedeutet nämlich, wie uns Grimm belehrt[1], eine schlechte, nichtsnutzige Art, und das ist, nebenbei bemerkt, auch für die Rechtschreibung des Wortes maßgebend, indem man nicht, wie das gewöhnlich geschieht, Bastard sondern Bastart zu schreiben hat. Das Vorurteil ging so weit, daß Kant den Bastarten die Daseinsberechtigung geradezu absprach und glaubte, sie müßten schon in der ersten Generation wieder erlöschen. Im Zusammenhange mit diesem Vorurteile stand ein zweites, welches dahin lautete, daß den Bastarten die Fähigkeit abgehe, keimfähige Samen zu erzeugen und sich auf geschlechtlichem Wege fortzupflanzen. Wahrscheinlich hatten zu diesem Ausspruche die Bastarte der Gattung Königskerze (Verbascum) Veranlassung gegeben, welche in Mitteleuropa so häufig und so auffallend sind, daß sie selbst von den in betreff der Anerkennung von Pflanzenbastarten äußerst spröden älteren Botanikern als Ergebnis zweiartiger Kreuzung hingenommen wurden. Diese Königskerzenbastarte bringen nämlich der Mehrzahl nach keine Samen zur Reife. Meistens bleiben schon ihre Stempel in der Entwickelung zurück, und wenn sich auch eine oder die andere Kapsel ausbildet, so sind doch die Samenanlagen in derselben verkümmert und nicht keimfähig. Nichtsdestoweniger wäre es fehlerhaft, behaupten zu wollen, daß kein einziger Königskerzenbastart jemals keimfähige Samen zu stande gebracht hat. Von zwei künstlich erzeugten, in meinem Garten gepflegten solchen Bastarten, nämlich dem Verbascum rubiginosum, welches durch Kreuzung des Verbascum Austriacum mit dem Pollen des Verbascum phoeniceum entstand, und dem Verbascum pseudophoeniceum, welches das Ergebnis einer Kreuzung von Verbascum Blattaria mit Verbascum phoeniceum war, brachte der

[1] Grimm, Deutsches Wörterbuch, Bd. 1, S. 1150.

erſtere allerdings niemals keimfähige Samen hervor, aber an den Trauben des letzteren reiften unter vielen verkümmerten und tauben Kapſeln auch einige mit keimfähigen Samen, was hier angeführt ſein ſoll, um zu zeigen, daß ſelbſt die Königskerzenbaſtarte nicht durchgängig unfruchtbar ſind.

Wer von dem kleinen Kreiſe dieſer Königskerzen abſieht und ſeinen Blick auch auf andere Gattungen lenkt, wird ſich der Überzeugung nicht verſchließen, daß ſich die Baſtarte in betreff ihrer Fortpflanzungsfähigkeit auf geſchlechtlichem Wege nicht weſentlich anders verhalten als jene Pflanzen, welche von den Botanikern aller Zeiten als beſtändige „echte" Arten angenommen wurden. Von einigen dieſer echten Arten, wie z. B. von Cochlearia Armoracia, Crambe tataria, Lilium bulbiferum, Lysimachia nummularia, Rubus odorus und Nutkaensis, iſt längſt bekannt, daß ſie bei Belegung ihrer Narben mit dem Pollen aus den zuſtändigen Pollenblättern nur ſehr ſpärliche oder gar keine Früchte anſetzen, und daß ſie den Pollen aus anderen Blüten augenſcheinlich vorziehen. Anderſeits hat man echte Arten kennen gelernt, welche ſcheinzwitterige Blüten beſitzen, die beim erſten Anblicke den Eindruck von Zwitterblüten machen. Die Blüten des einen Stockes enthalten neben den wohlausgebildeten Fruchtanlagen zwar Pollenblätter, aber in den Antheren derſelben iſt kein befruchtungsfähiger Pollen entſtanden; in den Blüten eines zweiten Stockes ſind die Fruchtanlagen unvollkommen entwickelt, dagegen die Antheren mit befruchtungsfähigem Pollen gefüllt. Wenn in einem ſolchen Falle Samen entſtehen ſollen, ſo ſind wenigſtens zwei Individuen nötig, und es muß auf die Narben der ſcheinzwitterigen Fruchtblüten Pollen von einem Stocke mit ſcheinzwitterigen Pollenblüten übertragen werden. Nun gibt es aber auch Baſtarte mit ſcheinzwitterigen Blüten, und bei dieſen ſind gerade ſo wie bei den echten Arten zum Zuſtandekommen keimfähiger Samen zweierlei Stöcke notwendig. Geſetzt aber den Fall, daß von einem ſolchen Baſtarte die beiden zur Fortpflanzung notwendigen Stöcke, nämlich jener mit ſcheinzwitterigen Fruchtblüten und jener mit ſcheinzwitterigen Pollenblüten, nicht nebeneinander ſtehen oder nicht gleichzeitig blühen, oder daß einer dieſer Stöcke ganz fehlt, was gewiß häufig vorkommt, ſo muß die Befruchtung unterbleiben, und es entfällt dann ſelbſtverſtändlich auch die Samenbildung. Daß es ſich mit den zweihäuſigen Baſtarten in ähnlicher Weiſe verhält, und daß auch durch Dichogamie und Heteroſtylie das Zuſtandekommen der Belegung und Fruchtbildung bei den Baſtarten gerade ſo wie bei echten Arten behindert werden kann, braucht kaum näher ausgeführt zu werden. So wie bei echten Arten iſt auch bei manchen Baſtarten die gegenſeitige Stellung der Pollenblätter und Stempel, die Höhenlage der Narbe, die Länge der Antherenträger und dergleichen für das Eintreten der Autogamie nicht günſtig, und es kann infolgedeſſen weder im Beginne noch am Ende des Blühens eine Belegung der Narben mit dem Pollen aus den zuſtändigen Antheren erfolgen. Solche Baſtarte ſind wieder auf fremden Pollen angewieſen, und wenn dieſer nicht rechtzeitig durch den Wind oder durch die Inſekten zugeführt wird, ſo unterbleibt Belegung, Befruchtung und Samenbildung.

Schon dieſe kurzgefaßten Hinweiſe auf die in neuerer Zeit ermittelten Vorgänge bei der Befruchtung dürften zu der Erkenntnis führen, daß das Ausbleiben der Fruchtbildung bei den Baſtarten in den meiſten Fällen auf dieſelben Urſachen zurückzuführen iſt, welche bei den echten Arten ins Spiel kommen. Wenn der entſprechende Pollen rechtzeitig auf die Narben kommt, ſo werden, wie durch unzählige Verſuche nachgewieſen wurde, auch von den Baſtarten keimfähige Samen entwickelt.

Es iſt hier am Platze, auch einer Behauptung zu gedenken, die, weil ſie von einem hervorragenden Botaniker mit großer Beſtimmtheit ausgeſprochen wurde, eine Zeitlang in den botaniſchen Werken als Lehrſatz eingeführt war. Es hieß nämlich, die Baſtarte ſeien zwar fruchtbar, aber nur dann, wenn ihre Narben mit dem Pollen belegt werden, welcher von

einer der beiden Stammeltern herſtammt. Die Autogamie dagegen habe keine Fruchtbildung zur Folge. Zum Teile ſtützte ſich dieſe Angabe auf gewiſſe Verſuchsreihen, welche von dem Botaniker Kölreuter in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts an Gartenpflanzen ausgeführt wurden. Kölreuter hatte nämlich durch Kreuzung von zwei Arten des Tabakes (Nicotiana rustica und Nicotiana paniculata) einen Baſtart erzeugt, welcher in ſeinen Merkmalen genau die Mitte zwiſchen den beiden Stammeltern hielt. Es wurden nun die Narben in den Blüten dieſes Baſtartes mit dem Pollen der einen Stammart belegt, und das Ergebnis dieſer zweiten Kreuzung war ein zweiter Baſtart, welcher aber in ſeinen Merkmalen der pollengebenden Stammart näher ſtand als der erſte. Mit dieſem zweiten Baſtarte wurde in ähnlicher Weiſe vorgegangen, und ſo wurde nach drei Generationen eine Pflanze erzielt, welche mit der pollengebenden Stammart wieder vollſtändig übereinſtimmte. Der erſte Baſtart war demnach gewiſſermaßen zu einer der Stammarten zurückgeführt worden. Auch nach Seite der anderen Stammart gelang nach drei Generationen die „Zurückführung" des Baſtartes zur Art. Das hätte natürlich nicht geſchehen können, wenn nicht die Belegung der Narben der Baſtarte erſter, zweiter und dritter Generation mit dem Pollen der Stammarten vom beſten Erfolge begleitet geweſen wäre. Daß bei Anwendung des Pollens einer Stammart die Baſtarte fruchtbar ſeien, iſt demnach ganz richtig, aber die weitere Behauptung, daß die Baſtarte bei Anwendung des eigenen Pollens unfruchtbar ſeien, iſt, wenigſtens in dieſer Allgemeinheit ausgeſprochen, entſchieden unrichtig. Gerade aus den gewiſſenhaft durchgeführten Verſuchen Kölreuters geht auf das beſtimmteſte hervor, daß durch Autogamie auch bei den Baſtarten reife Früchte ausgebildet werden können und bei den meiſten thatſächlich ausgebildet werden. Es mag hier auch darauf hingewieſen ſein, daß eine Menge ſchönblühender hybrider Begonien, Stiefmütterchen und Nelken, welche unſere Gärten zieren, alljährlich durch Autogamie zur Samenbildung gelangen und mittels dieſer Samen in tauſend und abertauſend Stöcken vermehrt werden (ſ. S. 548). Sehr beachtenswert ſind auch die Erfahrungen, welche man mit dem unter den Namen Sandluzerne bekannten Baſtarte aus Medicago falcata und sativa: Medicago media, gemacht hat. Dieſer Baſtart wird in manchen Gegenden als Futterpflanze im großen auf Feldern gebaut und fort und fort durch Samen vermehrt, an deren Zuſtandekommen die genannten Stammarten gar nicht oder doch nur ſehr untergeordnet beteiligt ſind. Ja noch mehr. Es wäre von Nachteil, wenn eine dieſer Stammarten den Pollen liefern würde, weil die Fruchtbarkeit der Sandluzerne dadurch vermindert wird. Es liegt hier der Fall vor, daß der Baſtart im Vergleiche zu einer ſeiner Stammarten eine geſteigerte Fruchtbarkeit zeigt. Die eine Stammart, Medicago falcata, gehört nämlich zu jenen Schmetterlingsblütlern, bei welchen die Autogamie nur ſehr geringen Erfolg aufzuweiſen hat. Es wurde ermittelt, daß in jenen Fällen, wo ihre Blüten auf eigenen Pollen angewieſen ſind, von je 30 Blüten nur 2 oder 3 Früchte mit keimfähigen Samen zur Reife kommen. Wenn die Blüten dieſer Medicago falcata nicht mit dem eigenen, ſondern mit dem Pollen einer anderen Art, namentlich mit jenem der Medicago sativa, gekreuzt werden, ſo entſtehen dagegen auffallend mehr Früchte, und es wird angegeben, daß dann die Zahl der Samen nahezu doppelt ſo groß iſt. Die Sandluzerne (Medicaga media) ſetzt, wenn ihre Blüten auf den eigenen Pollen angewieſen ſind, in jeder Traube gewöhnlich 6—8 Hülſen an. Wird aber den Blüten der Sandluzerne Pollen der einen Stammart, Medicago falcata, zugeführt, ſo nimmt die Fruchtbarkeit auffallend ab; die auf ſolche Weiſe gekreuzten Blüten bleiben entweder ganz taub, oder es ſind, wenn ſchon aus einer oder der anderen eine Hülſe entſteht, die in dieſer enthaltenen Samen nicht keimfähig. Die Sandluzerne iſt demnach ein Baſtart, bei welchem die Kreuzung mit einer der Stammarten nichts weniger als vorteilhaft iſt, während die Autogamie bei derſelben von gutem Erfolge begleitet iſt. Auf Grund aller dieſer Erfahrungen

WYŻSZA SZKOŁA EKONOMICZNA
W SZCZECINIE
BIBLIOTEKA
CZYTELNIA



EIN PRIMELBASTARD UND SEINE STAMMELTERN.



kommt man zu dem Schlusse, daß es sich mit den Erfolgen der Autogamie bei den Bastarten nicht anders verhält als bei den Arten.

Auch ist aus diesen Erfahrungen zu entnehmen, was von den sogenannten Rückschlägen der Bastarte in die Stammarten zu halten ist. Von der Ansicht befangen, daß jeder Bastart das Ergebnis eines den Naturgesetzen zuwiderlaufenden Vorganges sei, stellte man sich vor, es müsse diese Abweichung von dem Gesetze wieder ausgeglichen werden, und das geschehe dadurch, daß sich die Nachkommenschaft des Bastartes zufolge eines inneren Dranges bald der einen, bald der anderen Stammart nähere, und daß auf diesem Wege im Verlaufe von einigen Generationen ein vollständiger Rückschlag zur Gestalt einer echten Art erfolge. Da für das Vorkommen solcher Rückschläge auch die Angaben der Gärtner zu sprechen schienen, so wurde gegen die Richtigkeit obiger Vorstellung kein Zweifel erhoben. Die diesfälligen Berichte der Gärtner beruhten aber auf ungenauer Beobachtung, Unkenntnis und Selbsttäuschung. In früherer Zeit waren eben, wie schon wiederholt erwähnt wurde, die Vorgänge der Übertragung des Pollens bei scheinzwitterigen Dichogamen und heterostylen Blüten und noch vieles andere, was mit diesen Vorgängen zusammenhängt, nicht genügend gewürdigt; den meisten Gärtnern waren diese Dinge überhaupt unbekannt geblieben, und eine Verwahrung gegen fremden Pollen wurde bei den in den Gärten gepflegten Arten und Bastarten nur in den seltensten Fällen vorgenommen. Die meisten Pflanzenzüchter hatten keine Ahnung davon, daß die an einem gepflegten Bastarte gebildete Frucht durch den Einfluß des von dem Winde oder von Insekten herbeigebrachten Pollens einer in der Nähe wachsenden Stammart entstanden sein konnte, und als sie dann an den dieser Frucht entsprungenen Sämlingen Merkmale sahen, wodurch sich eine Annäherung zu einer der Stammarten kundgab, so pflegten sie von einem Rückschlage zu sprechen. Wenn der Gärtner dafür sorgt, daß die Blüten eines in Pflege stehenden Bastartes nur mit eigenem Pollen versehen werden, und wenn er den Pollen anderer Arten sorgfältig fern hält, so zeigen die aus den Samen des Bastartes aufgekeimten Pflanzen unverändert wieder die Merkmale der Mutterpflanze. Der Bastart erweist sich, um mit den Gärtnern zu sprechen, samenbeständig, und es ist eine Fabel, wenn behauptet wird, daß er aus einer inneren Notwendigkeit in eine seiner Stammarten zurückschlage

Längere Zeit galt es auch als Lehrsatz, daß nur die aus Rassen hervorgegangenen Bastarte unfruchtbar seien. Auch wurde der Versuch gemacht, Blendlinge und Bastarte zu unterscheiden. Blendlinge sollten durch Kreuzung von Rassen, Bastarte durch Kreuzung von Arten zu stande kommen. Bei Behandlung dieser Frage bewegten sich die Gelehrten in einem bedenklichen Kreise. Das eine Mal hieß es, wenn man die Rassen kreuzt, so entstehen fruchtbare, wenn man die Arten kreuzt, so entstehen unfruchtbare Mittelformen; das andere Mal wurde wieder angegeben, der Unterschied der Rassen und Arten bestehe darin, daß aus den Rassen, wenn sie gekreuzt werden, fruchtbare, aus den Arten, wenn sie gekreuzt werden, unfruchtbare Mittelformen entstehen. Eine auf solche Schlußfolgerungen begründete Unterscheidung ist natürlich ohne Wert und Bedeutung. Wodurch aber unterscheiden sich denn die Rassen und Arten? Es gibt Arten, welche dadurch, daß sie in mehreren recht auffallenden Merkmalen übereinstimmen, eine gemeinsame Tracht besitzen. Sie sind durch die gemeinsamen Merkmale zu einer Gruppe verbunden, und man darf voraussetzen, daß sie auch ihrem Ursprunge nach nahe verwandt sind. Aber doch nur verwandt! Denn sie unterscheiden sich voneinander durch Merkmale, welche, wenn sie auch weniger auffallend hervortreten, doch unverändert auf die Nachkommenschaft übergehen und sich als beständig erweisen. Für solche nahe verwandte Arten wollte man nun die Bezeichnung Rassen in Anwendung gebracht wissen. Aber der Grad der Abweichung ist für den Begriff der Art ganz gleichgültig; das Wesentliche ist, daß sich die Merkmale, durch welche die Abweichung zum Ausdrucke

kommt, in der Nachkommenſchaft unverändert erhalten, und das geſchieht thatſächlich in allen jenen Fällen, wo man die Bezeichnung Raſſen einführen wollte. Durch die Anwendung der Bezeichnung Raſſe würde der Begriff der Art offenbar einen ganz anderen Inhalt bekommen, als ihn Linné mit logiſcher Schärfe feſtgeſtellt hat. Die Art wäre nicht mehr der Inbegriff gleichgeſtalteter, ſondern der Inbegriff verſchieden geſtalteter Individuen, ſie ſtellte eine Gruppe von ſyſtematiſchen Einheiten und nicht die ſyſtematiſche Einheit ſelbſt dar. Will man die zu Gruppen vereinten, nahe verwandten Arten von den durch auffallendere Merkmale abweichenden und entfernter verwandten Arten nach dem Vorgange der franzöſiſchen Floriſten als kleine und große Arten (petites espèces, grandes espèces) unterſcheiden, ſo würde dadurch der thatſächlich beſtehenden ſtufenweiſen Verſchiedenheit genügend Rechnung getragen; aber die Einführung der Bezeichnung Raſſe neben der Bezeichnung Art führt zu der Vorſtellung, daß eine Grenze zwiſchen beiden beſtehe, was in Wirklichkeit nicht der Fall iſt. *Wenn es aber keine ſcharfe Grenze zwiſchen Raſſe und Art gibt, ſo entfällt auch die Unterſcheidung von Blendlingen und Baſtarten, und es iſt damit auch ausgeſprochen, daß der Lehrſatz, wonach nur die aus Raſſen hervorgegangenen Baſtarte fruchtbar ſein ſollen, hinfällig iſt.*

Es beſteht nach allen dem in betreff der Fruchtbarkeit zwiſchen Baſtarten und Arten kein Unterſchied. Bei den einen wie bei den anderen finden ſich jene Blüteneinrichtungen, von welchen im erſten Teile dieſes Buches nachgewieſen wurde, daß ſie zunächſt auf eine Kreuzung und erſt dann, wenn dieſe nicht zu ſtande kommt, auf eine Autogamie abzielen, bei den einen wie bei den anderen finden infolge dieſer Einrichtungen häufig Kreuzungen ſtatt, und unter den einen wie den anderen finden ſich Formen, bei welchen die Autogamie keinen Erfolg hat, und die nur infolge von Geitonogamie oder Xenogamie Früchte und keimfähige Samen entwickeln. Da auch nachgewieſen iſt, daß die Baſtarte ſich bei Ausſchluß des Pollens einer anderen Art mit unveränderter Geſtalt in der Nachkommenſchaft erhalten, und da auch der Erſatz der Früchte durch Ableger und die geſteigerte Entwickelung der letzteren für den Fall des Ausbleibens der Früchte nicht anders iſt wie bei den Arten, ſo gelangt man zu dem Schluſſe, *daß in betreff der Fortpflanzung eine Grenze zwiſchen Arten und Baſtarten nicht beſteht.*

In Berückſichtigung dieſer Ergebniſſe habe ich ſchon vor Jahren die Frage aufgeworfen, ob aus Baſtarten Arten werden können[1] und dieſe Frage in bejahendem Sinne beantwortet. Von dieſem Geſichtspunkte aus betrachtet, gewinnen die in der freien Natur entſtandenen und noch fort und fort entſtehenden Baſtarte eine hohe Bedeutung, und es iſt von Wichtigkeit, ſich ein richtiges Bild von dem Vorkommen, dem Verhalten und der Verbreitung derſelben an jenen Orten, wo das Pflanzenleben ungebunden und ungeſtört ſeinen Bahnen folgt, zu verſchaffen. Eingehender unterſucht ſind in dieſer Beziehung allerdings nur die europäiſchen Florengebiete, indes bieten auch dieſe eine Fülle von Belehrung, und man darf wohl auch an den Gedanken feſthalten, daß das, was für Europa gilt, in gleicher Weiſe für die anderen Weltteile Geltung haben wird.

Wenn die Zahl der in den letzten 40 Jahren ermittelten wild wachſenden Pflanzenbaſtarte der europäiſchen Floren auf 1000 veranſchlagt wird, ſo iſt das eher zu niedrig als zu hoch gegriffen. Auf die Kryptogamen entfällt hiervon nur ein verhältnismäßig geringer Anteil, was aber darin begründet iſt, daß die Botaniker erſt ſeit kurzem auf Kryptogamenbaſtarte aufmerkſam wurden. Ohne Zweifel wird durch künftige Unterſuchungen für viele ſogenannte „Übergänge“ die Baſtartnatur nachgewieſen werden können. Von Mooſen wurden insbeſondere mehrere Baſtarte aus den in tiefen Sümpfen und Waſſergräben vorkommenden Arten

[1] Öſterreichiſche botaniſche Zeitſchrift XXI, S. 34 (1871).

Hypnum aduncum, fluitans, lycopodioides ꝛc. ermittelt. Auch aus den Gattungen Orthotrichum, Grimmia, Physcomitrium und Funaria ſind einige Baſtarte bekannt geworden. Farnbaſtarte kennt man in den Gattungen Aspidium, Asplenium, Ceterach, Polypodium und Scolopendrium. Das in Iſtrien beobachtete Scolopendrium hybridum iſt darum beſonders bemerkenswert, weil dasſelbe das Ergebnis der Kreuzung von zwei Arten iſt, welche in ihrer Form ſehr abweichen und verſchiedenen Gattungen zugezählt werden. Dasſelbe iſt nämlich durch Kreuzung des in den Klüften beſchatteter feuchter Felſen und Mauern wachſenden kahlen Scolopendrium officinarum und des in den Ritzen beſonnter trockener Mauern gedeihenden und an der unteren Wedelſeite ganz dicht mit braunen Schuppen bekleideten Ceterach officinarum entſtanden. Aus der Gruppe der Schachtelhalme iſt Equisetum inundatum hervorzuheben, ein ziemlich häufiger Baſtart, welcher der Kreuzung von Equisetum arvense und limosum ſein Daſein verdankt.

Von Baſtarten aus der Abteilung der Koniferen ſind in jüngſter Zeit nicht weniger als ſieben nachgewieſen worden, was in anbetracht des Umſtandes, daß Europa nur 41 Arten beherbergt, nicht wenig zu bedeuten hat. Von hohem Intereſſe iſt der durch Kreuzung aus Juniperus communis und sabinoides entſtandene Baſtart Juniperus Kanitzii, weil die beiden Stammeltern in der Form ihrer Nadeln ſo auffallend verſchieden ſind.

Unter den Gräſern gibt es verhältnismäßig wenig Baſtarte. Am meiſten finden ſich noch in der Gattung Reitgras (Calamagrostis). Merkwürdigerweiſe ſind die meiſten Grasbaſtarte durch Kreuzung von Arten aus verſchiedenen Gattungen entſtanden, ſo z. B. aus Festuca und Lolium, Triticum und Elymus, Triticum und Aegilops. Der unter dem Namen Aegilops triticoides bekannt gewordene, aus Aegilops ovata und Triticum sativum hervorgegangene Baſtart ſowie der durch neuerliche Kreuzung des Aegilops triticoides mit Triticum sativum gewonnene Aegilops speltaeformis haben ſeiner Zeit den Gegenſtand lebhafter und mit Leidenſchaft geführter Verhandlungen gebildet und nicht wenig zur Klärung der Anſichten über die Baſtarte beigetragen. Im Gegenſatze zu den Gräſern umfaßt die Gruppe der Riedgräſer, Binſen und Simſen verhältnismäßig viele Baſtarte. Namentlich ſind ſolche aus der Gattung Carex in den verſchiedenſten Gegenden bekannt geworden.

Von Liliflorеen und Irideen ſind nur wenige wild wachſende Baſtarte nachgewieſen, deſto häufiger ſind die Orchideenbaſtarte und zwar ſowohl im mittelländiſchen als im baltiſchen und alpinen Florengebiete. Auffallend iſt die große Zahl von Orchideenbaſtarten, an deren Entſtehung Arten beteiligt ſind, welche von den Botanikern in verſchiedene Gattungen gereiht werden. Man kennt nämlich Baſtarte aus Aceras und Orchis, Anacamptis und Orchis, Coeloglossum und Orchis, Gymnadenia und Orchis, Himantoglossum und Orchis, Serapias und Orchis, Gymnadenia und Nigritella, Epipactis und Cephalanthera. Die in jüngſter Zeit im niederöſterreichiſchen Erlafthale aufgefundene Epipactis speciosa, welche das Ergebnis einer Kreuzung von Epipactis rubiginosa und Cephalanthera alba iſt, erſcheint darum ſehr bemerkenswert, weil ſie in ihren Merkmalen lebhaft an Arten erinnert, welche in weit abgelegenen Gebieten heimiſch ſind. Bei flüchtiger Betrachtung könnte man nämlich Cephalanthera speciosa für die in Nordamerika heimiſche Epipactis gigantea oder für die japaniſche Epipactis Thunbergii halten.

Verhältnismäßig viele Baſtarte wurden in der Gruppe der Laichkräuter (Potamogetoneen) gefunden. Es ſind das Waſſerpflanzen mit ſtäubendem Pollen, deren Blüten ſich zur Zeit des Stäubens über den Waſſerſpiegel erheben. Da ſie vollkommen proterogyn ſind (ſ. S. 309), iſt bei ihnen die Autogamie ausgeſchloſſen. Die zweiartige Kreuzung iſt beſonders dadurch begünſtigt, daß die verſchiedenen Arten in einer gewiſſen Reihenfolge zur Blüte gelangen, ſo zwar, daß jedesmal dann, wenn die eine Art nahe dem Abblühen iſt, die andere zu blühen beginnt.

Ungemein zahlreich finden ſich Baſtarte bei den kätzchenblütigen Pflanzen, namentlich bei den Eichen, Birken, Erlen, Pappeln und Weiden. Bei den Weiden wird die Übertragung des Pollens durch Inſekten, bei den anderen genannten Gattungen durch den Wind vermittelt. Es liegt nahe, bei dieſer Pflanzengruppe die Frage zu ſtellen, ob die Baſtarte häufiger bei den inſektenblütigen oder bei den windblütigen Pflanzen entſtehen. Der Umſtand, daß man von Weiden weit über 100 verſchiedene Baſtarte kennt, ſchiene dafür zu ſprechen, daß die Vermittelung der Inſekten für die Baſtartbildung günſtiger ſei. Indeſſen darf hier nicht überſehen werden, daß die Zahl der Weidenarten im baltiſchen, alpinen und arktiſchen Florengebiete Europas eine ſehr große, jene der Birken, Erlen und Eichen eine kleine iſt. In anbetracht der geringen Artenzahl iſt die Zahl der Baſtarte bei den zuletzt genannten nicht geringer als bei den Weiden, und es ſcheinen daher bei den Pflanzen mit ſtäubendem Pollen nicht weniger Baſtarte zu entſtehen als bei jenen mit haftendem, durch Inſekten zu übertragendem Pollen, wofür ja auch die zahlreichen Baſtarte der Laichkräuter ſprechen. Ein Vergleich der an die kätzchenblütigen Pflanzen ſich anſchließenden Ampfer und Knöteriche, von welchen die erſteren ſtäubenden, die letzteren haftenden Pollen beſitzen, würde ſogar dafür ſprechen, daß bei den windblütigen Pflanzen die Baſtarte häufiger vorkommen als bei den inſektenblütigen; denn im Verhältniſſe zur Zahl der Arten iſt die Zahl der Baſtarte kaum bei einer anderen Pflanzengattung ſo groß wie bei den Ampfern und jedenfalls größer als bei den Knöterichen.

Bei den Nelkengewächſen (Karyophylleen) iſt auffallend, daß ſich in der Gattung Dianthus ſo viele und in der Gattung Silene ſo wenige Baſtarte bilden, obſchon dieſe beiden Gattungen in betreff der Verteilung der Geſchlechter und des vorwiegenden Beſuches der Blüten durch Schmetterlinge übereinſtimmen. Ungemein häufig ſind die Baſtarte in der Gattung Veilchen (Viola). Es hat ſich herausgeſtellt, daß zahlreiche Veilchen, welche man früher als „Übergänge“ bezeichnete, und welche die Veranlaſſung waren, daß die beſchreibenden Botaniker ganze Reihen von Arten als eine Spezies betrachteten, in Wirklichkeit Baſtarte ſind. Ähnlich wie die Veilchen im mittleren Europa verhalten ſich die mit ihnen verwandten Ciſtroſen (Cistus) im ſüdlichen. Mehrere Ciſtroſenbaſtarte ſind dort ſo häufig, daß ſie von den Botanikern früherer Zeiten als Arten beſchrieben wurden.

Was die Schotengewächſe (Kruciferen) anbelangt, ſo fällt es auf, daß ſich zwiſchen den ſo zahlreichen einjährigen Arten dieſer Familie in der freien Natur keine Baſtarte bilden. Auch von ausdauernden Arten entſprungene Baſtarte kennt man wenige. Nur die Gattungen Roripa und Draba machen eine Ausnahme. Bei den hahnenfußartigen Gewächſen (Ranunkulaceen) waltet ein ähnliches Verhältnis. In den ſo reich gegliederten Gattungen Aconitum, Helleborus und Ranunculus ſind nur wenige Baſtarte mit Sicherheit nachgewieſen; in den Gattungen Anemone und Pulsatilla dagegen gibt es faſt ebenſo viele Baſtarte wie Arten. Auf den zu den Seeroſen gehörigen Nixblumenbaſtart Nuphar intermedium wird ſpäter noch ausführlicher die Rede kommen.

In den Gattungen Tilia, Hypericum, Malva, Rhamnus, Pistacia, Acer, Euphorbia, Epilobium kennt man gleichfalls viele Baſtarte; die Gattung Weidenröschen (Epilobium) umfaßt allein über 50 derſelben. Um ſo mehr muß es auffallen, daß es ſo wenig Baſtarte in der vielgeſtaltigen Familie der Doldenpflanzen (Umbelliferen) gibt. Von den zahlreichen Baſtarten aus der Familie der Steinbreche (Saxifragaceen) ſind insbeſondere jene erwähnenswert, deren Stammarten in betreff der Geſtalt und Größe ſehr abweichen. Man kann ſich nicht leicht im Rahmen einer Gattung einen größeren Gegenſatz in den Blüten und Blättern ſowie in der ganzen Wachstumsweiſe denken als zwiſchen Saxifraga caesia und mutata, Saxifraga Aizoon und cuneifolia, Saxifraga aizoides und squarrosa, und doch haben ſich durch Kreuzung dieſer Arten Baſtarte gebildet.

Ungefähr 200 in der freien Natur entſtandene, größtenteils fruchtbare Baſtarte gehören in die Familie der Roſifloreen. Die Gattungen Geum, Potentilla, Rubus, Rosa und Sorbus ſind in betreff der Baſtartbildungen geradezu unerſchöpflich. Dagegen iſt die Familie der Schmetterlingsblütler (Papilionaceen), welche ſich in ſyſtematiſcher Beziehung an die Roſifloreen anſchließt, außergewöhnlich arm an Baſtarten.

Dieſer Gegenſatz in betreff der Zahl von Baſtarten bei naheverwandten Familien wiederholt ſich auch in der Abteilung jener Pflanzen, welche man verwachſenkronblätterige zu nennen pflegt. Die Lippenblütler (Labiaten), namentlich die Gattungen Ajuga, Brunella, Calamintha, Lamium, Marrubium, Mentha, Salvia und Stachys, ſind reich, die rauhblätterigen Gewächſe (Aſperifolieen) dagegen arm an Baſtarten. Von den letzteren ſind nur aus den Gattungen Pulmonaria und Symphitum einige Hybriden bekannt geworden. Die Skrofularineen und Rhinanthaceen ſind wegen der großen Mannigfaltigkeit der bei ihnen beobachteten Baſtarte längſt bekannt; insbeſondere die Gattungen Pedicularis und Verbascum, von welchen die erſteren in der alpinen, die letzteren in der mitteländiſchen Flora einen großen Reichtum von Formen aufweiſen. Von Verbascum allein kennt man deren über ein halbes Hundert. Auch von Gentianeen, zumal von den hochſtengeligen Arten Gentiana lutea, Pannonica, punctata, purpurea, werden in den Alpen die Ergebniſſe der mannigfaltigſten Kreuzungen gefunden. Eine große Berühmtheit wegen der reichlichen Baſtartzahl haben die Primulaceen, und zwar ſowohl jene des Hochgebirges als die des niederen Berglandes, erlangt. Bei den Gattungen Androsace, Primula und Soldanella übertrifft die Zahl der von den Botanikern nachgewieſenen Baſtarte nachgerade die Zahl der Arten, aus welchen ſie hervorgegangen ſind. Die Ericineen, obſchon in Europa verhältnismäßig ſpärlich vertreten, weiſen nichtsdeſtoweniger mehrere Baſtarte aus den Gattungen Erica, Rhododendron und Vaccinium auf.

Beſonders zahlreich ſind auch Baſtarte in der Familie der Rubiaceen, zumal in der Gattung Galium. Die größte Zahl der Baſtarte findet man aber unter den Korbblütlern. In den Gattungen Achillea, Carduus, Centaurea, Cirsium, Hieracium, Inula und Lappa ſind deren allein ſchon über 200 nachgewieſen worden. Bemerkenswert ſind unter den Korbblütler-Baſtarten insbeſondere Erigeron Hülsenii, welcher der Kreuzung einer einjährigen aus Amerika nach Europa eingewanderten (Erigeron Canadense) und einer ausdauernden in Europa urſprünglich einheimiſchen Art (Erigeron acer) ſeine Entſtehung verdankt; dann die Filzkraut-Baſtarte: Filago mixta, neglecta, subspicata ꝛc., weil ſie durch Kreuzung einjähriger Stammarten entſtanden ſind, was im ganzen genommen nur ſelten vorkommt.

Von dieſen in der freien Natur vorkommenden Baſtarten wurden ſo manche nur in vereinzelten Individuen beobachtet, ja von einigen derſelben wurde bisher nur ein einziges Exemplar aufgefunden, die Mehrzahl aber wächſt an den geeigneten Stellen in Hunderten und Tauſenden von Individuen, und nicht wenige derſelben erſcheinen in unzählbaren Stöcken über weite Gebiete verbreitet. Salvia betonicifolia, ein Baſtart aus Salvia nemorosa und nutans, findet ſich auf den Grasfluren im Mittellande Siebenbürgens ſtellenweiſe ſo häufig wie ſeine Stammeltern; Marrubium remotum, ein Baſtart aus Marrubium peregrinum und vulgare, iſt allenthalben in den ebenen Landſtrichen im ſüdöſtlichen Europa, zumal in den Niederungen an der Theiß und unteren Donau, zu finden; Roripa anceps, ein Baſtart aus Roripa amphibia und silvestris, iſt durch die ganze baltiſche Niederung anzutreffen, Primula digenea, ein Baſtart aus Primula acaulis und elatior, findet ſich zu Tauſenden auf den Bergwieſen im Vorlande der öſtlichen Alpen, Betula alpestris, welche einer Kreuzung von Betula alba und nana ihren Urſprung verdankt, iſt im Jura, in Skandinavien und im nördlichen Rußland in großer Menge anzutreffen und bildet ſtellenweiſe

kleine Beſtände, Nigritella suaveolens, ein Baſtart aus Gymnadenia conopea und Nigritella nigra, iſt in den Zentralalpen, namentlich im Tiroler Puſterthale, ſo häufig, daß man auf einzelnen Alpenwieſen Hunderte von Exemplaren antrifft, Primula Salisburgensis, ein Baſtart aus Primula glutinosa und minima, findet ſich in den Hochalpen Tirols, ſo namentlich auf den Kuppen des Muttenjoches und der angrenzenden, das Gſchnitzthal von dem Obernbergthale trennenden Berge, in einer zahlloſen Menge von Stöcken verbreitet.

Solche Fälle ließen ſich noch mehrere hundert aufzählen; in anbetracht der engen Grenzen, welche dem „Pflanzenleben“ geſteckt ſind, iſt aber die möglichſte Beſchränkung geboten, und ich füge daher im folgenden nur noch einen auf das kürzeſte bemeſſenen Auszug aus dem mir vorliegenden langen Verzeichniſſe bei: Asplenium Germanicum (Asplenium Ruta muraria × septentrionale[1]), Calamagrostis acutiflora (arundinacea × epigeios), Carex Boenninghausiana (paniculata × remota), Scirpus Duvalii (lacustris × Pollichii), Juncus diffusus (effusus × glaucus), Orchis Dietrichiana (tridentata × ustulata), Potamogeton spathulatus (polygonifolius × rufescens), Populus canescens (alba × tremula), Salix Austriaca (grandifolia × purpurea), Rumex maximus (aquaticus × Hydrolapathum), Polygonum mite (Hydropiper × Persicaria), Cistus Florentinus (monspeliensis × salvifolius), Draba Hoppeana (Fladnizensis × Carinthiaca), Roripa stenocarpa (palustris × silvestris), Pulsatilla Hakelii (patens × pratensis), Drosera obovata (longifolia × rotundifolia), Epilobium salicifolium (alsinefolium × montanum), Sorbus latifolia (Aria × torminalis), Potentilla procumbens (erecta × reptans), Mentha nemorosa (aquatica × silvestris), Pedicularis atrorubens (incarnata × recutita), Verbascum rubiginosum (Austriacum × phoeniceum), Acanthus spinulosus (mollis × spinosissimus), Gentiana Charpentieri (lutea × punctata), Primula pubescens (Auricula × hirsuta), Vaccinium intermedium (Myrtillus × Vitis idaea), Erica Mackayi (ciliaris × Tetralix), Cirsium tataricum (canum × oleraceum), Lappa pubens (minor × tomentosa), Hieracium stoloniflorum (aurantiacum × pilosellaeforme).

Der Umſtand, daß die Baſtarte in allen erdenklichen Abſtufungen der Häufigkeit vorkommen, könnte glauben machen, daß die ſeltenen Baſtarte die am ſpäteſten entſtandenen ſeien, und daß ſie nur darum in vereinzelten Stöcken wachſen, weil ihnen noch nicht die zur Vermehrung und Ausbreitung nötige Zeit gegönnt war. Dieſe Auffaſſung entſpräche aber wenig den thatſächlichen Verhältniſſen. Thatſache iſt, daß infolge der auf zweiartige Kreuzung abzielenden Blüteneinrichtungen fort und fort Baſtarte entſtehen; die Frage aber, ob dieſe allgeſamt Ausſicht haben, zu neuen Arten zu werden, iſt entſchieden zu verneinen. Viele ſind berufen, wenige auserwählt. Nur ein Teil der zahlloſen, alljährlich durch zweiartige Kreuzung entſtehenden neuen Pflanzengeſtalten hat die Fähigkeit, ſich zu erhalten, zu vermehren und zu verbreiten. Die erſte Bedingung, welche erfüllt ſein muß, wenn aus einem Baſtarte eine Art werden ſoll, iſt, daß derſelbe fruchtbar iſt, d. h. daß ſeine Blüten, mit eigenem Pollen belegt, keimfähige Samen liefern. Mit „eigenem Pollen“ iſt hier nicht nur derjenige gemeint, welcher ſich in derſelben Blüte oder an demſelben Stocke, wo ſich die zu belegende Narbe befindet, ausgebildet hat, er kann auch von den Blüten eines anderen Stockes herſtammen, nur muß dieſer Stock der gleichen Baſtartbildung angehören. An dieſe Bedingung knüpft ſich für alle Pflanzen mit zweihäuſigen, ſcheinzwitterigen und vollkommen dichogamen Blüten die zweite: daß gleichzeitig mehrere Stöcke des Baſtartes in Erſcheinung treten, und daß von dieſen

[1] Die Namen der Stammeltern, durch ein × verbunden, ſind dem Namen des Baſtartes in Klammern nachgeſetzt.

wenigstens einer Pollenblüten und einer Fruchtblüten trage. Wenn irgendwo ein Weidenbastart entstanden ist und sämtliche Stöcke desselben nur Kätzchen mit Pollenblüten tragen, so ist selbstverständlich eine Vervielfältigung desselben durch Früchte unmöglich. Wenn sie nur Fruchtblüten tragen, so kann es wohl zur Kreuzung mit den Stammeltern und zur Bildung goneokliniſcher Baſtarte kommen, allenfalls können ſich auch Tripelbaſtarte bilden, aber eine unveränderte Nachkommenſchaft iſt aus den Früchten ſolcher Weidenſträucher nicht zu erwarten. Dasſelbe gilt von den Kratzdiſteln (Cirsium), deren Stöcke ſich in ſolche ſcheiden, welche ſcheinzwitterige Pollenblüten, und in ſolche, welche ſcheinzwitterige Fruchtblüten tragen (ſ. S. 298). Das erklärt wohl zur Genüge die Erſcheinung, daß von den Weiden und Kratzdiſteln, welche doch fort und fort unzählige Baſtarte bilden, verhältnismäßig ſo wenige Fälle bekannt ſind, wo man ſagen kann, es ſei der Anlauf zur Entſtehung einer neuen Art gemacht. Für gewöhnlich ſind eben die ſämtlichen an einem Punkte auftauchenden Stöcke eines Baſtartes entweder nur mit reinen oder ſcheinzwitterigen Pollenblüten oder nur mit reinen oder ſcheinzwitterigen Fruchtblüten verſehen. Die aus den letzteren hervorgehenden goneokliniſchen Baſtarte werden meiſtens in größerer Individuenzahl angetroffen; auch ſind unter dieſen Individuen viel öfter beide Geſchlechter vertreten, und daher haben dieſe auch weit mehr Ausſicht, ſich zu erhalten.

Eine andere Bedingung für die Ausbildung eines Baſtartes zur Art iſt durch die Verhältniſſe des Standortes gegeben. Wenn eine Pflanzenart irgendwo gut gedeiht, wenn ſie an ihrem Standorte durch eine große Zahl von Stöcken vertreten iſt und ſich dort durch eine im großen und ganzen gleichbleibende Nachkommenſchaft erhält und erneuert, ſo iſt vorauszuſetzen, daß ihre Organiſation dem Klima ſowie dem Boden des betreffenden Standortes entſpricht. Würde ein ſolcher Einklang nicht beſtehen, ſo könnte ja von einem guten Gedeihen nicht die Rede ſein, und die Art müßte dort früher oder ſpäter zu Grunde gehen und ausſterben. Dieſer Einklang zwiſchen den Verhältniſſen des Klimas und Bodens und der in der äußeren Geſtalt zum Ausdrucke gelangenden Organiſation der Pflanze muß auch bei dem neu entſtandenen Baſtarte vorhanden ſein, wenn die wenigen Individuen desſelben, welche irgendwo aufgetaucht ſind, ſich an der Stätte ihrer erſten Anſiedelung erhalten, vermehren und zu Ausgangspunkten einer zahlreichen Nachkommenſchaft werden ſollen. Manchmal iſt dieſer Einklang vorhanden, manchmal aber auch nicht. Im letzteren Falle wird der Baſtart alsbald nach ſeinem Auftauchen wieder erlöſchen. Aber auch dann, wenn ſeine Organiſation dem Klima und Boden der Anſiedelungsſtätte entſpricht, hat er noch einen Wettbewerb mit den dort ſchon anſäſſigen Arten, zumal ſeinen Stammarten, zu beſtehen. Gedeihen dieſe an der betreffenden Stelle üppig und in großer Menge, ſo iſt es für die neu auftauchende Geſtalt nicht leicht, den Platz zu behaupten. Nur in zwei Fällen iſt die Ausſicht vorhanden, daß die Anſiedelungsſtelle zu einer bleibenden Heimſtätte für die Nachkommenſchaft werde. Erſtens dann, wenn der Baſtart vermöge ſeiner Merkmale dem Standorte der Stammarten ebenſogut oder vielleicht noch beſſer angepaßt iſt als die dort ſchon anſäſſigen Pflanzen, und zweitens dann, wenn die Anſiedelungsſtelle des Baſtartes von jener der Stammarten mehr oder weniger abgelegen iſt und an derſelben Verhältniſſe des Bodens und Klimas maßgebend ſind, welche dem Baſtarte beſſer als den Stammarten zuſagen.

Daß dieſe Bedingungen des Entſtehens der Arten aus Baſtarten bisweilen erfüllt ſind, ſoll im Nachfolgenden an einigen Beiſpielen näher erläutert werden. In den Tiroler Zentralalpen, ſüdlich von Innsbruck, erheben ſich im vorderen Teile des Stubai- und Gſchnitzthales mächtige ſteile Berge bis zu Höhen von 2500—3000 m. Der Sockel dieſer Berge

beſteht aus kriſtalliniſchen Schiefern, in der Mittelhöhe trifft man im bunten Wechſel Schiefer- und Kalkſchichten, und darüber folgt Kalk und Dolomit, der mit ſchroffen Wänden abfällt und auch die Kuppen, Kämme und Gipfel bildet. Auf dem wechſelvollen Boden der Mittelhöhe iſt eine ungemein reichhaltige Flora entwickelt. Pflanzen, welche ſonſt nur im Schiefergebirge, und ſolche, welche für gewöhnlich nur im Kalkgebirge angetroffen werden, wachſen hier dicht nebeneinander. Unter anderem findet man hier das roſtfarbige und gewimperte Alpenröschen (Rhododendron ferrugineum und hirsutum) geſellig wachſend auf gleichem Boden und an denſelben Abhängen. Mit ihnen vereint erſcheint auch noch ein drittes Alpenröschen, nämlich Rhododendron intermedium, welches durch Kreuzung aus Rhododendron ferrugineum und hirsutum entſtanden iſt. An mehreren Orten, ſo z. B. an den öſtlichen und nördlichen Abhängen des Hohen Burgſtalles im Stubaithale und auf dem Alpenboden Padaſter im Gſchnitzthale, iſt ſtellenweiſe Rhododendron intermedium häufiger als ſeine beiden Stammeltern. Es wächſt dasſelbe gleich den Stammeltern auf humusreichem Boden, blüht reichlich, entwickelt Früchte mit keimfähigen Samen und behält ſeine Merkmale unverändert in der Nachkommenſchaft. Hier und da finden ſich vereinzelte Stöcke, welche als goneokliniſche Baſtarte zu gelten haben, aber den Hauptanteil an den Alpenröschenbeſtänden bilden die Stöcke des Rhododendron intermedium. Dasſelbe entſpricht in allem und jedem den Anforderungen, welche an eine Art gemacht werden, und iſt dem roſtfarbigen und gewimperten Alpenröschen als ſyſtematiſche Einheit vollſtändig gleichwertig. Wie das gekommen iſt, erklärt ſich auf folgende Weiſe. Die Farbe ſeiner Blüten iſt etwas heller als jene des roſtfarbigen und geſättigter als jene des gewimperten Alpenröschens; es iſt ein leuchtendes herrliches Karminrot, an welchem man jeden Stock ſchon von ferne leicht unterſcheidet. Wenn die Bienen und Hummeln nach Honig ausſchwärmen, ſo kommen ſie vorzüglich zu dem durch ſeine Farbenpracht die anderen übertreffenden Rhododendron intermedium und veranlaſſen bei demſelben einartige Kreuzungen. Für den Fall, daß die Inſekten ausbleiben, findet Autogamie ſtatt. Das Ergebnis dieſer Vorgänge iſt die Bildung keimfähiger Samen, aus welchen eine unveränderte Nachkommenſchaft hervorgeht. Die Sämlinge gedeihen an jenen Stellen, wo ſich dem humusreichen Erdboden das von den benachbarten Kalk- und Dolomitwänden herabkollernde Gerölle beimengt, entſchieden beſſer als jene des Rhododendron ferrugineum und nicht ſchlechter als jene des Rhododendron hirsutum. Mit Rückſicht auf den Boden iſt daher das Rhododendron intermedium gegenüber dem Rhododendron ferrugineum und mit Rückſicht auf den vorteilhaften Beſuch der Inſekten gegenüber beiden Stammeltern im Vorteile. Anſcheinend unbedeutend, genügen dieſe Vorteile, damit Rhododendron intermedium bei dem Wettbewerbe auf den oben bezeichneten Standorten hinter den Stammeltern nicht zurückſtehe, ſondern vor ihnen ſogar einen kleinen Vorſprung habe.

Als zweites Beiſpiel möge der Salbeibaſtart Salvia silvestris, als deſſen Stammarten Salvia nemorosa und Salvia pratensis ermittelt wurden, vorgeführt ſein. Derſelbe wächſt allenthalben auf trockenen Wieſen in der Niederung ſüdlich von Wien, namentlich entlang dem Leithafluſſe, welcher Niederöſterreich von Ungarn trennt. Das Gelände zeigt dort unbedeutende Erhebungen und Senkungen. Die Erhebungen des Bodens werden aus Schotter und Lehm gebildet, und wo der letztere eine größere Mächtigkeit erlangt, zumal an den kleinen Böſchungen der Hügelwellen, findet ſich als häufiger Beſtandteil der Pflanzendecke die Salvia nemorosa. Die Senkungen des Bodens ſind mit dunkler humusreicher, feuchter Erde erfüllt, und dort haben ſich Wieſen entwickelt, auf welchen Salvia pratensis häufig und in großer Üppigkeit wächſt. Dieſe zweierlei Standorte gehen gewöhnlich ganz allmählich ineinander über, und die Übergangsſtellen erſcheinen als trockene Wieſengründe. Salvia nemorosa gedeiht in der geſchloſſenen Grasnarbe dieſer Wieſengründe ſchlecht, und man

ſieht ſie daher dort auch nur ſelten; für Salvia pratensis ſind dieſe Gründe zu trocken, und auch ſie wächſt dort nur ſpärlich und kümmerlich. Dagegen bilden dieſe trockenen Wieſengründe den geeignetſten Boden für den Baſtart Salvia silvestris. Derſelbe gedeiht auf den trockenen Wieſen ausgezeichnet, die Blüten werden von Inſekten viel beſucht, die Früchtchen reifen in ebenſo großer Menge wie bei Salvia nemorosa und pratensis und ſind, wie die Verſuche mit denſelben gelehrt haben, zu mehr als 60 Prozent keimfähig. Salvia silvestris hat ſich daher auf den trockenen Wieſen auch ausgebreitet und weiſt überhaupt alle Eigenſchaften auf, welche der Artbegriff erfordert.

Als drittes Beiſpiel wähle ich Nuphar intermedium, einen Baſtart aus Nuphar luteum und Nuphar pumilum, welcher in den Seen des Schwarzwaldes und der Vogeſen, zerſtreut durch das nördliche Deutſchland und mit zunehmender Häufigkeit im mittleren und nördlichen Rußland und in Schweden vorkommt. Man hat denſelben bis Norbotten und Lappland verbreitet gefunden. An der Nordgrenze dieſes weiten Gebietes iſt Nuphar intermedium häufiger als ſeine Stammarten, ja an manchen Orten kommt er ohne ſie vor und überſchreitet thatſächlich deren nördliche Verbreitungsgrenze. An ſolchen Orten iſt natürlich die Kreuzung mit einer der Stammarten und die Bildung goneokliniſcher Baſtarte ausgeſchloſſen. Nuphar intermedium erhält und vermehrt ſich dort in unveränderter Geſtalt und iſt thatſächlich zu einer Art geworden. Wie das gekommen iſt, wird in folgender Weiſe erklärt: Alle drei Nuphar finden in der Richtung gegen Norden ihre natürliche Grenze dort, wo ihre Früchte nicht mehr zur Reife gelangen. Nuphar luteum blüht unter den drei genannten Arten am ſpäteſten auf, ſeine Früchte kommen daher auch am ſpäteſten zur Reife, und er bleibt darum zuerſt zurück, d. h. er findet ſchon früher gegen Norden eine Grenze als die beiden anderen, weil dieſe in den nördlicheren kälteren Landſtrichen noch Früchte reifen, was bei Nuphar luteum nicht mehr der Fall iſt. Aber auch Nuphar pumilum und intermedium verhalten ſich in dieſer Beziehung verſchieden. Nuphar intermedium reift in Norbotten und Lappland ſeine Früchte etwas früher als Nuphar pumilum, und infolgedeſſen iſt er auch befähigt, ſich noch um eine Strecke weiter nach Norden zu verbreiten als Nuphar pumilum. Je weiter nach Norden, deſto mehr iſt die den Pflanzen zu ihrer jährlichen Arbeit gegebene Zeit verkürzt, und die früh reifenden ſind dort gegenüber den ſpät reifenden entſchieden im Vorteile. In betreff des Nuphar intermedium wurde auch ermittelt, daß die in der freien Natur entſtandenen Stöcke desſelben fruchtbarer ſind als jene, welche durch künſtliche, im Garten vorgenommene Kreuzung zu ſtande gekommen waren. Die Kapſeln der im Königsberger botaniſchen Garten erzeugten Stöcke des Nuphar intermedium enthielten je 15—18, die in den kleinen Seen des Schwarzwaldes gereiften Kapſeln je 38—63 und die Kapſeln der lappländiſchen Stöcke je 41—72 keimfähige Samen. Aus dieſen Angaben geht zweierlei hervor, zunächſt, daß Nuphar intermedium dort, wo er über den Verbreitungsbezirk ſeiner Stammeltern vorgedrungen iſt, die größte Fruchtbarkeit beſitzt, und zweitens, daß man aus der geringen Fruchtbarkeit oder auch Unfruchtbarkeit eines Baſtartes an dem einen Orte nicht zu ſchließen berechtigt iſt, es ſei das eine dem betreffenden Baſtarte allerwärts zukommende Eigenſchaft.

Aus den drei vorgeführten Beiſpielen läßt ſich entnehmen, daß der Vorteil, welchen ein Baſtart vor ſeinen Stammarten voraus haben kann, und durch welchen er befähigt wird, ſich neben den Stammarten zu erhalten, zu vermehren und zu verbreiten, nicht immer der gleiche iſt. Das eine Mal iſt es die lebhaftere Blütenfarbe, das andere Mal die beſſere Anpaſſung an einen beſonderen Zuſtand des Bodens und das dritte Mal das frühere Ausreifen der Früchte, beziehentlich die beſſere Anpaſſung an ein rauheres Klima. Damit ſind natürlich die möglichen Vorteile noch lange nicht erſchöpft, und es ließe ſich an verſchiedenen Fällen zeigen, daß es auch Baſtarte gibt, welche unter einem milderen, feuchteren,

trockneren ꝛc. Klima beſſer gedeihen als ihre Stammeltern. Daß unter den verſchiedenen Vorteilen, welche in Betracht kommen können, diejenigen, welche mit den klimatiſchen Verhältniſſen im Zuſammenhange ſtehen, die bedeutendſten ſind, iſt einleuchtend, und man kann auch erwarten, daß die Entſtehung der Arten aus Baſtarten im Gefolge dieſer Vorteile am öfteſten vorkommt.

Eine viel zu wenig gewürdigte Thatſache iſt, daß die größte Zahl der Baſtarte nicht in jenen Landſtrichen gefunden wird, wo die betreffenden Stammarten in gleicher Häufigkeit neben- und untereinander wachſen, ſondern dort, wo die eine oder andere Stammart infolge der Einwirkungen des für ſie ungünſtigen Klimas nur noch ſpärlich vertreten iſt und eine Grenze ihrer Verbreitung findet. Auch jene Gelände, wo die Verbreitungsgrenzen mehrerer Arten ſich berühren, bilden Fundſtätten für zahlreiche Baſtarte. In Europa iſt es das Grenzgebiet der baltiſchen und pontiſchen Flora, der Landſtreifen, wo die Vorpoſten der baltiſchen und mittelländiſchen Flora zuſammenſtoßen, und insbeſondere die untere Grenze der alpinen Flora. Auch findet man in dieſen Grenzgebieten die einzelnen Baſtarte faſt durchweg in großer Individuenzahl, was damit zuſammenhängt, daß bei ihnen die Kreuzung mit den Stammarten und die dadurch bewirkte allmähliche Zurückführung zu denſelben in den nachfolgenden Generationen verhindert oder doch ſehr beſchränkt iſt. Wo vereinzelte Individuen eines Baſtartes zwiſchen tauſend Individuen der Stammeltern blühen, iſt die größte Wahrſcheinlichkeit vorhanden, daß deren Narben mit Pollen der Stammeltern belegt werden. Dieſe Wahrſcheinlichkeit nimmt aber in dem Maße ab, je geringer die Zahl blühender Individuen von Stammeltern an dem Standorte des Baſtartes iſt. Der Baſtart iſt dann vorwaltend auf eigenen Pollen angewieſen, und wenn er mit dieſem fruchtbar iſt, ſo erſcheint auch ſeine Vermehrung und Ausbreitung geſichert.

Hiermit ſteht auch im Zuſammenhange, daß in der Nähe der zu Arten gewordenen Baſtarte die eine Stammart bisweilen ganz fehlt, beziehentlich ausgeſtorben iſt. Selbſt die unbedeutendſte Veränderung der klimatiſchen Verhältniſſe kann das Ausſterben der an der Grenze des Verbreitungsbezirkes vereinzelt und nichts weniger als beſonders kräftig wachſenden Stöcke einer Stammart bewirken, und dann ſieht man neben dem Baſtarte nur noch die andere Stammart, und auch dieſe iſt möglicherweiſe den veränderten Verhältniſſen nicht ſo gut angepaßt, wie der Baſtart. Von den hierher gehörigen Fällen ſeien vier, und zwar zwei aus dem Oſten und zwei aus dem Weſten Europas, als Beiſpiele ausgewählt.

Durch Kreuzung des Epilobium alsinefolium und Epilobium palustre erhält man einen Baſtart, deſſen gut ausgebildete Fruchtanlagen, mit dem eigenen Pollen belegt, reichliche keimfähige Samen liefern. Die aus den Samen erzogenen Stöcke zeigen wieder dieſelben Merkmale wie die Pflanze, welche die Samen geliefert hatte. Dieſer Baſtart kommt geſellig mit den Stammeltern im Rieſengebirge vor und hat den Namen Epilobium scaturiginum erhalten. Im Bihariagebirge an der Grenze von Ungarn und Siebenbürgen iſt er gleichfalls zu Hauſe und findet ſich dort ſogar ſehr häufig an den Quellen und Quellenbächen in der Nähe des Hochkammes. In dieſem Gebirge wächſt aber von den Stammarten nur die eine, nämlich nur Epilobium palustre. Brunella hybrida iſt ein Baſtart aus Brunella laciniata und Brunella vulgaris. Im Gebiete des Wienerwaldes iſt derſelbe ſehr verbreitet und ſtellenweiſe häufiger als die Stammarten. In Mähren und Böhmen findet er ſich aber auch an Orten, wo die eine der Stammarten, nämlich Brunella laciniata, weit und breit fehlt. Primula brevistyla, die auch den Namen Primula variabilis führt, iſt ein Baſtart aus Primula acaulis und officinalis. Dieſe Primel iſt „ſamenbeſtändig“ und wird allenthalben durch faſt ganz Europa in Geſellſchaft der beiden Stammarten angetroffen. In einigen Landſtrichen Frankreichs findet man ſie aber auch an Orten, wo die

eine oder andere und wo ſelbſt beide Stammarten vollſtändig fehlen. Linaria stricta iſt ein Baſtart aus Linaria striata und Linaria vulgaris. Sie kommt im weſtlichen Europa an vielen Orten in Geſellſchaft der Stammarten vor; im ſüdlichen Frankreich, namentlich in der Umgebung von Montpellier, findet ſie ſich aber nur in Geſellſchaft der Linaria striata; die andere Stammart, nämlich Linaria vulgaris, fehlt in dieſem Gebiete.

Es wird ſich ſpäter noch Gelegenheit bieten, zu ſchildern, wie infolge der Änderungen, welche das Klima einer Gegend im Laufe der Zeiten erfährt, die Grenzlinien ganzer Floren verſchoben werden. Die Verſchiebungen ſind in der Regel das Ergebnis unauffälliger, ſehr langſamer Wanderungen der die betreffenden Floren zuſammenſetzenden Pflanzen. Der Wanderzug richtet ſich ſtets gegen diejenigen Orte, mit deren klimatiſchen Verhältniſſen die Organiſation der die bisherigen Standorte verlaſſenden Pflanzen am beſten in Einklang ſteht, und kann ſich je nach dem Anſtoße zur Wanderung bei derſelben Art das eine Mal als ein Vorrücken, das andere Mal als ein Rückzug darſtellen. Auch erfolgt die Wanderung der verſchiedenen Pflanzen einer Flora nicht wie ein gemeinſamer Heereszug; einige Arten verlaſſen die früheren Standorte gänzlich und beziehen neue, mehr oder weniger entfernte Wohnorte, andere bleiben an einzelnen günſtig gelegenen Punkten der alten Wohnorte wie auf Inſeln zurück, und ſo manche erliegen der Ungunſt der neuen Verhältniſſe und den Schwierigkeiten der Wanderung und ſterben aus. Solche Verſchiebungen der Floren werden ſelbſtverſtändlich auch die mannigfachſten Veränderungen in den geſellſchaftlichen Verhältniſſen der Pflanzen, insbeſondere in dem Zuſammenvorkommen der Baſtarte und ihrer Stammarten, zur Folge haben. Es kann vorkommen, daß eine oder beide Stammarten zurückbleiben, während der Baſtart vorrückt; es kann vorkommen, daß der Baſtart zurückbleibt, während eine der beiden Stammarten vorrückt, und es kann auch vorkommen, daß eine oder ſelbſt beide Stammarten des Baſtartes ausſterben. Aus ſolchen Verſchiebungen ließe ſich die Erſcheinung erklären, daß Arten, welche mit Rückſicht auf ihre Merkmale als Baſtarte aus zwei anderen Arten angeſehen werden können, einen Bezirk bewohnen, welcher von dem Verbreitungsbezirke der mutmaßlichen Stammarten getrennt und oft ziemlich weit entfernt iſt. Der Ampfer Rumex Patientia macht im Hinblicke auf ſeine Merkmale den Eindruck eines Baſtartes aus Rumex aquaticus und Rumex crispus. Er findet ſich wild wachſend in Ungarn und Bosnien in einem Gebiete, wo weder Rumex aquaticus noch Rumex crispus vorkommen. In der Herzegowina kommt ziemlich häufig eine Micromeria vor, welche von einem meiner botaniſchen Freunde Micromeria Kerneri benannt wurde. Mit Rückſicht auf ihre Merkmale iſt ſie als ein Baſtart aus Micromeria graeca und Micromeria Juliana anzuſehen; aber keine dieſer beiden wächſt gegenwärtig in der Herzegowina. Erſt in den weſtlich von der Herzegowina hinziehenden, der mittelländiſchen Flora angehörenden Geländen Dalmatiens werden die beiden mutmaßlichen Stammarten angetroffen. In den kleinen, hochgelegenen Thälern Planail und Plawen, welche von dem Ötzthaler Gletſcherſtocke gegen das Quellengebiet der Etſch auslaufen, wächſt eine Küchenſchelle Namens Pulsatilla nutans. Käme ſie geſellig mit Pulsatilla vulgaris und Pulsatilla montana vor, ſo würden alle Botaniker darüber einig ſein, daß ſie aus dieſen beiden durch Kreuzung entſtanden ſei. Aber Pulsatilla vulgaris und montana fehlen in den genannten Hochthälern und tauchen erſt in der Entfernung vieler Meilen, die erſtere im Unterinnthale, die letztere im Vintſchgau, auf.

Da die zuletzt angeführten Fälle Vorgänge längſt vergangener Zeiten berühren, ſo gehören ſie zum Teile in das nächſte Kapitel, wo von der Entſtehung der Arten in der Vergangenheit die Rede ſein wird. Hier bilden ſie den naturgemäßen Abſchluß einer Reihe von Beiſpielen, mit welchen gezeigt werden ſollte, auf welchem Wege die Entſtehung neuer Arten ſtattfinden kann, ſei es nun in der Gegenwart oder in der Vergangenheit. Eine ſcharfe

Grenze zwiſchen einſt und jetzt beſteht in dieſer Beziehung ſo wenig wie in den anderen Vorgängen, welche zuſammengenommen die Geſchichte der Arten ausmachen.

Nachdem die Entſtehung neuer Arten aus Baſtarten, oder mit anderen Worten die Entſtehung neuer Arten durch zweiartige Kreuzung als erwieſen angeſehen werden kann, fragt es ſich, ob neben dieſem einen Wege nicht auch noch andere zu demſelben Ziele führen? Bei Beantwortung dieſer Frage muß man ſich gegenwärtig halten, daß jeder dauernden, auf die Nachkommenſchaft ſich vererbenden Veränderung der äußeren Geſtalt eine Veränderung der Konſtitution des Protoplasmas vorauszugehen hat, und daß, ſoweit die Erfahrungen reichen, der Angriffspunkt der Veränderung ausſchließlich jener Protoplaſt iſt, welcher, in der Fruchtanlage geborgen, der Empfängnis des Spermatoplasmas entgegenharrt. Der Anſtoß zur Veränderung dieſes Protoplaſten kann nur von dem Spermatoplasma ausgehen, und jede Spekulation über die Bildung neuer Arten hat daher an die Frage anzuknüpfen, ob das bei der einartigen Kreuzung und bei der Autogamie zum Ooplasma wandernde Spermatoplasma durch äußere Einflüſſe Veränderungen erfahren kann, die ſo tiefgreifend ſind, daß auch das Ooplasma in ungleicher Weiſe beeinflußt wird. Zunächſt könnte daran gedacht werden, daß die Narben, welche mit dem Pollen belegt werden, nicht immer in derſelben Weiſe auf das Spermatoplasma der Pollenzelle einwirken. Es wurde ſchon bei einer früheren Gelegenheit darauf hingewieſen, daß eine und dieſelbe Narbe bisweilen mit dem Pollen ſehr verſchiedener Pflanzen faſt gleichzeitig belegt wird (ſ. S. 395), daß aber der Narbe die Fähigkeit zukommt, eine Auswahl zu treffen, und daß jedesmal nur eine Art des Pollens veranlaßt wird, Pollenſchläuche zu treiben, welche dann die Spermakerne zur Samenanlage geleiten. Die anders gearteten Pollenzellen bleiben auf der Narbe zurück und können daher auf die Samenanlage, beziehentlich auf das Ooplasma keinen unmittelbaren Einfluß nehmen. Daß ſie aber mit dem Protoplasma in den Zellen der Narbe in Wechſelwirkung treten, geht ſchon daraus hervor, daß ſie in Berührung mit denſelben anſchwellen und mitunter ſogar einen Anlauf zur Entwickelung von Pollenſchläuchen nehmen. Es wäre nun möglich, daß infolge der Wechſelwirkung zwiſchen dem Inhalte dieſer Pollenzellen und dem Inhalte der Narbenzellen der letztere eine Veränderung erführe, welche ſich weiterhin auch auf den Inhalt derjenigen Pollenzellen fortpflanzte, die berufen ſind, mit dem Ooplasma in Verbindung zu treten. Durch eine ſolche Veränderung könnte möglicherweiſe das Ooplasma eine von der gewöhnlichen etwas abweichende Anregung erfahren, und dieſe veränderte Anregung könnte als eine Veränderung der Geſtalt des aus dem befruchteten Ooplasma hervorgehenden Individuums zum Ausdrucke kommen. Die Wahrſcheinlichkeit, daß alle dieſe Möglichkeiten und Vorausſetzungen erfüllt ſeien, iſt eine äußerſt geringe; da aber Verſuche in dieſer Beziehung noch nicht angeſtellt wurden, läßt ſich ein endgültiges abweiſendes Urteil nicht ausſprechen.

Bei zweiartigen, künſtlich eingeleiteten Kreuzungen der Kratzdiſteln (Cirsium) wurde wiederholt beobachtet, daß die aus einem und demſelben Blütenköpfchen herſtammenden Pollenzellen auf die Narben eines zweiten Blütenköpfchens in ſehr verſchiedener Weiſe einwirken, daß nämlich die aus den verſchiedenen Blüten des mit dem gleichen Pollen belegten Diſtelköpfchens hervorgehenden Samen, wenn ſie keimen, ungleiche Pflanzen liefern. Die Verſchiedenheit bewegt ſich allerdings innerhalb eines beſtimmten, ſcharf umſchriebenen Rahmens und beſchränkt ſich darauf, daß die Sämlinge bald mehr der pollenliefernden, bald mehr der fruchtbildenden Pflanze ähnlicher ſehen. Im Falle, daß eine einartige Kreuzung ſtattfand, kann eine ſolche Verſchiedenheit aus dem Grunde nicht Platz greifen, weil die ſich kreuzenden Stöcke gleich geſtaltet ſind. Doch wäre die Frage aufzuwerfen, ob nicht bei einartiger Kreuzung die Verſchiedenheit des Alters ſowie die Größe und Üppigkeit der ſich kreuzenden Individuen einen Einfluß auf das Ergebnis der Kreuzung haben könnte. Soweit

meine Erfahrungen reichen, sind diese Verschiedenheiten für das Entstehen neuer Gestalten ohne Bedeutung und haben keine Aussicht, in der Nachkommenschaft zu beständigen Merkmalen zu werden. Aus den Samen einer auf trockenem Boden gewachsenen, kleinen armblütigen Pflanze entstehen, wenn sie in gutem feuchten Erdreiche keimen und sich dort unter günstigen Verhältnissen entwickeln können, wieder üppige, reichblütige Stöcke. Bekanntlich sind die ersten Blüten immer viel größer als diejenigen, welche an dem Gipfel der Ähren und Trauben und an den letzten Verzweigungen der Trugdolden desselben Stockes sich nachträglich öffnen. Wenn man zuerst die großen ersten Blüten und dann die zuletzt an die Reihe gekommenen kleinen Blüten miteinander kreuzt und die gewonnenen Samen getrennt, aber unter sonst gleichen Verhältnissen anbaut, so entstehen Stöcke, welche nicht im geringsten voneinander abweichen, und deren erste Blüten wieder größer und deren letzte Blüten wieder kleiner sind. Trotz dieser Ergebnisse möchte ich aber die Möglichkeit, daß die spezifische Konstitution des Spermatoplasmas durch irgend welche äußere Einflüsse im Laufe der Entwickelung, sei es in den Antheren oder Antheridien oder auf dem Wege zur Fruchtanlage, beziehentlich zum Ooplasma verändert werde, und daß infolge dieser Veränderung auch die erzeugte Nachkommenschaft eine von der Mutterpflanze abweichende Gestalt erhalte, nicht ohne weiteres in Abrede stellen.

Über alle Zweifel erhaben ist und bleibt, daß die durch die Einflüsse des Bodens und Klimas unmittelbar veranlaßten Veränderungen der Gestalt nicht erblich werden, und daß alle Veränderungen der Gestalt, welche sich in der Nachkommenschaft erhalten, nur im Gefolge eines Befruchtungsvorganges zu stande kommen, d. h. mit anderen Worten, daß neue Arten nur auf dem Wege der Befruchtung entstehen können. Damit ist aber auch das große Rätsel des Generationswechsels und die Frage, warum denn die Pflanzen überhaupt blühen und sich befruchten, gelöst. Das Blühen und die Befruchtung ermöglichen das Entstehen neuer Arten! Fortpflanzung, Vermehrung und Verbreitung der Pflanzen können auch mittels Ableger erfolgen, und es vollziehen sich diese Vorgänge thatsächlich fort und fort in großartigstem Maßstabe. Aber die Pflanzen, deren Verjüngung durch Ablegerbildung vor sich geht, erhalten sich in unveränderter Form, und es entstehen auf diesem Wege keine neuen Gestalten. Wenn in einem Gebiete, das nur mit unveränderlichen, ausschließlich durch Ableger sich vervielfältigenden Pflanzen bevölkert wäre, infolge eines Klimawechsels die durch ihre Gestalt mit den neuen Verhältnissen nicht mehr im Einklange stehenden Arten ihre Plätze verlassen oder dahinsiechen und aussterben, so ist die Wahrscheinlichkeit gegeben, daß viele leer gewordene Plätze nicht mehr besetzt werden, weil es an Ort und Stelle, in den Grenzgebieten und in der Nachbarschaft an einem den neuen Verhältnissen besser angepaßten Nachwuchse fehlt. Ist dagegen ein solches Gebiet mit Pflanzen bevölkert, welche sich auch auf geschlechtlichem Wege vermehren, und aus welchen infolge der Kreuzung eine Nachkommenschaft mit veränderter Gestalt hervorgeht, so ist auch die Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß sich unter den vielen neu aufgetauchten Gestalten solche finden, welche bei geändertem Klima die Plätze der ausgewanderten und ausgestorbenen Arten einnehmen, weil sie besser als diese den neuen Verhältnissen angepaßt sind.

Der Generationswechsel, die räumliche Trennung der Geschlechter, die überaus merkwürdige Dichogamie und alle die anderen wunderbaren Einrichtungen der Blüten, deren Ziel darin besteht, daß im Beginne des Blühens eine zweiartige Kreuzung und erst dann, wenn diese nicht zu stande kommt, einartige Kreuzung, Geitonogamie, Autogamie und Kleistogamie stattfinden, lassen sich nur von diesem Gesichtspunkte aus begreifen. Infolge dieser Einrichtungen entstehen fort und fort unzählbare neue Gestalten, und es wird

mit denſelben ein unermeßlicher Vorrat von Formen gebildet, welche den mannigfaltigſten Zuſtänden des Bodens und Klimas angepaßt ſind. Solange keine Änderung der klimatiſchen Verhältniſſe ſtattfindet, hat die Mehrzahl dieſer Formen geringe Ausſicht, ſich zu erhalten und ſich zwiſchen den Pflanzenformen, welche an Ort und Stelle ſchon ſeßhaft ſind, als Arten einzubürgern. Wenn aber Veränderungen des Klimas eintreten und infolgedeſſen die bisherige Beſatzung aus Pflanzenarten gelichtet wird, wenn jene Arten, deren Geſtalt mit den bisherigen Lebensbedingungen im beſten Einklange ſtand, infolge der Veränderungen der Lebensbedingungen die Plätze räumen, dann erlangen die auf geſchlechtlichem Wege entſtandenen neuen Geſtalten ihre wahre Bedeutung, diejenigen, welche den neuen Lebensbedingungen am beſten angepaßt ſind, nehmen die leer gewordenen Plätze ein und werden dort zu neuen Arten!

Abſtammung der Arten.

Die im foſſilen Zuſtande aus der Vorzeit erhaltenen Pflanzenarten ſind nicht nur die Vorgänger, ſondern auch die Voreltern der heute lebenden Arten. Zu Ende jener Zeitabſchnitte, welche die Wiſſenſchaft als erdgeſchichtliche Perioden unterſcheidet, hat kein allgemeines Erlöſchen und zu Beginn derſelben keine allgemeine Erneuerung der Organismen ſtattgefunden. Die Veränderungen in der Lebewelt vollzogen ſich wie die Veränderungen der lebloſen Erdoberfläche allmählich, in langſamen Übergängen, und der ununterbrochene Zuſammenhang der Lebeweſen der Gegenwart und Vergangenheit iſt nur eine beſondere Form des für die ganze Natur geltenden Geſetzes der Erhaltung von Kraft und Stoff.

In dieſen die Abſtammung der jetzt lebenden Pflanzen betreffenden Vorausſetzungen und Folgerungen beſteht unter den Naturforſchern der Gegenwart kein weſentlicher Meinungsunterſchied. Deſto mehr gehen die Anſichten über die Urſachen der Verſchiedenheit der Pflanzengeſtalten von einſt und jetzt auseinander. Es darf das auch nicht wundernehmen, da wir uns bei Erörterung dieſer Fragen nur noch zum Teile auf dem Boden der Erfahrung bewegen und bei unſeren Vorausſetzungen und Folgerungen vielfach auf Vermutungen angewieſen ſind. In ſolchen Fällen aber, wo der Spekulation Thür und Thor geöffnet iſt, wird das Erwieſene von dem Unerwieſenen nicht immer ſo ſtreng geſchieden, als es wünſchenswert wäre. Auch wird vereinzelten Thatſachen nur zu oft ein Wert beigelegt, den ſie nicht verdienen, und was das übelſte iſt, es wird das Beſtehen weiter Klüfte unſeres Wiſſens verſchwiegen oder behauptet, dieſe Klüfte ſeien mit Leichtigkeit zu überbrücken. Sie werden auch überbrückt, aber mit nichtsſagenden, gelehrt klingenden Fremdwörtern und mit hohlen Phraſen, welche, mit der gehörigen Sicherheit vorgetragen, im erſten Augenblicke zwar verblüffen, nachträglich aber eine unheilvolle Ernüchterung und Enttäuſchung zurücklaſſen. Das durch ſolche Übertreibungen und Ausſchreitungen veranlaßte Mißtrauen gegen alles, was die Abſtammung der Arten betrifft, darf und wird mich nicht abhalten, den über dieſen Gegenſtand aufgeſtellten Theorien hier eine kurze Betrachtung zu widmen und insbeſondere die verſchiedenen Anſichten über die Urſachen der Umprägung der Arten früherer Zeiten in die der Gegenwart zu beſprechen.

Nach einer weitverbreiteten Anſicht ſoll der Wechſel der Lebensbedingungen unmittelbar eine Umprägung der Arten veranlaſſen können. Die veränderten Lebensbedingungen ſollen in der Pflanze neue Bedürfniſſe hervorrufen und die neuen Bedürfniſſe eine Umgeſtaltung der Organe bewirken. Die in Anſpruch genommenen Organe erſtarken durch den

Gebrauch, sie werden weiter ausgebildet und vergrößert, die anderen werden infolge des Nichtgebrauches verkleinert, verkümmern und verschwinden. Anfänglich unscheinbar und geringfügig, werden diese Veränderungen im Laufe der Zeit bald verstärkt und gehäuft. Sie sollen sich auch erblich in der Nachkommenschaft erhalten und zwar desto zäher, je größer die Zahl der im Laufe der Zeit aufeinander folgenden Generationen ist, welche den geänderten Verhältnissen ausgesetzt waren. Gegen diese Theorie, welche unter dem Namen Anpassungstheorie bekannt ist, wurden zahlreiche gewichtige Bedenken geltend gemacht. Zunächst wurde in Erwägung gezogen, daß sowohl in der freien Natur als auch im Garten immer nur ein einziges oder einige wenige Individuen, niemals aber die Gesamtheit der Stöcke einer Art mit veränderten, auf die Nachkommenschaft sich vererbenden Merkmalen in Erscheinung treten. Wären die neuen Merkmale durch den Boden oder das Klima unmittelbar verursacht, dann müßten eben alle den gleichen Bedingungen ausgesetzten Individuen diese Veränderungen an sich selbst und an der gesamten Nachkommenschaft erkennen lassen. Ein Widerspruch, welcher dem in Rede stehenden Erklärungsversuche anhaftet, liegt auch darin, daß einerseits vorausgesetzt wird, die Grundlage der Gestalt, das ist die spezifische Konstitution des Protoplasmas, könne durch ein Mehr oder Weniger von Wärme, Licht, Feuchtigkeit 2c. umgeändert werden, während doch zugleich angenommen werden muß, daß die einmal erworbenen neuen Merkmale mit großer Zähigkeit festgehalten werden. Die Dauer des Einflusses, auf welche von mehreren Forschern und insbesondere auch von der Laienwelt ein so großes Gewicht gelegt wird, ist in dieser Frage ganz bedeutungslos. Wenn durch die Zufuhr anderer Nahrungsmittel, durch den Einfluß von Wärme oder Kälte, Licht oder Dunkelheit, Feuchtigkeit oder Trockenheit eine Veränderung hervorgebracht wird, so muß dieselbe sofort an der wachsenden Pflanze in Erscheinung treten, weil sich die Veränderung der Pflanze zur Veränderung der Lebensbedingungen wie Wirkung zur Ursache verhält. Hört die Ursache auf, so hat auch die Wirkung ein Ende erreicht, gleichviel ob nach einem Jahre oder nach Hunderten von Jahren. Am meisten erschüttert wird aber die Anpassungstheorie durch die Ergebnisse der Versuche, welche eigens zur Lösung der durch sie aufgeworfenen Fragen angestellt wurden. Aus ihnen geht hervor, daß die veränderten Lebensbedingungen gewisse Veränderungen an den Pflanzen verursachen können, daß sich diese aber in der Nachkommenschaft nicht erhalten, daß sie nicht erblich werden, und daß die Einflüsse des Bodens und Klimas eine gründliche Umstimmung der spezifischen Konstitution des Protoplasmas nicht veranlassen. Die genannten Einflüsse können die betreffende Pflanzenwelt krank machen und töten, aber an ihr nicht die geringste erbliche Veränderung hervorbringen. So wichtig die Rolle ist, welche Boden und Klima bei dem Kampfe der Arten und Artenanfänge um das Dasein spielen, und so groß der Einfluß ist, welchen die äußeren Verhältnisse auf die Varietätenbildung sowie auf die Verteilung und die Wanderungen der Pflanzen nehmen, als unmittelbare Veranlassung zur Entstehung neuer erblicher Merkmale und insofern zur Umwandlung der Arten kommt dem Wechsel der Lebensbedingungen keine Bedeutung zu.

Eine andere Theorie, welche die Entstehung und Umwandlung der Arten zum Gegenstande hat, ist unter dem Namen Vervollkommnungstheorie bekannt geworden. Dieselbe gipfelt in dem Satze, daß die Anregung zur Umwandlung durch das allen Arten innewohnende Bestreben, sich zu vervollkommnen, gegeben sei. Sie geht über das durch die Erfahrung Gegebene weit hinaus, fußt auf Voraussetzungen und zieht Folgerungen, welche vorwaltend metaphysischer Natur sind, und berührt sich nur teilweise mit den Ergebnissen naturwissenschaftlicher Forschungen. Sie setzt voraus, daß durch Urzeugung einzelne belebte Protoplasten entstehen, welche befähigt sind, ihre Konstitution aus eigener Machtvollkommenheit zu verändern, sie setzt voraus, daß diesen Veränderungen ganz bestimmte

Bahnen vorgezeichnet ſind, daß dieſe Bahnen nur in aufſteigender Richtung von der Stufe niederer zur Stufe vollendeter Lebeweſen führen, und folgert, daß die unvollkommenen Lebeweſen im Laufe der Zeiten notwendig in höher organiſierte, vollkommenere übergehen. Was ich über die durch dieſe Vorausſetzungen und Folgerungen aufgeworfenen Fragen denke, mag nachfolgend kurz zuſammengefaßt ſein. Die erſte Vorausſetzung betrifft die Urzeugung. Die Frage lautet: iſt es möglich, daß ſich aus unorganiſchen Stoffen ohne Mitwirkung ſchon vorhandener Lebeweſen ein lebender Protoplaſt bilde? Selbſtverſtändlich betrifft dieſe Frage nicht nur die Vergangenheit, ſondern auch die Gegenwart und Zukunft; denn was einſtens geſchehen konnte, kann auch jetzt und ſpäterhin geſchehen, da die Naturkräfte zu allen Zeiten die nämlichen waren und nach dem Geſetze der Erhaltung von Kraft und Stoff in alle Ewigkeit dieſelben bleiben werden. Auch kann es ſich wohl bei der Erörterung dieſer Frage nur darum handeln, ob aus unorganiſchen Stoffen ein winziges Protoplasmaklümpchen entſtehen kann, welchem ſofort nach ſeinem Entſtehen die Fähigkeit zukommt, ſich durch Aufnahme von Nahrung aus der Umgebung zu vergrößern, ſich zu vervielfältigen, mit einem Worte, jene Bewegungen in ſeinem Inneren zu vollziehen, welche unſerer ſinnlichen Wahrnehmung als Leben erſcheinen. Nachdem es gelungen war, in den chemiſchen Laboratorien aus unorganiſchen Subſtanzen, beiſpielsweiſe aus Ammoniak, Kohlenſäure, Waſſer, organiſche Verbindungen (Ameiſenſäure, Harnſtoff, Zucker ꝛc.) herzuſtellen, welche man ſonſt nur infolge der Thätigkeit des lebenden Protoplasmas in den Pflanzenzellen ſich bilden ſah, glaubten die Naturforſcher der Annahme Raum geben zu dürfen, daß ſolche Vorgänge auch in der freien Natur unabhängig von den ſchon vorhandenen lebenden Pflanzen ſtattfinden können. Man ſtellte ſich vor, daß dieſe Verbindungen durch eine der frei waltenden Naturkräfte ſich in derſelben Weiſe vereinigen und anordnen können, wie es innerhalb der Pflanzenzelle geſchieht. Es wurde auf den „Ballungstrieb“ der Materie, welcher in der unorganiſchen Natur eine ſo wichtige Rolle ſpielt, und insbeſondere auf die Ähnlichkeit zwiſchen der Bildung von Kriſtallen und der Bildung gewiſſer Zellen hingewieſen; auch wurde an die ſogenannte Feinerde erinnert, welche Gaſe abſorbiert, Waſſer in wechſelnden Mengen aufnimmt, Salzlöſungen verändert, gewiſſe Beſtandteile aus dieſen Salzlöſungen ausſcheidet und mit großer Zähigkeit feſthält und, was beſonders beachtenswert iſt, die Verbindungsfähigkeit mancher einfach zuſammengeſetzter Körper ſteigert. Das war zu einer Zeit, als man das Hauptgewicht auf die chemiſchen Verhältniſſe des Protoplasmas legte und meinte: ſei nur einmal die Subſtanz gegeben, ſo müſſe ſie ſich zur Zelle wie zum Kriſtall geſtalten. Von dem feinſten Baue des lebendigen Zellenleibes, zumal des Zellkernes, hatte man nur ſehr unvollkommene Kenntniſſe und Vorſtellungen. Auch glaubte man damals noch zur Erklärung aller jener Bewegungen, welche ſich als Erſcheinungen des Lebens darſtellen, mit den Kräften auszureichen, deren Angriffspunkt die unorganiſchen Körper bilden, und leugnete die große Kluft, welche zwiſchen der unbelebten und belebten Welt beſteht.

Die Verſuche, welche in betreff der Urzeugung angeſtellt wurden, hatten ſämtlich ein verneinendes Ergebnis geliefert. Damit iſt freilich kein Beweis gegen die Möglichkeit der Urzeugung hergeſtellt, weil immerhin der Einwurf gemacht werden kann, daß ſich die unorganiſchen Stoffe bei den Verſuchen nicht in der richtigen Verfaſſung und nicht unter den geeigneten Verhältniſſen gegenüber den wirkenden Kräften befanden. Anderſeits darf auch aus der Thatſache, daß in allen genauer unterſuchten Fällen das Entſtehen lebender Weſen auf die Beteiligung ſchon vorhandener Organismen zurückgeführt werden konnte, nicht der Beweis abgeleitet werden, daß die Urzeugung unmöglich ſei. Da der Frage mit Verſuchen nicht beizukommen iſt und die Erfahrung hier im Stiche läßt, müſſen ſich die Naturforſcher auf Erwägungen anderer Art ſtützen. Die Mehrzahl derſelben läßt ſich von dem Gedanken

leiten, daß das erſte organiſche Weſen durch Urzeugung entſtanden ſei, weil das Leben einmal einen Anfang gehabt haben müſſe. Das iſt es aber gerade, was in den Rahmen der Weltanſchauung, welche ich mir gebildet habe, nicht paßt. Mein Glaubensbekenntnis geht dahin, daß aller Stoff kraftbegabt iſt, daß Stoff und Kraft ewig ſind, und daß auch jene Naturkraft, welche ſich im Stoffe als Leben äußert, ewig iſt. Dem erſten Entſtehen der Lebeweſen nachzugrübeln, ſcheint mir ebenſo müßig wie etwa der Verſuch, die Zeit feſtzuſtellen, in welcher Gold, Eiſen und Kohlenſtoff entſtanden ſind, und zu ermitteln, wann die Schwerkraft und das Licht zum erſten Male zur Geltung gekommen ſind. Die Hypotheſe von Kant und Laplace über die Entſtehung unſeres Planetenſyſtems vermag mich in dieſer Auffaſſung nicht irre zu machen. Die Annahme, daß ſich der ganze Erdball einmal in feurig-flüſſigem, alles Leben ausſchließendem Zuſtande befunden habe, iſt nicht die einzige Schwäche, welche dieſer Hypotheſe anhaftet, und nach meiner Anſicht wird nicht die Hypotheſe von der Ewigkeit des Lebens, ſondern jene von dem ehemals feurig-flüſſigen Zuſtande unſeres Erdballes eine Richtigſtellung erfahren müſſen.

Was die zweite Vorausſetzung der Vervollkommnungstheorie anbelangt, daß nämlich den durch Urzeugung entſtandenen Pflanzenarten die Fähigkeit und der Trieb innewohne, ihre innere Konſtitution und dem entſprechend ihre äußere Form aus eigener Macht zu verändern, ſo iſt dieſelbe durch die in dem vorhergehenden Kapitel mitgeteilten Erfahrungen ſo eingehend widerlegt, daß es überflüſſig erſcheint, darüber noch viel Worte zu verlieren. Ich beſchränke mich daher auf die Bemerkung, daß es ganz unmöglich iſt, eine natürliche Erklärung eines ſolchen Vorganges zu geben. Jede Veränderung ſetzt einen Anſtoß voraus. Es müſſen die Grundlagen der Geſtalt erſchüttert und verändert werden, wenn eine neue Geſtalt in Erſcheinung treten ſoll. „Innere Urſachen“, „innerer Trieb“, „Umbildungstrieb“, „Tendenz ſich zu differenzieren“, „Beſtreben ſich zu vervollkommnen“, „Vervollkommnungsprinzip“ ſind Worte, mit denen der Naturforſcher bei einem Verſuche, die Veränderungen auf natürliche Weiſe durch mechaniſche Arbeit zu erklären, nichts anzufangen weiß. Auch mit der Metamorphoſe, welche das einzelne Individuum durchmacht, und die ſich als Wechſel der Geſtalt in den verſchiedenen Altersſtufen darſtellt, iſt ein Vergleich nicht zutreffend; denn die Metamorphoſe wiederholt ſich bei jeder Art unveränderlich nach dem Geſtaltungsplane, welcher in der ſpezifiſchen Konſtitution des Protoplasmas vorgezeichnet iſt. Daß aber das Protoplasma einer Art, ohne Anſtoß von außen, lediglich aus eigener Macht ſeinen Bauplan ſollte abändern können, widerſpricht allen Erfahrungen über die Geſetzmäßigkeit der Wirkungen der Naturkräfte. Selbſt die Lebenskraft als ruhende Energie im Protoplasma gedacht, könnte, in lebendige Kraft umgeſetzt, nur Bewegungen veranlaſſen, welche in der ſpezifiſchen Konſtitution des Protoplasmas begründet ſind.

Und nun gar die Vorſtellung, daß der Trieb zur Veränderung der Geſtalt zugleich ein Trieb zur Vervollkommnung ſei. Worin ſoll denn bei den Pflanzen die Vervollkommnung beſtehen? Den Laien ſcheinen die Bäume, namentlich jene mit lebhaft gefärbten Blumen und ſchmackhaften Früchten, vollkommener zu ſein als die niederen Kräuter mit unſcheinbaren Blüten oder die grünen fadenförmigen Spirogyren, welche der Blüten entbehren. Die Vertreter der Vervollkommnungstheorie ſagen, die größte Vollkommenheit beſtehe in der mannigfaltigſten Gliederung der Geſtalt und in der am weiteſten durchgeführten Teilung der Arbeit, und kommen damit über den Standpunkt der Laien eigentlich nicht hinaus. Die Gliederung der Geſtalt und die Teilung der Arbeit iſt bei dem Apfelbaume allerdings weiter gediehen als bei den in Seen und Teichen lebenden Spirogyren. Es darf aber nicht überſehen werden, daß die Gliederung des Pflanzenkörpers in zahlreiche Gewebe, das Entſtehen von Holz, Baſt und Kork in den Stämmen, die Ausbildung verdickter Oberhautzellen, Spaltöffnungen und Haare an den Laubblättern, die Entwickelung mannigfaltiger Farbſtoffe und

aromatiſcher Körper in den Blumenblättern und ſüßer Säfte in dem ſaftigen Gewebe der Früchte mit dem Standorte der betreffenden Pflanzen zuſammenhängt. Unter Waſſer würde der Apfelbaum eine ſchlechte Rolle ſpielen, dort wäre er trotz der reichen Gliederung ſeiner Gewebe unpaſſend ausgeſtaltet und nichts weniger als vollkommen organiſiert, während dort die des Holzes, der Spaltöffnungen, der Blumenblätter ꝛc. entbehrenden, dafür aber mit anderen Gliedern und Organen ausgerüſteten Spirogyren und Tange am Platze ſind. Für den Laien iſt bei der Beurteilung der Vollkommenheit gewöhnlich auch die Größe der Pflanzen maßgebend. Eine große Pflanze macht den Eindruck, daß ſie eine höhere Stufe der Vollkommenheit einnehme als eine kleine. Aber auch bei Anwendung dieſes Maßſtabes kommt man zu keinem befriedigenden Ergebniſſe, und es mag genügen, darauf hinzuweiſen, daß die Tange der Südſee unſeren Waldbäumen an Höhe nicht nachſtehen. In Beziehung auf die Mannigfaltigkeit im Baue der einzelnen Zellen nehmen viele nur unter dem Mikroſkop ſichtbaren Sporenpflanzen eine höhere Stufe ein als viele Blütenpflanzen, und wollte man auf dieſen Umſtand ein beſonderes Gewicht legen, ſo müßten die Diatomaceen und Desmidiaceen für höher organiſiert gehalten werden als viele kleine einjährige Korbblütler. Beſtünde eine fortſchreitende Vervollkommnung, ſo müßte ſich auch feſtſtellen laſſen, welche Pflanzenart als die vollendetſte auf dem Scheitelpunkte der Stufenleiter ſteht, oder wenigſtens, welche Pflanzengruppe die höchſte Vollkommenheit bereits erreicht hat, ob die Ariſtolochineen, die Blütenſchilfe, die Magnolien, die Orchideen, die Korbblütler, die Ranunkulaceen, die Schmetterlingsblütler, die Pomeranzenbäume ꝛc. Wer ſich nur einigermaßen mit Unterſuchungen über den Bau dieſer Gewächſe beſchäftigt hat, wird zugeben müſſen, daß eine Abſchätzung in dieſer Beziehung unmöglich iſt. In den botaniſchen Werken muß ſelbſtverſtändlich irgend eine Pflanzengruppe am Anfange und eine am Schluſſe beſprochen und abgehandelt werden, damit iſt aber nicht geſagt, daß die letzte auch die vollkommenſte ſei, und es mag darauf hingewieſen ſein, daß die verſchiedenen Forſcher ihre ſyſtematiſchen Werke mit den verſchiedenſten Pflanzengruppen beginnen und abſchließen.

Es drängt ſich auch die Frage auf, warum neben jenen Pflanzen, welche bereits die höchſte Vollkommenheit erreicht haben ſollen, gegenwärtig doch noch ſo viele „niedere“, beziehentlich unvollkommene leben. Die Anhänger der Vervollkommnungstheorie ſind zu der gewagten Annahme genötigt, daß fort und fort zu allen Zeiten Urzeugung ſtattgefunden habe, daß ſie auch jetzt noch ſtattfinde, und daß darum jederzeit alle Organiſationsformen von den niederſten bis zu den höchſten, von den unvollkommenſten bis zu den vollkommenſten vertreten ſeien. Warum aber fort und fort noch Urzeugung und von vorn anfangende Vervollkommnung dieſer durch Urzeugung neuerlich entſtandenen Weſen ſtattfindet, wenn die Welt ohnedies ſchon mit vollkommenen und vollendeten Pflanzen bevölkert iſt, wird nicht geſagt. Der Metaphyſiker wird auch die Frage zu ſtellen haben, welches Ziel und welcher Zweck denn eigentlich mit der Vervollkommnung der Pflanzen angeſtrebt iſt. Welcher Zweck ſollte dadurch erreicht werden, daß ſich aus einem Mooſe ein Farn, aus einem Graſe eine Nelke, aus einer Neſſel ein Feigenbaum entwickelt? Über alle dieſe Fragen vermag weder die Erfahrung noch die Spekulation befriedigende Aufſchlüſſe zu geben. Die Vervollkommnungstheorie genügt demnach ebenſowenig wie die Anpaſſungstheorie zur Erklärung der Veränderungen, welche die Pflanzenarten im Laufe der Zeiten thatſächlich erfahren haben.

Eine dritte Theorie ſtützt ſich auf die Erfahrungen, welche die Gegenwart an die Hand gibt und läßt ſich in dem Satze zuſammenfaſſen, daß alle in der Nachkommenſchaft ſich erhaltenden Veränderungen der Geſtalt durch Kreuzung, beziehentlich durch Vermiſchung zweier ihrer Konſtitution nach verſchiedener Protoplaſten zu ſtande kommen. Dieſe Theorie, welche als Vermiſchungstheorie bezeichnet werden kann, wurde in dem vorhergehenden Kapitel ausführlich begründet. Sie ſetzt voraus, daß von jeher zahlreiche verſchiedene

Pflanzenformen nebeneinander bestanden haben, was durch die fossilen Reste auch thatsächlich bestätigt wird. Was sich von Pflanzen aus früheren Perioden erhalten hat, weist durchgehends darauf hin, daß zu allen Zeiten eine große Mannigfaltigkeit von Pflanzenformen die Erde bevölkerte. Es bedurfte daher keiner Entwickelung, sondern nur einer Umgestaltung, einer Umprägung des Vorhandenen. Diese Umgestaltung aber vollzog sich in der Weise, daß durch Vermischung der schon vorhandenen Arten Anfänge neuer Arten entstanden. Durch den periodisch eintretenden Wechsel der klimatischen Verhältnisse erfuhren die Wohnbezirke der Pflanzen vielfache Verschiebungen, und bei dieser Gelegenheit wurden jene Artenanfänge, welche sich mit den geänderten Verhältnissen am besten vertrugen, thatsächlich zu neuen Arten. Dieselben fügten sich vielfach an Stelle ihrer ausgestorbenen Stammeltern in die Pflanzendecke ein und übernahmen gewissermaßen die Rolle, welche jene früher gespielt hatten. Bei einem Vergleiche der einer späteren Periode angehörenden Arten mit jenen, welche aus der vorhergehenden im fossilen Zustande auf uns gekommen sind, erhält man infolgedessen den Eindruck, daß die Arten umgewandelt oder umgeprägt wurden. Genau genommen ist es ja auch eine Umprägung, welche hierbei stattfand, nur erfolgte sie nicht unter dem unmittelbaren Einflusse des veränderten Klimas, wie es die Anpassungstheorie, und ebensowenig durch ein den Arten innewohnendes Vervollkommnungsprinzip, wie es die Vervollkommnungstheorie annimmt, sondern durch die Veränderung der spezifischen Konstitution des Protoplasmas infolge der Kreuzung. Die Bedeutung der durch Kreuzung vermittelten Umprägung der Arten liegt aber darin, daß für den Fall klimatischer Änderungen das Entstehen von Lücken in der Pflanzendecke vermieden und eine Störung in den Wechselbeziehungen der die Pflanzendecke zusammensetzenden verschiedenen Arten hintangehalten ist. Die Bakterien und Schimmel, die Moose und Flechten, die Farne und Gräser, die Palmen und Nadelhölzer, sie alle haben in der als großes Gemeinwesen gedachten Pflanzenwelt ihre besonderen Aufgaben zu erfüllen, und bis zu einem gewissen Grade sind alle diese Pflanzenformen voneinander abhängig. Keine derselben kann ohne Nachteil für die Gesamtheit entbehrt werden, und das Aussterben einer dieser Formen ohne Ersatz würde unter Umständen das ganze Gemeinwesen der Pflanzen zu Schaden bringen können. Nur dadurch, daß in jedem Stamme aus den schon vorhandenen Pflanzenarten vermittelst der Kreuzung zu allen Zeiten und an allen Orten ein Vorrat von neuen Pflanzenformen geschaffen wird, ist diese Schädigung vermieden. Aus diesen Bemerkungen mag auch entnommen werden, daß die Umwandlung von Moosen in Farne, von Farnen in Koniferen, von Gräsern in Nelkengewächse ꝛc., welche von der Vervollkommnungstheorie angenommen wird, für die Gesamtheit der Pflanzenwelt einen Nachteil und insofern nichts weniger als eine Vervollkommnung bedeuten würde.

Es muß hier ausdrücklich hervorgehoben werden, daß die durch Kreuzung entstehenden neuen Pflanzenformen nicht für bestimmte Verhältnisse berechnet, oder mit anderen Worten, daß sie nicht für die zu erwartenden Änderungen des Klimas planmäßig vorbereitet erscheinen. Nicht wenige derselben sind in einer Weise ausgestaltet, welche zu dem Schlusse berechtigt, daß sie weder unter den Einflüssen eines rauheren noch unter denen eines milderen Klimas bestehen könnten, und dergleichen neue Pflanzenformen haben begreiflicherweise auch keine Zukunft. Nur solche Formen können sich erhalten, fortpflanzen, vermehren und festen Fuß fassen, welche durch ihre innere Organisation und äußere Gestalt mit den jeweilig gegebenen Verhältnissen des Standortes, namentlich mit dem dort herrschenden Klima im Einklange stehen. Pflanzenformen, deren Bau so geartet ist, daß unter den obwaltenden äußeren Verhältnissen eine gedeihliche Lebensführung nicht möglich ist, gehen zu Grunde, sie werden von denjenigen, welche sich als lebensfähig erwiesen haben, überwuchert, unterdrückt und verdrängt, wodurch der Eindruck eines Kampfes der verschiedenen

Pflanzenformen um ihre Exiſtenz hervorgebracht wird. Die mit den gegebenen Lebensbedingungen im Einklange ſtehenden Pflanzen gehen in dieſem „Kampfe um das Daſein“ als Sieger hervor, erhalten und vervielfältigen ſich und behaupten das Feld, auf welchem ſich der Wettbewerb abgeſpielt hat. Dieſe letzteren Sätze enthalten in kurzer Faſſung die Zuchtwahltheorie Darwins, welche für alle anderen die Entſtehung neuer Arten aufgeſtellten Theorien eine wichtige Ergänzung bildet. Über den Anſtoß, welcher zur Veränderung und Umprägung der Arten führt, kann man verſchiedener Anſicht ſein, in betreff der Bedeutung des Kampfes um das Daſein und des Sieges derjenigen Lebeweſen, welche mit den jeweiligen äußeren Lebensbedingungen am beſten zuſammenſtimmmen, herrſcht unter den Naturforſchern der Gegenwart keine Meinungsverſchiedenheit.

Die Stämme des Pflanzenreiches.

Daß die mit der Pflanzenwelt ſich beſchäftigenden Gelehrten der alten Zeit kein Bedürfnis fühlten, die Gewächſe in einer auf die Verhältniſſe der Geſtalt begründeten Reihenfolge zu ordnen, erklärt ſich aus dem geringen Umfange ihrer botaniſchen Kenntniſſe. Das Intereſſe beſchränkte ſich bei ihnen auf diejenigen Pflanzenarten, welche als Heilmittel für Menſchen und Haustiere, als Gifte und Zaubermittel, als Getreide, Gemüſe und Obſt, als Symbole bei religiöſen Gebräuchen und als Zierde und Schmuck Verwendung fanden. Die Zahl ſolcher Gewächſe war aber eine ſehr beſchränkte. Der Grieche Theophraſtus kannte ungefähr 500, der Römer Plinius wenig mehr als 1000 Arten. Die verſchiedene Erſcheinungsweiſe dieſer wenigen Pflanzen konnte auch ohne vergleichende Unterſuchungen von dem Gedächtniſſe feſtgehalten werden, und das Wiedererkennen ſtützte ſich größtenteils auf die im Verkehre mit der Natur erhaltenen allgemeinen Eindrücke. Wenn überhaupt eine Einteilung der Gewächſe verſucht wurde, ſo war ſie weit weniger auf die Ähnlichkeit der Geſtalten als auf die mediziniſche und ökonomiſche Bedeutung und auf den Nutzen oder Schaden, welchen die Pflanzen für den Menſchen haben, gegründet. Selbſt noch in den Kräuterbüchern, welche, ausgeſtattet mit genauen Beſchreibungen und geſchmückt mit trefflichen Holzſchnitten, im 16. Jahrhundert erſchienen, wurde noch immer auf die Heilwirkung und Verwendbarkeit der einzelnen Gewächſe großes Gewicht gelegt, und die Pflanzenkunde befand ſich auch dazumal noch faſt ausſchließlich im Dienſte der Medizin und Landwirtſchaft.

Der erſte botaniſche Schriftſteller, welcher von dieſen Beziehungen gänzlich abſah und ſich die Aufgabe ſtellte, alle von ihm in der freien Natur beobachteten Pflanzenarten ohne Rückſicht auf deren Bedeutung für den Menſchen zu beſchreiben und der Mitwelt bekannt zu machen, war der Belgier Cluſius, welcher viele Jahre hindurch in Wien weilte, von da aus Öſterreich und Ungarn durchforſchte und ſpäter auch in der Lage war, die Pflanzenwelt Spaniens eingehend zu unterſuchen. In ſeinen Schriften, welche zu Ende des 16. Jahrhunderts veröffentlicht wurden, kommt auch zum erſten Male der Verſuch zum Ausdrucke, die Pflanzenarten nach ihrer Ähnlichkeit in Gruppen zuſammenzufaſſen und dadurch die Überſicht zu erleichtern. Es waren damals ungefähr 4000 Arten von den Botanikern unterſchieden und beſchrieben, und das Bedürfnis nach Überſichtlichkeit, der Wunſch nach einer Einteilung der ſo mannigfaltigen Formen war immer dringender geworden. Die von Cluſius und ſeinen Zeitgenoſſen feſtgeſtellten Gruppen konnten nicht mehr genügen; auch der von dem Italiener Cäſalpin ausgegangene Entwurf einer Einteilung der Pflanzen nach der Lebensdauer, nach dem Vorhandenſein oder Fehlen der Blüten, nach der Zahl und Lage der Keimblätter, nach der Stellung der Samen ꝛc. fand bei der Mitwelt keinen Anklang, weil er ſich nur auf allgemeine Grundlinien beſchränkte, ohne die vorgeſchlagene Einteilung anzuwenden und durchzuführen.

Eine auf umfassende Kenntnis der Einzelheiten gestützte übersichtliche Darstellung aller bis dahin bekannt gewordenen Pflanzenarten wurde an der Wende des 17. und 18. Jahrhunderts von dem Franzosen Tournefort gegeben. In seinen „Institutiones rei herbariae“ unterscheidet er 10,146 Arten, faßt sie in 698 Gattungen zusammen und reiht diese wieder in 22 Klassen. Die 1.—15. Klasse umfaßt Kräuter und Stauden, die 16. und 17. Klasse die blütenlosen Pflanzen (Kryptogamen), die 18.—22. Klasse die Sträucher und Bäume. Die Kräuter und Stauden ebenso wie die Sträucher und Bäume werden nach der Gestalt ihrer Blüten unterschieden, und ein besonderes Gewicht wird darauf gelegt, ob die Blumen aus Kelch und Krone bestehen, ob sie regelmäßig oder unregelmäßig erscheinen, und ob die Blätter der Krone getrennt oder verwachsen sind. Bald darauf entwickelte der Schwede Linné eine Einteilung der Gewächse, welche sich auf die Verteilung der Geschlechter und insbesondere auf die Zahl der in den Blüten zur Ausbildung gekommenen Pollenblätter gründet. Die Begriffe der Art und Varietät, der Gattung und Klasse wurden von ihm in klarer, allgemein verständlicher Weise festgestellt und die unterschiedenen 1050 Gattungen in 24 Klassen zusammengefaßt (s. S. 287). Linnés Einteilung, welche unter dem Namen Sexualsystem bekannt wurde, erfreute sich eines beispiellosen Erfolges. Sie bildete eine wohlgeordnete Übersicht über die große Menge der damals bekannt gewordenen zerstreuten Einzelbeobachtungen, bot die Möglichkeit, die einzelnen Arten auf Grund bündiger Beschreibungen zu erkennen und den jeder Art gegebenen kurzen und einfachen Namen zu ermitteln. Es ist nicht die Schuld des geistreichen, weitblickenden Mannes, wenn man in sein System weit mehr hineinlegen wollte, als von ihm beabsichtigt war. Er selbst faßte die festgestellten 24 Klassen niemals als Stämme des Pflanzenreiches und als Ausdruck der natürlichen Verwandtschaft auf, sondern erklärte zu wiederholten Malen, daß er sich der Aufgabe, aus der Ähnlichkeit des gesamten Baues auf die natürliche Verwandtschaft der Pflanzen zurückzuschließen und daraufhin ein natürliches System aufzustellen, noch nicht gewachsen fühle. Ausdrücklich bezeichnete er aber ein solches natürliches System als das höchste und letzte Ziel der botanischen Forschung.

Als die ersten Begründer eines natürlichen Systemes nennt die Geschichte der Botanik die Franzosen Bernard und seinen Neffen Antoine Jussieu. Viele Jahre hindurch war dieses System nur durch Anordnung der Pflanzen in den Beeten des botanischen Gartens von Trianon zum Ausdrucke gebracht, vollständig ist es der wissenschaftlichen Welt erst durch das 1789 erschienene Werk „Genera plantarum“ bekannt geworden. Es sind in demselben 100 Pflanzenfamilien unterschieden. Diese wurden in 15 Klassen und diese wieder in 3 Hauptabteilungen (Acotyledonae, Monocotyledonae, Dicotyledonae) geordnet. Die Hauptabteilungen sind auf das Verhalten der Pflanzen bei der Keimung begründet. Bei den Akotyledoneen besteht der Keim nur aus einer Zelle und entbehrt der Keimblätter, bei den Monokotyledoneen weist der vielzellige Keimling nur ein Keimblatt (Cotyledon) auf, und bei den Dikotyledoneen entwickelt der vielzellige Keimling zwei Keimblätter. Die Akotyledoneen fallen mit den Kryptogamen Linnés zusammen und bilden die erste Klasse des Systemes. Die Monokotyledoneen gliedern sich je nach der Stellung und Lage, welche die Pollenblätter zur Fruchtanlage einnehmen, in drei Klassen (Monohypogynae, Monoperigynae, Monoepigynae). Die Dikotyledoneen werden zunächst entsprechend der Ausbildung der Blumenblätter in drei Gruppen geordnet, nämlich in die Kronenlosen (Apetalae), welche der Kronenblätter entbehren, die Verwachsenkronblätterigen (Monopetalae), deren Blumen in Kelch und Krone geschieden und bei welchen die Kronenblätter sämtlich miteinander verwachsen sind, und die Freikronblätterigen (Polypetalae), deren Blumen gleichfalls in Kelch und Krone geschieden, deren Kronenblätter aber nicht miteinander verwachsen sind. Jede dieser drei Gruppen zerfällt in drei Klassen, welche auf die verschiedene Stellung und Lage

der Pollenblätter zu der Fruchtanlage begründet werden. Da bei den einhäuſigen und zweihäuſigen Pflanzen die Stellung der Pollenblätter zur Fruchtanlage nicht in Betracht kommen kann, ſah ſich Juſſieu gezwungen, noch eine 15. Klaſſe zu unterſcheiden, welche er mit dem Namen Diclinia belegte. Die Aufſtellung dieſer letzten Klaſſe widerſpricht den Anforderungen an ein natürliches Syſtem; ebenſo iſt die Umgrenzung der anderen Klaſſen mit Rückſicht auf die räumlichen Beziehungen der Pollenblätter zu der Fruchtanlage vielfach eine gezwungene und unnatürliche. Was demnach die Klaſſen anbelangt, ſo iſt die Einteilung nicht weniger künſtlich als jene Linnés. Ein großer Fortſchritt liegt aber darin, daß bei der Feſtſtellung der Familien nicht auf vereinzelte Merkmale, ſondern auf den geſamten Bau der betreffenden Pflanzen Rückſicht genommen wurde, und insbeſondere in der Feſtſtellung der Monokotyledoneen und Dikotyledoneen als nebeneinander beſtehender Gruppen der Blütenpflanzen. De Candolle unterſcheidet mit Rückſicht auf den anatomiſchen Bau in dem 1813 veröffentlichten Werke „Théorie élémentaire de la botanique, ou exposition des principes de la classification naturelle“ Zellenpflanzen (Cellulares) und Gefäßpflanzen (Vasculares). Die erſteren ſind nur aus Zellen aufgebaut, bei letzteren treten neben den Zellen auch noch Gefäße auf. Die Zellenpflanzen teilen ſich in blattloſe (Cellulares aphyllae) und beblätterte (Cellulares foliaceae). Von den Gefäßpflanzen werden entſprechend der damals herrſchenden Anſicht über die Anordnung der Gefäßbündel im Stamme die zerſtreutfaſerigen (Endogenae), bei welchen die Gefäßbündel auf dem Stammquerſchnitte zerſtreut erſcheinen und aufeinanderfolgend von innen nach außen entſtehen ſollen, und die ringfaſerigen (Exogenae), bei welchen die Gefäßbündel auf dem Stammquerſchnitte in einen am Umfange wachſenden Kreis geſtellt ſind, unterſchieden. Die zerſtreutfaſerigen Gefäßpflanzen ordnen ſich in die Gefäßkryptogamen (Endogenae cryptogamae), welche der Blüten entbehren, und in die zerſtreutfaſerigen Blütenpflanzen (Endogenae phanerogamae), welch letztere den Monokotyledoneen im Syſteme des Juſſieu entſprechen. Die ringfaſerigen Gefäßpflanzen, welche mit den Dikotyledoneen in dem Syſteme des Juſſieu gleichbedeutend ſind, werden mit Rückſicht auf die Geſtaltung ihrer Blumen in ſolche eingeteilt, welche eine einfache Blütendecke, ein ſogenanntes Perigon, beſitzen (Monochlamydeae), und in ſolche, deren Blumen in Kelch und Krone geſondert ſind (Diplochlamydeae). Die letzteren ordnen ſich wieder in drei Gruppen, in die Kronenblumigen (Coroliflorae), deren Blumenblätter größtenteils verwachſen und deren Pollenblätter dem Blütenboden eingefügt ſind, die Kelchblumigen (Caliciflorae), deren freie oder verwachſene Kronenblätter dem Kelche angeheftet erſcheinen, und die Bodenblumigen (Thalamiflorae), deren Kronenblätter getrennt und dem Blütengrunde eingefügt ſind. Obgleich de Candolle bei der Entwickelung dieſes Syſtemes von weſentlich anderen Geſichtspunkten ausging als Juſſieu, und obgleich in der Abgrenzung der Klaſſen und Familien manche Abweichungen in beiden Syſtemen beſtehen, iſt doch in mehreren wichtigen Dingen die Übereinſtimmung nicht zu verkennen. Insbeſondere werden wieder die Monokotyledoneen und Dikotyledoneen, wenn auch mit anderen Namen, als zwei Hauptabteilungen der Blütenpflanzen einander gegenübergeſtellt. Hervorzuheben iſt auch noch, daß in dieſem Syſteme die Zellenkryptogamen und Gefäßkryptogamen ſcharf unterſchieden werden. Die Zellenkryptogamen, Gefäßkryptogamen, Monokotyledoneen und Dikotyledoneen kehren von nun an, wenn auch mit verſchiedenen Namen bezeichnet, in allen ſpäterhin aufgeſtellten Syſtemen wieder, was wohl dafür zu ſprechen ſcheint, daß dieſe Unterſcheidung auch als eine naturgemäße gelten kann.

Nach de Candolle wurden in der erſten Hälfte des 19. Jahrhunderts Pflanzenſyſteme von Reichenbach, Oken, Agardh, Martius, Brogniart, Bartling, Endlicher ꝛc. aufgeſtellt. Dieſe Mannigfaltigkeit, welche auf den Laien, der da meint, es könne doch nur ein natürliches Pflanzenſyſtem geben, ſehr befremdend wirkt und ſein Vertrauen auf alle

botaniſchen Syſteme ins Schwanken bringt, erklärt ſich vorzüglich aus dem Umſtande, daß bei der Entwickelung eines natürlichen Pflanzenſyſtemes die Einbildungskraft des Forſchers weit mehr beteiligt iſt als bei der Aufſtellung eines künſtlichen, und daß dabei auch die jeweilig in der Gelehrtenwelt herrſchenden Strömungen ſowie die Weltanſchauung und Geiſtesrichtung des Forſchers in hervorragender Weiſe Einfluß nehmen. Am auffallendſten tritt das an den Syſtemen hervor, welche in den erſten Dezennien unſeres Jahrhunderts von ſeiten der zur Naturphiloſophie ſich bekennenden Botaniker aufgeſtellt wurden. Der ſchon genannte Reichenbach meint, es müſſe die Pflanzenwelt wie alles Lebendige eine ſtufenförmige Entwickelung haben und zwar eine Entwickelung, die ſtets vor- und rückwärts und allſeitig um ſich greift und ſich ſelbſt durchdringt. So wie die Kreisfläche nicht bloß Mittelpunkt und Umfang, ſondern die Beziehung beider auf ſich iſt, ſo iſt in der Natur alles wie im denkenden Geiſte auf Theſis (Satzung, Mittelpunkt, Einheit), Antitheſis (Gegenſatz, Peripherie, Vielheit) und Syntheſis (Ausgleichung, Vereinigung des Gegenſatzes, Kreisfläche, Geſtaltung) gegründet. Das Leben der Pflanze erſchließe ſich in drei Perioden: 1) das Keimleben, 2) die Vegetation, 3) die Befruchtung. Jeder dieſer Zuſtände begreift aber Stadien in ſich, welche durch organiſche Gebilde repräſentiert werden; das Keimleben durch den Samen, den Knoten (Knolle und Zwiebel) und die Knoſpe; die Vegetation durch die Wurzel, den Stamm und das Blatt und die Befruchtung durch das Weibliche, das Männliche und die Frucht. Daraus ergebe ſich folgender Kanon: 1) Die Pflanze ruht in Samen, Knoten und Knoſpe (Theſis); 2) ſie wächſt mit Wurzel, Stengel und Blatt (Antitheſis); 3) ſie blüht weiblich, männlich und bildet Frucht (Syntheſis). In jeder dieſer Entfaltungsformen ſei wieder das Prinzip der Polarität in Theſis, Antitheſis und Syntheſis nach innen zu erkennen. Hierauf gründet Reichenbach die Haupteinteilung in 1) Faſerpflanzen, 2) Stockpflanzen und 3) Blüten- und Fruchtpflanzen. Die Faſerpflanzen erſcheinen als Pilze (Fungi) und Flechten (Lichenes), die Stockpflanzen als Grünpflanzen (Chlorophyta), Scheidenpflanzen (Coleophyta) und Zweifelblumige (Synchlamydeae); die Blüten- und Fruchtpflanzen als Ganzblumige (Sympetalae), Kelchſtändige (Calycanthae) und Stielblütige (Thalamanthae). Reichenbach glaubte mit dieſem Syſteme den „ariadniſchen Faden“ gefunden zu haben, der es dem Botaniker möglich macht, aus dem ſcheinbaren Chaos der Pflanzen herauszukommen und die Verkettung der Formen zu ermitteln. Da es mir ſchwer fällt, mich in die Ausdrucksweiſe jener Zeit hineinzufinden, ſei es geſtattet, den Begründer dieſes Syſtemes ſelbſt redend einzuführen. „Wie aus dem Staubpilze, aus dem Urtypus und daher auch im Leben der Zeit immer und immer wieder als Moment fortgebildeten und neugeſchaffenen Urkeime, durch Mehrung der Hüllen ein inneres Gefüge ermöglicht wird und endlich die Sphärie und der Hutpilz hervortritt, ebenſo entwickelte ſich die Flechte aus ähnlichen Urkeimen nach in ihr ſelbſt begonnenem Zwieſpalte zwiſchen dem, was zu tragen war, und zwiſchen dem Träger oder dem Thallus endlich zur Gyrothalame und Parmeliacee hinauf.

„Das grüne Pflanzenreich erwachte dann in der Alge aus Waſſer; ſie ſahen wir fortbilden, immer mütterlich nur in herrliche Formen geſtaltet, bis dann, zum Elemente der Luft emporſteigend, das Moos ihre Formen durch Antheren begrenzte. Die Farne nehmen die Knoſpung der Algen und Mooſe in ſich auf, und vergeblich im Circinnieren ein Zentrum erſtrebend, findet dies Cycas und Zamia endlich in der akrogenetiſchen Achſe.

„Zentriſches Bilden beginnt von hier aus als Typus der Pflanze, zuerſt ſich entfaltend aus der Urknoſpe der Spitzkeimer: Isoëtes. Aber der Knoten teilt und wiederholt ſich, und Zwiſchenſtücke dehnen ſich zum Stamme, und Scheiden, als Blätterphantome, entſteigen dem Knoten, und Männliches gebiert aus und für ſich das weibliche Urbild. Die Scheiden gewinnen ein Ziel und verkünden in der Dreizahl dem Reiche der Pflanzen die Blüte. Ihr Nachbild, die Frucht, verfolgt treulich der Mutter Geſetz, und der Same bewahrt bereits

um den Keimling wieder den Urknoten, das Eiweiß. Von dem im Waſſer ſchwimmenden Seegraſe bis zur edlen Palme empor ſteigert ſich die Entfaltung der Organen-Elemente, welche die Klaſſe der Spitzkeimer geboten, und dieſe Palme, an äußerer Würde ſo reich, wie allen an innerem Gehalte überlegen, ſtellt ſich als Führerin der großen akrogenetiſchen Pflanzennatur allem entgegen, was vor ihr geweſen, und was nach ihr geworden (Antitheſe).

„Neues Schaffen und Geſtalten erwächſt auf neuer Bahn der amphigenetiſchen Pflanzennatur, nachdem das Blattgebilde in den Blattkeimern ſich frei gemacht (Folia decidua) und ſich ſelbſt einen Gegenſatz durch ſich geſtellt hatte (Cotyledones oppositae). Und was früher aus Knoten und unmittelbar anhängenden Scheiden geboren, das ſehen wir von jetzt an alles aus der neuen Stammſchicht entſpringen, welche ſich die Kotyledonen bereitet, und die Knoſpen wirken wieder mit, die äußere Stammſchicht immer neu ſich zu ſchaffen (Syntheſis).

„Aus niederen Anklängen an dageweſene Formen bilden zuerſt die Synchlamideen, zweifelblumig noch, im einfachen Blattleben ſich fort, bis zum edlen Lorbeer- und Zimtbaume. Die Korolle tritt dann auf als einfaches Nachbild des Kelches, und aus den niederen Formen der Skabioſen und Syngeneſiſten beginnend, wandelt der Typus der Sympetale fort bis in die vielgeſtaltigen Formen der Rhodoraceen und Sapotaceen (Theſis).

„Die Korolle folgt dem Rufe der männlichen Sphäre, und ſich teilend, ſtrebt ſie hinaus über die Tendenz des immer mehr mit der Frucht verſchmelzenden, ſie ſelbſt noch feſſelnden Kelches. Die Calycanthe, aus der Dolde und Leguminoſe geſchaffen, durchläuft die Reihen und findet als Melaſtomee und Amygdalacee ihren endlichen Schluß (Antitheſe).

„Die Frucht iſt aber der Endzweck des pflanzlichen Lebens, ſie muß ſich befreien und endlich frei von allen umgebenden Kreiſen ſelbſtändig ſich durchbilden; ſo will es die Idee der Pflanzennatur. Der Tetradynamiſt ſagt uns im Vorſpiele der Klaſſe, was die Frucht will, und wir verfolgen aus ihm durch ſpaltende Gegenſätze die Verſöhnung zur Einheit, welche die Orange gewonnen (Syntheſe)."

Ganz ähnlich dieſer von Reichenbach ſeinem Pflanzenſyſteme beigegebenen Erläuterung lautete auch die Begründung, mit welcher Oken ſein Syſtem einführte. Beide Pflanzenſyſteme wurden von den Zeitgenoſſen als geiſtreiche und tiefſinnige Spekulationen bewundert. Demungeachtet läßt ſich nicht behaupten, daß durch ſie die Erkenntnis der Stämme des Pflanzenreiches eine weſentliche Förderung erfahren hätte. Wenn dennoch das Syſtem Reichenbachs hier verhältnismäßig ausführlich beſprochen wurde, ſo geſchah das in der Abſicht, zu zeigen, welcher weite Spielraum in dieſen Dingen der Spekulation geſtattet iſt, und um insbeſondere auch darauf hinzuweiſen, daß eine Zeit kommen dürfte, in welcher die gegenwärtig von zahlreichen Forſchern in Angriff genommenen und mit bewundernswerter Ausdauer durchgeführten vergleichenden Unterſuchungen, welche die Abſtammung der Blütenpflanzen von den Gefäßkryptogamen, der Gefäßkryptogamen von den Mooſen ꝛc. erklären und wahrſcheinlich machen ſollen, und deren Endziel es iſt, alle Stämme des Pflanzenreiches auf einen einzigen Ausgangspunkt, beziehentlich auf eine Urzelle oder einen Urprotoplaſten zurückzuführen, ebenſo geringſchätzig behandelt werden, wie es jetzt mit den bunten Hypotheſen aus den erſten Jahrzehnten unſeres Jahrhunderts geſchieht.

Das von Endlicher entworfene und in ſeinem großartigen, in dem Zeitraume von 1836—40 in Wien erſchienenen Werke „Genera plantarum secundum ordines naturales disposita" entwickelte Syſtem ſchließt ſich an die Syſteme von Juſſieu und de Candolle an. Es werden in demſelben 6838 Gattungen, in 277 Familien oder Ordnungen gereiht, vorgeführt. Zum erſten Male erſcheinen die Nadelhölzer und Gnetaceen als eine beſondere Gruppe deutlich umgrenzt und als Nacktſamige (Gymnospermeae) bezeichnet. Auch finden ſich die mit dem Namen Lagerpflanzen (Thallophyten) belegten ſtengelloſen Sporenpflanzen ſchärfer als von den Vorgängern in drei Reihen oder Klaſſen, nämlich in Algen, Flechten

und Pilze, geſchieden. Allerdings werden dieſe Gruppen noch als gleichwertig mit den Schachtelhalmen, Farnen, Bärlappen ꝛc. hingeſtellt, ſowie auch die Gymnoſpermeen nicht als beſonderer Hauptſtamm, ſondern nur als eine Klaſſe der mit dem Namen Endumſproſſer (Acramphibria) belegten Abteilung des Pflanzenreiches aufgeführt ſind. Endumſproſſer nennt Endlicher dieſelben Pflanzen, welche ſein Vorgänger Juſſieu Dikotyledoneen und de Candolle ringfaſerige Gefäßpflanzen (Vasculares exogenae) genannt hatte, und unterſcheidet von denſelben die Apetalae, Monopetalae und Polypetalae; letztere beide mit den geänderten Namen Gamopetalae und Dialypetalae.

Im großen und ganzen an der Anordnung de Candolles und Endlichers feſthaltend, haben in jüngſter Zeit Bentham und Hooker die bisher bekannt gewordenen 100,220 Arten der Blütenpflanzen in 8417 Gattungen und dieſe in 210 Ordnungen gruppiert. Von dieſen Ordnungen gehören 3 in die Klaſſe der Gymnoſpermeen, 35 in die Klaſſe der Monokotyledoneen, 36 in die Klaſſe der Monochlamydeen, 46 in die Klaſſe der Gamopetaleen und 90 in die Klaſſe der Polypetaleen der älteren Botaniker.

Daß die Gruppierung in Monochlamydeen (Apetaleen), Gamopetaleen (Monopetaleen) und Polypetaleen (Dialypetaleen), welche ſich auf die Farbe und Verbindung der Blumenblätter ſtützt, eine künſtliche ſei, wird zwar von allen Einſichtigen anerkannt, aber es iſt ſchwer, etwas Beſſeres an die Stelle zu ſetzen. Die Familien, welche in die große Abteilung der Dikotyledoneen gereiht werden, zeigen die mannigfaltigſten Beziehungen zu einander. Ein Zuſammenhang, der mit der Vorſtellung vereinbar wäre, daß ſich dieſe Familien auseinander entwickelt haben, iſt nicht herauszufinden, und eine Anordnung derſelben in Form einer Stufenleiter wäre ebenſo unnatürlich wie die Gruppierung nach dem Vorbilde eines verzweigten Aſtes. Treffend vergleicht Linné die Grenzen dieſer Familien mit den mannigfaltig verſchlungenen Grenzen von Ländern auf einer Landkarte. Die eine Familie berührt ſich mit zwei, die andere mit drei, wieder eine andere mit vier oder noch mehr angrenzenden Familien. Dieſe Berührung, beziehentlich Verwandtſchaft zeigt ſich nach den verſchiedenſten Seiten. Einzelne Familien ſind ſehr umfangreich, andere dagegen klein und zwiſchen die großen eingeſprengt und eingeſchaltet, wieder andere nehmen ſich aus wie einſame Eilande in dem die Küſten eines Feſtlandes beſpülenden Ozean.

Sehr beachtenswert iſt das im Jahre 1864 in Aſcherſons „Flora der Provinz Brandenburg“ veröffentlichte Syſtem von Alexander Braun. Die Dikotyledoneen werden in Apetalae, Sympetalae und Eleuteropetalae unterſchieden, was mit Rückſicht auf die Bedeutung der Namen den Eindruck der Übereinſtimmung mit den früher erwähnten Einteilungen von Juſſieu und Endlicher macht. Es beſteht aber ein weſentlicher Unterſchied darin, daß eine große Zahl von Familien, welche von den genannten älteren Botanikern bei den Apetalae untergebracht waren, nun zu den Eleuteropetalae geſtellt erſcheinen. Als Eleuteropetalae ſind jene Pflanzen bezeichnet, „bei welchen Kelch und Blumenkrone typiſch vorhanden ſind und letztere aus getrennten Blättern beſteht“. Sie gruppieren ſich in 24 Ordnungen: Hydropeltidinae, Polycarpicae, Rhoeadinae, Parietales, Passiflorinae, Guttiferae, Lamprophyllae, Hesperides, Frangulinae, Aesculinae, Terebinthinae, Gruinales, Columniferae, Urticinae, Tricoccae, Caryophyllinae, Saxifraginae, Juliflorae, Umbelliflorae, Myrtiflorae, Thymelaeinae, Santalinae, Rosiflorae, Leguminosae. Die von Eichler und Engler entwickelten Syſteme ſchließen ſich an jenes von A. Braun an. Von den Dikotyledoneen werden nur mehr Sympetalae und Eleuteropetalae (Choripetalae, Archichlamydeae) unterſchieden und die Apetalae (Monochlamydeae) ganz fallen gelaſſen. Drude dagegen kommt wieder auf die Einteilung de Candolles zurück, unterſcheidet die Dicotylodoneen in die Monochlamydeae und Dichlamydeae, welch letztere die Sympetalae und einen Teil der Eleuteropetalae umfaſſen.

Seit den vierziger Jahren hat die Kenntnis der von Endlicher unter dem Namen Lagerpflanzen (Thallophyten) zusammengefaßten Kryptogamen außerordentliche Fortschritte gemacht. Es fehlte auch nicht an Versuchen, die Ergebnisse der betreffenden Untersuchungen zusammenzufassen und für die systematische Einteilung dieser Pflanzengruppe zu verwerten. Die früher übliche Unterscheidung in Algen, Pilze und Flechten, welche sich auf das Vorhandensein oder Fehlen des Chlorophylls und auf die Lebensweise in oder außer dem Wasser gründete, wurde aufgegeben. Cohn unterschied (1872) die Lagerpflanzen mit Rücksicht auf die Verhältnisse der Sporen in sieben Gruppen, nämlich in Schizosporeen, Zygosporeen, Basidiosporeen, Ascosporeen, Tetrasporeen, Zoosporeen, Oosporeen. Von Sachs wurden (1874) die Lagerpflanzen insbesondere in Berücksichtigung der Befruchtungsvorgänge und des Generationswechsels in vier Klassen, nämlich in Protophyten, Zygosporeen, Oosporeen und Karposporeen, eingeteilt, und in jeder Klasse erscheinen die chlorophyllhaltigen und die chlorophyllosen einander gegenübergestellt. Von den Protophyten werden unterschieden Cyanophyceae, Palmellaceae (chlorophyllhaltig), Schizomyzeten, Saccharomyzeten (chlorophyllos); von den Zygosporeen: Volvocineen, Konjugaten (chlorophyllhaltig), Myxomyceten, Zygomyceten (chlorophyllos); von den Oosporeen: Sphaeroplea, Vaucheria, Ödogoniaceen, Fukaceen (chlorophyllhaltig), Saprolegniaceen, Peronosporeen (chlorophyllos); von den Karposporeen: Coleochaete, Floridеen, Characeen (chlorophyllhaltig), Ascomyceten, Äcidiomyceten, Basidiomyceten (chlorophyllos). Göbel (1882) unterscheidet zwar wieder Algen und Pilze, aber neben diesen als gleichwertige systematische Gruppen auch noch Myxomyceten, Diatomaceen und Schizophyten. Die Algen werden in Chlorophyceen, Phäophyceen und Rhodophyceen, die Pilze in Chytridineen, Ustilagineen, Phycomyceten, Ascomyceten, Äcidiomyceten und Basidiomyceten eingeteilt. Warming (1884) kehrt wieder zu der früher üblichen Gruppierung der Thallophyten in Algen und Pilze zurück und betrachtet die Myxomyceten als eine Klasse der Pilze und die Diatomaceen und Schizophyceen als zwei Klassen der Algen.

Das Zusammenfassen der Pflanzen nach der Ähnlichkeit ihres Baues, und zwar der Arten in Gattungen, der Gattungen in Familien, der Familien in Klassen und Ordnungen und der Ordnungen in zwei unter den Namen Kryptogamen und Phanerogamen bekannt gewordene Hauptabteilungen, führte zuletzt zu der Voraussetzung, daß auch diese beiden von einem einzigen Hauptstamme ausgehen, und bei einem Überblicke über die ganze Welt der Lebewesen mußte man folgerichtig auch noch daran denken, daß der Hauptstamm des Pflanzenreiches mit dem Hauptstamme des Tierreiches in einem gemeinsamen Ausgangspunkte zusammentreffe. Wer dergleichen Anordnungen auf dem Papiere verzeichnet sieht, wird sich unwillkürlich einen Stammbaum des Pflanzenreiches vorstellen, der sich fort und fort verästet und endlich in Tausenden von Zweigen, die wir Arten oder Spezies nennen, auflöst. Bewußt oder unbewußt hatten auch alle Botaniker, die sich um die Aufstellung eines natürlichen Systemes bemühten, im Geiste einen solchen Stammbaum vorschweben, und die Vorstellungen von demselben unterscheiden sich nur dadurch, daß bei der einen der Glaube zu Grunde lag, es hätten sich aus dem Uranfange in stufenweiser Reihenfolge zuerst die Lagerpflanzen, aus diesen die Moose, dann die Gefäßkryptogamen, die nacktsamigen und die bedecktsamigen Blütenpflanzen entwickelt, während nach der anderen Vorstellung dicht über der Wurzel des Baumes eine Zweiteilung in den Hauptast der Kryptogamen und jenen der Phanerogamen und dann noch eine oftmals wiederholte Ast- und Zweigbildung sowohl an diesem wie jenem Hauptaste stattfand. Wieder andere stellten sich zwar einen gemeinsamen Ausgangspunkt der ganzen Pflanzenwelt vor, meinten aber, daß dieser Ausgangspunkt der Mittelpunkt einer Sphäre gewesen sei, daß die Stämme wie Strahlen von dem gemeinsamen Zentrum ausgingen und sich gegen den Umfang der Sphäre in Äste und

Zweige auflöſten. Alle dieſe Hypotheſen begnügen ſich, die Urzeugung von einer einzigen oder einiger weniger Lagerpflanzen vorauszuſetzen, welche äußerſt einfach gebaut waren, aber die Fähigkeit beſaßen, ſich zu „differenzieren", d. h. verſchieden geſtaltete Nachkommen auszubilden, welche die Anfänge der Äſte des Stammbaumes bildeten. Man nannte dieſe Entwickelung eines Stammbaumes Phylogeneſis oder Phylogenie. Als ſelbſtverſtändlich wurde vorausgeſetzt, daß die Fähigkeit, ſich zu differenzieren, auch auf alle Nachkommen der durch Urzeugung entſtandenen erſten Pflanzenart, beziehentlich auf die Verzweigungen der Äſte übergegangen ſei. Doch ſind die Anſichten darüber geteilt, ob bei dieſer fortgeſetzten Differenzierung ein beſtimmter Plan, ein Vervollkommnungsprinzip eingehalten war, oder ob die Veränderungen ohne einen ſchon von Anfang her feſtgeſtellten Plan erfolgten.

Daß man bei der Aufſtellung eines Stammbaumes, der mit einer einfach gebauten Art anfängt und mit ſehr zuſammengeſetzt gebauten Arten abſchließt, auf der richtigen Fährte ſei, glaubte man insbeſondere durch den Vergleich der Phylogenie mit der Entwickelung des Individuums (Ontogenie) beſtätigt zu ſehen. Der mächtigſte blütengeſchmückte Baum nimmt bekanntlich ſeinen Anfang mit einem einzigen Protoplasmaklümpchen. Dieſes umgibt ſich mit einer Haut, nimmt infolge der Aufnahme von Nahrung aus der Umgebung an Umfang zu und vervielfältigt ſich; es entſtehen Zellenverbände und Zellengruppen; dieſe gliedern ſich in Achſe und Blätter, und dieſe nehmen wieder, entſprechend der Teilung der Arbeit, die mannigfachſten Formen an. Sie metamorphoſieren ſich, und die oberſten und letzten Glieder werden zu Blüten und Früchten. Ähnlich ſolchen reichgegliederten Individuen ſollte aber die geſamte Pflanzenwelt eine ſtufenweiſe Metamorphoſe erfahren können. Dem Ooplaſten, welcher den Ausgangspunkt des Individuums bildet, würden etwa die Schleimpilze, dem Zellenvereine, welcher nach erfolgter Befruchtung aus dem Ooplaſten hervorgeht, würden die Zellenpflanzen (Lagerpflanzen), dem in Achſe und Blätter gegliederten Gewebekörper des Keimlinges die Gefäßkryptogamen und dem mit Blüten abſchließenden Pflanzenſtocke die Blütenpflanzen (Phanerogamen) entſprechen.

Wie alle Vergleiche, nimmt auch dieſer die Einbildungskraft gefangen und hat in unſerer der naturphiloſophiſchen Spekulation wieder zuneigenden Zeit viel Anklang gefunden; ja er iſt ſogar als Lehrſatz und als Richtſchnur für viele Unterſuchungen zur Geltung gekommen. Es hält aber ſchwer, denſelben mit den anderen einſchlägigen Theorien, welche auf Erfahrung beruhen, in Einklang zu bringen. Der leitende Gedanke bei dem Vergleiche iſt, wie geſagt, daß die geſamte Pflanzenwelt einen ähnlichen Entwickelungsgang einhält und eine ähnliche Metamorphoſe durchmacht wie das einzelne Individuum einer Blütenpflanze. Es würde daher zunächſt die Frage zu beantworten ſein, worin denn das Weſen der Metamorphoſe des Individuums beſteht, und welches Ziel durch die Metamorphoſe erreicht werden ſoll. Wenn auch unbekannt iſt, welche Vorgänge bei der Metamorphoſe des Individuums in dem lebendigen Protoplasma desſelben ſtattfinden, ſo kann doch ſo viel als ſichergeſtellt gelten, daß ſich dieſe Vorgänge auf genau vorgezeichneten Bahnen vollziehen, daß der Aufbau der aufeinander folgenden Stufen bei jeder Art nach demſelben Plane erfolgt, daß äußere Einflüſſe, zumal jene des Klimas und Bodens, dieſen Plan nicht weſentlich zu verändern im ſtande ſind, und daß demnach der Aufbau und die Form, mit welcher die einzelnen aufeinander folgenden Stufen in Erſcheinung treten, in dem Protoplasma ſelbſt begründet ſind. Das Endziel der Metamorphoſe iſt bei allen Pflanzen die Bildung einer Frucht. Mit der Bildung der Fruchtanlagen hat die Metamorphoſe ein Ende erreicht, und der befruchtete Ooplaſt fängt nun die Metamorphoſe wieder von vorne an, d. h. er wird wieder zum Ausgangspunkte einer in denſelben Bahnen verlaufenden Umgeſtaltung. Das alles gilt ſowohl für den Apfelbaum als auch für die Palme, die Kiefer, den Schachtelhalm, das Laubmoos, den Blaſentang, die Armleuchtergewächſe, den Schimmel und die grünen Waſſerfäden. Nur

bedarf es bei den letzteren nicht ſo vieler Stufen wie bei den erſteren. Daß ſie deswegen das angeſtrebte Ziel nicht erreichen, wird niemand behaupten wollen. Gewächſe, deren Befruchtung und Fruchtbildung im Waſſer ſtattfindet, mag es das Waſſer der betauten Erde oder jenes im Schlamme des Flußufers oder im Grunde des Teiches ſein, erreichen das Ziel, ohne daß bei ihnen eine Metamorphoſe in Blumenblätter und Pollenblätter eintritt, und für jene, welche in der Meerestiefe leben, iſt auch die Gliederung in Stamm und Blätter überflüſſig. Ja, es wäre eine ſolche über das Ziel hinausgehende Metamorphoſe ſogar von Nachteil und daher nichts weniger als eine Vervollkommnung. Auch iſt es nach allem, was die Erfahrung über die Beziehungen der äußeren Verhältniſſe zur Geſtalt lehrt, undenkbar, daß ein Farn, wenn bei ihm die Befruchtung nicht im Tau- oder Regenwaſſer ſtattfinden kann, infolgedeſſen aus den bisher eingehaltenen Bahnen heraustreten und einen anderen Gang der Metamorphoſe einſchlagen würde. Aus dieſen Erörterungen iſt aber zu entnehmen, daß die Entwickelung des Individuums (Ontogeneſe) als Vorbild für die Entwickelung des zugehörigen Stammes, beziehentlich der Vorfahren, welche die Ahnenkette des betreffenden Individuums bilden, nicht gelten kann, und daß der Ontogeneſe als Stütze der Vorſtellung eines mit einfachen Formen beginnenden und mit reichgegliederten Formen abſchließenden Stammbaumes keine Bedeutung zukommt.

Als eine andere wichtige Stütze der Annahme, daß ſich aus einfachen Zellenpflanzen in aufſteigender Reihe die Blütenpflanzen herausgebildet haben, gilt auch das Ergebnis der entwickelungsgeſchichtlichen Unterſuchungen, demzufolge bei den verſchiedenſten Gruppen des Pflanzenreiches eine ausgeſprochene Ähnlichkeit in Beziehung auf die Form der demſelben Zwecke dienenden Organe beſteht. Bei der einen Gruppe erſcheinen dieſe Organe einfacher, bei der anderen verwickelter aufgebaut, die gemeinſame Tracht iſt aber nicht zu verkennen, und darauf gründen viele die Anſicht, daß die Träger entwickelungsgeſchichtlich ähnlicher Organe voneinander abſtammen. Dieſe Schlußfolgerung ſcheint mir aber nicht zuläſſig. Die Ähnlichkeit erklärt ſich viel einfacher aus der Übereinſtimmung der Ziele, welche erreicht werden ſollen. Wenn die Befruchtung darin beſteht, daß zwei an getrennten Stellen entſtandene Protoplaſten zuſammenkommen und ſich miteinander verbinden, ſo iſt eine Ähnlichkeit der dieſem Ziele dienenden Wege und Mittel ſelbſtverſtändlich. In dem einen Falle wird von den Geſchlechtszellen, welche eine Verbindung eingehen, der Waſſerweg, in dem anderen Falle der Luftweg eingeſchlagen. Das bedingt zwar eine Verſchiedenheit der Mittel in einzelnen Dingen, doch wird trotzdem die allgemeine Ähnlichkeit zum Ausdrucke kommen. Aus dieſer allgemeinen Ähnlichkeit kann daher nur gefolgert werden, daß ſich die verglichenen Lebeweſen ſämtlich durch Befruchtung erneuern, aber nicht, daß dieſelben einem gemeinſamen Ausgangspunkte entſpringen.

An dieſe Folgerung knüpft ſich die Frage, ob vielleicht aus der Verſchiedenheit der Befruchtungsorgane der weitere Schluß gezogen werden könnte, daß mehrere Pflanzenſtämme von jeher nebeneinander beſtanden haben. Erfahrungsgemäß entſtehen neue Geſtalten niemals aus Ablegern, ſondern ſtets nur aus Früchten. Es könnten daher auch neue Pflanzenſtämme nur auf geſchlechtlichem und niemals auf ungeſchlechtlichem Wege aus ſchon vorhandenen hervorgehen. Zuſammengeſetzte Lagerpflanzen müßten aus den Früchten einfacherer Lagerpflanzen, Farne aus den Früchten der Mooſe ꝛc. entſpringen. Solche Vorſtellungen mochten zu einer Zeit geſtattet ſein, in welcher die Befruchtungsvorgänge und die Entwickelung der Früchte, zumal jene der Lagerpflanzen ungenügend oder gar nicht bekannt waren. Heutzutage wird kein Botaniker an die Möglichkeit glauben, daß aus der Frucht einer Vaucheria eine Spirogyra, eine Ulothrix, ein Ödogonium, eine Floridee oder ein Armleuchtergewächs hervorgehen könnte. Es kann geſchehen, daß infolge der Kreuzung

dichogamer Vaucheria-Arten eine neue Art entsteht, aber diese wird zuverlässig wieder eine Vaucheria sein, und die Befruchtung wird sich bei ihr wieder nach dem Vorbilde ihrer Stammeltern vollziehen. Daß das Spermatoplasma von Vaucheria in den Zellenraum gelange, in welchem die Kopulation der Geschlechtszellen von Spirogyra (s. Band I, Tafel bei S. 22, Fig. 1) stattfindet, oder daß sich dieses Spermatoplasma mit einer oder mehreren Gameten von Ulothrix (s. S. 47) verbinde, ist ebenso unmöglich, wie daß die Gameten von Ulothrix, in den Bereich der Fruchtanlage von Vaucheria gekommen, dort eindringen und mit dem Ooplasten verschmelzen, und es ist ausgeschlossen, daß auf diese Weise ein Protoplasma entstehen könnte, welches den Ausgangspunkt eines neuen Stammes bildet. Daraus mag man aber den Schluß ziehen, daß jene Pflanzen, welche die Träger von Befruchtungsorganen mit tiefgreifender Verschiedenheit sind, nicht auseinander hervorgegangen sein können, sondern Stämmen angehören, die von jeher getrennt nebeneinander bestanden haben.

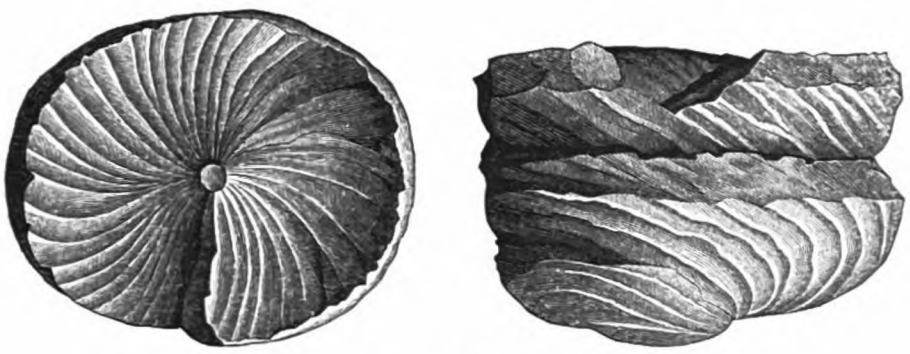
Auch die Erfahrungen, welche über die im Reiche der Pflanzen bestehenden Ernährungsgenossenschaften und in betreff der wechselseitigen Beziehungen grüner und nichtgrüner Gewächse gemacht wurden, sind hier nicht zu übersehen. In Band I, S. 242 wurde auf die Bedeutung der Verwesungspflanzen hingewiesen und hervorgehoben, daß von der durch diese Pflanzen veranlaßten Zersetzung der abgestorbenen Organismen die Fortdauer des Pflanzenlebens und überhaupt alles Lebens abhängt. Die grünen Pflanzen könnten nicht ohne die chlorophyllosen Verwesungspflanzen und die chlorophyllosen Verwesungspflanzen nicht ohne die grünen Pflanzen bestehen. Das mußte zu allen Zeiten so gewesen sein und wird auch in Zukunft so bleiben. Daraus ergibt sich aber wieder die Schlußfolgerung, daß jene chlorophyllosen Gewächse, durch welche die Leichen der grünen Pflanzen zersetzt werden, nicht aus den grünen Pflanzen entstanden sein können, sondern von jeher getrennten Stämmen angehörten.

Die sichersten Aufschlüsse über die Frage, ob zahlreiche Pflanzenstämme von jeher nebeneinander bestanden haben, oder ob die Pflanzenstämme, welche wir heutzutage nebeneinander sehen, im Laufe der Zeiten aus einem einzigen Stamme hervorgegangen sind, hat man von der Paläontologie erwartet. Wenn diejenigen Formen, bei denen eine weitgehende Teilung der Arbeit, ein verwickelter Bau der Organe und eine reiche Gliederung des Individuums beobachtet wird, und die man herkömmlich als „höhere Pflanzen" angesprochen hat, aus Formen hervorgegangen sind, welche die denkbar einfachste Lebensweise führen, einen sehr einfachen Bau besitzen und dem entsprechend „niedere Pflanzen" genannt wurden, so läßt sich voraussetzen, daß einstmals nur niedere Pflanzen die Erde bevölkerten. Auch müßte es eine Zeitlang Pflanzenformen gegeben haben, die man sich als Ausgangspunkt für zwei oder mehrere erst später in Erscheinung getretene Stämme vorstellen könnte. In jenen pflanzenführenden Schichten, welche die Geologen als die ältesten ansehen, könnten nur Reste von sehr einfachen Lagerpflanzen gefunden werden, in den nächst jüngeren Schichten nur Tange, Floridеen und Flechten, in noch jüngeren Armleuchtergewächse und Moose oder Pflanzen, welche weder das eine noch das andere waren, sondern die Ausgangspunkte einerseits für Moose und anderseits für Armleuchtergewächse bildeten und die, nachdem die „Differenzierung" erfolgt war, ausstarben.

Der Graphit, welcher als die älteste Spur pflanzlichen Lebens auf der Erde angesehen wird, gibt in dieser Beziehung leider keinen Aufschluß. Aus seinem Vorkommen im Schiefergebirge, zusammen mit kristallinischem Kalke und Schwefelkiese, könnte man mutmaßen, daß er aus Pflanzen hervorgegangen sei, welche auf den durch Tiere aufgebauten Kalkriffen hafteten, oder daß er aus Meerespflanzen seinen Ursprung genommen habe, welche an dem Küstensaume dieser Kalkriffe lebten. Dort, wo der Graphit in größerer Mächtigkeit auftritt,

iſt man auch verſucht, an Torfmoore zu denken, aus welchen er hervorgegangen ſein könnte. Das ſind alles, wie geſagt, Vermutungen; denn infolge des Umſtandes, daß Kohle, Kalk und die Silikate kriſtalliniſch geworden ſind, fehlen alle Anhaltspunkte zur Feſtſtellung der Stämme, welchen die den Graphit bildenden Pflanzen angehört haben könnten. Nebenbei ſei hier noch bemerkt, daß der Graphit zwar die älteſten bekannt gewordenen Spuren des Pflanzenlebens auf der Erde bildet, daß aber die ihm zu Grunde liegenden Pflanzen nicht notwendig auch die erſten auf der Erde geweſen ſein müſſen. Daß die Geſteine, mit welchen zuſammen der Graphit vorkommt, die erſte feſte Rinde der Erde gebildet haben, iſt zu bezweifeln. Viel wahrſcheinlicher iſt, daß dieſe Geſteine aus anderen zerſtörten Geſteinen, beziehentlich Gebirgen hervorgegangen ſind, ſowie ſie ja ſpäter ſelbſt zum großen Teile wieder zerſtört wurden und zur Bildung neuer Schichten Veranlaſſung gaben.

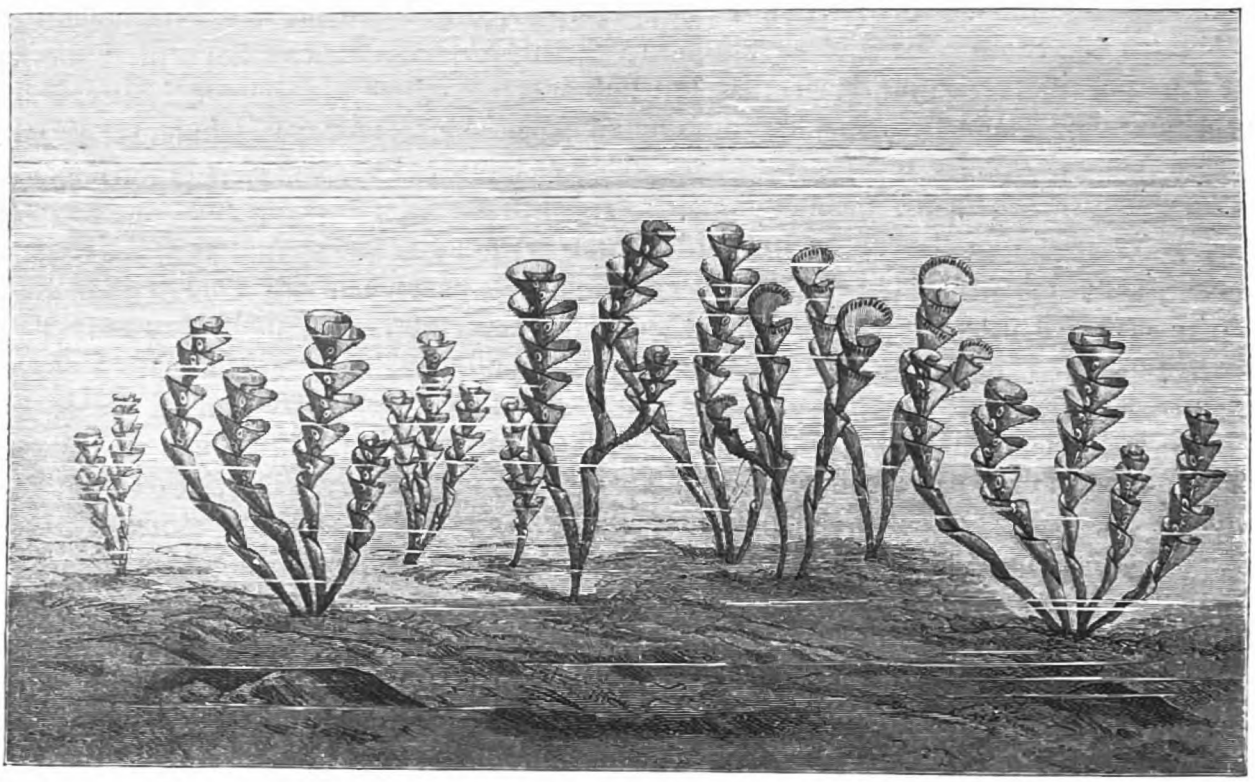
Die aus den paläozoiſchen Formationen ſtammenden Pflanzenreſte ſind in ihren Formen leidlich gut zu erkennen. Jene Gebilde, welche man früher für foſſile Tange hielt, werden zwar in neuerer Zeit als Fährten von Würmern und Meduſen gedeutet, aber einige derſelben ſind denn doch unzweifelhaft Reſte von Tangen. Von anderen Lagerpflanzen, die damals im Waſſer lebten, iſt nur das ſeltſame Spirophyton (ſ. nebenſtehende Abbildung) bekannt geworden. Dasſelbe könnte vielleicht als ein unter Waſſer lebendes Lebermoos gedeutet werden; wenigſtens hat es einige Ähnlichkeit mit der im Genfer See jetzt lebenden Riella Reuteri und der in Algerien heimiſchen Riella helicophylla (ſ. Abbildung, S. 599). Von Lagerpflanzen, welche damals außerhalb des Waſſers gelebt haben könnten, ſind nicht einmal Spuren bekannt. Dagegen findet man mächtige, baumförmig entwickelte Gefäßkryptogamen mit Strünken, Wedeln und Blättern, welche den jetzt lebenden Schachtelhalmen, Farnen und Bärlappen an die Seite zu ſtellen ſind. In der Kohlenformation ſpielen dann auch Cykadeen und Nadelhölzer eine große Rolle. Bedecktſamige Blütenpflanzen wurden dagegen in jenen Schichten bisher nicht nachgewieſen. Es wäre thöricht, dieſes Ergebnis als einen Beweis dafür anzuſehen, daß es damals keine Lagerpflanzen und keine bedecktſamigen Blütenpflanzen gegeben habe. Was aus jener Periode auf uns gekommen iſt, bildet gewiß nur einen kleinen Bruchteil der damaligen Pflanzenwelt und beſchränkt ſich, augenſcheinlich auf die Flora der Torfmoore, welche ebenſo arm an Arten und ebenſo eintönig war, wie ſie es noch heutzutage iſt. Auch gegenwärtig findet man in den Mooren als herrſchende Pflanzen: Schachtelhalme, Farne, Bärlappe und Nadelhölzer und in den tropiſchen Gebieten auch noch Cykadeen; aus jeder Gruppe nur wenige Arten, dieſe aber in Tauſenden von Stöcken aneinander gereiht und zu umfangreichen Beſtänden verbunden. Wer die Geſchichte dieſer Moore kennt, weiß, daß für die genannten Pflanzenformen der Boden durch andere Gewächſe vorbereitet werden muß. Equisetum limosum, Aspidium Thelypteris, Lycopodium inundatum ꝛc. gedeihen nicht auf einem Erdreiche, welchem der Humus fehlt; ſie bedürfen eines von den abgeſtorbenen Reſten früherer Anſiedler durchſetzten Bodens, um ſich ernähren und entfalten zu können. Jene Pflanzen aber, welche als erſte Anſiedler auftreten, gehören erfahrungsgemäß ganz anderen Stämmen an (ſ. Band I,



Spirophyton aus dem rheiniſchen Devon.

S. 246). Wenn nun an dem Grundſatze feſtgehalten wird, daß die Entwickelung der Torfmoore in längſt vergangenen Zeiten nicht anders vor ſich ging wie in der Gegenwart, ſo muß auch angenommen werden, daß den Beſtänden aus Schachtelhalmen, Farnen, Bärlappen und Cykadeen Beſtände aus anderen Gewächſen vorausgingen, welche als erſte Anſiedler den Boden zubereiteten. Welchen Pflanzenſtämmen dieſe erſten Anſiedler angehört haben mochten, iſt zwar aus den vorliegenden Reſten nicht zu ermitteln; doch iſt es im Hinblicke auf die Geſchichte der gegenwärtigen Torfmoore nicht unwahrſcheinlich, daß ſich darunter ſowohl Lagerpflanzen als bedecktſamige Blütenpflanzen befanden.

Daß die aus Schachtelhalmen, Farnen, Bärlappen und Cykadeen gebildete Geſellſchaft, welche ſich auf den Torfmooren der paläozoiſchen Zeit breit machte, in ſo gutem Zuſtande



Riella helicophylla unter Waſſer. Vergrößert. Vgl. Text, S. 598.

foſſil auf uns gekommen iſt, wird aus den überall im Torfe ſich bildenden Humusſäuren erklärt (ſ. Bd. I, S. 241). Es gibt vier Mittel, welche es möglich machen, daß ſich eine Pflanze in foſſilem Zuſtande erhält; das erſte bilden die Humusſäuren; das zweite die aus den Nadelhölzern ausfließenden Harze, welche den Bernſtein bilden; das dritte Schlamm und Sand, welche bei Überflutungen herbeigeführt werden, und das vierte die Verkieſelung und Verkalkung der Zellhaut oder die Bildung einer Kalkkruſte, welche aus dem kalkhaltigen Waſſer auf die Pflanzenteile niedergeſchlagen wird. Daß dieſe vier Erhaltungsmittel zu allen Zeiten wirkſam ſein konnten, iſt wohl nicht zweifelhaft, aber eine andere Frage iſt, ob uns die auf dem vierfachen Wege gebildeten Foſſilien aus allen Perioden auch überliefert worden ſind. Wie viele ältere Schichten ſind längſt wieder zerſtört und zum Aufbaue jüngerer Schichten verwendet worden, und wie viele Hebungen und Senkungen haben dieſe Schichten erfahren! Es dürfte in der That ſchwer ſein, eine Stelle auf dem Erdenrunde ausfindig zu machen, welche nicht ſchon wiederholt über und unter dem Meere war. Vieles, was Aufſchluß geben könnte, ruht gegenwärtig, von unermeßlichen Waſſermaſſen bedeckt und für uns unzugänglich, im Grunde des Meeres, und es wäre vermeſſen, aus den Studien an den

wenigen aufgeschlossenen und genauer untersuchten Stellen der Erdoberfläche den Schluß ziehen zu wollen, daß die dort gefundenen fossilen Reste mehr seien als ein winziger Bruchteil der Pflanzenwelt verschollener Perioden.

Mit diesen Bemerkungen soll hier nur angedeutet sein, daß es nicht außer dem Bereiche der Möglichkeit liegt, daß in den Schichten der paläozoischen Periode außer den auf Torfmooren gewachsenen Gefäßkryptogamen, Cykadeen und Nadelhölzern dermaleinst auch noch Gewächse anderer Standorte, zumal solche aus dem süßen und salzigen Wasser oder aus den Wäldern der Sanddünen und Flußufer aufgefunden werden. Daß aber unter diesen auch bedecktsamige Blütenpflanzen vertreten sein würden, wird niemand bezweifeln, der einen Blick auf die Pflanzenreste wirft, welche aus der mesozoischen Zeit auf uns gekommen sind. Neben den Pflanzen der Torfmoore findet man nämlich in den oberen Schichten der Kreide auch die Vertreter einer unendlich reichen, aus bedecktsamigen Blütenpflanzen gebildeten Waldflora. Da gibt es Platanen, Birken, Buchen, Eichen, Pappeln, Weiden, Feigen- und Lorbeerbäume, Ahorne, Epheu und andere Araliaceen, Brotfruchtbäume, Tulpenbäume und Magnolien, Kirschbäume und Hülsengewächse aus der Abteilung der Cäsalpineen, Palmen, Binsen und Gräser. Wer nicht des Glaubens ist, daß diese bedecktsamigen Blütenpflanzen erst in der mesozoischen Zeit erschaffen wurden, und wer nicht an das noch größere Wunder glaubt, daß sie aus den Gefäßkryptogamen, Cykadeen und Nadelhölzern hervorgegangen seien, kommt zu der Überzeugung, daß sie auch in der paläozoischen Zeit bereits vertreten gewesen sein müssen. Besonders hervorzuheben ist noch, daß man von Mittelstufen oder Übergangsformen, welche die oben aufgezählten bedecktsamigen Blütenpflanzen mit den nacktsamigen Blütenpflanzen oder mit den Gefäßkryptogamen verbinden würden, nicht die geringste Spur gefunden hat. Man erkennt sofort, daß das eine Blatt von einem Tulpenbaume, das zweite von einem Ahorne, das dritte von einem Feigenbaume, das vierte von einer Palme ꝛc. herstammt; aber eine Pflanze, welche etwa als Bindeglied der Palmen oder Feigenbäume mit den Nadelhölzern oder Gefäßkryptogamen gedeutet werden könnte, ist nirgends nachgewiesen.

Der flüchtigste Blick auf die genannten Pflanzenformen zeigt, daß sie Bestandteile von Laub- und Mischwäldern waren. Es kann aber vorausgesetzt werden, daß gleichzeitig mit diesen Wäldern auch noch andere Pflanzengesellschaften die Erde bevölkerten. Die Felsterrassen und Geröllhalden sowie das ebene trockene Land waren gewiß nicht pflanzenleer. Daß sich von den an diesen Standorten gewachsenen Pflanzen keine fossilen Reste erhalten haben, darf nicht überraschen. Die Stauden und Kräuter des trockenen Bodens verwittern sofort, nachdem sie abgestorben sind, und was von ihnen übrigbleibt, ist formloser, der Erde beigemengter Humus. Von den Flechten und Moosen, Nelken und Korbblütlern, Steinbrechen und Fettpflanzen, welche gegenwärtig die Felsgesimse an den trockenen Abhängen der Berge schmücken, wird ebensowenig etwas im fossilen Zustande auf die Nachwelt kommen, wie von den Tulpen und Schwertlilien, Doldenpflanzen und Salzkräutern der Steppenflora, und wenn nach Millionen von Jahren aus dem Fehlen fossiler Reste dieser Pflanzen geschlossen werden sollte, daß sie in unserer Periode gar nicht vorhanden gewesen seien, so wäre das ein arger Irrtum. Ebenso unrichtig wäre es aber, wenn jemand aus dem Fehlen solcher Pflanzen in den Schichten früherer Perioden begründen wollte, daß sie damals nicht bestanden hätten. Dasselbe gilt auch von den meisten unter Wasser lebenden grünen, braunen und roten Lagerpflanzen und den zahllosen Verwesungspflanzen, welche die Zersetzung der tierischen und pflanzlichen Leichname unter und über Wasser zu besorgen haben und dadurch den ewigen Kreislauf des Lebens im Gange erhalten. Von den ersteren hat man nur die Diatomeen, deren Zellhaut sich in einen unverwüstlichen Kieselpanzer verwandelt, dann jene Florideen, welche sich ähnlich wie die Korallen mit einem Kalkgerüste versehen, und einige

derbe Tange im fossilen Zustande kennen gelernt. Es ist aber sehr beachtenswert, daß die zahllosen fossilen Diatomeen, welche im sogenannten Tripel auf uns gekommen sind, und die mannigfaltigen verkalkten Florideen, welche sich in den Bänken des Nulliporenkalkes erhalten haben, den noch jetzt lebenden täuschend ähnlich sehen, daß sich diese Stämme seit Äonen gleichgeblieben sind, und daß in keiner der älteren Schichten eine Form gefunden worden ist, welche als Übergang zu einem anderen Stamme gedeutet werden könnte. Von den zahlreichen Wasserpflanzen mit zarter Zellhaut, welche ebenso rasch vergehen, wie sie sich entwickeln, von den das Regenwasser und den Firn der Gletscher rot färbenden Sphaerella-Arten, den mikroskopischen Desmidiaceen, den grünen Fäden der Gattung Spirogyra und den merkwürdigen dunkelgrünen Schläuchen der Vaucheria, von welchen die Tafel in Band I, bei S. 22 eine Übersicht gibt, ebenso von den zarten Florideen, welche auf der Tafel in Band I, bei S. 547 abgebildet sind, kennt man mit Sicherheit keine fossilen Reste. Von Schwämmen sind einige holzige Polyporus-Arten auf uns gekommen und zwar in Formen, welche den jetzt an alten Baumstrünken lebenden sehr ähnlich sehen. Von Schimmelbildungen haben sich einige Arten im Bernstein erhalten. Es liegt mir ein Stück Bernstein vor, in welchem Insekten eingeschlossen sind; von einem Insekte geht ein Gespinst von Mycelfäden aus, welches zweifellos einem Schimmel angehört. Dieser Befund ist insofern sehr lehrreich, weil er zeigt, daß in der Tertiärzeit und gewiß auch in den früheren Perioden die Beziehungen der Verwesungspflanzen zu den Leichen der Tiere und Pflanzen dieselben waren wie heutzutage. Alle diese Erfahrungen zusammengehalten, ergeben, daß zarte Lagerpflanzen, deren Zellen nicht verkieseln und verkalken, oder welche nicht in Harz eingeschlossen werden, auch nicht im fossilen Zustande erhalten bleiben. Niemand aber wird aus diesem Ergebnisse den Schluß ziehen wollen, daß die Stämme, welchen solche zarte Gewächse angehören, in früheren Perioden nicht vertreten gewesen seien.

Vergleicht man, von den hier entwickelten Gesichtspunkten ausgehend, das Einst und Jetzt der Pflanzenwelt und zwar insbesondere im Hinblicke auf die Frage, ob die jetzt lebenden Stämme auch in früheren Perioden nebeneinander bestanden haben, oder ob sie im Laufe der Zeiten aus einem einzigen oder aus einigen wenigen durch Urzeugung entstandenen Lebewesen hervorgegangen sind, so wird man sich für das erstere entscheiden müssen. Die sogenannten „höheren" Pflanzen sind nicht aus den sogenannten „niederen" hervorgegangen, die Stämme der höheren und niederen Pflanzen lebten von jeher nebeneinander in Wechselbeziehungen, auf welchen die Möglichkeit und die Fortdauer des pflanzlichen Lebens beruht. Im Bereiche eines jeden Stammes fanden zu allen Zeiten Umgestaltungen statt. Es entstanden infolge der Kreuzung aus schon vorhandenen Arten neue Arten, beziehentlich neue Artengruppen. Von diesen erhielten sich diejenigen, welche mit den jeweiligen klimatischen Verhältnissen am besten im Einklange standen. Aber die Umgestaltung bei der Bildung neuer Arten ging niemals so weit, daß dadurch die Eigentümlichkeiten des Stammes verschwanden. Wir erkennen in den fossilen Lorbeerbäumen, Magnolien, Eichen, Palmen, Gräsern, Tannen, Schachtelhalmen, Farnen, Bärlappen, Florideen, Diatomeen und Schimmeln sofort die Voreltern jetzt lebender Arten. Das wäre nicht möglich, wenn durch die Veränderungen, welche die Arten erfahren haben, auch die Stammeseigentümlichkeiten verwischt worden wären.

Wenn ich nun an die Aufgabe herantrete, dasjenige, was die theoretischen Erwägungen ergeben haben, im einzelnen auszuführen, die verschiedenen von jeher nebeneinander bestehenden Stämme des Pflanzenreiches vorzuführen und durch Angabe der ihnen eigentümlichen Merkmale zu kennzeichnen, so verhehle ich mir nicht die großen Schwierigkeiten dieses Unternehmens. So wertvoll auch die Ergebnisse sind, welche Paläontologie, Morphologie

und Phyſiologie an die Hand geben, ſo bilden dieſe doch nur ein Stückwerk, und es gibt keine der drei genannten Wiſſenſchaften die zur vollſtändigen Löſung der Aufgabe ausreichenden Anhaltspunkte. Eine der größten Schwierigkeiten iſt die oben erwähnte Unvollſtändigkeit der foſſilen Pflanzen. Es läßt ſich aus den vorliegenden Reſten zwar im allgemeinen feſtſtellen, daß zahlreiche Stämme in der meſozoiſchen und paläozoiſchen Periode nebeneinander beſtanden haben, aber für viele Stämme, welche heute ohne Übergänge nebeneinander leben, fehlen die Belege, und wenn wir das Vorhandenſein dieſer Stämme in früheren Perioden vorausſetzen, ſo iſt das zwar eine berechtigte Hypotheſe, aber kein Beweis. Wie gefährlich es anderſeits iſt, aus der Ähnlichkeit der Organe, welche an den jetzt lebenden Artengruppen beobachtet wird, auf die Zuſammengehörigkeit zu ſchließen, wurde bereits früher erörtert (ſ. S. 596). Bis zu einem gewiſſen Grade ſtimmen alle Organe, welche eine gleiche Arbeit zu leiſten haben, miteinander überein. Dieſe Übereinſtimmung wird deſto größer, je ähnlicher die Bedingungen ſind, unter welchen die Arbeit von den betreffenden Organen geleiſtet wird. Arten der verſchiedenſten Stämme tragen, wenn ſie unter Waſſer leben, viele gemeinſame Merkmale zur Schau; die Gewächſe, bei welchen die Übertragung der männlichen Geſchlechtszellen durch die Luftſtrömungen erfolgt, zeigen viel Übereinſtimmendes im Bau und in der Stellung der Blumen- und Pollenblätter. Ebenſo bedingt die Form der blütenbeſuchenden Tiere eine Menge übereinſtimmender Merkmale der beſuchten Blüten. Die mit Fegehaaren beſetzten Griffel, welche bei den Proteaceen und dann wieder bei den Korbblütlern vorkommen, ſowie gewiſſe Ausbildungen, welche an den von kleinen Fliegen beſuchten Blüten der Aroideen und dann wieder bei den Ariſtolochineen angetroffen werden, mögen in dieſer Beziehung als Beiſpiele erwähnt ſein. Trotz dieſer Bedenken iſt ſelbſtverſtändlich die Ähnlichkeit in dem Aufbaue und in der Geſtalt der Organe, und zwar ſowohl derjenigen, welche der Fortpflanzung, als auch jener, welche der Ernährung und dem Wachstume dienen, eingehend zu berückſichtigen. Dieſe Ähnlichkeit wird ſtets als ein wichtiger Maßſtab bei der Abgrenzung der Stämme zu gelten haben.

Da in dem vorhergehenden Abſchnitte begründet wurde, daß jeder Art ein Protoplasma mit ſpezifiſcher Konſtitution zu Grunde liegt, ſo könnte die Frage aufgeworfen werden, ob nicht jeder Pflanzenſtamm in dieſer Beziehung etwas Gemeinſames an ſich habe. So manche Wahrnehmungen ſprechen entſchieden für dieſe Auffaſſung. Daß die Schimmel, die Oscillarineen, die Tange, die Armleuchtergewächſe ꝛc. einen wenn auch nach den Arten abgeänderten, aber im großen und ganzen doch übereinſtimmenden Duft entwickeln, und daß man aus dieſem Dufte bei jeder dieſer Gruppen auf eine beſtimmte Konſtitution des Protoplasmas zurückzuſchließen berechtigt iſt, wurde wiederholt beſprochen. Auch der Duft, welchen die Laubmooſe entwickeln, kehrt bei keiner anderen Pflanzengruppe wieder. Dasſelbe gilt von den Farnen. Die zarten Hymenophyllaceen der tropiſchen Gebiete entbinden bei dem Welken der Wedel denſelben eigentümlichen Duft wie die großen Farne unſerer Wälder. Die Nadelhölzer, die Doldenpflanzen, die Lippenblütler, die Schotengewächſe oder Kreuzblütler zeigen ähnliche Verhältniſſe. Iſt es nicht auch eine auffallende Erſcheinung, daß ſich der ſchmarotzende Pilz Cronartium asclepiadeum ſowohl auf Vincetoxicum officinale als auf Gentiana asclepiadea anſiedelt, alſo auf zwei Pflanzen, welche die Botaniker zwar in zwei Familien ſtellen, aber doch als zu einem Stamme gehörend betrachten! Dieſen Erfahrungen ließen ſich noch zahlreiche andere, namentlich mit Rückſicht auf die Auswahl der Pflanzennahrung von ſeiten der Tiere beifügen. Was wir aber in dieſer Beziehung wiſſen, iſt noch ſo lückenhaft und unſicher, daß vorläufig von einer Verwertung dieſer Verhältniſſe bei der Abgrenzung der Stämme nicht die Rede ſein kann.

Von größter Bedeutung für die Abgrenzung der Pflanzenſtämme iſt die Fähigkeit der geſchlechtlichen Vereinigung. Pflanzenarten, welche ſich geſchlechtlich vereinigen

können, gehören unzweifelhaft einem Stamme an. Gegen diesen Grundsatz wird sich nichts einwenden lassen, und wenn er durchgehends in Anwendung gebracht werden könnte, so wäre auch die Abgrenzung der Pflanzenstämme erledigt. Es knüpfen sich aber an diesen Satz sehr viele Aber und Wenn. Schon die Umkehrung des Satzes muß Bedenken erregen. Es ginge doch nicht an, zu behaupten, daß alle Pflanzen, welche sich nicht geschlechtlich vereinigen können, verschiedenen Stämmen angehören. Man hat ermittelt, daß Kreuzungen von Orchideen, welche alle Botaniker als Glieder verschiedener Gattungen ansehen, von Erfolg begleitet waren; anderseits hat sich aber auch ergeben, daß die Kreuzung sehr ähnlicher Arten aus der Familie der Doldenpflanzen zu keiner Fruchtbildung führt. Niemand wird es aber einfallen, daraus zu schließen, daß diese Doldenpflanzen verschiedenen Stämmen angehören. Wenn man erwägt, wie gering die Zahl der Blütenpflanzen ist, an welchen die Befruchtungsvorgänge bis jetzt beobachtet wurden, und wenn man berücksichtigt, daß die Befruchtung vieler Sporenpflanzen noch gänzlich unbekannt ist, so wird die Hoffnung, die in Rede stehenden Verhältnisse bei der Abgrenzung der Stämme benutzen zu können, sehr herabgestimmt. Indessen wäre es doch wieder zu weit gegangen, wollte man auf dieselben gar keine Rücksicht nehmen. Für die Sporenpflanzen, deren Befruchtung überhaupt genauer bekannt ist, sind sie, wie schon wiederholt angedeutet wurde, mehr als alles andere maßgebend, und auch für die phanerogamen Pflanzen wird sich im Gefolge weiterer Untersuchungen wohl irgend ein Maßstab finden lassen, welcher von der Fähigkeit der verschiedenen Formen, sich geschlechtlich zu verbinden, ausgeht. Vorläufig dürfte das Zweckmäßigste sein, alle jene Arten, beziehentlich alle jene Artengruppen als zu einem Stamme gehörig zu betrachten, bei welchen die Geschlechtsorgane so übereinstimmend gebaut sind, daß die Möglichkeit einer geschlechtlichen Vereinigung vorausgesetzt werden kann. Bei dem Festhalten an diesem Grundsatze sind zunächst alle jene Gattungen, welche von den Botanikern der neueren Zeit in eine Familie zusammengefaßt werden, als einem Stamme angehörend zu betrachten. Aber auch die in betreff der Fruchtanlage übereinstimmenden Familien werden noch als Angehörige desselben Formenkreises, beziehentlich desselben Stammes anzusehen sein.

Um über die vielen Pflanzenstämme eine Übersicht zu gewinnen, empfiehlt es sich, dieselben auf Grund hervorstechender gemeinsamer Merkmale aneinander zu reihen und zu gruppieren. Das Nächstliegende ist, daß mit Stämmen begonnen wird, welchen die Pflanzen mit sehr einfacher Organisation angehören, und daß jene Stämme, deren Angehörige einen sehr komplizierten Aufbau zeigen, den Schluß bilden. Diese Reihenfolge soll aber nicht die Vorstellung erwecken, daß die letzten sich aus den ersten entwickelt haben. Sie hat lediglich die Bedeutung der Übersichtlichkeit, und es muß hier zur Vermeidung von Mißverständnissen ausdrücklich die Erklärung abgegeben werden, daß diese Gruppierung der Stämme eine künstliche ist.

Die nun folgende Übersicht des Gewächsreiches, welche den im vorhergehenden mitgeteilten Erfahrungen und den daraus entwickelten Vorstellungen über die Geschichte und die Wechselbeziehungen der Pflanzenstämme Rechnung trägt, macht weder Anspruch auf Vollständigkeit, noch auf Unfehlbarkeit. Was an ihr unvollständig ist, wird mit der Erweiterung der paläontologischen, morphologischen und physiologischen Kenntnisse eine Ergänzung finden; die Irrtümer, zumal jene, welche die Stellung einzelner Familien betreffen, mögen im Hinblicke auf die Schwierigkeit, die überwältigende Menge der Einzelbeobachtungen zu sichten, entschuldigt werden. Wollte man abwarten, bis alles Zweifelhafte erledigt wäre, so müßte man überhaupt den Versuch, eine übersichtliche Darstellung des ganzen Pflanzenreiches zu geben, unterlassen. Wenn irgendwo, so paßt hier das geflügelte Wort: der Naturforscher müsse den Mut haben, zu irren!

Erste Abteilung der Pflanzenstämme: Kryptogamen oder Sporenpflanzen.

1. Reihe. Kryptogamen ohne Gefäßbündel: Lagerpflanzen oder Thallophyten.

1. Gruppe: Thallophyten, welche der zur Kohlenstoffassimilation notwendigen Farbstoffe entbehren und unter dem Namen Pilze begriffen werden.

1. Stamm: Myxomycetes, Schleimpilze.

Verwesungspflanzen, die auf morschem Holzwerke, abgestorbenen Halmen, Laubblättern und Nadeln sowie auf formlosem Humus leben, seltener Schmarotzer, welche frische grüne Pflanzen überfallen. Das Protoplasma scheidet keinen Zellstoff ab. Wenn Häute gebildet werden, so bestehen diese nicht aus Zellstoff, sondern sind nur als erhärtetes Protoplasma anzusehen. Auch die Haut der Sporen ist verhärtetes Protoplasma. Wenn eine Spore keimt, so reißt die Haut auf und es schlüpft aus ihr ein schleimiger, im Wasser schwimmender oder auf feuchter Unterlage herumkriechender Protoplast hervor, welcher Myxamöbe genannt wird. Die Myxamöbe nimmt bei den kriechenden, durch Vorstrecken und Einziehen einzelner Teile ihres Leibes vollführten Bewegungen Nahrung aus der Umgebung auf, wächst und kann sich durch Zerstückelung vervielfältigen. Die Vereinigung und Verschmelzung mehrerer Myxamöben zu einem Körper wird als Befruchtung aufgefaßt, und der durch die Verschmelzung entstandene, unter dem Namen Plasmodium bekannte Körper ist als Frucht zu bezeichnen. Aus dem Plasmodium geht eine neue Generation hervor, welche Äthalium genannt wird. Diese nimmt bei den verschiedenen Arten sehr mannigfaltige Gestalten an (s. Abbildung, S. 485). Ein Teil des Protoplasmas erhärtet und bildet die Kruste eines von der Unterlage sich erhebenden Körpers; ein Teil formt sich zu Sporen, welche ein dunkles Pulver darstellen, und in den meisten Fällen entsteht innerhalb der Kruste auch noch ein Gerüste aus Rippen und Spangen und ein Netzwerk aus zarten Fäden, welches als Kapillitium angesprochen wird. Die Sporen gehen bei der geringsten Erschütterung als Staub in die Luft über und keimen, sobald sie auf eine geeignete Unterlage gelangen, womit der Entwickelungsgang von neuem beginnt. Unter ungünstigen äußeren Verhältnissen erhärtet das ganze Protoplasma eines Plasmodiums und wird zu einem sogenannten Sklerotium. Sobald aber die Verhältnisse für die weitere Entwickelung wieder günstig werden, gestaltet sich dasselbe neuerdings zu einer schleimigen Masse.

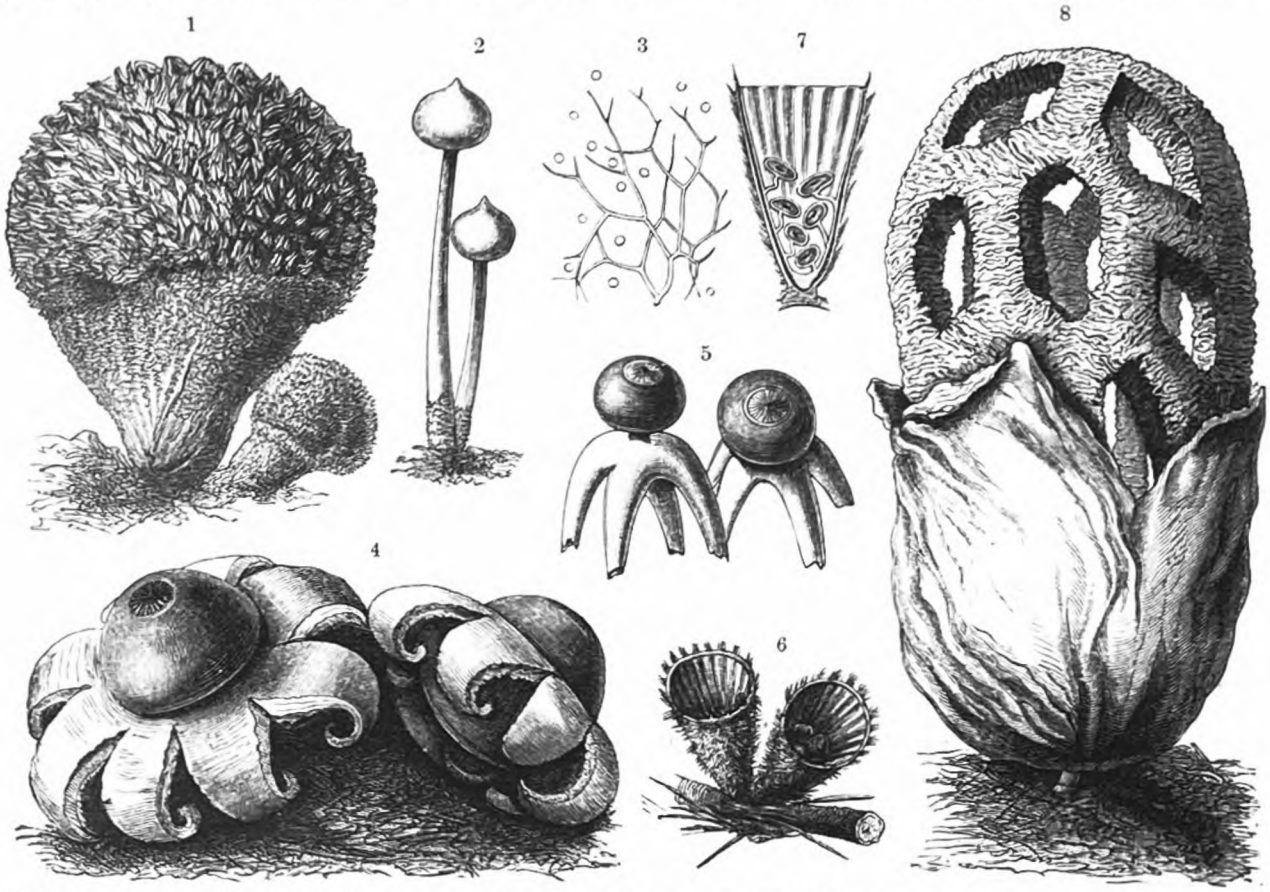
Fossile Schleimpilze sind nicht bekannt. Die Zahl der lebenden, bis jetzt bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 450.

2. Stamm: Gasteromycetes, Bauchpilze, Bovisten.

Umfaßt die Familien: Phallaceae, Lycoperdaceae, Nidulariaceae.

Verwesungspflanzen, welche sich von dem Moder und Humus im Grunde der Wälder, Wiesen und Grasfluren ernähren. Die Haut, mit welcher sich das lebende Protoplasma umgibt, besteht vorwaltend aus stickstoffhaltigen Bestandteilen. Aus der keimenden Spore wächst eine Hyphe hervor, d. h. eine dünnwandige, schlauchförmige Zelle, welche die Gestalt eines Fadens hat. Diese Hyphe zeigt Spitzenwachstum, und es schieben sich hinter der fortwachsenden Spitze Scheidewände in dieselbe ein. Auch verzweigt sie sich, und die Hyphenäste verbinden sich durch Anastomosen. Das auf diese Weise entstandene Gespinst aus Hyphen, welches den Humus durchzieht und die Ernährung besorgt, wird Mycelium genannt. Das Mycelium der Gasteromyceten erscheint verfilzt in Form von weißen Flocken, Fransen und Strängen. Die Befruchtung ist unbekannt, doch findet sie wahrscheinlich unterirdisch durch eine Verbindung besonderer Hyphenfäden statt. Aus dem Mycelium erhebt sich eine als „Fruchtkörper" angesprochene Generation über die Erde, welche sich in ein äußeres und inneres Hyphengeflecht scheidet. Das äußere Hyphengeflecht bildet eine

hautartige, lederige, pergamentartige oder papierartige Hülle (Peridie), das innere Hyphengeflecht ist anfänglich sehr weich und wasserreich, und es entstehen in ihm Hohlräume und Kammern. Hier werden auch die Sporen und zwar durch Abgliederung von den Enden der Hyphen ausgebildet. Diese Enden der Hyphen zerfließen und wandeln sich in eine süß schmeckende Flüssigkeit um, in welcher die Sporen schwimmen, oder es bleibt jener Teil des Hyphengeflechtes, welcher die Kammern umgab, in Form linsenförmiger oder ballenförmiger, mit Sporen erfüllter Körper zurück, während der andere Teil des Hyphengeflechtes aufgelöst wird, oder endlich, es bildet



Gasteromyceten (Bauchpilze): 1. Lycoperdon coustellatum. — 2. Tulostoma mammosum. — 3. Kapillitium mit dazwischen liegenden Sporen von Tulostoma mammosum. — 4. Geaster multifidus. — 5. Geaster fornicatus. — 6. Cyathus striatus. — 7. Längsschnitt durch diesen Gasteromyceten. — 8. Clathrus cancellatus. — Fig. 3: 80fach, Fig. 7 um die Hälfte vergrößert, die anderen Figuren in natürlicher Größe.

sich aus einem Teile des inneren Hyphengeflechtes ein trockener Filz aus verästeten Fäden, in welchem die Sporen eingebettet sind, und welcher Kapillitium genannt wird (s. obenstehende Abbildung, Fig. 3). Damit die Sporen verbreitet werden können, muß die Peridie sich öffnen. In dem einen Falle erhebt sich aus der geöffneten fleischigen Peridie ein sehr verschieden ausgestalteter Sporenträger, welcher die süße Flüssigkeit und mit ihr die Sporen den Fliegen und anderen zur Verbreitung berufenen Insekten anbietet (Phallaceen, z. B. Clathrus; s. Fig. 8), in einem anderen Falle sind die Sporen in Gehäusen eingeschlossen, welche die Gestalt von Bohnen, Eiern oder kugeligen Ballen haben, und diese werden auf die mannigfaltigste Weise aus der geöffneten Peridie ausgeworfen (Nidulariaceen, z. B. Cyathus; s. Fig. 6 u. 7), und in einem dritten Falle öffnet sich die Kuppel oder der Scheitel der ausgetrockneten Peridie, die Sporen stäuben bei der geringsten Erschütterung aus der Öffnung hervor und werden durch Luftströmungen verbreitet (Lycoperdaceen, z. B. Lycoperdon, Tulostoma, Geaster; s. Fig. 1, 2, 4 und 5). Fossile Gasteromyceten sind nicht bekannt. Zahl der jetzt lebenden Arten ungefähr 700.

3. Stamm: Lepromycetes, Ausſchlagspilze.

Umfaßt die Familien: Ustilaginaceae (Brandpilze) und Uredinaceae (Roſtpilze).

Schmarotzerpflanzen, welche in dem Gewebe grüner aſſimilierender Pflanzen leben und ſich auf dieſen mittels Sporidien anſiedeln. Die auf eine zuſagende Wirtpflanze gelangte Sporidie treibt in das zur Unterlage dienende Gewebe eine Hyphe, welche zu einem Mycelium heranwächſt. Die Fäden des Myceliums durchziehen die Zwiſchenzellenräume der Wirtpflanze, ſind gefächert und entwickeln Saugkolben (Hauſtorien), welche ſich in die angrenzenden Zellen eindrängen. Die Befruchtung iſt unbekannt. Die Vermehrung findet in folgender Weiſe ſtatt: Im Gewebe der Wirtpflanze und zwar dicht unter der Oberhaut entſtehen an den Enden der Mycelfäden dunkle Sporen. Die Oberhaut der Wirtpflanze bricht auf, und die an der Aufbruchſtelle zum Vorſcheine kommenden und ſich abgliedernden Sporen werden durch Luftſtrömungen verbreitet. Aus jeder Spore, wenn ſie auf feuchte Erde gelangt, geht eine ſchlauchförmige Zelle hervor, welche Spitzenwachstum zeigt. Nach wiederholter Einſchaltung von Querwänden entſteht aus ihr ein gegliederter Faden, welcher den Namen Promycelium führt. Einzelne Glieder des Promyceliums löſen ſich ab oder ſie ſacken ſich aus, und es wird an dem Ende der Ausſackung eine Zelle abgegliedert. Die von dem Promycelium abgelöſten Zellen, welche man Sporidien nennt, werden ebenſo wie die Sporen durch Luftſtrömungen verbreitet, gelangen auf grüne Wirtpflanzen, keimen auf ihnen, und ſo beginnt der ſoeben geſchilderte Entwickelungsgang wieder von neuem. Inſoweit ſtimmen alle Lepromyceten miteinander überein. Bei den Brandpilzen (Uſtilaginaceen) ſowie bei mehreren Roſtpilzen (Uredinaceen), z. B. bei Puccinia Malvacearum, Prunorum und Veronicarum, kommt es nur zur Bildung der aus der aufgeriſſenen Oberhaut der Wirtpflanze hervordrängenden Sporen (Brandſporen bei den Brandpilzen, Teleutoſporen bei den Roſtpilzen) und daraufhin zur Bildung von Sporidien an dem Promycelium. Bei den meiſten Roſtpilzen beobachtet man aber überdies noch zwei, ja ſelbſt drei weitere ſporenbildende Entwickelungsſtufen. Bei dem auf den Roſen ſchmarotzenden Phragmidium subcorticium entwickeln ſich aus den Mycelien „Teleutoſporen“, welche mehrzellig ſind und daher richtiger als Thallidien angeſprochen werden ſollten. Dieſe fallen ab, und aus einer ihrer Zellen geht ein Promycelium hervor, von welchem Sporidien abgegliedert werden. Dieſe Sporidien keimen und werden zu Ausgangspunkten eines Myceliums, welches im Gewebe der Wirtpflanze in eigentümlichen, von einer Peridie austapezierten Vertiefungen Äcidioſporen ausbildet. Man nennt nämlich dieſe Vertiefungen, welche mit zahlloſen, in perlſchnurförmigen Reihen abgegliederten Sporen erfüllt ſind, Äcidien. Die Äcidioſporen gelangen nun auf eine grüne Wirtpflanze, entwickeln dort ein Mycelium, und von dieſem werden wieder Teleutoſporen ausgebildet. Puccinia graminis entwickelt aus dem in den grünen Grasblättern ſchmarotzenden Mycelium zunächſt einzellige Sporen, welche Uredoſporen genannt werden, etwas ſpäter an derſelben Stelle Thallidien, beziehentlich „Teleutoſporen“, welche zweizellig ſind. Aus dieſen geht ein Promycelium hervor, von welchem Sporidien abgegliedert werden. Dieſe Sporidien kommen wieder auf eine grüne Wirtpflanze und entwickeln in deren Gewebe ein Mycelium, von welchem zuerſt auf der oberen Seite des befallenen Laubblattes kleine urnenförmige Vertiefungen ausgebildet werden, die man Spermogonien nennt. In dieſen werden von den reihenweiſe geordneten Enden der Hyphen ſtäbchenförmige Zellen gebildet, die man Spermatien genannt hat. Bald darauf entſtehen an der unteren Seite derſelben Laubblätter etwas größere urnenförmige Äcidien, in welchen die Äcidioſporen entſtehen (ſ. S. 22). Und dieſe Äcidioſporen bilden wieder die Keime für ein Mycelium, das neuerdings mit der Ausbildung von Uredoſporen beginnt. Bei Puccinia graminis folgen demnach aufeinander 1) Uredoſporen, 2) Thallidien (Teleutoſporen),

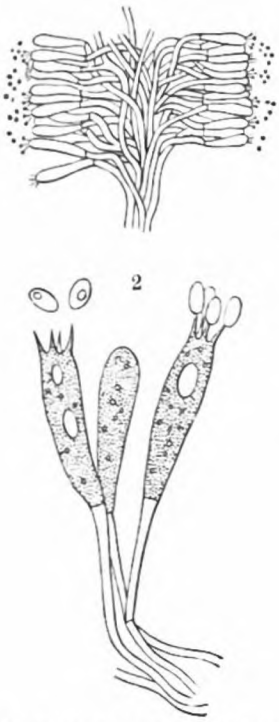
3) Sporidien, 4) Spermatien, 5) Äcidiosporen. Es ist noch zu bemerken, daß diese Puccinia graminis zweierlei Wirtpflanzen bewohnt. Das Mycelium, von welchem die Uredosporen und die Thallidien ausgehen, schmarotzt in den Laubblättern der Gräser, das Mycelium, von welchem die Spermatien und Äcidiosporen ausgehen, schmarotzt an den Laubblättern des Sauerdornes (Berberis vulgaris). Einen solchen Wechsel der Wirtpflanzen beobachtet man bei zahlreichen Uredineen. Besonders erwähnenswert ist der durch die Abbildung S. 514 erläuterte Wechsel bei Gymnosporangium. Das Mycelium von Gymnosporangium, welches in dem Stamme der Nadelhölzer schmarotzt, entwickelt Uredo- und Teleutosporen, welche einander sehr ähnlich sehen. Aus einer Teleutospore geht ein Promycelium hervor, von welchem Sporidien ausgebildet werden. Die Sporidien siedeln sich nun auf den Laubblättern verschiedener Pomaceen, namentlich der Birnbäume, der Felsenmispel und des Vogelbeerstrauches, an, und auf diesen Blättern entsteht dann jenes Äcidium, welches die Botaniker früherer Zeiten Roestelia genannt haben, und welches auf S. 514 abgebildet ist. Aus diesen Äcidien gehen wieder Sporen hervor, welche sich auf Nadelhölzern ansiedeln. Die auf den grünen Blättern der Wirtpflanzen zum Vorscheine kommenden Äcidien sowie die in Gruppen und Häufchen vereinigten Brandsporen, Uredosporen und Thallidien machen den Eindruck von Ausschlagskrankheiten und wurden früher als „Exantheme" bezeichnet und beschrieben. Auch der Name Lepromyceten ist im Hinblicke auf diese Erscheinungsweise gewählt. Mehrere Lepromyceten veranlassen Krebse und Hexenbesen (s. S. 513 und Abbildung, S. 514, 516 und 519). Man kennt einige fossile Lepromyceten aus der Tertiärzeit. Die Zahl der bisher bekannt gewordenen lebenden Arten beträgt ungefähr 1600.

4. Stamm: Hymenomycetes, Hautpilze, Schwämme.

Umfaßt die Familien: Tomentellaceae, Auriculariaceae, Tremellinaceae, Telephoraceae, Clavariaceae (Keulenschwämme), Hydnaceae (Stachelschwämme), Agaricaceae (Blätterschwämme), Meruliaceae (Rippenschwämme), Polyporaceae (Röhrenschwämme).

Verwesungspflanzen, welche sich von dem Humus im Grunde der Wälder und Wiesen ernähren, auch auf Dünger und Baumleichen leben und bisweilen als Schmarotzer grüne lebende Pflanzen aussaugen und zerstören. Das Mycelium besteht aus zahlreichen Fäden, welche zu weißen Flocken und Strängen verfilzt und verflochten sind. Bisweilen sind die aus Mycelfäden gebildeten Stränge schwarz oder braun berindet und haben ein wurzelartiges Ansehen. Diese ehemals unter dem Namen Rhizomorpha beschriebenen Gebilde werden jetzt als Dauermycelien oder Sklerotien aufgefaßt. Die Befruchtung ist unbekannt. Wahrscheinlich findet sie unterirdisch durch irgend eine Verbindung besonderer Hyphenfäden statt. Aus dem Mycelium geht eine Generation hervor, welche die Sporen ausbildet. Dieselbe nimmt sehr verschiedene Gestalten an. Sie hat bald die Form eines auf dem Mycelium ruhenden Lagers, bald die Form von Lappen, Keulen und Korallenstöcken, bald wieder von Hüten, welche von einem Strunke getragen werden. Diese mannigfaltig gestalteten Sporenträger wurden früher „Fruchtkörper" genannt. Die Sporenträger sind an der Oberfläche entweder vollständig oder teilweise weiß, gelb, braun, rot, violett, blau, grün, grau und schwarz gefärbt (s. die Tafel „Blätter- und Röhrenschwämme" bei S. 485), aber die Stoffe, welche diese Farben veranlassen, befähigen die betreffenden Gebilde nicht zur Assimilation. An bestimmten Stellen der Oberfläche dieser Gebilde entsteht das Hymenium. Dieses wird von den Enden der Hyphen gebildet und besteht erstens aus den Basidien, das sind quergeteilte oder ungeteilte und keulenförmige Zellen, von deren pfriemenförmigen Ausstülpungen (Sterigmen) je eine Spore abgegliedert wird (s. Abbildung, S. 608, und die Abbildung auf S. 21, Fig. 7), dann noch aus stäbchenförmigen Paraphysen und bisweilen aus blasenförmigen sogenannten Cystiden. Als Träger des Hymeniums erscheinen Keulen, Zacken, Stacheln,

Blätter, Rippen und Röhrchen, welche in einer für jede Formengruppe beſtimmten Weiſe auf dem Sporenträger verteilt und geordnet ſind und zu den für dieſe Formengruppen gewählten deutſchen Namen: Keulenſchwämme, Stachelſchwämme, Blätterſchwämme, Rippenſchwämme und Röhrenſchwämme Veranlaſſung gegeben haben. Auf S. 21 erſcheint als Vorbild der Keulenſchwämme (Clavariaceen) Clavaria aurea (Fig. 1), als Vorbild der Stachelſchwämme (Hydnaceen) Hydnum imbricatum (Fig. 8), als Vorbild der Blätterſchwämme (Agaricaceen) Amanita phalloides (Fig. 6) und zwei Arten der Gattung Marasmius (Fig. 3 und 4), als Vorbild der Rippenſchwämme (Meruliaceen) Merulius lacrymans (Fig. 2) und als Vorbild der Löcherſchwämme (Polyporaceen) Polyporus perennis (Fig. 9) abgebildet. Die Sporenträger vieler Hymenomyceten werden gegeſſen. Mehrere Blätterſchwämme, welche man in die Gattung Lactarius zuſammenfaßt, enthalten Milchſaft, der bald weiß, bald gelb, bald mennigrot oder orange gefärbt iſt. Der Milchſaft des als wohlſchmeckender Speiſeſchwamm bekannten Lactarius deliciosus iſt orange, verfärbt ſich aber an der Luft und erſcheint dann ſchmutzig ſpangrün. Sehr auffallend iſt das Verfärben der giftigen Röhrenſchwämme Boletus Satanas, luridus, erythropus, pachypus ꝛc. Sobald man den Hut oder Strunk derſelben durchſchneidet, wird die anfänglich weiße Schnittfläche in kürzeſter Zeit bläulich. Die Hüte der zu den Blätterſchwämmen gehörenden Gattung Coprinus zerfließen nach dem Ausſtreuen der Sporen und bilden eine breiartige ſchwarze Maſſe. Die Hüte der zu den Blätterſchwämmen gehörenden Arten der Gattung Marasmius (ſ. Abbildung, S. 21, Fig. 3 und 4) ſchrumpfen, nachdem die Sporen ausgeſtreut wurden, erhalten ſich aber bis in das nächſte Jahr. Auf dieſelbe Weiſe erhalten ſich die lederigen oder holzigen Hüte der Röhrenſchwämme (ſ. Abbildung, S. 21, Fig. 9). Die Hüte mehrerer Röhrenſchwämme, für welche der auf der Tafel „Blätter- und Röhrenſchwämme" bei S. 485 abgebildete Zunderſchwamm Polyporus fomentarius als Vorbild dienen kann, erhalten ſich ſogar viele Jahre hindurch und vergrößern ſich, indem in jeder Vegetationsperiode immer neue Schichten von Röhrchen an die ſchon vorhandenen angelegt werden. Von dieſen holzigen Röhrenſchwämmen haben ſich auch mehrere in foſſilem Zuſtande in den Schichten der tertiären Periode erhalten. Die Zahl der bis jetzt bekannten lebenden Arten beträgt ungefähr 5000.



1. Lamelle eines Blätterſchwammes mit Baſidien, im Querſchnitte. — 2. Ein Teil davon ſtärker vergrößert. Die an den Baſidien ausgebildeten Sporen haben ſich zum Teile ſchon abgelöſt, zum Teile ſitzen ſie noch an den pfriemenförmigen Fortſätzen der Baſidien, den ſogenannten Sterigmen.— Fig. 1: 200fach, Fig. 2: 500fach vergrößert. Vgl. Text, S. 607.

5. Stamm: Hygromycetes, Hygromyceten.

Umfaßt die Familien: Chytridiaceen, Saprolegniaceen (Waſſerſchimmel), Peronoſporaceen.

Verweſungspflanzen und Schmarotzer von ſchimmelartigem Anſehen. Die Fäden des Myceliums ſind geſondert oder nur locker verſponnen. Wenn die Mycelfäden durch die Zwiſchenzellenräume grüner Pflanzenteile wachſen, ernähren ſie ſich mittels beſonderer Saugkölbchen (Hauſtorien, ſ. Abbildung, Band I, S. 152, Fig. 1). Sie zeigen einen Generationswechſel. Die Befruchtung erfolgt durch Konjugation zweier verſchieden geſtalteter Zellen (Antheridium und Oogonium). Ein von dem Antheridium ausgehender, die Wand des Oogoniums durchbohrender Fortſatz geleitet das Spermatoplasma zu dem Ooplasma (ſ. Abbildung, S. 53, Fig. 31, und S. 474, Fig. 2). Die ungeſchlechtliche Vermehrung findet durch bewimperte, ſich im Waſſer bewegende

Schwärmsporen statt, welche durch Zerstückelung des Protoplasmas in besonderen Zellenräumen entstanden und aus diesen Zellenräumen ausgeschlüpft sind (s. Abbildung, S. 17, Fig. 1—7, S. 53, Fig. 5, und S. 474, Fig. 1). Die Schwärmsporen sind bei den Chytridiaceen mit einer (s. Abbildung, Band I, S. 157, Fig. 4), bei den Saprolegniaceen und Peronosporaceen mit zwei Wimpern versehen. Außer dieser ungeschlechtlichen Vermehrung mittels Schwärmsporen kommt bei den Peronosporaceen auch noch die Abgliederung von wimperlosen Sporen vor, welche durch Luftströmungen verbreitet werden. Die den Weinbau benachteiligende, auf Vitis vinifera schmarotzende Peronospora viticola ist auf S. 53 abgebildet. Zu den Peronosporaceen gehört auch Phytophthora infestans, ein Schmarotzer, welcher die Kartoffelfäule veranlaßt. In die Familie der Wasserschimmel (Saprolegniaceen) gehört unter anderm Achlya prolifera (s. Abbildung, S. 17, Fig. 1—4), welche sich an den Kiemen der Fische ansiedelt und den Tod dieser Tiere verursacht. Fossile Hygromyceten sind nicht bekannt geworden. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 310.

6. Stamm: Euromycetes, Euromyceten.

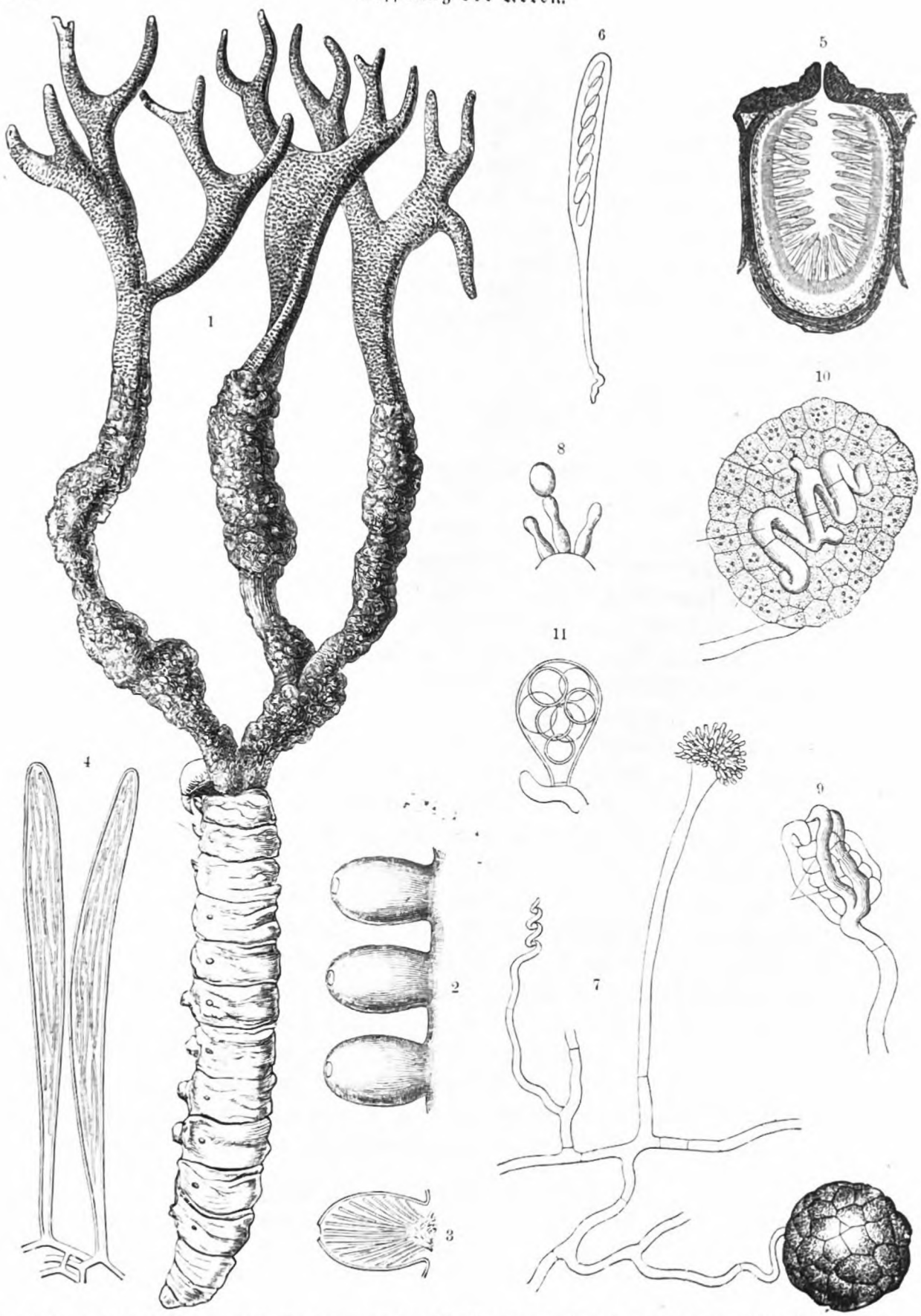
Umfaßt die Familien: Mucoraceae, Entomophthoraceae, Piptocephalidaceae.

Verwesungspflanzen und Schmarotzer von schimmelartigem Ansehen. Das Mycelium besteht aus gesonderten, wenig verästeten und durch Scheidewände nur spärlich gegliederten farblosen Fäden, welche sich mannigfaltig kreuzen und lockere Gespinste auf der verwesenden Unterlage bilden. Sie zeigen einen Generationswechsel. Die Befruchtung erfolgt durch Konjugation. Die sich verbindenden Zellen stimmen in ihrer Form und Größe miteinander überein. Die Frucht ist eine Jochfrucht (s. Abbildung, S. 50, Fig. 1—4, und S. 475, Fig. 3). Die ungeschlechtliche Vermehrung findet durch Sporen statt, welche sich von den Enden der Hyphenfäden abgliedern oder in einer vergrößerten, an dem Ende eines aufrechten Fadens ausgebildeten Zelle durch Zerstückelung des protoplasmatischen Inhaltes entstehen. Diese Sporen sind wimperlos (s. Abbildung, S. 475, Fig. 1 und 2). Wenn sich die Mycelien unter Verhältnissen befinden, welche es ihnen unmöglich machen, freien atmosphärischen Sauerstoff zu atmen, so nehmen sie die sogenannte Sproßform an. Es entsteht Mukorhefe, welche den zu ihrer Entwickelung nötigen Sauerstoff der umgebenden Flüssigkeit entzieht und dadurch Gärungserscheinungen hervorruft. Die Mucoraceen leben auf Dünger, Früchten, Fruchtsäften, Brot und dergleichen; die Piptocephalidaceen schmarotzen auf den Mycelfäden von Mucoraceen, die Entomophthoraceen sind Schmarotzer, welche Insekten befallen und diese töten. Die bekannteste Art ist der Fliegenschimmel (Empusa Muscae), von welcher in einem späteren Kapitel nochmals die Rede sein wird. Die Schimmelbildungen auf den im Bernstein eingeschlossenen Insekten gehören wahrscheinlich hierher. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 220.

7. Stamm: Ascomycetes, Schlauchpilze.

Umfaßt die Familien: Erysipheaceae (Meltaue), Aspergillaceae, Tuberaceae, Pyrenomycetaceae (Kernpilze einschließlich der angiokarpen Flechten), Discomycetaceae (Scheibenpilze, einschließlich der gymnokarpen Flechten), Exoascaceae, Saccharomycetaceae (Hefepilze).

Verwesungspflanzen und Schmarotzer. Viele bilden mit Cyanophyceen und mit anderen zur Kohlenstoffassimilation befähigten Gewächsen Ernährungsgenossenschaften (s. Band I, S. 226 und 227). Die Fäden des Myceliums sind kurz gegliedert und vielfach verzweigt, zu Gespinsten, Flocken, Strängen, Lappen, häutigen und krustenförmigen Überzügen vereinigt. Von den Hyphenfäden der schmarotzenden Meltaue gehen Saugkolben aus, welche sich in die Zellen des Wirtes einsenken (s. Abbildung, Band I, S. 152, Fig. 2). In manchen Fällen entsteht auch ein festes Dauermycelium oder Sklerotium (siehe

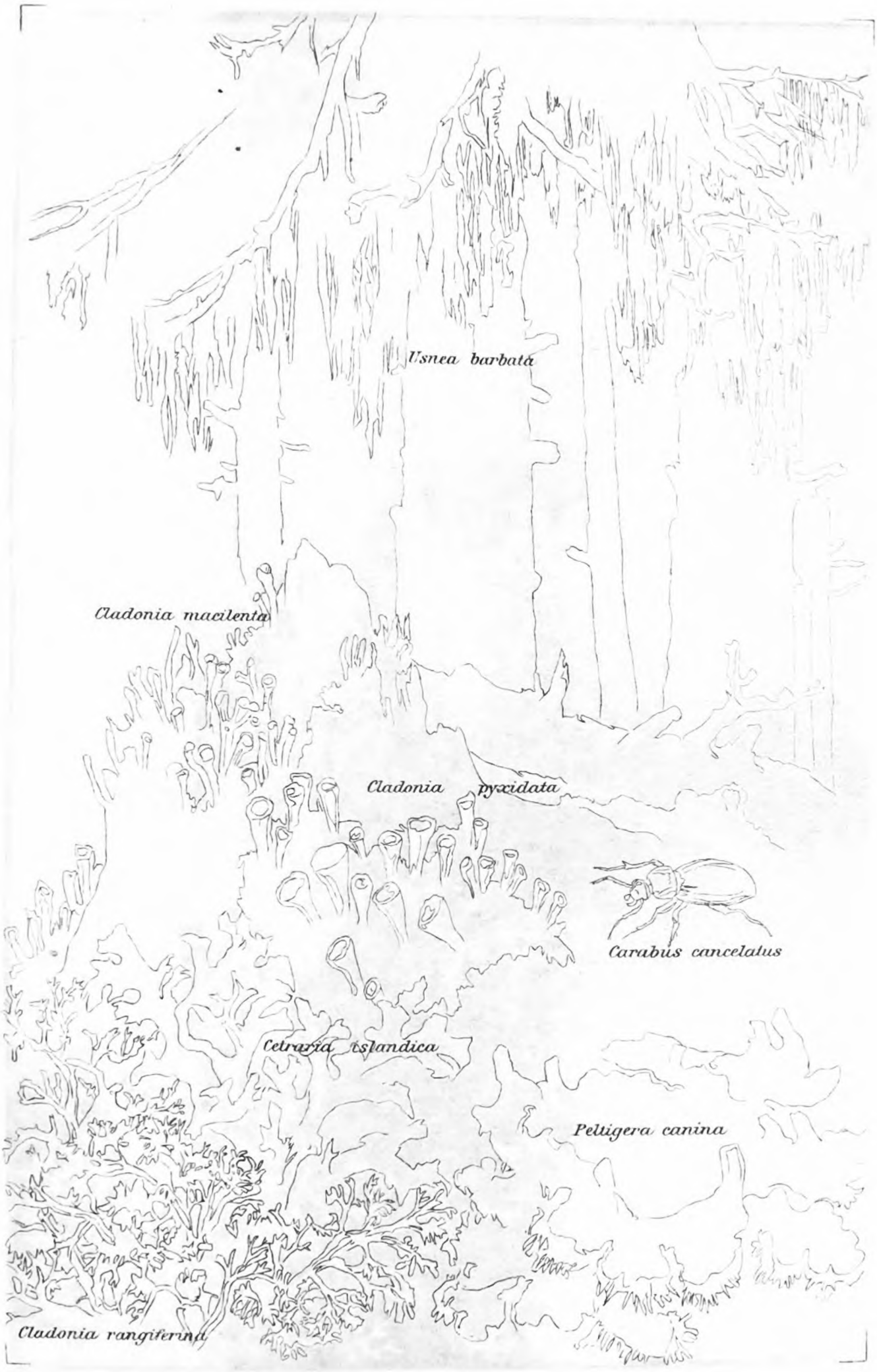


Schlauchpilze: 1. Cordyceps Taylori, ein Pyrenomycet, deſſen Mycelium in Raupen lebt. Der geweihförmige Träger der Perithecien, welcher aus den befallenen Raupen hervorwächſt, iſt ſo wie die Raupe bis zur Mitte in der Erde verborgen. — 2. Perithecien des Cordyceps Taylori. — 3. Ein ſolches Perithecium im Längsſchnitte. — 4. Zwei Schläuche aus einem Perithecium. Dieſelben enthalten fadenförmige Sporen. — 5 Längsſchnitt durch das Perithecium des Pyrenomyceten Xylaria hypoxilon. — 6. Ein Schlauch aus dieſem Perithecium. — 7. Mycelium der Erysipheacee Eurotium, an welchem ein Sporenträger, eine Fruchtanlage und ein kugeliges Perithecium ausgebildet ſind. — 8. Abgliederung von Sporen bei Eurotium. — 9. Befruchtung. Das ſchraubenförmige Askogon von dem Pollinodium umklammert. — 10. Längsſchnitt durch die Frucht. — 11. Einzelner Schlauch aus dem Perithecium. — Fig. 1 in natürlicher Größe; Fig. 2, 3, 5: 50–90fach; Fig. 4, 6: 500fach; Fig. 7: 190fach; Fig. 8–11: 250fach vergrößert. Vgl. Text, S. 611 und 612.


WYŻSZA SZKOŁA INŻYNIERSKA W SZCZECINIE
BIBLIOTEKA GŁÓWNA

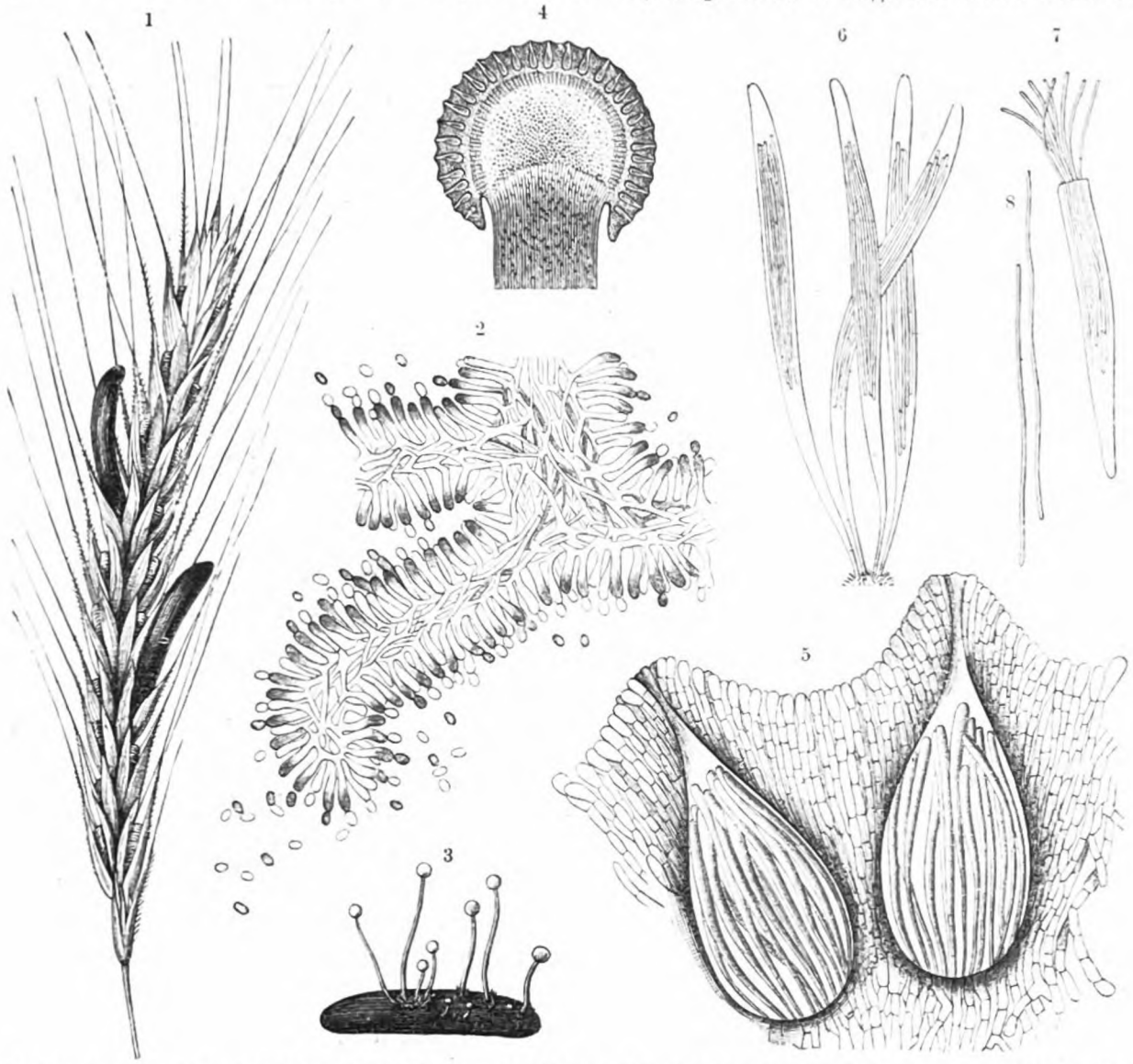


LAUB- UND STRAUCHFLECHTEN


Usnea barbata
Cladonia macilenta
Cladonia pyxidata
Carabus cancelatus
Cetraria islandica
Peltigera canina
Cladonia rangiferina

Abbildung, S. 612, Fig. 1). Die Befruchtung wurde bisher nur bei wenigen Arten beobachtet. Bei diesen sah man sie durch Verschlingung zweier schlauchförmiger, krallenförmig gebogener oder schraubig gedrehter Ausstackungen des Myceliums zu stande kommen, von welchen jene, die das Ooplasma enthält, Askogon, jene, die das Spermatoplasma birgt, Pollinodium genannt wurde (s. Abbildung, S. 18, Fig. 6, und S. 610, Fig. 9). Das befruchtete Askogon, beziehentlich die Frucht (Fig. 10), bildet den Ausgangspunkt für eine ungeschlechtliche Generation. Für diese ungeschlechtliche Generation, welche übrigens auch in jenen Fällen beobachtet wird, wo man eine Befruchtung bisher nicht nachweisen konnte, sind eigentümliche Zellen sehr bezeichnend, welche man Schläuche (Asci) genannt hat. Die Schläuche zeigen ein begrenztes Wachstum, sind nicht gefächert, und es entstehen durch Zerstückelung ihres protoplasmatischen Inhaltes Sporen (Askosporen). Sie haben bald die Form einer kugeligen oder ellipsoidischen Blase (s. S. 610, Fig. 11, und S. 613, Fig. 7), bald die eines langen Blindsackes (s. Abbildung, S. 18, Fig. 7; S. 19, Fig. 2; S. 610, Fig. 4 und 6; S. 612, Fig. 6). Auch die Form der in den Schläuchen sich ausbildenden Sporen ist sehr verschieden. In manchen Fällen sind sie kugelig (s. Abbildung, S. 610, Fig. 11), in anderen ellipsoidisch (s. Abbildung, S. 610, Fig. 6) und bisweilen auch fadenförmig (s. Abbildung, S. 610, Fig. 4, und S. 612; Fig. 6—8). Ihre Zahl wechselt von 2—8. Bei einigen Schlauchpilzen sind die Schläuche von einer aus dicht verschlungenen Hyphenfäden gebildeten derben Hülle rings umgeben (Tuberaceae, Erysipheaceae; s. Abbildung, S. 613, Fig. 1), bei anderen finden sie sich büschelförmig gruppiert im Grunde tief ausgehöhlter Urnen, die man Perithecien und Pyrenien genannt hat (Pyrenomycetaceae; s. Abbildung, S. 610, Fig. 2, 3 und 5; S. 612, Fig. 4 und 5), oder sie sind auf dem Boden seichter Vertiefungen und auf flachen Schüsseln und Scheiben wie die Stoppeln auf einem Felde geordnet und werden bei einigen Formengruppen Apothecien geheißen (Discomycetaceae; s. Abbildung, S. 19, Fig. 2, u. S. 613, Fig. 2), oder endlich man findet sie frei, unbedeckt und regellos auf dem Lager zerstreut (Exoascaceae, Sacharomycetaceae; s. Abbildung, S. 613, Fig. 7). Bei den Scheibenpilzen (Discomycetaceae) sind zwischen den Schläuchen auch dünne Fäden, sogenannte Paraphysen, eingeschaltet (s. Abbildung, S. 19, Fig. 2, und S. 610, Fig. 5). Die Gehäuse und Urnen, welche Schläuche bergen, sowie die Lappen und Scheiben, welche mit unbedeckten Schläuchen besetzt sind, werden von sehr mannigfach geformten Hyphengeflechten getragen. Bei den Lorcheln und Morcheln und überhaupt allen Scheibenpilzen, welche als Verwesungspflanzen leben, haben diese Hyphengeflechte ein fleischiges Ansehen und bilden Stiele, Keulen und Strünke, auf welchen Näpfe, Becher oder lappige und runzelige Hüte aufsitzen (s. Abbildung, S. 19). Bei den mit assimilierenden Lagerpflanzen in Ernährungsgenossenschaften lebenden Diskomycetaceen und Pyrenomycetaceen, welche als Flechten angesprochen werden, hat jener Teil des Lagers, welcher die Apothecien und Perithecien trägt, bald die Gestalt hohler Röhren und Trichter, bald die Form gelappter, auf dem Boden liegender Laubblätter („Laubflechten"), oder er bildet lange weiße Bärte, welche von den abgestorbenen Baumästen herabhängen, sehr häufig auch vielverzweigte, strauchartige Gestrüppe („Strauchflechten"; siehe die beigeheftete Tafel „Laub- und Strauchflechten"). Wieder in anderen Fällen werden die Apothecien und Perithecien von Teilen des krustenförmigen, die Borke der Bäume oder die Steine und Felswände überziehenden Lagers getragen, wie es die Tafel bei S. 225 des I. Bandes: „Krustenflechten", und die Abbildung Band I, S. 518, zur Anschauung bringen. Die unter dem Namen „Gallertflechten" bekannten Schlauchpilze besitzen ein Lager, welches im ausgetrockneten Zustande dunkle Borken und Schorfe bildet, aber zu einer gallertigen Masse aufquillt, sobald es befeuchtet wird. Bei einigen Kernpilzen, namentlich bei Claviceps purpurea, wachsen aus dem unter dem Namen Mutterkorn bekannten Sklerotium fleischige

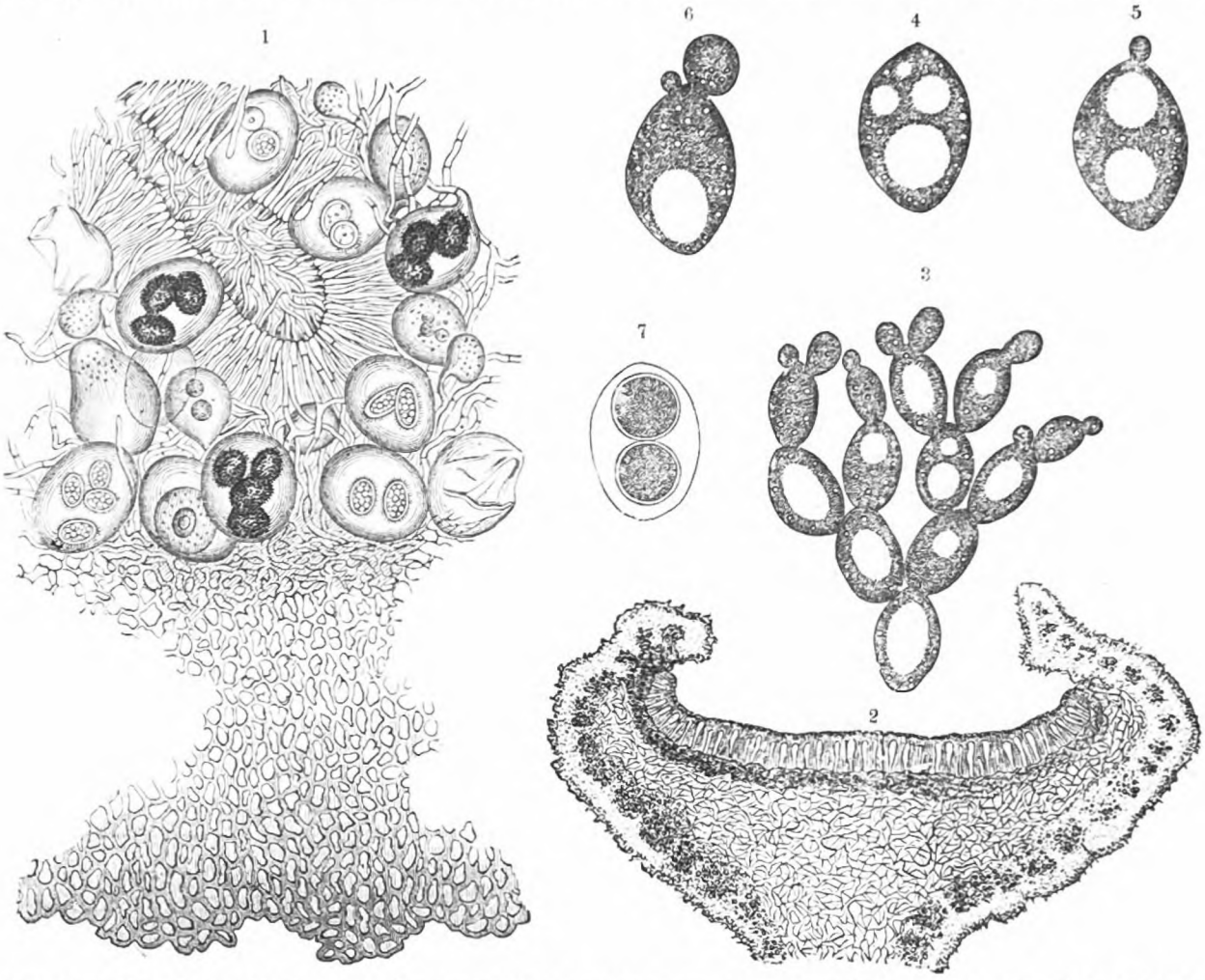
Stiele hervor, welche ein kugeliges Köpfchen tragen, und jedes Köpfchen birgt in urnenförmigen Aushöhlungen (Perithecien) die gebüſchelten Schläuche (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 3 und 4). Bei anderen Kernpilzen haben dieſe Teile des Lagers die Form feſter Zapfen, verzweigter Wurzelſtöcke und Geweihe (ſ. Abbildung, S. 610, Fig. 1). Bei den Tuberaceen und Eryſiphaceen haben ſie die Geſtalt rundlicher Knollen oder feſter Kügelchen (ſ. Abbildung, S. 610, Fig. 7). Außer der Vermehrung durch Askoſporen kennt man bei



Der zu den Pyrenomyceten gehörige Mutterkornpilz (Claviceps purpurea) in ſeinen verſchiedenen Entwickelungsſtufen: 1. Zwei Sklerotien, welche ſich in einer Roggenähre ausgebildet haben. — 2. Abgliederung von Sporen im Bereiche des filzartigen Myceliums, welches ſchmarotzend in dem Fruchtknoten einer Roggenblüte lebt. — 3. Stecknadelförmige Träger der Perithecien, welche aus einem überwinterten Sklerotium hervorgewachſen ſind. — 4. Längsſchnitt durch das Köpfchen eines ſolchen Trägers, beziehentlich durch die in dem Köpfchen eingeſenkten urnenförmigen Perithecien. — 5. Längsſchnitt durch zwei urnenförmige Perithecien mit ihren Schläuchen. — 6. Vier Schläuche (Asci) aus den Perithecien. — 7. Fadenförmige Sporen, welche aus einem Schlauche entlaſſen werden. — 8. Zwei einzelne fadenförmige Sporen. — Fig. 1 u. 2 in natürlicher Größe; Fig. 3: 200fach; Fig. 4: 40fach; Fig. 5: 500fach; Fig. 6 u. 7: 700fach; Fig. 8: 750fach vergrößert. Vgl. Text S. 611–613.

vielen Schlauchpilzen auch noch eine Vermehrung mittels Sporen, welche ſich von beſonderen, gabelig veräſteten oder an dem kolbenförmigen Ende in zahlreiche winzige Sterigmen ausſtrahlenden Mycelfäden abgliedern und durch den Wind verbreitet werden, wie das namentlich bei jenen Eryſipheaceen der Fall iſt, die man unter den Namen Aſpergilleen zuſammenfaßt (ſ. Abbildung, S. 18, Fig. 4, 5, 8 und 9, und S. 610, Fig. 7). Bei Claviceps purpurea findet die Abgliederung ſolcher Sporen an den Enden von Hyphenfäden ſtatt, welche die Auskleidung von Hohlräumen in einem weichen, filzartigen Mycelium bilden, und es wird

dort gleichzeitig auch eine süße, honigartige Flüssigkeit abgeschieden, in welcher die Sporen schwimmen (s. Abbildung, S. 612, Fig. 2). Die Sacharomycetaceen vermehren sich, abgesehen von der Entwickelung der Schläuche, durch Sprossung (s. untenstehende Abbildung, Fig. 3, 5 u. 6). Die Sprossung besteht darin, daß an der Wand der Zellen Aussackungen entstehen, welche sich allmählich vergrößern und, wenn sie einen gewissen Umfang erreicht haben, leicht abtrennen. Die unregelmäßig zusammengehäuften, teilweise kettenförmig zusammenhängenden Zellen sind unter dem Namen Hefe bekannt und bewirken in dem zur Brotbereitung



Schlauchpilze: 1. Durchschnitt durch eine Trüffel (Tuber melanosporum), in deren Kammern sich ellipsoidische Schläuche mit ellipsoidischen Sporen ausgebildet haben. — 2. Längsschnitt durch das Apothecium von Hagenia ciliaris. — 3.—6. Sprossende Hefe (Saccharomyces cerevisiae). — 7. Sporenbildung in einer schlauchförmigen Zelle von Saccharomyces cerevisiae. — Fig. 1: 200fach; Fig. 2: 60fach und Fig. 3–7: 1000fach vergrößert. Vgl. Text, S. 611.

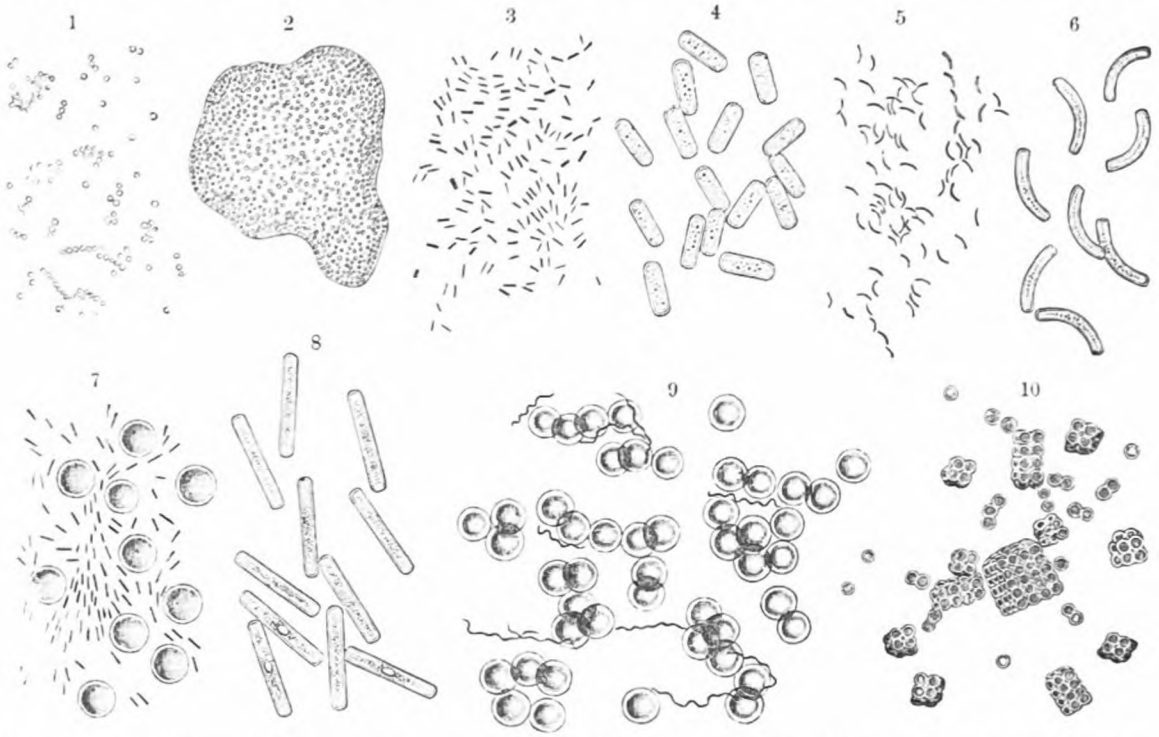
benutzten Teige, welcher Maltose enthält, sowie in zuckerhaltigen Flüssigkeiten (Bierwürze, Most ꝛc.) Alkoholgärung (s. Band I, S. 473). Da die in zuckerhaltige Flüssigkeiten gelangten Sporen der Euromyceten, namentlich der Mukoraceen, sich in betreff ihrer Vermehrung und Wirkung ganz ähnlich verhalten (s. Band I, S. 475), so ist ein Zusammenhang der Sacharomyceten und Euromyceten nicht ausgeschlossen. Mehrere schmarotzende Schlauchpilze aus der Familie Exoascaceae veranlassen Krebse (s. S. 517). Fossile Schlauchpilze, namentlich Pyrenomycetaceen und Diskomycetaceen, finden sich in Verbindung mit anderen fossilen Pflanzen in den tertiären Ablagerungen. Im Bernsteine und in der Braunkohle wurden auch gymnokarpe Flechten nachgewiesen. Die Zahl der bisher unterschiedenen lebenden Arten beträgt ungefähr 16,000. Davon kommen auf die Pyrenomycetaceen und Diskomycetaceen nahezu 13,000, und insbesondere auf jene, welche als Flechten angesprochen werden, ungefähr 7000.

8. Stamm: Schizomycetes, Spaltpilze.

Umfaßt die Familien: Bacteriaceae (Bakterien, Bacillen), Merismopödiaceae und Sarcinaceae.

Verweſungspflanzen und Schmarotzer. Mehrere Arten leben mit grünen, aſſimilierenden Gewächſen in einer Ernährungsgenoſſenſchaft. Die meiſten ſind farblos; einige ſind rot gefärbt; doch ſind auch dieſe zur Kohlenſtoffaſſimilation nicht befähigt. Die Haut, welche das Protoplasma umgibt, beſteht vorwaltend aus ſtickſtoffhaltigen Körpern. Ob ſich bei jenen Arten, welche als Gärungserreger wirkſam ſind, auch Zellſtoff in der Haut findet, iſt zweifelhaft. Die äußere Hautſchicht iſt an den in feuchter Umgebung lebenden Spaltpilzen gallertig, wird aber, wenn ſie austrocknet, kruſtenartig. Bei einigen Arten verlängert ſich die gallertige Hülle in 1—6 Wimperfäden, mittels welcher ſich die als „Zellen“ angeſprochenen Individuen in Flüſſigkeiten ſchwimmend fortbewegen können. Die Zellen ſind befähigt, ſich nach ein, zwei oder drei Richtungen des Raumes zu teilen, wodurch reihenförmige, plattenförmige oder ballenförmige Zellenvereine entſtehen. Dieſe Zellenvereine können in der angegebenen Form längere Zeit erhalten bleiben, oder ſie zerfallen in die einzelnen Glieder. Das Zerfallen der Zellenvereine macht den Eindruck der Spaltung, was zu der Bezeichnung Spaltpilze Veranlaſſung gegeben hat. Viele Arten bleiben einzellig, weil ſofort, nachdem ſich eine ihrer Zellen geteilt hat, eine Trennung der durch die Teilung entſtandenen Zellen eintritt. Wenn die gallertige Außenſchicht zahlreicher gehäufter Zellen zu einer gleichmäßigen ununterbrochenen Maſſe verſchmilzt und die einzelnen Individuen in dieſe Gallertmaſſe regellos eingebettet erſcheinen, ſo ſpricht man von der Zooglöaform der betreffenden Art (ſ. Abbildung, S. 615, Fig. 2). Die einzelnen Zellen haben die Form von Kugeln, kurzen Cylindern, Stäbchen und Fäden, und dieſe ſind entweder gerade oder bogenförmig gekrümmt oder ſchraubenförmig gewunden (ſ. Abbildung, S. 615, Fig. 1—10). Die Befruchtung derſelben iſt unbekannt. Die Vermehrung erfolgt durch die ſchon erwähnte Teilung und iſt unter günſtigen Lebensbedingungen eine ungemein raſche (ſ. Band I, S. 150). Unter Umſtänden kann ſich im Inneren einer jeden Zelle eine Spore ausbilden (ſ. Abbildung, S. 615, Fig. 8). Die Sporen ſind kugelig, dickwandig und ſtark lichtbrechend. Dieſe Sporenbildung tritt insbeſondere dann ein, wenn die Vermehrung durch Teilung gehemmt iſt. Die Einwirkung der Spaltpilze auf die Umgebung iſt eine zweifache. Entweder entziehen ſie unmittelbar der Umgebung die zu ihrem Lebensunterhalte und zu ihrer Vermehrung nötigen Stoffe und veranlaſſen dadurch Spaltungen und Zerſetzungen der ſie umgebenden chemiſchen Verbindungen, oder es findet eine Ausſcheidung von Enzymen ſtatt, welche Zerſetzungen in der Umgebung einleiten. Auch in dem letzteren Falle ſind die Zerſetzungsprodukte für den Lebensunterhalt und die Vermehrung der Spaltpilze die wichtigſte Grundlage (ſ. Band I, S. 472). Die Zerſetzungen geben ſich entweder durch Färbungen oder durch Gärungserſcheinungen in der Umgebung oder durch Erkrankungen der befallenen Lebeweſen kund, und mit Rückſicht auf dieſe verſchiedene Wirkungsweiſe werden die Spaltpilze auch in färbende (chromogene), gärungserregende (zymogene) und krankmachende (pathogene) eingeteilt. Aus der verſchiedenen Wirkung, welche von ihnen ausgeübt wird, läßt ſich ſchließen, daß trotz der oft großen Übereinſtimmung in der Geſtalt dennoch eine Verſchiedenheit in der Konſtitution ihres Protoplasmas beſteht. Einige Arten haben die Fähigkeit, aus Flüſſigkeiten, welche gelöſte Eiſenſalze enthalten, Eiſenoxydhydrat herauszufällen, und es wird die Bildung des Raſeneiſenſteines und Bohnerzes mit denſelben in Verbindung gebracht. Andere veranlaſſen die Entſtehung von Eſſigſäure aus alkoholiſchen Flüſſigkeiten, von Milchſäure aus Milchzucker ꝛc. Auf die wichtige Rolle, welche die Spaltpilze im Haushalte der Natur bei der Zerſetzung der Tier- und Pflanzenleichen

ſpielen, wurde bereits in Band I, S. 151, aufmerkſam gemacht. Es gibt Arten, welche in den Eingeweiden und im Blute der Menſchen und Tiere leben. Der Mehrzahl nach gelangen die Keime derſelben von den ausgetrockneten Abfallſtoffen der erkrankten Organismen als Staub in die Luft, werden eingeatmet und üben nun auf den Wirt, in deſſen Eingeweide oder in deſſen Blut ſie übergegangen ſind, ihre verheerende Wirkung aus. Der Milzbrand, die Diphtheritis, die Cholera, die Blattern, die Tuberkuloſe, der Rotlauf ꝛc. werden durch Bakterien veranlaßt. Es iſt gegenwärtig das Beſtreben der Ärzte und Hygieniker, Mittel ausfindig zu machen, durch welche die in den menſchlichen Organismus eingewanderten pathogenen Spaltpilze getötet oder doch in ihrer Entwickelung gehemmt und unſchädlich gemacht werden, und durch welche ſchon die Einwanderung derſelben ſoviel wie möglich



Spaltpilze: 1. Micrococcus prodigiosus. — 2. Zoogloëaform desſelben. — 3 und 4. Bacterium aceti bei ſchwächerer und ſtärkerer Vergrößerung. — 5 und 6 Spirillum Cholerae asiaticae, bei ſchwächerer und ſtärkerer Vergrößerung. — 7 und 8 Bacterium (Bacillus) anthracis, bei ſchwächerer und ſtärkerer Vergrößerung. — 9. Spirochaete Obermeieri. — 10. Sarcina ventriculi. — In den Fig. 7 und 9 ſind auch die Blutkörperchen dargeſtellt, um die Größe der im Blute lebenden Spaltpilze abſchätzen zu können. — Fig. 1, 2, 3, 5, 7, 9: 300fach; Fig. 4, 6, 8, 9: 2200fach; Fig. 10: 1800fach vergrößert. Vgl. Text, S. 614.

hintangehalten wird. Noch iſt es eine offene Frage, ob diejenigen Spaltpilze, welche als Schmarotzer im Blute und in den Eingeweiden ihre verheerende Wirkung äußern, auch außerhalb des menſchlichen und tieriſchen Körpers als Verweſungspflanzen leben und ſich vermehren können. Ebenſo iſt es noch eine ungelöſte Frage, ob nicht gewiſſe Spaltpilze Entwickelungsſtufen von Schlauchpilzen ſind, ob nicht ein Teil derſelben mit den rätſelhaften ſogenannten Spermatien im Zuſammenhange ſteht. Auch die Beziehungen zu den Cyanophyceen ſind noch bei weitem nicht ſo klar geſtellt, wie es wünſchenswert wäre. Rätſelhaft iſt auch das Vorkommen von Bakterien in den Kerbzähnen der grünen Laubblätter von Ardisia und in den Wurzelknöllchen der Hülſengewächſe (ſ. S. 514). Wahrſcheinlich liegt hier eine Ernährungsgenoſſenſchaft vor, doch iſt dieſelbe bis jetzt nicht vollſtändig aufgeklärt. Noch ſei hier die Bemerkung eingeſchaltet, daß nicht alle Gebilde, welche als Bakterien angeſprochen wurden, auch wirklich Lebeweſen ſind, welche ſich ernähren und vermehren können. Bisweilen wurden Körnchen, Stäbchen und Fäden, welche bei dem Zerfalle organiſcher Körper entſtehen, für Spaltpilze gehalten. Wenn der protoplasmatiſche Inhalt die Zellen

gewiſſer Gametophyceen (z. B. Ulothrix) verlaſſen hat, ſo zerfällt die betreffende Zellhaut in ſchraubig gedrehte Fäden, welche täuſchend das Bild von Schraubenbakterien darbieten. So viel iſt gewiß, daß hier den Unterſuchungen noch ein weites Feld geöffnet iſt. Aus gewiſſen Zerſtörungsformen, welche an Holzreſten aus der Steinkohlenperiode beobachtet wurden, ſchließt man, daß die Spaltpilze ſchon in der paläozoiſchen und meſozoiſchen Periode in gleicher Weiſe thätig waren wie heutzutage. Die Zahl der unterſchiedenen, gegenwärtig lebenden Arten beträgt ungefähr 400.

2. Gruppe: Thallophyten, welche mit den zur Kohlenſtoffaſſimilation notwendigen Farbſtoffen ausgeſtattet ſind und unter den Namen Algen und Mooſe begriffen werden.

9. Stamm: Cyanophyceae, Cyanophyceen.

Umfaßt die Familien: Chroococcaceae, Oscillariaceae, Scytonemaceae, Rivulariaceae, Nostocaceae.

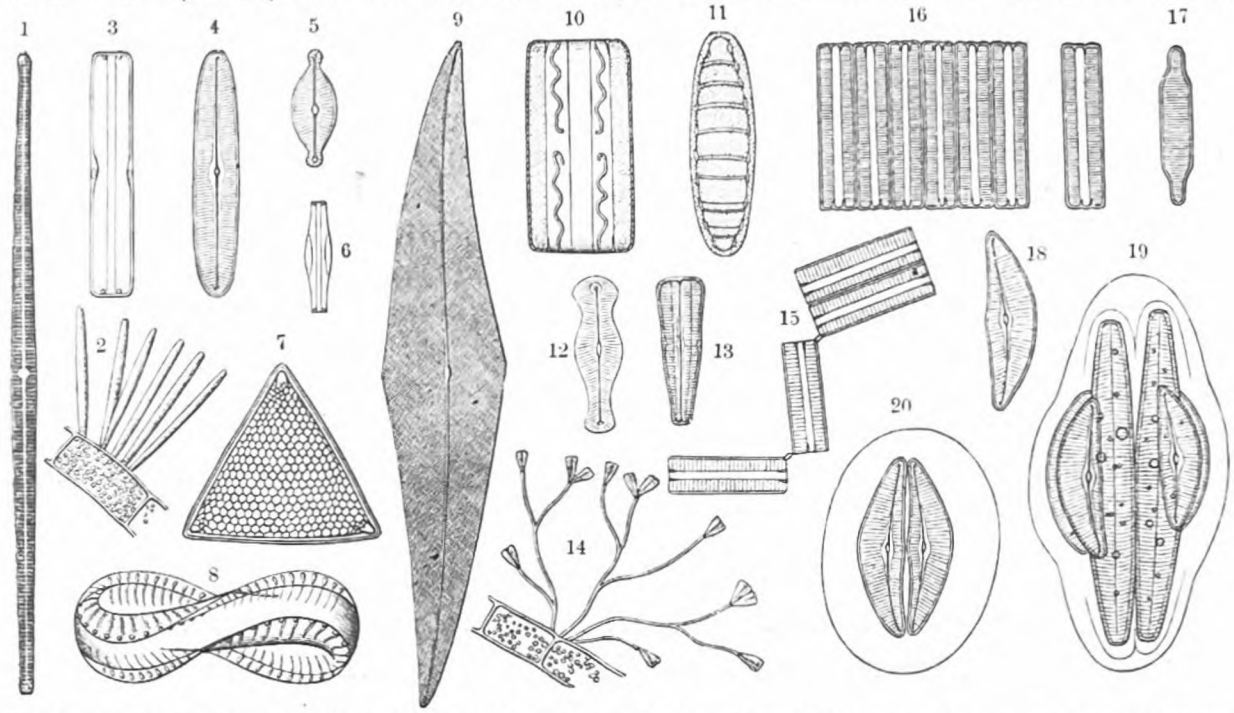
Waſſer- und Sumpfpflanzen, deren Zellen befähigt ſind, ſich nach ein, zwei oder drei Richtungen des Raumes zu teilen, wodurch reihenförmige, plattenförmige und ballenförmige Zellenvereine entſtehen. Das Protoplasma enthält einen als Phykokyan angeſprochenen Farbſtoff, welcher die rote, violette, blaue und ſpangrüne Färbung der Zellenvereine bedingt und die Kohlenſtoffaſſimilation ermöglicht. Die Zellhäute ſind häufig gelb und braun gefärbt. Die äußere Schicht der Zellhaut geſtaltet ſich zu einer ſcheidenartigen Hülle, und durch dieſe ſind die Zellenvereine in der mannigfaltigſten Weiſe zu Kolonien verbunden. Bei der zu den Chroococcaceen gehörigen Gattung Gloeocapsa bleiben mehrere Tochterkolonien von der dicken Außenſchicht der Mutterkolonie eingehüllt (ſ. Abbildung, Band I, Tafel bei S. 22, Fig. n). Bei Aphanocapsa und den Noſtocaceen quillt die Außenſchicht bei Befeuchtung mit Waſſer zu einer gallertigen Maſſe auf. Die Scytonemaceen zeigen dicke, gelbbraune Scheiden; die fadenförmigen Zellenreihen ſind in eigentümlicher Weiſe ſeitlich aneinander geſchmiegt, wodurch ſogenannte Scheinäſte entſtehen. Bei den Rivulariaceen bildet die Außenſchicht Scheiden, aus deren Öffnungen die Zellenreihen als Geißeln hervorragen. Die geraden und gleichdicken, fadenförmigen Zellenreihen der Oscillariaceen, welche ſich über ihre zu Häuten verbundenen Außenſchichten vorſtrecken, führen merkwürdige kreiſende Bewegungen aus. Mit den farbloſen Fäden der Askomyceten und anderer Pilze ſind viele Cyanophyceen, namentlich die Noſtocaceen und Rivulariaceen, zu Ernährungsgenoſſenſchaften verbunden (ſ. Band I, S 226—229). Die Befruchtung der Cyanophyceen iſt unbekannt. Die Vermehrung erfolgt dadurch, daß ſich die Zellen eines reihenförmigen Zellenvereines infolge von Spaltung der Zwiſchenwände trennen und ſelbſtändig werden. Oder es ſchlüpfen Teile der Zellenreihen aus ihren Scheiden hervor und werden zu Anfängen neuer Kolonien. Auch kommen ſogenannte Dauerſporen vor, d. h. es vergrößern ſich einzelne Glieder der Zellenreihe und erhalten einen hellen Inhalt und eine dickere Wandung. Dieſe Zellen ſind ſehr widerſtandsfähig. Während alle anderen Teile der Kolonie zu Grunde gehen, bleiben ſie lebensfähig und bilden bei dem Eintreten günſtiger Verhältniſſe den Ausgangspunkt für eine neue Zellenreihe. Viele Cyanophyceen leben auf den durch die atmoſphäriſchen Niederſchläge feucht gehaltenen Felſen und können bei dem Ausbleiben dieſer Niederſchläge durch längere Zeit austrocknen, ohne Schaden zu leiden. Auch die auf Erde lebenden Noſtocaceen können ohne Nachteil zeitweilig in trockene Kruſten umgewandelt werden. Einige Rivulariaceen, welche in Waſſerfällen und im Rinnſale raſch fließender Gebirgsbäche angetroffen werden, inkruſtieren ſich mit Kalk und tragen zur Entſtehung von Kalktuff bei. Mehrere Cyanophyceen leben in Thermen von 80 Grad, andere in dem von den Gletſchern abfließenden

Schmelzwaſſer, deſſen Temperatur ſich nur wenig über den Nullpunkt erhebt. Foſſile Arten ſind nicht bekannt. Aus dem Vorkommen von Flechten im Bernſteine iſt aber zu entnehmen, daß in der tertiären Periode Cyanophyceen gelebt haben. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 800.

10. Stamm: Diatomeae, Diatomeen.

Umfaßt die Familien: Melosiraceae, Coscinodiscaceae, Eupodiscaceae, Biddulphiaceae, Nitschiaceae, Amphoraceae, Cymbellaceae, Gomphonemaceae, Amphitropidaceae, Eunotiaceae, Synedraceae, Surirayaceae, Amphipleuraceae, Plagiotropidaceae, Naviculaceae, Achnanthaceae.

Waſſerpflanzen, deren Zellen vereinzelt oder in Schwärmen, Beſtänden und Kolonien leben. Das Protoplasma erſcheint durch einen braunen Farbſtoff (Diatomin)



Diatomeen: 1. Mehrere Individuen der Synedra Ulna, welche der chlorophyllführenden Zelle einer Waſſerpflanze aufſitzen. — 2. Einzelnes Individuum der Synedra Ulna ſtärker vergrößert. — 3—4. Navicula Liber von zwei Seiten geſehen. — 5—6. Navicula tumida von zwei Seiten geſehen. — 7. Triceratium Favus. — 8. Campylodiscus spiralis. — 9. Pleurosigma angulatum. — 10—11. Grammatophora serpentina. — 12—13. Gomphonema capitatum von zwei Seiten geſehen. — 14. Gomphonema capitatum an verzweigten Trägern, welche den chlorophyllführenden Zellen einer Waſſerpflanze aufſitzen. — 15. Diatoma vulgare; die zuſammenhängenden Zellen bilden ein zickzackförmiges Band. — 16—17. Fragillaria virescens, ein Individuum von zwei Seiten geſehen und ſechs Individuen zu einem Bande vereinigt. — 18. Cocconema Cistula. — 19. Kopulation dieſer Art. — 20. Verjüngung der kopulierten Zellen. — Vergrößerung 50—300fach. Vgl. Text, S. 618

gefärbt und enthält auch einen grünen Farbſtoff, welcher die Kohlenſtoffaſſimilation ermöglicht. Die Zellhaut iſt mit Kieſelſäure ſo reichlich durchdrungen, daß ſie einen Kieſelpanzer darſtellt. Der Kieſelpanzer wird aus zwei nahezu gleich großen Schalen gebildet, von welchen die eine übergreifende Ränder beſitzt und wie der Deckel einer Schachtel die andere umfaßt. Durch dieſen Kieſelpanzer, welcher bald glatt, bald gefeldert, geſtreift und punktiert erſcheint, wird der Umriß der Zellen beſtimmt. Welche Mannigfaltigkeit in dieſer Beziehung beſteht, wird durch die obenſtehende Abbildung zur Anſchauung gebracht. Die in Beſtänden und Kolonien lebenden Arten ſind mittels zäher, bisweilen veräſteter Fäden an die Unterlage feſtgewachſen (ſ. Fig. 2 und 14). Andere Arten hängen in zickzackförmigen oder bandförmigen Reihen und Ketten zuſammen (ſ. Fig. 15 und 16). Wieder andere ſind von einer gallertigen Maſſe eingehüllt oder neſterförmig in Schleimmaſſen eingebettet. Die Befruchtung erfolgt durch Kopulation. Bei einigen Gattungen verſchmelzen die Protoplaſten der bei der

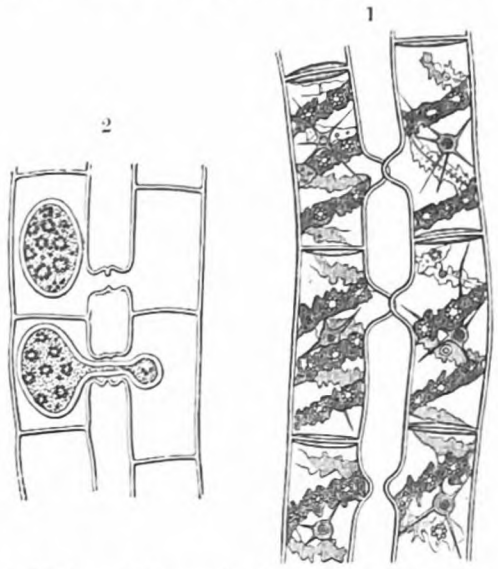
Kopulation ſich aneinander legenden Zellen; die verſchmolzene Maſſe umgibt ſich mit einer Hülle, und innerhalb dieſer Hülle entſtehen die verjüngten Diatomaceen mit ihren Schalen. Bei mehreren anderen Gattungen findet keine Verſchmelzung des Protoplasmas der kopulierenden Zellen ſtatt, und es muß die Wechſelwirkung der beiden ſich aneinander legenden Zellen auf eine andere Weiſe erfolgen. Nach der Kopulation verjüngt ſich jede der beiden Zellen und es findet hierbei ſtets auch eine Vergrößerung der verjüngten Zellen ſtatt (ſ. Abbildung, S. 617, Fig. 19 und 20). Die verſchmelzenden Protoplaſten ſind in Größe, Form und Farbe nicht verſchieden. Die Frucht umgibt ſich zunächſt mit einer Zellhaut, und innerhalb dieſer bilden ſich die Kieſelſchalen für die jungen Individuen aus. Die ungeſchlechtliche Vermehrung erfolgt durch Zweiteilung der Zellen. Die beiden Schalen des Kieſelpanzers rücken etwas auseinander. Das Protoplasma zerſtückelt ſich in zwei Hälften, und es werden zwiſchen dieſen zwei Kieſelſchalen ausgebildet, von welchen die eine in die größere, die andere in die kleinere alte Kieſelſchale hineinpaßt. Bei manchen Arten werden auch ſogenannte Auxoſporen gebildet und zwar in der Weiſe, daß das Protoplasma der betreffenden Zelle ohne vorhergegangene Befruchtung an Umfang zunimmt, ſich abrundet und mit einer Wand umgibt. Innerhalb dieſer Hülle werden dann die jungen Individuen mit ihren Kieſelſchalen ausgebildet. Die Diatomeen leben ſowohl im ſüßen als im ſalzigen Waſſer und ſind von den Tiefen der tropiſchen Meere bis auf die Gletſcher der Hochgebirge und der arktiſchen Gebiete verbreitet. Der auf der Meeresoberfläche treibende ſogenannte Plankton enthält als weſentlichen Beſtandteil Diatomeen. Im Kryokonit auf dem Firne der Gletſcher wurden von mir noch 30 Arten lebend angetroffen. Die Diatomeen finden ſich foſſil in Ablagerungen der meſozoiſchen, tertiären und diluvialen Periode. Der Kieſelgur, der Polierſchiefer und der Tripel beſtehen faſt ausſchließlich aus den Kieſelpanzern foſſiler Diatomeen. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 2000.

11. Stamm: Conjugatae, Jochalgen.

Umfaßt die Familien: Desmidiaceae, Zygnemaceae und Mesocarpaceae.

Waſſerpflanzen, deren Protoplasma Chlorophyllkörper enthält und die dadurch zur Kohlenſtoffaſſimilation befähigt ſind. Die Zellhaut beſteht hauptſächlich aus Zellſtoff, iſt geſchmeidig und geſtaltet ſich niemals zu einem Kieſelpanzer. Sie iſt zweiſchichtig, farblos und durchſichtig. Die Zellen der Desmidiaceen ſind in der Mitte gewöhnlich zuſammengezogen und mit einer Ringfurche verſehen, zeigen im übrigen eine große Mannigfaltigkeit der Geſtalt (ſ. Abbildung, Band I, Tafel bei S. 22, Fig. i, k, und Band II, S. 486). Die Zellen der Zygnemaceen und Meſokarpaceen ſind walzig, in der Mitte ohne Ringfurche. Die Befruchtung erfolgt durch Konjugation. Dieſelbe wird damit eingeleitet, daß an zwei zur geſchlechtlichen Vereinigung beſtimmten, zwar getrennten, aber doch benachbarten Zellen korreſpondierende blaſenförmige oder warzenförmige Ausſackungen entſtehen, welche ſo lange gegeneinander vorrücken, bis ſie mit ihren freien Enden in Berührung kommen, worauf ſie an der Berührungsſtelle verwachſen (ſ. Abbildung, S. 619, Fig. 1). Die durch Verwachſung entſtandene Zellwand wird hiernach aufgelöſt und dadurch ein die gegenüberliegenden Zellkammern verbindender Kanal hergeſtellt. Die Protoplaſten in dieſen beiden Zellkammern haben ſich inzwiſchen zu kugeligen Ballen zuſammengezogen. Bei den Zygnemaceen verbleibt einer dieſer Ballen, welcher als Ooplaſt bezeichnet werden kann, ruhend in ſeiner Zellkammer, der andere, welcher als Spermatoplaſt aufzufaſſen iſt, verläßt ſeine Zellkammer, gleitet durch den Kanal zu dem ruhenden Protoplaſten hinüber und verſchmilzt mit dieſem zu einer Kugel (ſ. Abbildung, Band I, Tafel bei S. 22, Fig. l, und die Abbildung, S. 619, Fig. 2). Bei den Desmidiaceen und Meſokarpaceen findet die Verſchmelzung der beiden Protoplaſten in einem durch die Konjugation der betreffenden Zellen gebildeten

Mittelraume ſtatt. Die verſchmelzenden Protoplaſten ſind in keiner Weiſe voneinander zu unterſcheiden, auch die beiden von dieſen Protoplaſten bewohnten Zellkammern ſtimmen gewöhnlich miteinander überein; nur in wenigen Fällen erſcheint die Zelle, welche von ihrem Bewohner verlaſſen wird, ſchmächtiger als jene, in welcher ſich der ruhende Protoplaſt befindet. Die durch Verſchmelzung entſtandene kugelige Frucht wird Jochfrucht oder Zygote genannt (ſ. S. 52). Aus derſelben geht unvermittelt wieder eine Pflanze hervor, welche neuerdings konjugierende Geſchlechtszellen ausbilden kann. Die ungeſchlechtliche Vermehrung erfolgt durch Fächerung, beziehentlich Zweiteilung der Zellen. Das Protoplasma einer Zelle teilt ſich in zwei Hälften, zwiſchen dieſen wird eine Scheidewand ausgebildet, und ſo ſind aus einer Kammer zwei Kammern entſtanden. Dieſe Fächerung kann ſich oftmals wiederholen, ſtets aber haben die gebildeten Scheidewände dieſelbe Lage. Bleiben die auf ſolche Weiſe entſtandenen Zellen miteinander verbunden, ſo entſtehen kettenförmige oder reihenförmige Zellenverbände, welche ſich dem freien Auge als grüne unveräſtete Fäden darſtellen. In vielen Fällen, namentlich bei den meiſten Desmidiaceen, zerklüftet die in die Zelle eingeſchaltete Scheidewand alsbald nach ihrer Entſtehung, und die beiden Tochterzellen fallen auseinander. Infolgedeſſen bleiben dieſe Arten immer einzellig. Die Konjugaten leben in ſtehenden ſüßen Gewäſſern, erhalten ſich in dieſen ſchwimmend oder ruhen auf einer Unterlage, ſind aber dieſer nicht angewachſen. Foſſile Arten ſind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 1300.



Jochalge (Spirogyra): 1. Beginnende Konjugation. — 2. Bildung von Jochfrüchten. Vgl. Text, S. 618.

12. Stamm: Gametophyceae, Gametophyceen.

Umfaßt die Familien: Acetabulariaceae (Dasycladaceae), Bryopsidaceae, Codiaceae, Botrydiaceae, Protococcaceae, Tetrasporaceae, Endosphaeraceae, Hydrodictyaceae, Ulvaceae, Ulotrichaceae, Chaetophoraceae, Mycoideaceae, Cladophoraceae.

Waſſerpflanzen, deren Protoplasma Farbſtoffe enthält und die dadurch zur Kohlenſtoffaſſimilation befähigt ſind. Die zu den Chätophoraceen gehörigen Arten der Gattung Trentepohlia enthalten neben Chlorophyll einen orangegelben, die zu den Ulvaceen gehörigen Arten der Gattungen Porphyra und Bangia einen purpurroten und mehrere Protococcaceen, ſo z. B. die Arten der Gattung Sphaerella, einen blutroten Farbſtoff (ſ. die Abbildung, Band I, Tafel bei Seite 22, Fig. e, f, g, h). Die meiſten aber enthalten von Farbſtoffen nur Chlorophyll und erſcheinen grün gefärbt. Die Zellhaut enthält Zellſtoff, iſt farblos und geſchmeidig. Bei einigen Arten verkalken die Zellhäute, ſo namentlich bei den Acetabulariaceen und einigen Arten der Cladophoraceen. Die Zellen zeigen eine große Mannigfaltigkeit der Geſtalt. Die Acetabulariaceen, Bryopſidaceen, Codiaceen und Botrydiaceen ſind einzellig, die Zellen ſind verhältnismäßig groß, ſchlauch- oder blaſenförmig und in der verſchiedenſten Weiſe ausgeſackt, ſo daß man beim erſten Anblicke derſelben glaubt, kleine Sonnenſchirme, Federn, Kokons ꝛc. vor ſich zu haben. Bei den Protococcaceen ſind die ruhenden Zellen mittels einer gallertigen Haut zu Kolonien vereinigt (ſiehe Abbildung, Band I, Tafel bei S. 22, Fig. k), bei den Hydrodictyaceen bilden ſie geſchloſſene Netze oder kleine Platten (ſ. Abbildung, S. 24), bei den Ulvaceen ein- oder zweiſchichtige Häute und Schläuche, von welchen erſtere an Salatblätter, letztere an Gedärme erinnern.

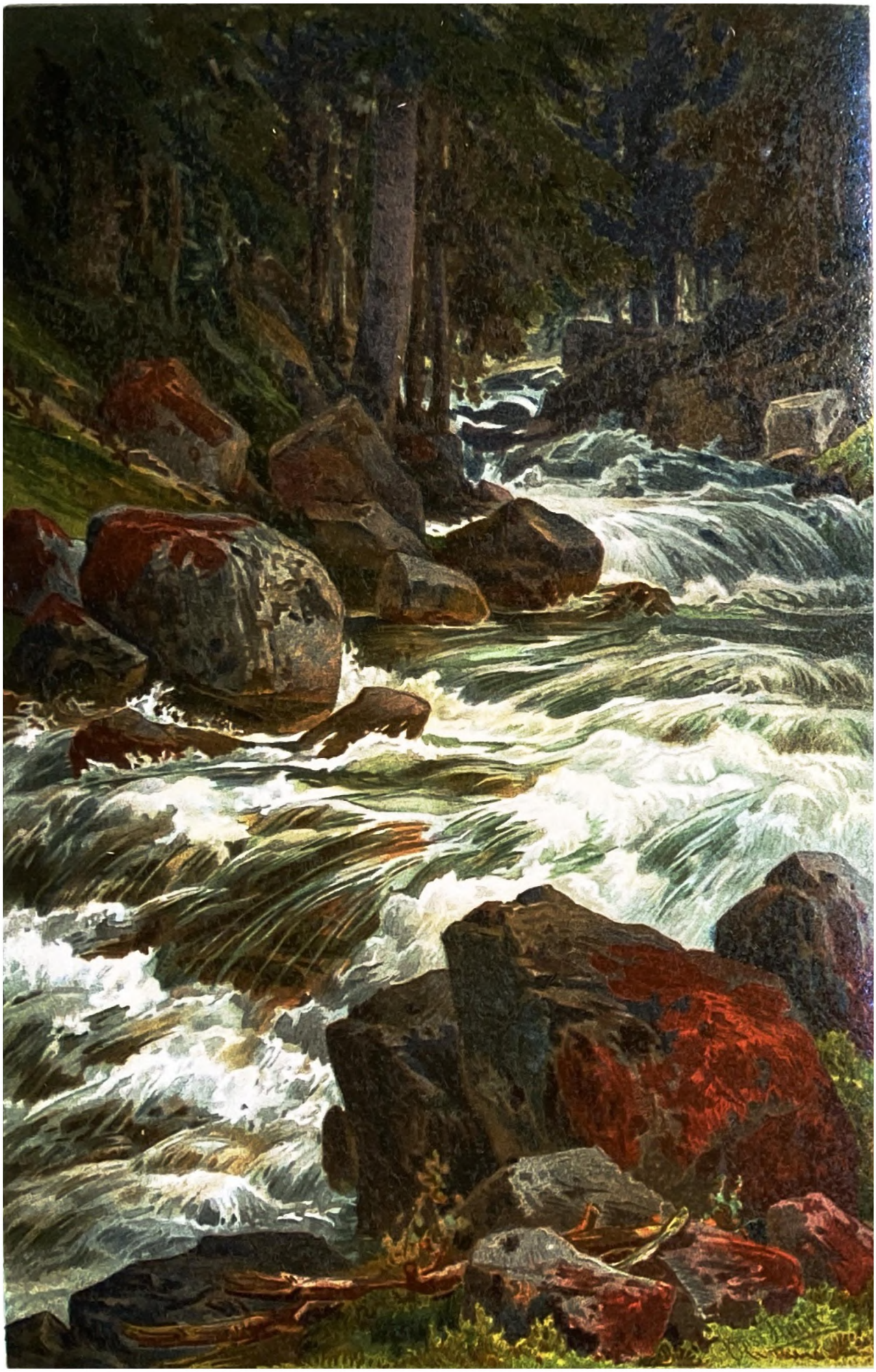
Die Ulotrichaceen erſcheinen als unverzweigte Zellenreihen (ſ. Abbildung, S. 47) und die Chätophoraceen und Cladophoraceen als offene Zellnetze. Die Befruchtung erfolgt durch Paarung der Gameten (ſ. S. 47). Die mittels Wimpern im Waſſer ſchwimmenden Protoplaſten, welche man Gameten nennt, verſchmelzen und bilden die Frucht. Bei einigen Protococcaceen, Codiaceen und Bryopſidaceen haben die Gameten eine verſchiedene Größe, und man nimmt an, daß die größeren aus Ooplasma, die kleineren aus Spermatoplasma beſtehen, bei der Mehrzahl der Gametophyceen ſind aber die ſich vereinigenden Protoplaſten von gleicher Größe. Aus der Frucht geht bei den Botrydiaceen, Ulvaceen und Cladophoraceen unvermittelt wieder eine Pflanze hervor, welche mit jener übereinſtimmt, von der die Gameten gebildet wurden, bei den Arten der anderen Familien entwickelt ſich aus der Frucht zuerſt eine Zwiſchengeneration. Es entſtehen nämlich aus dem Protoplasma der Frucht zunächſt Schwärmſporen, welche im Waſſer herumſchwimmen, ſich an einer für die Anſiedelung geeigneten Stelle feſtſetzen, die Wimpern einziehen und ſich mit einer Zellhaut umgeben. Dieſe Zellen werden nun zu Ausgangspunkten für jene Pflanzen, welche wieder Gameten erzeugen. Die ungeſchlechtliche Vermehrung erfolgt bei mehreren Gattungen, z. B. bei Hydrodictyon und Pediastrum, durch Thallidien (ſ. S. 9), bei anderen durch Schwärmſporen, welche den Gameten ähnlich ſehen, aber bedeutend größer ſind als dieſe, und bei einigen Gattungen nicht mit 2, ſondern mit 4 Wimpern beſetzt ſind (z. B. Ulothrix, ſ. Abbildung, S. 47, Fig. 10). Ein Teil der Gametophyceen erhält ſich in allen Entwickelungsſtufen ſchwimmend im Waſſer, andere ſind an feſten Körpern unter Waſſer feſtgewachſen und bilden dort ausgedehnte Beſtände. Wo der Waſſerſtand wechſelt, werden ſolche Beſtände bisweilen, ohne Nachteil zu erfahren, trocken gelegt. Manche überziehen Holzwerk und Felſen in feuchten Wäldern, zumal in der Nähe von Bächen und Waſſerfällen. So z. B. die ziegelrote Veilchenalge: Chroolepus jolithus oder Trentepohlia jolitha, welche auf der beigehefteten Tafel „Veilchenſtein im tiroliſchen Ötzthale“ zur Anſchauung gebracht iſt. Dieſe Trentepohlie duftet nach Veilchen, und die mit ihr überzogenen Steine ſind unter dem Namen „Veilchenſtein“ bekannt. Die Gametophyceen ſind von den Tiefen der tropiſchen Meere bis in die arktiſche und Hochgebirgsregion verbreitet. Prasiola Sauteri, eine zu den Ulvaceen gehörige Art, deren Lager aus ſmaragdgrünen, im Waſſer flottierenden Häutchen beſteht, wurde von mir noch in der höchſt gelegenen Quelle der Alpen im Gebiete der Stubaier Gletſcher bei 2917 m in Waſſer von 0,5 Grad angetroffen. Die zu den Protococcaceen gehörige Sphaerella nivalis veranlaßt die Erſcheinung des roten Schnees (ſ. Band I, S. 35, Tafel bei S. 36). Mit Kalk inkruſtierte Gametophyceen findet man foſſil in den Formationen der paläozoiſchen, meſozoiſchen und tertiären Periode. Sie werden als wichtige „Felsbildner“ angeſehen. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 1300.

13. Stamm: Siphoneae, Siphoneen.

Umfaßt die Familien: Volvocaceae, Vaucheriaceae, Cylindrosporaceae, Oedogoniaceae, Sphaeropleaceae, Coleochaetaceae.

Waſſerpflanzen, deren Protoplasma durch die Gegenwart von Chlorophyll zur Kohlenſtoffaſſimilation befähigt iſt. Einige Arten, z. B. Sphaeroplea annulina, enthalten, wenigſtens zeitweilig, auch einen roten Farbſtoff. Die Zellhaut beſteht hauptſächlich aus Zellſtoff, iſt geſchmeidig, farblos und durchſichtig. Die Zellen der Volvocaceen ſind zu kugeligen Kolonien vereint (ſ. Band I, S. 35), jene der Vaucheriaceen ſchlauchförmig und vielfach ausgeſackt (ſ. Abbildung, Band I, Tafel bei S. 22, Fig. a), bei den anderen Familien ſind ſie walzig und in Reihen geordnet. Die Zellen der Coleochätaceen ſind zu offenen Netzen vereinigt, und dieſe bilden, dicht zuſammengedrängt, kleine polſterförmige oder flächenförmig


SZCZECIŃSKIE
BIBLIOTEKA
GŁÓWNA



„VEILCHENSTEIN“ IM TIROLISCHEN ÖTZTHALE.

(Nach der Natur von E. Heyn.)



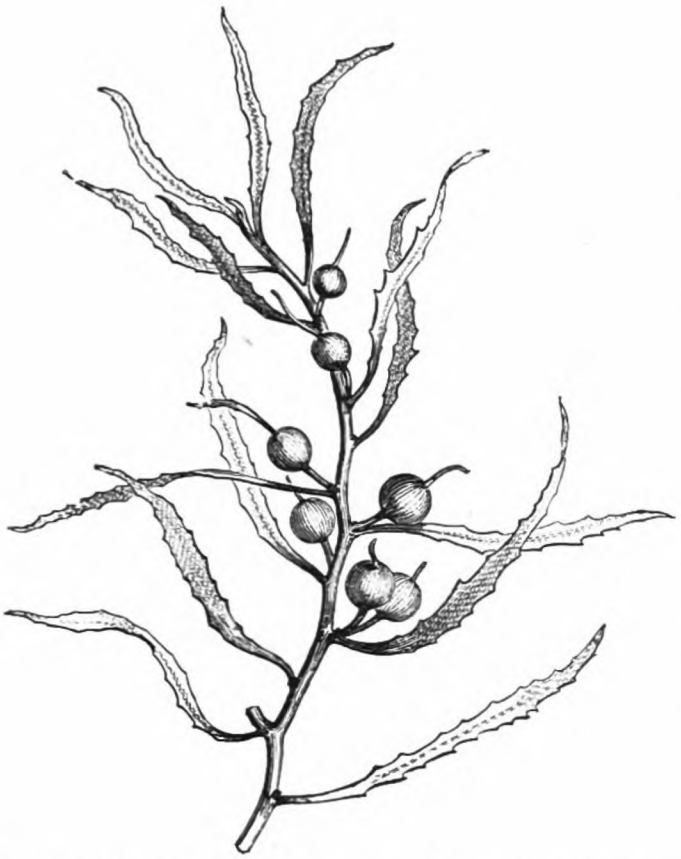
ausgebreitete Lager. Als Befruchtungsorgane werden Oogonien und Antheridien ausgebildet. Die aus den Antheridien entlassenen Spermatozoiden sind gewimpert, gelangen schwimmend zu dem Oogonium, dringen in dieses ein und verschmelzen mit dem darin ruhenden Ooplasma. In den Antheridien der Vaucheriaceen entstehen sehr zahlreiche kleine, mit zwei Wimpern versehene, in jenen der Ödogoniaceen nur wenige verhältnismäßig große, mit einem Wimperkranze ausgestattete Spermatozoiden. Die Oogonien der Volvocaceen liegen im Inneren der kugelförmigen Zellenkolonie, jene der Vaucheriaceen gehen aus kurzen seitlichen Ausstackungen der Schläuche (s. S. 54 und Abbildung, S 50, Fig. 5 und 6) und jene der Cylindrosporaceen und Ödogoniaceen aus einzelnen tonnenförmig aufgetriebenen Gliedern einer dem freien Auge als grüner Faden erscheinenden Zellenreihe hervor. Die Oogonien der Coleochätaceen sind von einer aus benachbarter Zellen gebildeten Hülle umgeben. Bei den Vaucheriaceen entsteht aus der Frucht eine Pflanze, welche sofort wieder Geschlechtsorgane erzeugen kann, bei den anderen Siphoneen findet dagegen ein Generationswechsel statt, d. h. aus der Frucht geht zunächst eine ungeschlechtliche Generation hervor. Es entstehen aus ihr Schwärmsporen, welche sich an feste Körper unter dem Wasser ansetzen, die Wimpern einziehen und sich mit einer Zellhaut umgeben. Diese Zellen bilden dann den Ausgangspunkt für eine geschlechtliche Generation. Die ungeschlechtliche Vermehrung erfolgt durch Schwärmsporen. Jene der Vaucheriaceen wurde im Band I, S. 22 ausführlich geschildert. Einige Siphoneen erhalten sich schwimmend im Wasser, die meisten sind an feste Gegenstände unter Wasser angewachsen. Wo der Wasserstand wechselt, werden manche Arten, ohne Nachteil zu erfahren, zeitweilig ausgetrocknet. Mehrere Arten der Gattung Vaucheria haben zeitlebens auf feuchter Erde ihren Standort. Fossile Arten sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 400.

14. Stamm: Fucoideen, Tange.

Umfaßt die Familien: Ectocarpaceae, Sphacelariaceae, Cutleriaceae, Laminariaceae, Fucaceae.

Wasserpflanzen, deren Protoplasma durch die Gegenwart von Farbstoffen zur Kohlenstoffassimilation befähigt ist. Neben Chlorophyll findet sich immer auch Phycophäin, ein brauner Farbstoff, welcher dem Diatomin (s. S. 619) ähnlich ist und den gelblichen, olivengrünen oder dunkelbraunen Farbenton des Lagers veranlaßt. Die Zellhaut ist dick und mehrschichtig, bisweilen bräunlich gefärbt. Ein Teil der Zellen ist nicht viel länger als breit, und die aus solchen Zellen gebildeten Vereine stellen kurz gegliederte Reihen oder parenchymatische Gewebekörper dar. Ein anderer Teil ist verlängert und erinnert an die Hyphen der Pilze. Diese letzteren Zellen verschlingen sich auch häufig ganz ähnlich wie die Hyphen und bilden lockere Geflechte. Wo beide Zellenformen vereinigt sind, bilden die ersteren die Rinde, die letzteren eine Art Mark. Bei den Ectokarpaceen besteht das ganze Lager nur aus einfachen Zellenreihen und offenen Zellennetzen, bei den übrigen Familien erscheinen die Zellen zu Gewebekörpern von sehr verschiedener Gestalt vereinigt. Am häufigsten haben die Gewebekörper die Form von Strängen, Bändern und gesägten oder handförmig geteilten und zerschnittenen Blättern (s. Tafel bei S. 47 und Abbildung, Band I, S. 549). Viele erinnern lebhaft an entlaubte Sträucher und Gestrüppe, wieder andere an belaubte Baumzweige. Bei den letzteren bildet ein Teil der Zellen den „Stengel", ein anderer Teil das „Laub", und die Ähnlichkeit mit Baumzweigen wird manchmal noch dadurch erhöht, daß hohle Schwimmblasen ausgebildet sind, welche sich wie gestielte Kirschen ausnehmen (s. die Abbildung, S. 622). Bei dem als Vorbild für die Tange auf der Tafel bei S. 47 dargestellten Fucus virsoides sind die Schwimmblasen reihenweise in den gabelig verzweigten blattartigen Lappen des Lagers eingeschaltet. Die Befruchtung erfolgt durch Verschmelzung freier, aus Oogonien und Antheridien hervorgegangener Protoplasten. Die Ooplasten,

welche aus den Oogonien der Mutterpflanze entbunden werden, zeigen zur Zeit der Befruchtung die Form einer Kugel und ſind ruhend, die Spermatoplaſten, beziehentlich Spermatozoiden haben zur Zeit der Befruchtung eine eiländliche Form, ſind an einem Ende ſpitz und beſitzen an der Seite zwei Wimperfäden, ſie bewegen ſich ſchwimmend im Waſſer und verſchmelzen mit dem Ooplaſten, an welchen ſie ſich angelegt haben (ſ. Abbildung, S. 48 und 49). Bei dem Ectokarpaceen und Cutleriaceen haben die Ooplaſten zur Zeit, wenn ſie aus dem Oogonium entlaſſen werden, Wimperfäden und ſchwärmen gleich den Spermatozoiden im Waſſer herum; ſie kommen aber alsbald zur Ruhe, ſiedeln ſich an einer geeigneten Stelle an und erhalten die Form einer Kugel. Die Ooplaſten der Ectokarpaceen ſetzen ſich bei dieſer Gelegenheit an die Unterlage mit einer ihrer Wimpern feſt, welche ſich hierauf verkürzt und zu einem Stiele des kugeligen Ooplaſten wird. Bei den Fucaceen findet die Befruchtung in der S. 547—549 geſchilderten Weiſe ſtatt. Die ungeſchlechtliche Vermehrung erfolgt bei den Laminariaceen durch Schwärmſporen, welche in beſonderen Behältern auf dem blattähnlichen Lager ausgebildet werden. Die Fucaceen vermehren ſich durch Anſiedelung von abgelöſten Stücken des Lagers, welche unter günſtigen Verhältniſſen an die feſten Körper, mit welchen ſie in Berührung kommen, anwachſen. Daß die Tange, welche die Krabben mit ihren Scheren abſchneiden und ſich auf den Rücken pflanzen, dort feſtwachſen und ſich weiter entwickeln, wurde bereits Band I, S. 71 erwähnt. Die Tange leben nur in ſalzigen und brackigen Gewäſſern. Sie fallen unter den Pflanzen des Meeres wegen ihrer Maſſenhaftigkeit am meiſten in die Augen. Mehrere derſelben erreichen die Höhe unſerer Waldbäume. Die vielverzweigten Cyſtoſiren, welche in den vom Wellenſchlage weniger betroffenen ſtillen Meeresbuchten in großen Beſtänden wachſen, machen, von oben geſehen, denſelben Eindruck wie ein winterlicher entlaubter Buchenwald, auf deſſen Kronen man von einer ſteilen Anhöhe niederblickt. Berühmt ſind die Tange an der ſüdweſtlichen und ſüdlichen Küſte Südamerikas, von welchen einige die Länge von 300 m erreichen. Urſprünglich ſind alle Tange an feſte Gegenſtände in der Tiefe des Meeres angewachſen, doch kommt es häufig vor, daß Stücke derſelben abgetrennt und bei hochgehender Brandung an das Ufer geworfen werden. Auch gelangen viele ſolche Bruchſtücke durch die Meeresſtrömungen in die hohe See und bilden dort mehr oder weniger ausgedehnte Anhäufungen. Namentlich werden ſchwimmende Maſſen verſchiedener Tange, und zwar vorzüglich Arten der Gattung Sargassum, nördlich vom Wendekreiſe des Krebſes im Atlantiſchen und Stillen Ozean angetroffen, und das Gebiet zwiſchen den Azoren und Bermudasinſeln wurde deswegen von den älteren Geographen „Sargaſſomeer" genannt. Foſſile Arten kennt man aus der paläozoiſchen, meſozoiſchen und



Ein Stück des Tanges: Sargassum natans. Vgl. Text, S. 621.

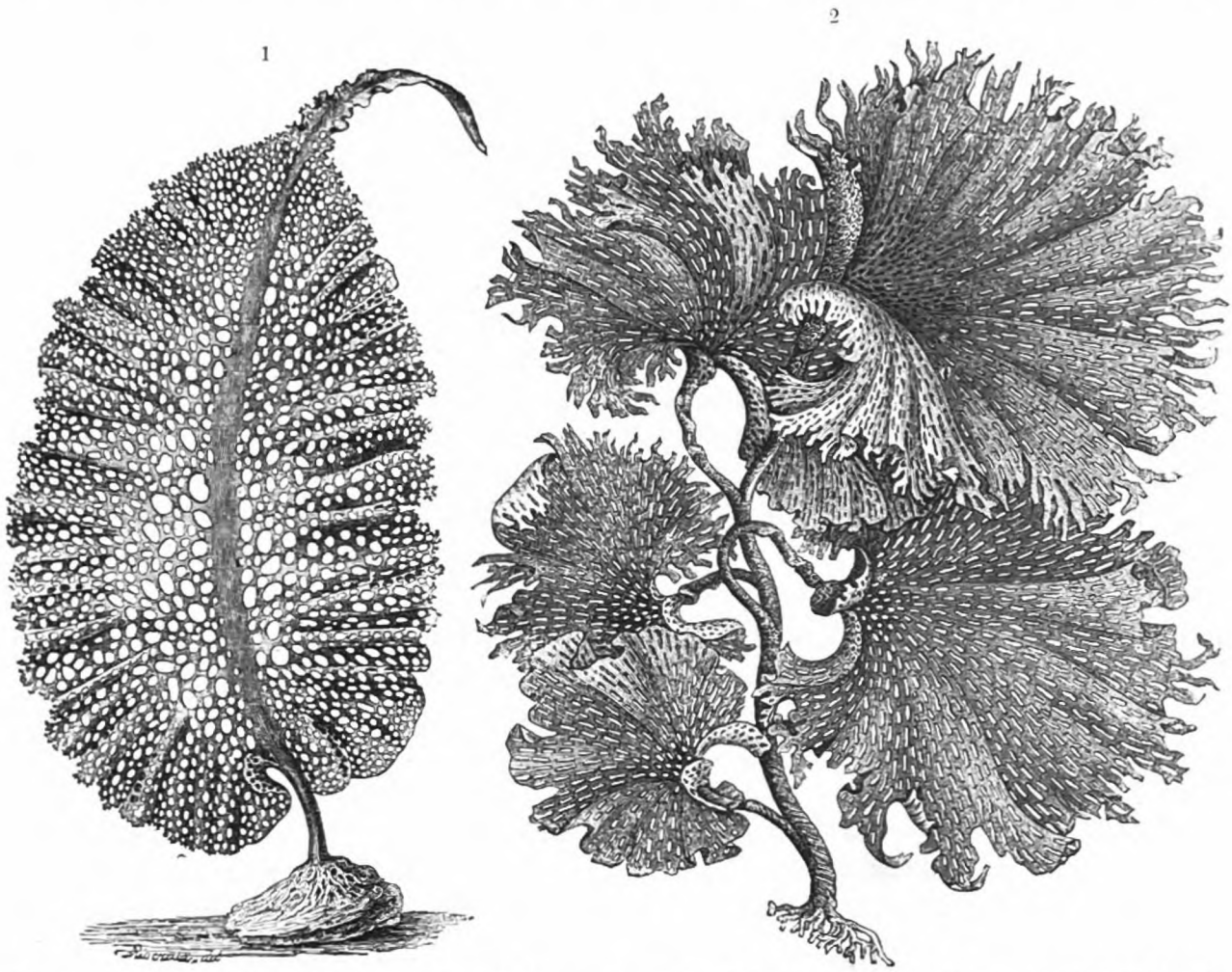
tertiären Periode. Der Umstand, daß die Paläontologen ehemals auch Wurmgänge für Fucoideen hielten, hat das Vertrauen auf alle Angaben über fossile Fucoideen sehr erschüttert. Man darf aber in dieser Beziehung nicht zu weit gehen. Manche fossile Gebilde sind sicher Fucoideen und keine Wurmröhren. Insbesondere besitzt das botanische Museum der Wiener Universität mehrere sehr schöne fossile Fucoideen aus der tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 1000.

15. Stamm: Florideae, Floridеen.

Umfaßt die Familien: Helminthocladiaceae, Hildebrandtiaceae, Gelidiaceae, Cryptonemiaceae, Squamariaceae, Corallinaceae, Ceramiaceae, Rhodomelaceae, Chylocladiaceae, Sphaerococcaceae, Delesseriaceae, Rhodomeniaceae, Gigartinaceae.

Wasserpflanzen, deren Protoplasma durch die Gegenwart von Farbstoffen zur Kohlenstoffassimilation befähigt ist. Neben Chlorophyll findet sich immer auch Phykoerythrin, ein Farbstoff, welcher für gewöhnlich rot, bei Gegenwart gewisser anderer Stoffe bisweilen auch violett und blau erscheint. Das Lager ist durch diese Farbstoffe bei den verschiedenen Arten dunkelpurpurn, hellpurpurn, schmutzigrot, violett, stahlblau und bläulichgrün gefärbt (s. Band I, Tafel bei S. 547). Die Zellhaut ist dick, farblos, durchsichtig, geschichtet. Das Lager hat die Form offener Netze, gebüschelter Fäden, feinzerteilter Blätter, gewellter Bänder und Häute. Bei manchen Arten bildet das Lager dünnhäutige Überzüge auf den Steinen, welche sich wie Blutflecken ausnehmen, bei anderen hat dasselbe die Form von gestielten Blättern, deren Flächen wie Siebe durchbrochen sind (s. die Abbildung, S. 624). Nicht selten wird auch eine Gliederung des Lagers in eine Achse und in flächenförmig ausgebreitete Teile, welche wie Blättchen aussehen, beobachtet, und mitunter kommen aus den Winkeln, welche die blattähnlichen Teile mit der Achse bilden, die Anlagen von Seitentrieben hervor. Bezeichnend für die Floridеen ist die Befruchtung mittels Trichogyne. An die von der Fruchtanlage sich erhebende fadenförmige Zelle, welche Trichogyne genannt wird, legen sich die von den Antheridien abgelösten wimperlosen Spermatozoiden an, und das Spermatoplasma gelangt durch Vermittelung der Trichogyne zu dem in der Fruchtanlage ruhenden Ooplasma (s. S. 57). Diese Vereinigung erfolgt allem Anscheine nach auf diosmotischem Wege. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß eine Verschmelzung von Spermatoplasma und Ooplasma stattfindet, und zwar so, daß der Kern des Spermatoplasten durch die verschleimten Zellhäute in das Innere der Trichogyne gelangt, nach abwärts geleitet wird und mit dem Kerne eines Ooplasten verschmilzt. Die mit dem mütterlichen Boden im organischen Zusammenhange bleibende Frucht bildet den Ausgangspunkt für eine neue Generation (s. S. 57), welche unter dem Namen Cystokarp bekannt ist. Es gehen aus ihr verzweigte kurze Zellfäden hervor, welche sich in verschiedener Weise vereinigen und gruppieren. Von dem Ende eines Teiles dieser Zellen werden ungeschlechtliche Sporen abgegliedert. An der Entwickelung und dem Aufbau dieser ungeschlechtlichen Generation sind in den meisten Fällen auch Zellen des Lagers aus der nächsten Umgebung der Fruchtanlage beteiligt. Meistens findet auch eine Kopulation einzelner solcher Zellen („Auxiliarzellen") mit einem Teile der aus der Frucht hervorgewachsenen Zellen statt, was als zweite Befruchtung gedeutet wurde. Eine andere ungeschlechtliche Vermehrung erfolgt durch Thallidien. Es trennen sich nämlich aus einem ausgewachsenen Lager stellenweise kleine Zellenvereine (Tetrasporen) ab, welche die Anfänge neuer Lager bilden. Die Mehrzahl der Floridеen lebt im Meere. Nur wenige (Hildenbrandtia, Batrachospermum, Lemanea) werden auch im süßen Wasser, zumal in Quellbächen der Gebirgsgegenden angetroffen. In den Meeren nimmt ihre Häufigkeit vom tropischen gegen das arktische Gebiet namhaft ab. Sie kommen häufig gesellig mit Tangen vor. Die Tafel

Band I, bei S. 547 zeigt im Vordergrunde Florideen, im Hintergrunde Tange. Die Arten der Gattungen Corallina, Lithophyllum und Lithothamnium inkruſtieren mit Kalk und bilden, ähnlich den Korallen, Bänke und Riffe unter dem Meere (ſ. Band I, Tafel bei S. 239). Dieſe unter dem Namen Nulliporen bekannten Florideen haben ſich auch aus der meſozoiſchen und tertiären Periode im foſſilen Zuſtande erhalten. Der zu den Bauwerken in Wien ſo vielfach verwendete „Leithakalk“, welcher im Leithagebirge an der Grenze von Niederöſterreich und Ungarn in mächtigen Bänken auftritt, beſteht zum großen Teile aus ſolchen Florideen, beziehentlich aus den von ihnen aus dem oberen Miocänmeere abgeſchiedenen Kalke,



Florideen mit ſiebförmig durchbrochenem Lager: 1. Agarum Gmelini. — 2. Thalassophyllum Clathrus. Vgl. Text, S. 623.

und ſo wie das Geſtein der mächtigſten Bauten in Paris aus den winzigen Schalen von Foraminiferen, ſo beſteht das Geſtein der Wiener Bauwerke vorwaltend aus den Kalkkruſten der genannten Florideen. Von Florideen, welche keinen Kalk abſcheiden, haben ſich nur wenige Arten im foſſilen Zuſtande erhalten. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterſchiedenen Arten beträgt ungefähr 1800.

16. Stamm: Characeen, Armleuchtergewächſe.

Umfaßt die Gattungen: Nitella, Tolypella, Tolypellopsis, Lamprothamnus, Chara, Lychnothamnus.

Waſſerpflanzen, deren Zellen an der Innenſeite mit reihenweiſe geordneten Chlorophyllkörpern dicht belegt und dadurch zur Kohlenſtoffaſſimilation befähigt ſind. Die Zellhaut beſteht hauptſächlich aus Zellſtoff, iſt zart und leicht zerbrechlich. In vielen Fällen ſind die Zellen mit kohlenſaurem Kalk inkruſtiert (ſ. Band I, S. 239), wodurch ihre Zerbrechlichkeit noch erhöht wird. Das Lager zeigt eine mittlere aufrechte

Hauptachſe und wirtelförmig gruppierte, in Stockwerken übereinander ſtehende Seitenachſen. In der Hauptachſe wechſeln lange Gliederzellen mit kurzen Knotenzellen; die erſteren ſind ungeteilt, die letzteren erſcheinen durch ſenkrechte Scheidewände in Fächer geteilt und bilden die Ausgangspunkte für die wirtelförmigen ausſtrahlenden Seitenachſen. Bei der Gattung Chara ſind die langen Gliederzellen mit einer Lage ſchmächtiger Zellen berindet; bei der Gattung Nitella ſind ſie nicht berindet. Als Befruchtungsorgane werden Oogonien und Antheridien ausgebildet. Jedes Oogonium iſt von einem aus fünf ſchraubig gedrehten Zellen beſtehenden Amphigonium umſchloſſen (ſ. S. 59, Fig. 8). Die Antheridien ſtellen rote Hohlkugeln dar, deren Wand aus ſchildförmigen Zellen zuſammengeſetzt wird (Fig. 4). Die Spermatozoiden entwickeln ſich in beſonderen Zellen im Inneren dieſer Hohlkugeln (Fig. 5 u. 6). Sie ſind ſchraubig gewunden, an dem einen Ende kolbenförmig verdickt, an dem anderen Ende verdünnt und mit zwei Wimpern beſetzt (Fig. 7). Nachdem ſich die betreffenden Zellen geöffnet haben, ſchlüpfen die Spermatozoiden aus, gelangen ſchwimmend zu der ruhenden Fruchtanlage, dringen durch kleine Spalten in das Innere derſelben ein und verſchmelzen mit dem in dem Oogonium geborgenen Ooplasma (ſ. S. 59). Die Früchte fallen ab und überwintern im Schlamme. Im darauf folgenden Jahre wächſt aus der Frucht eine Zellenreihe hervor, welche als Vorkeim angeſprochen wird. Von dieſem Vorkeime zweigt eine zweite Zellenreihe ab, welche den Anfang der geſchlechtlichen Generation bildet. Die Parthogeneſe der Chara crinita wurde auf S. 459 erörtert. Die Armleuchtergewächſe leben in ſüßem und brackigem Waſſer. Die inkruſtierten Arten tragen zur Bildung von Kalktuff und zur Entſtehung kalkreicher Ablagerungen im Grunde der Gewäſſer bei. Dieſe Rolle haben ſie auch in früheren Perioden geſpielt. Man findet foſſile Früchte der Characeen in den meſozoiſchen und tertiären Ablagerungen. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beläuft ſich auf ungefähr 200.

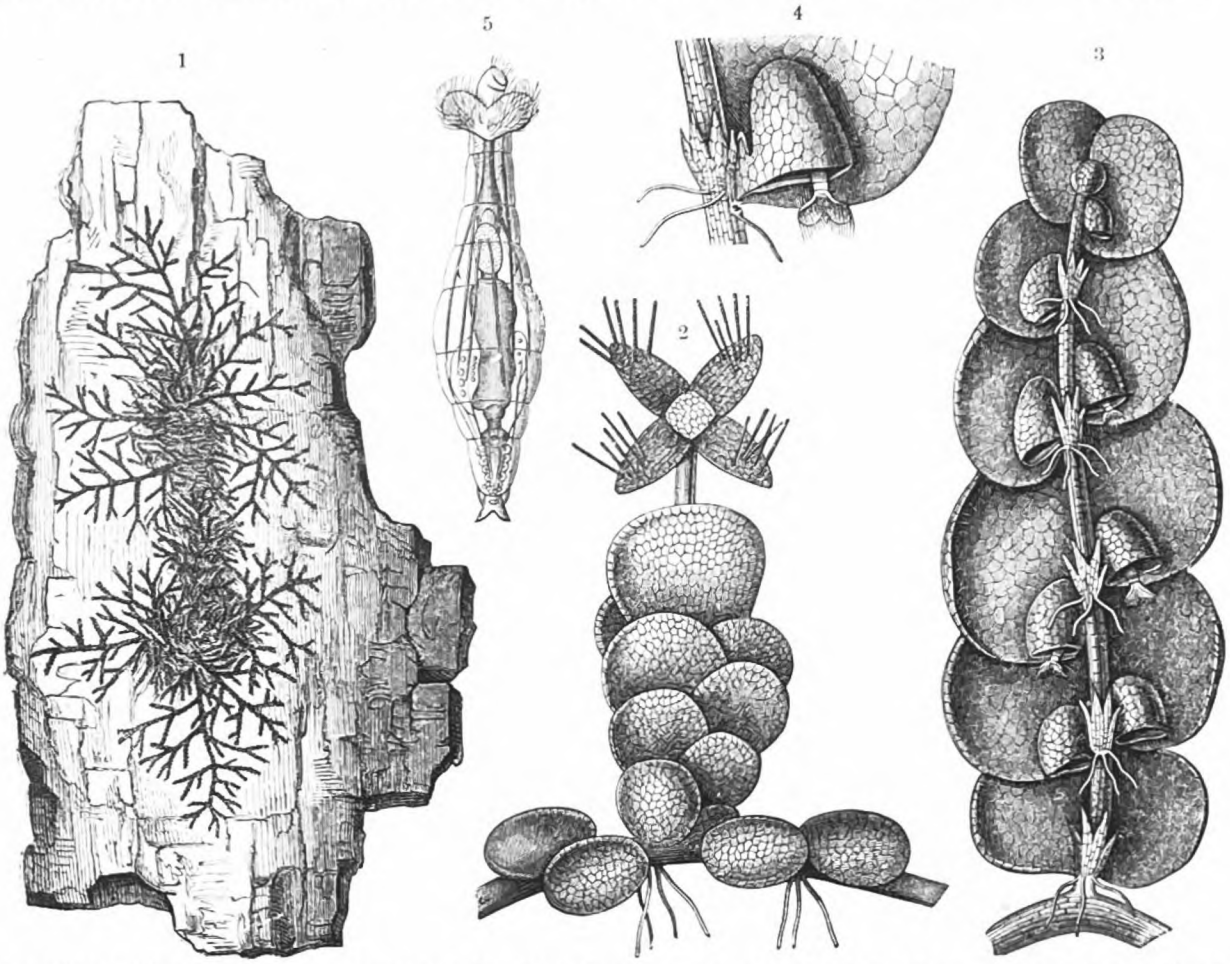
17. Stamm: Muscineae, Mooſe.

Umfaßt die Familien: Ricciaceae, Marchantiaceae, Anthocerataceae, Jungermanniaceae, Andreaeaceae, Sphagnaceae, Phascaceae, Bryaceae.

Das Protoplasma der dem Sonnenlichte ausgeſetzten Zellen enthält Chlorophyllkörper und iſt zur Kohlenſtoffaſſimilation befähigt. Die Zellhaut iſt häufig braun gefärbt. Der aus der keimenden Spore hervorgehende Vorkeim erſcheint dem freien Auge bei den Bryaceen und Phascaceen als ein fadenförmiges Gebilde und wird Protonema genannt (ſ. Abbildung, S. 472 und 473). Die Zellen dieſes Vorkeimes bilden Reihen und offene Netze, welche unter der Erde farblos, über der Erde grün gefärbt ſind. Von dem Protonema der Gattung Schistostega erheben ſich eigentümlich gruppierte kugelige Zellen, von welchen ein merkwürdiger grüner Schimmer in Grotten und Felsklüften ausgeht (ſ. Band I, S. 357, und Tafel bei S. 22, Fig. p). Der Vorkeim der Torfmooſe (Sphagnaceen) ſowie mehrerer Jungermanniaceen und Marchantiaceen wird aus bandförmigen, plattenförmigen und polſterförmigen Gewebekörpern gebildet. Der Vorkeim ſcheidet keine Sporen ab und trägt auch keine Geſchlechtsorgane. Aus ihm wächſt aber eine Generation hervor, welche Geſchlechtsorgane trägt. Bei einem Teile der unter dem Namen „Lebermooſe“ zuſammengefaßten Ricciaceen, Marchantiaceen, Anthocerataceen und Jungermanniaceen weicht dieſe geſchlechtliche Generation in der Geſtalt nur wenig von dem Vorkeime ab, und es iſt dann die Grenze von Vorkeim und geſchlechtlicher Generation oft verwiſcht. In den meiſten Fällen aber unterſcheidet ſich das Lager der geſchlechtlichen Generation ſehr auffallend von jenem des Vorkeimes. Es hat entweder die Geſtalt ausgebreiteter ſcheibenförmiger, bandartiger, ausgebuchteter und wiederholt zweigabelig geteilter Gewebekörper (ſ. Abbildung, S. 23, Fig. 1), oder es gliedert ſich in eine Achſe, welche wie ein Stamm,

und in flächenförmig ausgebreitete Teile, welche wie Blätter ausſehen. Die beſchreibenden Botaniker gebrauchen in ſolchen Fällen die Ausdrücke Mooſsſtämmchen und Mooſsblättchen. Von Stämmen und Blättern, wie ſie bei den Phanerogamen vorkommen, unterſcheidet man dieſe Gebilde aber durch das Fehlen der Gefäßbündel. Daß zwiſchen dem laubartigen und dem in Achſe und Blättchen gegliederten Lager der Mooſe eine Grenze nicht zu ziehen ſei, wurde bereits in Band I, S. 551 auseinandergeſetzt und durch Abbildungen erläutert. Das grüne Lager der Marchantiaceen iſt mit Verdunſtungskammern verſehen, in welchen eigentümlich gruppierte aſſimilierende Zellen geborgen ſind (ſ. Band I, S. 255, Fig. 1). Die Blättchen einiger Bryaceen (Barbula, Polytrichum; ſ. Band I, S. 255, Fig. 2, und S. 320, Fig. 1 und 2) tragen auf der vertieften Oberſeite kurze perlſchnurförmige Ketten und vorſpringende Leiſten aus grünen aſſimilierenden Zellen. An dem Aufbaue der Blättchen des Weißmooſes (Leucobryum) und der Torfmooſe (Sphagnum) ſind zweierlei Zellen beteiligt, erſtens große mit Löchern verſehene, welche des protoplasmatiſchen Inhaltes entbehren und zur raſchen Aufſaugung des Waſſers dienen, und zweitens verhältnismäßig kleine Zellen, deren Protoplasma Chlorophyllkörper enthält und zur Aſſimilation geeignet iſt (ſ. Band I, S. 202, und Abbildung, S. 203, Fig. 1 und 2). Die Blättchen der zu den Bryaceen gehörenden Hookeria werden aus einer einzigen Zellenſchichte gebildet (ſ. Band I, S. 359), auch jene der meiſten Jungermanniaceen beſtehen nur aus einer Lage gleichgeſtalteter Zellen und enthalten keine Rippen (ſ. Abbildung, S. 627, Fig. 2 und 3). Bei den meiſten Bryaceen dagegen ſind die Blättchen von 1—3 aus langgeſtreckten Zellen gebildeten Rippen durchzogen (ſ. Abbildung, S. 23, Fig. 9, und S. 472, Fig. 6). In den meiſten Fällen ſind die Blättchen entlang einer Schraubenlinie an dem Stämmchen gruppiert, bei dem Smaragdmoos (Schistostega; ſ. Abbildung, S. 373, Fig. 9) ſind ſie in zwei Zeilen geordnet und teilweiſe miteinander verwachſen, demzufolge die betreffenden Stämmchen das Ausſehen eines Farnwedels erhalten. Bei den Jungermanniaceen erſcheinen ſie in zwei oder mehrere regelmäßige, geradlinige Zeilen geordnet und nehmen bei denjenigen Arten, deren Lager der Baumborke oder den Felswänden angeſchmiegt iſt, ſehr verſchiedene Formen an. Die der Unterlage zugewendete Seite der Frullania dilatata (ſ. Abbildung, S. 627, Fig. 1 und 3) zeigt eine Zeile aus zerſchlitzten Schüppchen, rechts und links von derſelben je eine Zeile aus kappenförmigen Gebilden, welche Amphigaſtrien genannt werden, und über dieſen ſind dann noch zwei Zeilen aus rundlichen, ſich dachziegelförmig deckenden Blättchen ausgebreitet. Die Mooſe ſind teils einhäuſig, teils zweihäuſig. Als Befruchtungsorgane werden Oogonien und Antheridien ausgebildet. Jedes Oogonium iſt von einem Amphigonium umhüllt. Die ſchraubig gewundenen, mit zwei Wimpern beſetzten Spermatozoiden entwickeln ſich im Inneren des Antheridiums in den Zellen eines parenchymatiſchen Gewebes. In jeder Zelle dieſes Gewebes entſteht nur je ein Spermatozoid. Nachdem die Spermatozoiden die Antheridien verlaſſen haben, gelangen ſie ſchwimmend zu den Fruchtanlagen und dringen durch die aus den ſogenannten Halszellen gebildete Schleimmaſſe zu den im Oogonium geborgenen Ooplasma vor, um mit dieſem zu verſchmelzen. Die Oogonien und Antheridien ſind bei den Marchantiaceen oberflächlich auf dem Lager, bei den Anthocerataceen und Ricciaceen im Inneren des Lagers ausgebildet. Bei den anderen Familien entſpringen ſie aus den Stämmchen und ſind von ſchuppenförmigen Blättchen umgeben. Bei den Widertonen (Polytrichum) bilden dieſe Blättchen am Scheitel der Stämmchen kleine Roſetten, welche wie Blüten ausſehen (ſ. S. 60—62 und Tafel bei S. 61). Die Frucht fällt nicht ab, ſondern bleibt mit der Mutterpflanze in organiſchem Zuſammenhange und wird zum Ausgangspunkte der ſporenbildenden Generation. Der weſentlichſte und auch räumlich am meiſten entwickelte Teil dieſer Generation

iſt das Sporengehäuſe oder Sporangium (ſ. S. 15—17). Die kapſelartigen Sporangien der Ricciaceen treten nicht aus dem Lager hervor und ſpringen nicht auf, ſondern zerfallen, jene der Marchantiaceen ſind kurz geſtielt, ſpringen mit Klappen oder Zähnen auf, jene der Anthoceratáceen ſind ſchotenförmig, haben im Inneren eine Mittelſäule und öffnen ſich mit zwei Klappen, jene der Jungermanniaceen werden von einem raſch aus der Frucht hervorwachſenden farbloſen, ſtark turgeszierenden Stiele getragen und ſpringen mit vier Klappen auf (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 2), jene der Andreäaceen ſchließen ein kurzes, geglie-



1. Frullania dilatata, eine Jungermanniacee, auf der Borke eines Ahornbaumes. — 2. Ein Stück dieſer Pflanze mit einem klappig aufgeſprungenen Sporangium. Auf der Fläche der Klappen des Sporangiums die Schleudern (Elateren). — 3. Ein Stück der Frullania von der unteren, der Borke aufliegenden Seite geſehen; aus drei Amphigaſtrien ſtrecken die Rädertierchen ihre Räderorgane vor. — 4. Ein einzelnes Amphigaſtrium mit einem darin ſteckenden Rädertierchen. — 5. Ein aus dem Amphigaſtrium genommenes Rädertierchen (Callidina symbiotica). — Fig. 1 in natürlicher Größe; Fig. 2: 20fach; Fig. 3: 25fach; Fig. 4: 30fach; Fig. 5: 100fach vergrößert. Vgl. Text, S. 628.

dertes Stielchen ab und öffnen ſich mit vier Längsſpalten (ſ. Abbildung, S. 16, Fig. 13), jene der Sphagnaceen ſind kugelig, öffnen ſich mit einem kreisrunden Deckel und zeigen am Rande der Öffnung keinen Mundbeſatz (ſ. Abbildung, S. 16, Fig. 14 und 15), jene der Phascaceen ſind ſehr kurz geſtielt, bleiben zwiſchen den Hüllblättchen der Amphigonien verſteckt und ſpringen unregelmäßig auf, und jene der Bryaceen ſind von einem elaſtiſchen Stiele getragen, haben die Geſtalt einer Büchſe, öffnen ſich mit einem Deckel, und die Öffnung oder Mündung der Büchſe zeigt nach dem Abfallen des Deckels einen ſehr mannigfaltigen Mundbeſatz (ſ. Abbildung, S. 16, Fig. 1—9, und S. 473, Fig. 1—11). Die Wandung der Büchſe iſt in vielen Fällen zur Atmung und Aſſimilation befähigt und zeigt dann Spaltöffnungen und ein eigentümliches Durchlüftungsgewebe. Beſonders auffallend tritt das bei den Splachnaceen hervor, wo die Büchſe, welche die Sporen enthält, von einem

an das Schwammgewebe der Laubblätter erinnernden Zellengefüge und einer äußeren mantelförmigen Hülle umgeben iſt (ſ. Abbildung, S. 473, Fig. 1—8). Die Sporen haben eine dunkle Farbe und rauhe Oberfläche (ſ. Abbildung, S. 472, Fig. 1). Bei den Marchantiaceen, Anthocerataceen und Jungermanniaceen werden in den Sporengehäuſen neben den Sporen auch noch ſogenannte Schleudern (Elateren) ausgebildet, langgeſtreckte, ſehr hygroſkopiſche Zellen, welche entweder loſe zwiſchen den reifen Sporen liegen oder der Innenwand des Gehäuſes aufſitzen und bei dem Aufſpringen dieſes Gehäuſes ſowie bei der Entbindung der Sporen eine Rolle ſpielen (ſ. Abbildung, S. 627, Fig. 2, und im nächſten Kapitel). Manche Mooſe entwickeln außer den Sporen und bisweilen auch an Stelle derſelben Thallidien und andere ungeſchlechtliche Vermehrungsorgane (ſ. S. 23).

Die Mooſe finden ſich an den verſchiedenſten Standorten. Einige leben unter Waſſer und zwar mitunter in raſch fließenden Bächen und in den Sturzwellen der Waſſerfälle, andere erhalten ſich ſchwimmend an der Oberfläche ſtehender Gewäſſer, wieder andere leben in Mooren, auf Schlamm, feuchter Erde und im naſſen Sande am Rande der Gletſcherbäche. Sehr viele bewohnen den Grund ſchattiger Wälder und die Borke alter Bäume, und eine überaus große Zahl trifft man auf Felſen, Steinblöcken und altem Mauerwerke. Die meiſten ſind Verweſungspflanzen, welche die organiſchen, im Waſſer gelöſten Nährſtoffe auf ſehr merkwürdigen Umwegen zugeführt erhalten (ſ. Band I, S. 95—102, 108 und 110). Einer der ſeltſamſten hierher gehörigen Fälle iſt durch die Abbildung auf S. 627 erläutert und betrifft die Ernährungsgenoſſenſchaft der zu den Jungermanniaceen gehörenden Frullanien mit den Rädertierchen aus der Gattung Callidina. Das dendritiſche, dunkle Lager der abgebildeten Frullania dilatata iſt platt an die Borke der Bäume angepreßt (Fig. 1). Dasſelbe zeigt unter den zwei oberflächlichen Reihen flacher rundlicher Blättchen zwei Reihen von kappenförmigen Gebilden (Amphigaſtrien) und noch eine mittlere Reihe von zerſchlitzten Schuppen und haarförmigen Haftzellen (Fig. 3). Die Nahrungsaufnahme kann von ſeiten dieſer Frullania nur durch Vermittelung des Regenwaſſers geſchehen. Wenn das Regenwaſſer über die Borke der Baumſtämme herabrieſelt, ſo ſchwemmt es immer verſchiedene Staubteilchen und eine nicht unbedeutende Menge von Infuſorien, Sporen, Pollenzellen und dergleichen mit fort, und es dringt das Schwemmwaſſer auch in die Räume zwiſchen der Borke und der aufliegenden Frullania. Die lebenden, im Schwemmwaſſer enthaltenen Organismen können von der Frullania nicht ſofort als Nahrung benutzt werden. Was aber unmittelbar nicht möglich iſt, geſchieht mittelbar. Die in den kappenförmigen Amphigaſtrien ſteckenden Rädertierchen (Callidina symbiotica; Fig. 3, 4 und 5) ernähren ſich von den im Schwemmwaſſer enthaltenen Infuſorien, Sporen, Pollenzellen und anderen organiſchen Splittern, ſcheiden ihre Exkremente in die Amphigaſtrien aus, und dieſer flüſſige Dünger wird nun von der Frullania als Nahrung aufgenommen.[1] Viele Mooſe im Grunde der Wälder ſcheinen mit den Mycelien gewiſſer Hymenomyceten in einer Ernährungsgenoſſenſchaft zu leben. Dieſe Waldmooſe ſpielen auch eine wichtige Rolle bei der Bildung des Humus in den Wäldern, ſie ſchützen das Erdreich gegen die mechaniſche Einwirkung fallender Regentropfen und laſſen die atmoſphäriſchen Niederſchläge nur allmählich in die tieferen Schichten des Bodens gelangen. Die auf Felſen und Steinen in Form von Polſtern und

[1] Es verdient hier folgende Beobachtung über die Lebenszähigkeit der Rädertierchen erwähnt zu werden. Im Jahre 1885 wurden von mir mehrere mit Frullania dilatata beſetzte Stücke der Borke von einem mächtigen Bergahornbaume am Grundelſee in Steiermark abgelöſt, nach Wien mitgenommen und daſelbſt in ausgetrocknetem Zuſtande in einem Glasſchranke aufbewahrt. Im Jahre 1890, alſo fünf Jahre ſpäter, wurden dieſe Exemplare der Frullania dilatata aufgeweicht und unter dem Mikroſkop unterſucht. Es zeigte ſich, daß alle in den Amphigaſtrien ſteckenden Rädertierchen noch lebendig waren. Sie begannen ſofort nach der Befeuchtung mit Waſſer das Spiel mit ihren Räderorganen.

Fliesen wachsenden Moose halten ebenso wie die im fließenden, zeitweilig trüben Wasser lebenden Arten erdige Teile, welche durch Luft- und Wasserströmungen herbeigeführt werden, zwischen ihren Stämmchen und Blättchen fest und tragen wesentlich zur Entstehung einer Erdkrume über dem nackten Gesteine bei (s. Band I, S. 245). Mehrere Moose, welche an den vom Sickerwasser überrieselten Felsen und in den Rinnsalen der Quellbäche leben, inkrustieren mit Kalk und sind an der Bildung des Kalktuffes beteiligt (s. Band I, S. 239). Die Moose sind über die ganze Erde verbreitet. In überwiegender Menge werden sie im arktischen Gebiete und in den nebelreichen Hochgebirgen angetroffen. In den Zentralalpen findet man noch Moosräschen an den Felsen in der Seehöhe von 3000 m. In den stets feuchten Gebieten tropischer Gegenden sind nicht selten die immergrünen Laubblätter der Waldbäume von Moosen überwuchert. Von fossilen Moosen kennt man, abgesehen von dem auf S. 598 erwähnten fraglichen Spirophyton, einige Arten aus den Ablagerungen der tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beläuft sich auf ungefähr 5000.

Kryptogamen mit Gefäßbündeln: Gefäßkryptogamen.

18. Stamm: Equisetinae, Schachtelhalme.

Umfaßt die Familien: Equisetaceae und Calamitaceae.

Der Stamm der sporenbildenden Generation ist deutlich gegliedert. Die Stammglieder tragen an ihrem oberen Ende wirtelig gruppierte, zu einer Scheide verwachsene kleine, spitze Blätter, sind im jugendlichen Zustande mit Mark erfüllt, später hohl und nur an der Basis durch eine Querwand abgeschlossen. Die Gefäßbündel sind in einen Kreis gestellt, verlaufen am Umfange der cylindrischen Glieder und bestehen aus einem der hohlen Seite zugewendeten, von Ring- und Spiralgefäßen und einem der Rinde zugekehrten, von Bastzellen gebildeten Teile. Jedes der kleinen, zur Scheide verwachsenen Blätter ist von einer Mittelrippe durchzogen, welche den Abschluß eines im Stamme verlaufenden Stranges bildet. Die Rinde ist gerieft. Unter jeder Riefe liegt ein Gefäßbündel; in den Furchen zwischen den Riefen ist die Oberhaut von Spaltöffnungen durchsetzt. Die Kohlenstoffassimilation wird bei der Gattung Equisetum durch das grüne Gewebe in der Rinde des Stammes vermittelt. In den Zellhäuten ist eine verhältnismäßig große Menge von Kieselsäure enthalten. An den in Erde, Sand, Torf und dergleichen eingebetteten Stammteilen entwickeln sich an den Gelenken Wurzeln (s. Abbildung, S. 14). Die aus den Achseln der Blätter entspringenden Seitensprosse durchbrechen die Blattscheiden, und es wiederholt sich an ihnen der dem Muttersprosse zukommende Bau. Die Sporen werden in sackförmigen Sporangien ausgebildet, welche von der Rückseite kurzgestielter Scheiben ausgehen (s. Abbildung, S. 14, Fig. 4). Diese Scheiben, welche als metamorphosierte Blätter angesehen werden, sind wirtelig gruppiert, und die zusammengedrängten Wirtel bilden am Ende des Sprosses eine Ähre (s. Abbildung, S. 14, Fig. 2, 3 und 7). Bei einem Teile der Schachtelhalme erscheinen diese Ähren als Abschluß grüner assimilierender Sprosse, bei anderen werden sie von besonderen chlorophyllosen Sprossen getragen. Die Arten der Gattung Equisetum haben nur einerlei Sporangien und nur einerlei Sporen. Die Sporangien öffnen sich mit einem Längsspalte, um die Sporen zu entlassen. Die Sporen sind farblos, die äußere Schicht ihrer Zellhaut ist in zwei sich rechtwinkelig kreuzende, sehr hygroskopische Schraubenbänder gespalten (s. Abbildung, S. 14, Fig. 5 und 6). Die Sporen bilden den Ausgangspunkt für die geschlechtliche Generation, welche Prothallium genannt wird. Das Prothallium ist band- oder blattartig, ausgebuchtet und gelappt. Die Fruchtanlagen entstehen in den Ausbuchtungen, die Antheridien am Ende oder am Rande der Lappen (s. Abbildung, S. 14, Fig. 8).

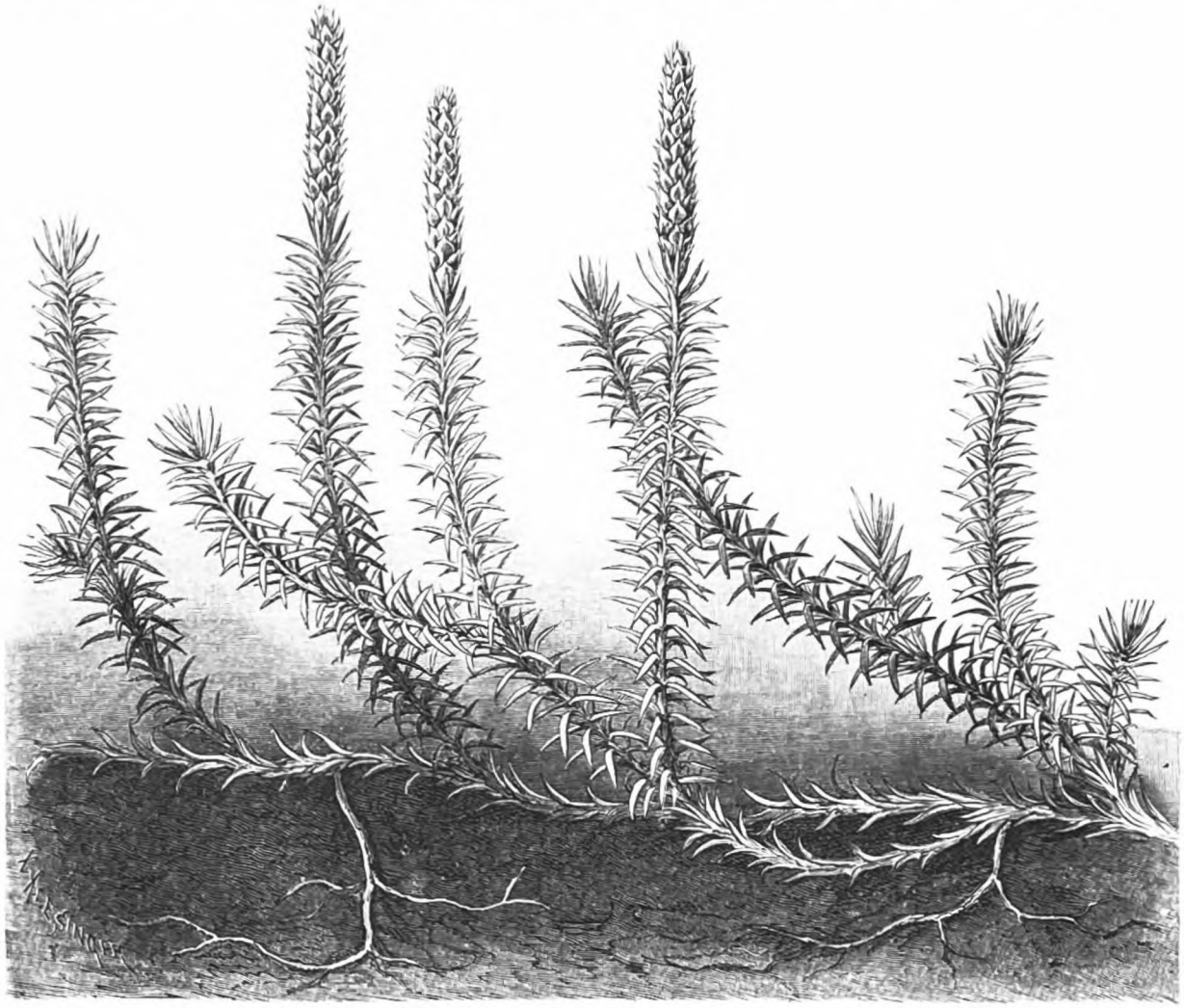
Die Spermatozoiden ſind ſchraubig gekrümmt, an dem einen Ende verdickt und ſpatelförmig verbreitert, am anderen, verſchmälerten Ende mit einer Mähne aus feinen Wimpern beſetzt. Sie bewegen ſich ſchwimmend zu dem in der Fruchtanlage geborgenen Ooplasma. Die Frucht fällt nicht ab, ſondern bleibt mit dem Gewebe des Prothalliums verbunden und wird zum Ausgangspunkte für die ungeſchlechtliche ſporenbildende Generation, welche ſich als ein mit Gefäßbündeln ausgeſtatteter und mit ſcheidenartig verwachſenen ſchuppenförmigen Blättern verſehener Sproß aus dem Prothallium erhebt. Die Schachtelhalme ſind Sumpfpflanzen und bilden in Mooren und ſtehenden Gewäſſern bisweilen ausgedehnte Beſtände. Einige derſelben gedeihen auch auf feuchtem Sand- und Lehmboden. Das tropiſche Equisetum giganteum erreicht die Höhe von 10 m. Foſſile Arten der Gattung Equisetum finden ſich in den Schichten der paläozoiſchen, meſozoiſchen, tertiären und diluvialen Periode. Als eine Familie der Equisetinae werden auch die Calamitaceen angeſehen, welche in großer Menge in den Schichten der paläozoiſchen Periode foſſil vorkommen. Dieſelben hatten mächtige Stämme mit geriefter Rinde und im Kreiſe geſtellten Gefäßbündeln. Die Blätter und Äſte waren wirtelig geſtellt. Die Blätter hatten in den verſchiedenen Stockwerken an einem und demſelben Stocke verſchiedene Geſtalten. Jene an den unter Waſſer entwickelten Stammteilen waren ganzrandig und bis zum Grunde voneinander getrennt, jene über Waſſer an der Baſis miteinander verwachſen. Erſtere wurden unter dem Namen Annularia, letztere unter dem Namen Asterophyllites beſchrieben. Die Sporangien befanden ſich an den Enden beſonderer Zweige ährenförmig angeordnet, und dieſe Zweige waren mit ſternförmig gruppierten, vorn gekerbten oder zweilappigen, ja ſelbſt wiederholt gabelig geteilten Blättern beſetzt. Ein Teil der Ähren weiſt nur Makroſporangien, ein anderer nur Mikroſporangien auf. Die erſteren wurden unter dem Namen Volkmannia, die letzteren unter dem Namen Brugmannia und die beblätterten Stücke der ährentragenden Zweige unter dem Namen Sphenophyllum und Archaeocalamites beſchrieben. Die Blätter ſcheinen grün gefärbt und zur Kohlenſtoffaſſimilation geeignet geweſen zu ſein. Dadurch ſowie durch das Vorkommen von Makroſporangien und Mikroſporangien weichen die Calamitaceen von den Equiſetaceen ab. Die Zahl der jetzt lebenden Arten der Equiſetaceen beträgt ungefähr 30.

19. Stamm: Lycopodinae, Bärlappe.

Umfaßt die Familien: Psilotaceae, Lycopodiaceae, Selaginellaceae, Isoëtaceae.

Der von einem mächtigen zentralen Gefäßbündel durchzogene Stamm der ſporenerzeugenden Generation iſt mit zahlreichen ungeteilten, nicht miteinander verwachſenen, abwechſelnd geſtellten Blättern beſetzt. Dieſe Blätter ſind bei den an Rutenſträucher erinnernden und mit dem grünen Gewebe der Rinde aſſimilierenden Pſilotaceen ſehr klein, ſchuppenförmig und ohne Mittelrippe, bei den anderen Familien grün und von einer Mittelrippe durchzogen. Entweder ſind ſie entlang einer Schraubenlinie oder in vier geraden Längsreihen geordnet. Bei den auf den Boden hingeſtreckten Selaginellaceen bilden ſie ein zierliches Blattmoſaik (ſ. Band I, S. 391, Fig. 2), bei den Iſoetaceen ſind ſie binſenartig und an den ſehr kurzen, kuchenförmigen Stamm roſettenförmig gruppiert (ſ. Abbildung, S. 632, Fig. 1). Den Pſilotaceen fehlen die Wurzeln; die anderen zeigen weiße, gabelig veräſtete, von einem zentralen Gefäßbündel durchzogene Wurzeln. Die Sporen entſtehen in Sporangien. Dieſe ſtellen bei den Pſilotaceen Hohlräume dar, welche im Inneren des Gewebes am Scheitel kleiner Seitenſproſſe ausgebildet werden, bei den Selaginellaceen haben ſie die Geſtalt von Kugeln, welche von kurzen, aus der Achſe entſpringenden und von einem Blatte geſtützten Stielen getragen werden, bei den Iſoetaceen zeigen ſie die Form eines mehrkammerigen Körpers,

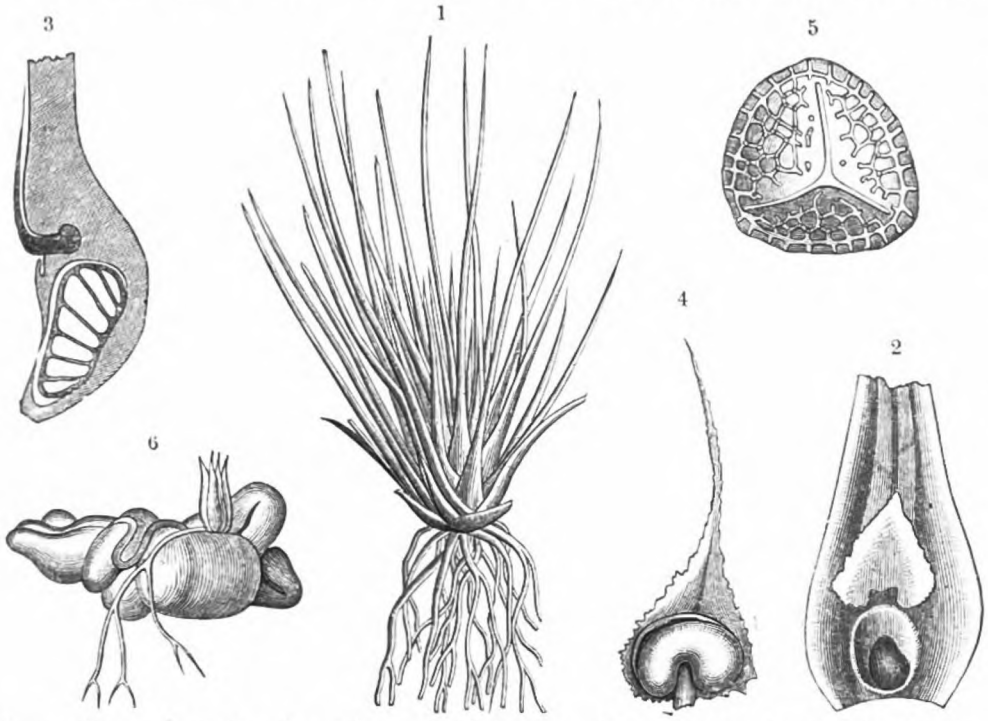
welcher in eine grubenförmige Aushöhlung des scheidenförmig verbreiterten Blattgrundes gebettet ist (s. Abbildung, S. 632, Fig. 2 und 3), und bei den Lykopodiaceen besitzen sie die Form einer in der Blattachsel ausgebildeten Dose (s. Abbildung, S. 632, Fig. 4). Stets sind es die aufrechten Sprosse, welche die Sporangien tragen, und wenn die Blätter unterhalb der Sporangien eine von den tiefer stehenden Blättern abweichende Gestalt und Farbe annehmen und dicht zusammenschließen, so präsentiert sich dieser Teil der Sprosse als eine walzige gelbe Ähre (s. untenstehende Abbildung). Die Sporangien der Lykopodiaceen öffnen sich mit einem quer über den Scheitel verlaufenden Risse (s. Abbildung, S 632, Fig. 4). Die



Lycopodinae: Lycopodium annotinum.

aus diesen Sporangien bei trockenem Wetter ausstäubenden Sporen sind von gelblicher Farbe und tetraedrischer Form und zeigen an der Außenseite netzförmig verbundene Riffe (s. Abbildung, S. 632, Fig. 5). An den Isoetaceen und Selaginellaceen bemerkt man zweierlei Sporangien, größere, in welchen Makrosporen, und kleinere, in welchen Mikrosporen entstehen (s. S. 64). Die Sporen bilden den Ausgangspunkt für die geschlechtliche Generation. Ooplasma und Spermatoplasma werden in besonderen Zellen des in den Sporen entstehenden und als Prothallium angesprochenen Gewebes ausgebildet. Dieses Gewebe hat bei den Lykopodiaceen die Gestalt verzweigter Stränge oder knolliger, gelappter und gewulsteter Körper (s. Abbildung, S. 632, Fig. 6) und er scheint farblos, wenn es im Humus eingebettet, grün, wenn es dem Lichte ausgesetzt ist. Die Fruchtanlage und die Antheridien werden bei den Lykopodiaceen an

demſelben Prothallium ausgebildet; bei den Selaginellaceen dagegen, bei welchen zweierlei Sporen vorkommen, entſteht aus den Makroſporen ein Gewebekörper, welcher nur Fruchtanlagen, und aus den Mikroſporen ein Gewebekörper, in deſſen Zellen ſich nur Spermatozoiden entwickeln. Das Gewebe, in welchem die Fruchtanlagen eingeſenkt ſind, tritt bei dieſen Pflanzen aus der aufgeſprungenen Sporenhaut nur wenig, und jenes, in welchem die Spermatozoiden ausgebildet werden, gar nicht hervor. Wenn die Spermatozoiden ihre Geſchlechtsreife erlangt haben, reißt die Haut der Mikroſpore auf, der Inhalt wird herausgedrängt, und die Spermatozoiden verlaſſen ſchwimmend die Stätte ihrer Entwickelung. Die Spermatozoiden ſind ſchraubig gewunden, bei den Selaginellaceen nur mit zwei langen Wimpern beſetzt; bei den Iſoetaceen ſtellen ſie einen ſchraubig gedrehten Faden dar, welcher an beiden Enden bewimpert iſt. Die von der geſchlechtlichen Generation ausgebildete Frucht wird zum Ausgangspunkte für die ungeſchlechtliche ſporenbildende Generation, welche ſich als ein mit Blättern beſetzter Sproß aus dem Prothallium erhebt (ſ. nebenſtehende Abbildung, Fig. 6). Bei einigen Bärlappen, ſo namentlich bei Lycopodium Selago, kommt es bei dieſer ungeſchlechtlichen Generation auch zur Bildung knospenförmiger, von der Achſe ſich ablöſender Ableger (ſ. Abbildung, S. 456, Fig. 2 und 5). Die Bärlappe ſind zum größten Teile Verweſungspflanzen, welche ihre Nahrung dem aus den Reſten zahlreicher Pflanzengenerationen in ſumpfigen Niederungen entſtandenen Torfe und dem in den Wäldern und auf den Heiden aufgeſpeicherten Humus entnehmen. Einige leben auch auf der Borke und im Moder alter Baumſtrünke. Die oben (Fig. 1) abgebildete Isoëtes wächſt unter Waſſer. Foſſile Bärlappe finden ſich in den Schichten der paläozoiſchen, mezoiſchen und tertiären Periode. Als eine Familie der Bärlappe werden auch die Lepidodendraceae angeſehen, welche foſſil in den Schichten der paläozoiſchen Periode vorkommen. Dieſelben erreichten die Höhe von 12 m und einen Stammdurchmeſſer von 1 m. Die entlang einer Schraubenlinie geſtellten Blätter ließen nach dem Abfallen rhombiſche Narben an den Stämmen zurück. Die Äſte trugen zweierlei Sporangien: Makro- und Mikroſporangien. Die foſſilen Sigillariaceae, deren Blätter in Längsreihen an den gefurchten Stämmen ſtanden und nach dem Abfallen rundliche, ſiegelähnliche Narben am Stamme zurückließen, werden gleichfalls als zu den Bärlappen gehörend angeſehen. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterſchiedenen Bärlappe beträgt ungefähr 600.



Lycopodinae: 1. Isoëtes lacustris. — 2. Blattgrund mit dem Sporangium und der darüber ſtehenden Schuppe, der ſogenannten Ligula. — 3. Längsſchnitt durch das mehrkammerige Sporangium. — 4. Bohnenförmiges Sporangium von Lycopodium. — 5. Spore aus dieſem Sporangium. — 6. Prothallium von Lycopodium. — Fig. 1 in natürlicher Größe; Fig. 2, 3, 4 und 6: 10fach; Fig. 5: 100fach vergrößert. Vgl. Text, S. 630—632.

20. Stamm: Filicinae, Farne.

Umfaßt die Familien: Ophioglossaceae, Marattiaceae, Polypodiaceae, Cyatheaceae, Hymenophyllaceae, Gleicheniaceae, Schizaeaceae, Osmundaceae.

Der bewurzelte Hauptſtamm der ſporenbildenden Generation iſt cylindriſch und mit borſtlichen oder ſchuppenförmigen, trockenhäutigen, kleinen Blättern beſetzt. Die der Aſſimilation ſowie der Ausbildung von Sporen dienenden Abzweigungen desſelben ſind als Blattäſte (Phyllokladien) ausgebildet und werden Wedel genannt (ſ. S. 13 und Abbildung, S. 12, Fig. 1, 2, 4, 5 und 7). Die Gefäßbündel bilden am Querſchnitte Figuren, welche den Buchſtaben C und E ähnlich ſehen, und ſind in einen Kreis geſtellt. In den Wedeln erſcheinen die Gefäßbündel, gleichwie in anderen Phyllokladien, in zahlreiche Teilſtränge aufgelöſt. Die Verzweigung derſelben iſt ungemein mannigfaltig. Am häufigſten ſind die Stränge wiederholt zweigabelig, ſeltener fiederförmig geteilt. Wie alle Stammgebilde, zeigen auch die Wedel Spitzenwachstum, und zwar iſt das Wachstum in den meiſten Fällen begrenzt. Bei mehreren tropiſchen Gattungen (z. B. Gleichenia, Lygodium) beobachtet man ein unbegrenztes Wachstum, d. h. es gehen aus den knoſpenförmigen Abſchlüſſen des in dem einen Jahre gebildeten Wedelteiles in dem folgenden Jahre neue Jahrestriebe, beziehentlich neue Wedelteile hervor. Bei einigen Arten (z. B. Asplenium cirrhatum, Edgeworthii, flagelliſolium, rhachirhizon ꝛc.) wurzelt die Spitze des Wedels an; es bildet ſich an der angewurzelten Spitze eine Knoſpe aus, und dieſe entwickelt ſich im nächſten Jahre zu einem neuen Wedel, beziehentlich zu einem neuen Jahrestriebe (ſ. Abbildung, S. 38). Die cylindriſchen Hauptſtämme ſind bei den Baumfarnen (ſ. S. 469), bei dem Straußfarne (Struthiopteris) und noch einigen anderen aufrecht, in den meiſten Fällen aber wagerecht und haben die Geſtalt von Wurzelſtöcken. Häufig ſind ſie von den trockenhäutigen Blättern ganz dicht beſchuppt und erinnern lebhaft an die Sproſſe der Bärlappe (ſ. Abbildung, S. 12, Fig. 1, 4 und 5). Die Wedel ſind im jugendlichen Zuſtande ſpiralig eingerollt, ſpäter krümmen ſie ſich aber von ihrer Urſprungsſtelle weg mehr oder weniger nach auswärts. Sie ſind gleich den cylindriſchen Hauptſtämmen mit ſchuppenförmigen Blättchen beſetzt. Bei den Gleichenien und Lygodien bilden die kleinen Blättchen eine Hülle der an den Wedeln ſich ausbildenden Knoſpen, auch bilden ſie bei ihnen eine Decke über die Sporengehäuſe (ſ. Abbildung, S. 12, Fig. 9). In vielen Fällen haben die Blätter die Bedeutung einer ſchützenden Hülle für das zarte Gewebe des jungen eingerollten Wedels, fallen aber ſpäter, wenn der Schutz nicht mehr nötig iſt, ab. Die Oberhaut der grünen Wedel iſt gleich jener an den Blattäſten anderer Pflanzen und ähnlich der Oberhaut an den Sproſſen der Schachtelhalme mit Spaltöffnungen durchſetzt. Die Sporen bilden ſich an den Wedeln in Sporangien aus, deren Mannigfaltigkeit auf S. 11, 13 und 14 geſchildert und durch die Abbildung auf S. 12 erläutert wurde. Die aus den Sporangien gebildeten Häufchen ſind in verſchiedener Weiſe geſchützt, umwallt und verdeckt, aber niemals in ringsum geſchloſſenen Gehäuſen geborgen. Bei einigen Arten ſind ganze Wedelſtücke ſo dicht mit Sporangien beſetzt, daß von dem grünen Gewebe nichts mehr zu ſehen iſt. Die Sporen ſind eckig, haben eine rauhe Oberfläche und braune Farbe. Jede Art bildet nur einerlei Sporen aus. Die Sporen bilden den Ausgangspunkt für die geſchlechtliche Generation, welche Prothallium genannt wird. Das Prothallium hat bei den Ophioglosſaceen die Geſtalt eines in Humus eingebetteten knolligen, farbloſen Gewebekörpers, bei den anderen Familien die Form eines dem Boden aufgelagerten und an denſelben mittels haarförmiger Zellen feſtgewachſenen grünen, herzförmigen, nierenförmigen oder länglichen grünen Blattes (ſ. S. 62 und Abbildung, S. 12,

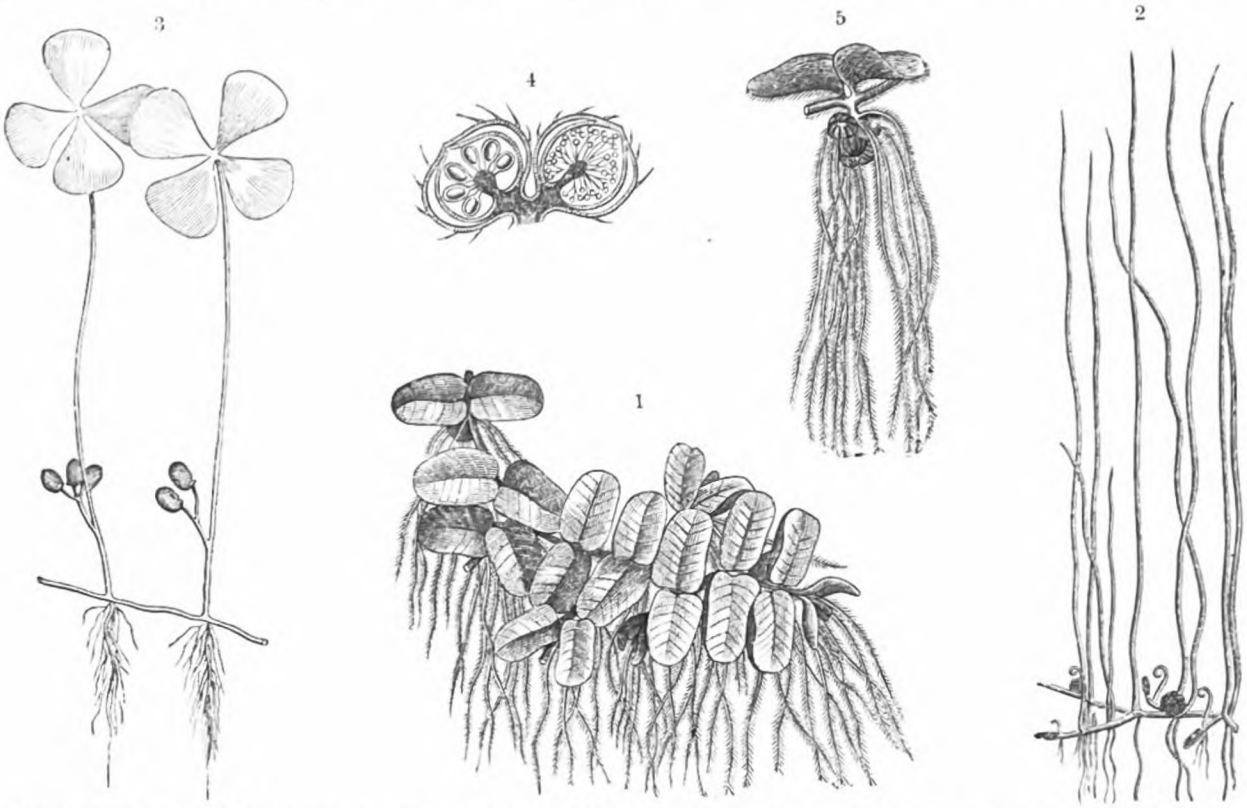
Fig. 16; S. 468, Fig. 1). Die in das Prothallium eingeſenkten Fruchtanlagen haben eine flaſchenförmige Geſtalt und bergen in dem bauchig erweiterten Teile das Ooplasma (ſ. Abbildung, S. 468, Fig. 2). Die Antheridien erheben ſich als kleine Papillen von der Fläche des Prothalliums. Die in ihnen ausgebildeten Spermatozoiden ſtellen ſchraubig gewundene, mit Wimpern beſetzte Fäden dar (ſ. Abbildung, S. 468, Fig 3 und 4). Sie gelangen ſchwimmend zu der Fruchtanlage und dringen durch die verſchleimten Halszellen zu dem Ooplasma vor, um mit dieſem zu verſchmelzen. Die Frucht fällt nicht ab, ſondern bleibt mit dem Gewebe des Prothalliums verbunden und wird zum Ausgangspunkte für die ungeſchlechtliche Generation, d. h. für einen Farnſtock, an deſſen Blattäſten Sporen ausgebildet werden. So einfach die Form der Hauptſtämme, ſo mannigfaltig erſcheint jene der Blattäſte oder Wedel. Manche Wedel erinnern in ihrem Zuſchnitte an die Laubblätter der Haſelwurz, der Gundelrebe und des Epheus, andere haben die Form von Zungen und Bändern, wieder andere die Geſtalt von Fächern oder Geweihen (ſ. Abbildung, S. 470 und 471), viele ſind handförmig oder fiederförmig gelappt, geteilt, zerſchnitten und bisweilen in unzählige fadenförmige Zipfel aufgelöſt. Die Blattäſte der an Waldreben erinnernden Lygodien winden ſich an Baumſtämmen empor, andere ſind mit ſtechenden Spitzen bewehrt und bilden ſtachelige Geſtrüppe. Die Stämme vieler Arten ſind mit ſchuppenförmigen braunen, bisweilen glänzenden Blättchen ſo dicht bekleidet, daß der dadurch gebildete Überzug das Anſehen eines tieriſchen Pelzes gewinnt. Die ſeltſame Form eines in dieſer Weiſe bekleideten, in der Bucharei vorkommenden Farnes (Cibotium Baromez) hat die Fabel von dem Schafe Barometz oder Baranetz veranlaßt. Dieſes Schaf, welches Agnus scythicus genannt wurde, ſollte als Frucht aus einer Pflanze hervorwachſen, an einem Stiele befeſtigt ſein und die Kräuter in der Umgebung ſeiner Urſprungsſtelle abweiden. In Betreff der Größe der Farne herrſcht eine große Verſchiedenheit. Die Hymenophyllaceen, für welche Trichomanes Lyelli (ſ. Abbildung, S. 12, Fig. 2) als Vorbild gelten kann, machen vielfach den Eindruck zarter Mooſe, die Baumfarne (ſ. Abbildung, S. 469) den Eindruck von Palmen. Die cylindriſchen Stämme der neuholländiſchen Baumfarne erreichen die Höhe von 22 m und einen Umfang von 180 cm. Der Strunk von Todea barbata erreicht den Umfang von 320 cm. Den größten Artenreichtum zeigen die tropiſchen und ſubtropiſchen feuchtwarmen Landſtriche. Berühmt ſind in dieſer Beziehung die weſtindiſchen Inſeln (ſ. S. 453). Den Gegenſatz bilden die Steppengebiete, in welchen die Farne auf weite Strecken vollſtändig fehlen. Auch in der Richtung gegen die Pole und die Gipfel der Hochgebirge beobachtet man eine raſche Abnahme der Farne. Mehrere Farne gedeihen nur auf Moorboden und im tiefen Moder des Waldgrundes; viele wachſen als Überpflanzen auf der Borke der Bäume und nicht wenige in den mit ſchwarzem Humus erfüllten Ritzen und Klüften der Geſteine (ſ. Tafel „Farne auf einer diluvialen Moräne in Tirol“ bei S. 11). Foſſile Farne kennt man in den Schichten der paläozoiſchen, meſozoiſchen, tertiären und diluvialen Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterſchiedenen Arten beträgt ungefähr 4000.

21. Stamm: Hydropteridinae, Waſſerfarne.

Umfaßt die Familien: Salviniaceae, Marsiliaceae.

Der wagrechte, auf dem Waſſer ſchwimmende oder unter Waſſer im Schlamme kriechende Hauptſtamm iſt cylindriſch und mit borſtlichen oder ſchuppenförmigen chlorophyllloſen Blättchen beſetzt. Die der Aſſimilation dienenden Abzweigungen desſelben ſind als Blattäſte ausgebildet und liegen bei den Salviniaceen ähnlich wie die Blattäſte der Waſſerlinſen (Lemnaceen) der Waſſeroberfläche auf; jene der Marſiliaceen ſind aufrecht, entweder fadenförmig und ohne laubartige Verbreiterung, oder ſie tragen auf einem langen, fadenförmigen Stiele vier laubartige, kreuzweiſe

geſtellte Lappen (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 1, 2 und 3). Im jugendlichen Zuſtande ſind die Blattäſte ſpiralig eingerollt. Die Sporen werden in Sporangien ausgebildet. Dieſe ſind gruppenweiſe in Häufchen vereinigt. Jedes Häufchen wird von einem kurzen Säulchen getragen und iſt in einem beſonderen Gehäuſe geborgen. Die Waſſerfarne erzeugen zweierlei Sporen: Makroſporen und Mikroſporen. Die erſteren ſind in Makroſporangien, die letzteren in Mikroſporangien enthalten. Bei den Marſiliaceen beſteht jedes Häufchen aus Makro- und Mikroſporangien. Bei Salvinia wird das eine Häufchen nur aus kurzgeſtielten Makroſporangien, deren jedes je eine Makroſpore enthält, das andere Häufchen nur aus langgeſtielten Mikroſporangien,



Waſſerfarne: 1. Salvinia natans. — 2. Pilularia globulifera. — 3. Marsilia quadrifolia. — 4. Ein Gehäuſe mit Makro- und ein Gehäuſe mit Mikroſporangien von Marsilia. — 5. Ein Stück der Salvinia mit geriefteten Gehäuſen, in welchen die Sporangien geborgen ſind. — Fig. 4: dreifach vergrößert; die anderen Figuren in natürlicher Größe.

deren jedes 64 Mikroſporen enthält, gebildet (Fig. 4). Das Gehäuſe, welches die Häufchen umſchließt, iſt entweder einkammerig und enthält nur ein Häufchen (Salvinia), oder es iſt mehrkammerig und birgt in jeder Kammer ein Häufchen. Die geriefteten Gehäuſe der Salvinia (Fig. 5) verweſen zur Zeit, wenn die Sporen in den Sporangien zu keimen beginnen; die hartſchaligen Gehäuſe der Marſiliaceen (Fig. 3) öffnen ſich zu dieſer Zeit mit 2—4 Klappen. Die Sporen verbleiben, wenn ſie keimen, in dem Sporangium, in welchem ſie ausgebildet wurden; ſie bilden die Ausgangspunkte für die geſchlechtliche Generation. Aus den Makroſporen entſtehen Gewebekörper, welche Fruchtanlagen enthalten, und aus den Mikroſporen Gewebekörper, in deren Zellen ſich die Spermatozoiden entwickeln. Bei Salvinia durchbricht das Gewebe, welches mehrere Fruchtanlagen eingeſenkt enthält, die Haut der Makroſporen und wächſt aus dem Riſſe hervor. Bei Marsilia enthält das in der Makroſpore ſich ausbildende Gewebe nur eine einzige Fruchtanlage, und dieſe bleibt in dem aufgeſprungenen Scheitel der Spore zurück. Bei Salvinia wächſt aus jeder Mikroſpore ein papillenförmiges Antheridium hervor, deſſen zwei oberſte Zellen die in ihnen gebildeten Spermatozoiden entlaſſen; bei

Marsilia erfolgt die Bildung der Spermatozoiden innerhalb der Sporenhaut. Sobald die Spermatozoiden ihre Geschlechtsreife erreicht haben, reißt die Haut der Mikrospore auf und die Spermatozoiden verlassen die Stätte ihrer Entwickelung. Die Spermatozoiden sind schraubig gewunden und gelangen schwimmend zu den in der Fruchtanlange geborgenen Ooplasma. Die Frucht wird zum Ausgangspunkte der ungeschlechtlichen sporenbildenden Generation, welche als ein mit Blattästen besetzter, zarter, cylindrischer Stamm hervorwächst. Die Wasserfarne gedeihen nur in stehenden süßen Gewässern. Bei der zu den Salviniaceen gehörenden Gattung Azolla wurde ein noch nicht vollständig aufgeklärtes Zusammenleben mit einer Nostocacee, Namens Anabaena, beobachtet. Die kleinen Blattäste der auf dem Wasser schwimmenden Pflanze zeigen nämlich an ihren nach abwärts gerichteten Lappen eine Aushöhlung, in welcher stets die genannte Anabaena vorkommt. Man kennt Wasserfarne im fossilen Zustande in den Schichten der tertiären Periode. Die Zahl der lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 70.

Zweite Abteilung der Pflanzenstämme: Phanerogamen oder Samenpflanzen.

1. Reihe: Phanerogamen, deren Fruchtanlage kein Narbengewebe besitzt und deren Pollen unmittelbar zur Mikropyle der Samenanlage gelangt: Nacktsamige Phanerogamen oder Gymnospermeen.

22. Stamm: Cycadeae, Cycadeen.

Umfaßt die Familien: Cycadaceae, Zamiaceae.

Gewächse mit aufrechtem, kuchenförmigem oder säulenförmigem Strunke und fiederförmig gespaltenen, assimilierenden, grünen, in der Knospenlage eingerollten Laubblättern. Die Gefäßbündel des Strunkes sind in einen Kreis gestellt. Ältere Strünke erscheinen mit den Resten der abgestorbenen Blätter besetzt. Die Laubblätter sind groß, starr, immergrün, entlang einer Schraubenlinie angeordnet und am Scheitel des Stammes dicht zusammengedrängt (s. Abbildung, S. 637). Die Blüten sind zweihäusig. Die Pollenblätter sind an einer aufrechten Spindel ährenförmig gruppiert. Der Pollen ist stäubend und wird durch Luftströmungen zu den Samenanlagen gebracht. Das in den Pollenzellen enthaltene Spermatoplasma wird mittels eines Schlauches aus Zellstoff zu jener Stelle hingeleitet, wo die Vereinigung mit dem Ooplasma erfolgen soll (s. S. 412). An den weiblichen Stöcken entspringen bei den Cycadaceen oberhalb der grünen, großen Laubblätter fiederschnittige, kleine Blätter, deren untere Abschnitte in große Samenanlagen metamorphosiert sind (s. Abbildung, S. 70, Fig. 7), bei den Zamiaceen dicke, bisweilen schildförmige, entlang einer aufrechten Spindel zu einem aufrechten Zapfen geordnete Schuppen, welche die Träger von je zwei Samenanlagen sind. Der Same weist bei den Cycadaceen eine innere harte und eine äußere fleischige Schale auf, bei den Zamiaceen besitzt er nur eine holzige, harte Schale (s. S. 434). Der Keimling besitzt entweder zwei oder nur ein Keimblatt und ist in ein reichliches Speichergewebe eingebettet. Außer den Laubblättern und Fruchtblättern kommen an den Cycadeen auch noch Niederblätter zur Ausbildung, welche eine schützende Hülle für die gipfelständigen Knospen bilden, aber abfallen, sobald aus dieser Knospe ein Sproß hervorgegangen ist. Blumenblätter fehlen. Die Cycadeen enthalten schleimige Stoffe, aber kein Harz. Sie gehören den tropischen Florengebieten an, und mehrere derselben bilden lichte Bestände. Die Arten mit säulenförmigem Strunke haben das Ansehen niederer Palmen und erreichen die Höhe von 12 m. Fossile Cycadeen werden in den Schichten der paläozoischen, mesozoischen und tertiären Periode gefunden. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 100.



Gestand aus Cycadeen. (Nach einer Photographie.) Vgl. Text, S. 636.

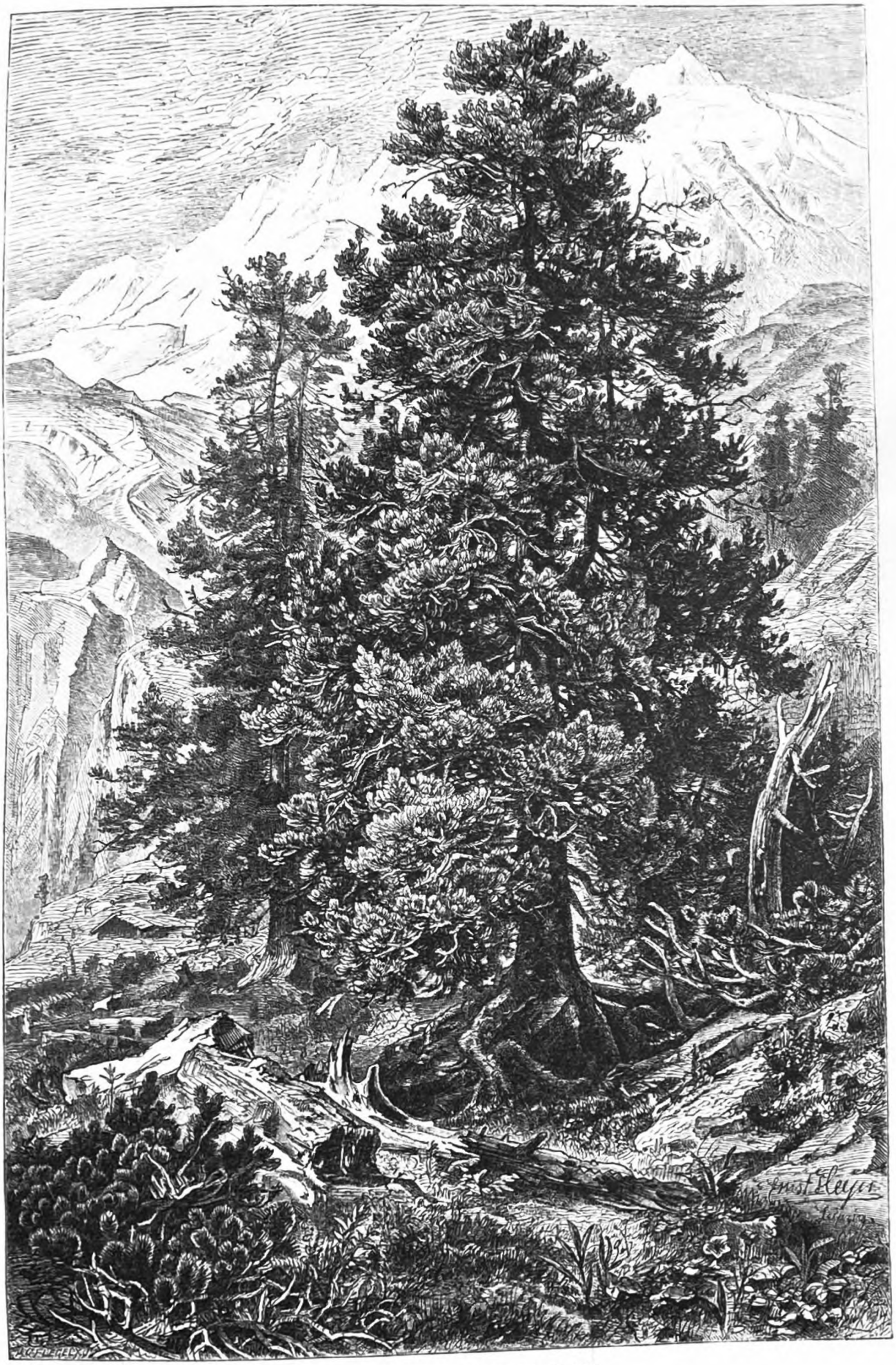
23. Stamm: Coniferae, Coniferen.

Umfaßt die Familien: Abietaceae, Auracariaceae, Taxodiaceae, Cupressaceae, Taxaceae.

Bäume und Sträucher mit verzweigtem Stamme und ungeteilten, aſſimilierenden, grünen Laubblättern. Die im Kreis geſtellten und zu einem Cylinder vereinigten Gefäßbündel wachſen am äußeren Umfange, und der jährliche Zuwachs erſcheint am Stammquerſchnitte als Jahresring. Das ſekundäre Holz enthält keine Gefäße. Die älteren Stammgebilde ſind mit einer Borke bedeckt, an welcher die Spuren der abgeſtorbenen Blätter nicht mehr zu erkennen ſind. Die Laubblätter ſind bei mehreren Taxaceen und Auracariaceen flächenförmig ausgebreitet, ſonſt nadel- oder ſchuppenförmig. Bei einigen Gattungen erſcheinen ſie entlang einer Schraubenlinie, bei anderen in wirteliger Anordnung; im letzteren Falle werden die Wirtel aus zwei oder drei Gliedern gebildet. Die Triebe, welche die Blätter in ſchraubiger Anordnung tragen, ſind entweder ſehr kurz, und dann ſtehen die Blätter gehäuft beiſammen (Kurztriebe), oder ſie ſind verlängert, und die Blätter ſind auseinandergerückt (Langtriebe). Die Gattung Larix entwickelt Kurztriebe und Langtriebe (ſ. S. 476), die Gattung Abies nur Langtriebe. Die Blüten ſind einhäuſig oder zweihäuſig. Die Pollenblätter ſind an einer aufrechten Spindel ährenförmig gruppiert (ſ. Abbildung, S. 123, Fig. 16, S. 142, Fig. 2 und 3, und S. 143, Fig. 3). Der Pollen iſt ſtäubend und wird durch die Luftſtrömungen zu den Samenanlagen gebracht. Das in den Pollenzellen enthaltene Spermatoplasma wird mittels eines Schlauches aus Zellſtoff zu jenen Stellen hingeleitet, wo die Vereinigung mit dem Ooplasma erfolgen ſoll (ſ. S. 412). Die Samenanlagen werden von Fruchtſchuppen getragen. Bei den Taxaceen ſind dieſe nur wenig entwickelt, und die Samenanlagen werden von ihnen nicht verhüllt, bei den anderen Familien ſind ſie deutlich ausgebildet und verhüllen die Samenanlagen. Die Cupreſſaceen zeigen wirtelförmig gruppierte, die anderen Familien ſchraubig angeordnete Fruchtſchuppen. Bei den Abietaceen, Auracariaceen und Taxodiaceen ſind auch noch Deckſchuppen ausgebildet, welche unter den Fruchtſchuppen ſtehen und mit dieſen bei mehreren Gattungen mehr oder weniger verwachſen erſcheinen. Die Fruchtſchuppen von Auracaria tragen je eine, jene von Abies, Pinus ꝛc. je zwei, jene von Cupressus ſehr zahlreiche Samenanlagen. Bei den Cupreſſaceen und Taxodiaceen ſind die Samenanlagen aufrecht, d. h. mit der Mikropyle gegen den freien Rand der Fruchtſchuppe gerichtet, bei den Auracariaceen und Abietaceen von dem freien Rande der Fruchtſchuppe weg und der Achſe der Fruchtanlage zugewendet (ſ. S. 432, und Abbildung, S. 437, Fig. 3, 4 und 6, S. 435, Fig. 7). Blumenblätter fehlen. Die einzeln ſtehenden, nußartigen Samen der Eibe (Taxus) ſind von einem fleiſchigen Becher umwallt, welcher als Samenmantel (Arillus) angeſprochen wird (ſ. Abbildung, S. 436, Fig. 1), die gepaarten Samen des Ginkgo (Ginkgo) ſind pflaumenförmig (ſ. Abbildung, S. 437, Fig. 7). In den meiſten Fällen zeigen die Samen eine harte Schale und ſind nußartig. Bei den Wachholdern (Juniperus, Aceutes) werden ſie von dem fleiſchig gewordenen Fruchtſchuppen, bei den anderen Cupreſſaceen ſowie bei den Taxodiaceen, Auracariaceen und Abietaceen von holzig gewordenen, ſchildförmigen oder ſchuppenförmigen Fruchtſchuppen überdeckt. Die Früchte der Wachholder werden Beerenzapfen, jene mit holzigen Fruchtſchuppen Holzzapfen genannt (ſ. Abbildung, S. 435—437, und Band I, S. 373). Der Keimling iſt von einem reichlichen Speichergewebe umgeben (ſ. Abbildung, S. 435, Fig. 6). Er zeigt zwei bis viele wirtelig geſtellte Keimblätter. Alle Coniferen enthalten harzige Stoffe. Die meiſten Arten wachſen in geſchloſſenen Beſtänden, und mehrere bilden ausgedehnte Wälder. Darin liegt der Grund, daß die Coniferen trotz der verhältnismäßig kleinen Artenzahl in landſchaftlicher Beziehung eine ſo wichtige Rolle ſpielen. Die Coniferen ſind über alle Weltteile verbreitet, bewohnen aber vorzüglich Landſchaften mit



Kiefer (Pinus silvestris). Vgl. Text, S. 641.



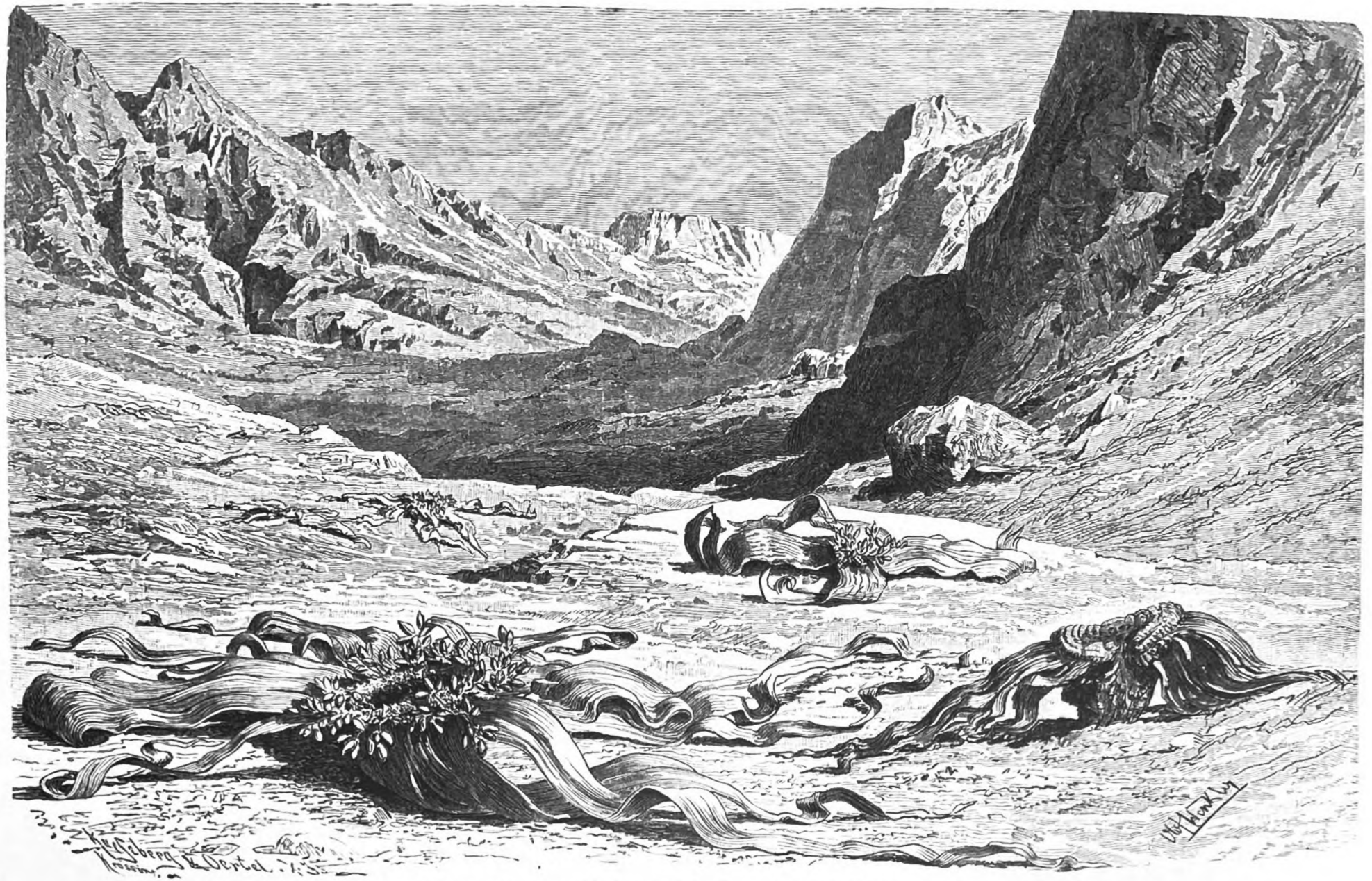
Arve (Pinus Cembra). Vgl. Text, S. 641.

gemäßigtem Klima. Den trockenen Steppengebieten fehlen sie. Die auf S. 639 abgebildete Kiefer (Pinus silvestris) findet ihre nördliche Grenze in Finmarken unter dem 70. Grad nördl. Br. und die auf S. 640 abgebildete Arve oder Zirbelkiefer (Pinus Cembra) in Sibirien unter dem 68. Grad nördl. Br. Die oberste Grenze der Arve in den Alpen wurde von mir am Stilfserjoch mit 2561 m festgestellt. Der Zwergwachholder (Juniperus nana) wird an südlichen Lehnen in den Zentralalpen noch bei 2400 m Seehöhe und im arktischen Gebiete noch unter 71 Grad nördl. Br. angetroffen. Über die Stammhöhe und das Alter der Nadelhölzer siehe Band I, S. 679 und 681. Auch sei hier auf die Abbildungen der Lärche (Larix Europaea, S. 477), der Legföhre (Pinus humilis, Band I, S. 513), der Tanne (Abies pectinata, Band I, S. 677), der Fichte (Picea excelsa, Band I, S. 385), der Tsuga Canadensis, Pinus Strobus und Thuja occidentalis (s. Band I, Tafel bei S. 455) hingewiesen. Fossile Koniferen finden sich in den Schichten der paläozoischen, mesozoischen, tertiären und diluvialen Periode. Die Zahl der jetzt lebenden bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 400.

24. Stamm: Gnetaceae, Gnetaceen.

Umfaßt die Gattungen: Ephedra, Gnetum und Welwitschia, welche füglich auch als Vertreter von drei Familien angesehen werden können.

Ausdauernde Gewächse mit holzigem Stamme und gegenständigen Blättern. Die in einen Kreis gestellten und zu einem Cylinder vereinigten Gefäßbündel des Stammes wachsen am äußeren Umfange, und der jährliche Zuwachs erscheint als ein Jahresring. Das sekundäre Holz enthält echte Gefäße. Die älteren Stammteile sind mit einer Borke besetzt, an welcher Ansatzpunkte abgefallener Blätter nicht zu erkennen sind. Bei der Gattung Ephedra ist der Stamm vielfach verzweigt, und das grüne Gewebe der Rinde an den Zweigen vermittelt die Kohlenstoffassimilation. Die Blätter sind am Grunde miteinander zu einer Scheide verwachsen, klein, schuppenförmig, bisweilen mit einer kurzen, fadenförmigen Spreite versehen. Bei der Gattung Gnetum ist der Stamm mit immergrünen, flächenförmig ausgebreiteten, ungeteilten Laubblättern besetzt. Bei der Gattung Welwitschia ist der dicke, kurze Stamm an dem kuchenförmigen Scheitel von einer querlaufenden Furche durchzogen und infolgedessen zweilappig. Er erhebt sich nur wenig über den Boden und entwickelt über den beiden früh absterbenden Keimblättern nur noch zwei große, wellenförmig gebogene, in lange Bänder zerklüftende, dem Boden auflagernde Laubblätter (s. Abbildung, S. 642). Die Blüten sind teils zweihäusig, teils einhäusig. Welwitschia trägt scheinzwitterige Pollenblüten und reine Fruchtblüten auf demselben Stocke. Die Pollenblätter von Ephedra und Gnetum krönen zu 2—8 das Ende einer über das Perigon emporragenden fadenförmigen Achse, jene von Welwitschia, sechs an der Zahl, stehen im Kreise um eine verkümmerte, lebhaft an einen mit Griffel und Narbe ausgestatteten Stempel erinnernde Samenanlage, haben deutliche, fadenförmige Antherenträger und sind an der Basis zu einem Becher verwachsen. Die Samenanlagen sind aufrecht, bei Ephedra mit einem einfachen, bei Gnetum und Welwitschia mit einem doppelten Integument versehen. Die Mikropyle ist tief trichterförmig (s. Abbildung, S. 409, Fig. 1) und überragt das Perigon. Sowohl die mit Pollenblättern besetzten Achsen und Becher als auch die Samenanlagen erscheinen von einer Hülle umgeben, welche als Blume, beziehentlich als Perigon gedeutet wird. Das Perigon der Pollenblüten besteht bei Ephedra aus zwei an der Basis verwachsenen, schuppenförmigen Blättern, bei Gnetum aus einem kantigen, oben zweilappigen Schlauch, und bei Welwitschia aus zwei Paaren von Blättchen, von welchen das obere Paar am Grunde verwachsen ist. Das Perigon der Fruchtblüten ist in allen Fällen schlauchförmig und an der Mündung zusammengezogen.



Welwitschia mirabilis in der Wüste Kalahari. Vgl. Text, S. 641 und 643.

Alle Blüten sind ährenförmig gruppiert und sitzen in den Achseln schuppenförmiger Deckblätter. Die Deckblätter der Fruchtblüten von Welwitschia ordnen sich in vier Zeilen, und die Ähre hat die Form eines vierkantigen Zapfens. Der Pollen ist bei Ephedra und Gnetum und wahrscheinlich auch bei Welwitschia stäubend und wird durch Luftströmungen zur Samenanlage gebracht. Derselbe treibt Pollenschläuche, welche das Spermatoplasma zu dem Ooplasma geleiten. Die Befruchtung wurde auf S. 413 geschildert. Die aus den Samenanlagen hervorgehenden Samen enthalten ein reichliches Speichergewebe, in welchem der mit zwei Keimblättern ausgerüstete Keimling eingelagert ist. Infolge eigentümlicher Umwandlungen des Perigons und der Deckblätter entstehen verschiedene Früchte. Bei Ephedra verholzt das Perigon, und die nußähnlichen Früchtchen werden bei einigen Arten von den vier bis sechs obersten, fleischig gewordenen Deckblättern des betreffenden Ährchens umhüllt, so daß auf diese Weise eine pflaumenartige rote Frucht entsteht. Bei Gnetum wird durch Verholzen des äußeren Integumentes und durch das Saftigwerden des Perigons eine pflaumenartige Frucht gebildet. Bei Welwitschia vergrößert sich das schlauchartige Perigon, erhält zwei seitliche Flügel, und es entsteht eine trockene, geflügelte Frucht. Die Gnetaceen enthalten kein Harz. Sie sind in der Alten und Neuen Welt verbreitet und bewohnen vorwaltend Gebiete, in welchen durch lange Zeit des Jahres kein Regen fällt und zeitweilig große Trockenheit herrscht. Gnetum Gnemon ist ein ansehnlicher Baum mit aufrechtem Stamme. Die meisten Arten von Gnetum und einige Arten von Ephedra sind windende Gewächse, die anderen Ephedra-Arten stellen Rutensträucher dar (s. Band I, S. 306) und sind Steppengewächse. Ephedra distachya geht in Sibirien bis zum 66,5 Grad nördlicher Breite, Welwitschia mirabilis hat ihre Heimat in den Wüsten des südwestlichen Afrika. Der über dem Boden sich erhebende Teil des Stammes erreicht einen Umfang von 4 m; die beiden lederigen Laubblätter, welche viele Jahre hindurch als Assimilationsorgane thätig sind, wachsen an der Basis fort und fort in die Breite. Ihre riemenförmigen, auf den Boden hingestreckten Teile sind von parallelläufigen Strängen durchzogen und werden ungefähr 3 m lang. In ihren Achseln entspringen, in zwei halbkreisförmige Zonen geordnet, die rispenförmig gruppierten Blütenähren, beziehentlich die steif aufrechten rispenförmig geordneten Fruchtzapfen, welche durch ihre scharlachrote oder bisweilen gelbe Farbe in der fast pflanzenleeren Wüste sehr auffallen. Die Abbildung auf S. 642 ist nach einem dem botanischen Museum der Wiener Universität von dem Entdecker dieser überaus merkwürdigen Pflanze, Welwitsch, seiner Zeit zugesendeten Bilde angefertigt. Fossile Reste von Gnetaceen findet man in den Schichten der paläozoischen Periode (Stephanosperma in der Steinkohle). Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 50.

2. Reihe: Phanerogamen, deren Samenanlagen in einem Fruchtknotengehäuse geborgen sind. Der Pollen gelangt auf das Narbengewebe des Fruchtknotengehäuses und treibt dort Pollenschläuche, welche das Spermatoplasma zu der Mikropyle der Samenanlage geleiten: Bedecktsamige Phanerogamen oder Angiospermeen.

1. Gruppe: Angiospermeen, deren Keimling nur ein Keimblatt entwickelt: Monokotyledoneen.

* Monokotyledoneen, deren Gefäßbündel auf dem Querschnitte des Stammes zerstreut und niemals im Kreise geordnet sind: Diasporinodeen.[1]

25. Stamm: Pandanales, Schilfe.

Umfaßt die Familien: Pandanaceae, Sparganiaceae, Typhaceae, Centrolepidaceae.

Einjährige Kräuter mit büscheligen Wurzeln oder ausdauernde Gewächse mit unterirdischen Rhizomen, oberirdischen kletternden Stämmen und säulenförmigem, aufrechtem

[1] διασπορά, Zerstreuung; ἰνώδης, Fasern in sich habend.

Strunke. Die Laubblätter lineal, bandförmig oder dreikantig und ſchwertförmig, von parallelläufigen Hauptſträngen durchzogen. Die Blüten an dicken Achſen ährenförmig oder köpfchenförmig zuſammengedrängt, ſcheinzwitterig oder einhäuſig. Blumenblätter fehlen, aber es finden ſich an ihrer Stelle häutige Schuppen und Haare. Jede Fruchtanlage wird von einem beſonderen Stiele getragen. Bei den Typhaceen iſt dieſelbe nur aus einem, bei den anderen Familien gewöhnlich aus mehreren Fruchtblättern gebildet. Die Pollenblätter ſind büſchelförmig oder traubenförmig gruppiert. Der Pollen iſt ſtäubend. Der Same enthält ein beſonderes Speichergewebe; jener der Sparganiaceen und Typhaceen öffnet ſich bei der Keimung mit einem Deckel (ſ. Abbildung, Band I, S. 566, Fig. 11—13). Die Pandanaceen, von welchen eine Art mit ſäulenförmigen Strunke Band I, S. 715, und eine kletternde Art auf der Tafel Band I, bei S. 630, „Lianen im Urwalde auf Ceylon" im Vordergrunde links dargeſtellt iſt, ſind auf die Tropen, die Centrolepidaceen auf die Küſtenländer der Südſee beſchränkt. Eine Art der Gattung Sparganium findet ſich in kalten Waſſeranſammlungen in den Zentralalpen noch in der Seehöhe von 2500 m. Typha latifolia iſt auf der Tafel bei S. 645 abgebildet. In den Schichten der meſozoiſchen und tertiären Periode finden ſich foſſile Reſte, von welchen behauptet wird, daß ſie zu den Gattungen Typha und Sparganium gehören. Unzweifelhafte Reſte von Typha kommen im diluvialen Kalktuffe vor. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 130.

26. Stamm: Najadoideae, Najaden.

Umfaßt die Familien: Zosteraceae, Halophilaceae, Posidoniaceae, Cymodoceaceae, Zanichelliaceae, Najadaceae.

Waſſerpflanzen mit länglichen, bandförmigen oder borſtenförmigen, ungeteilten, bisweilen gezähnten Laubblättern. Blüten ein- oder zweihäuſig, untergetaucht. Blumenblätter fehlen. Fruchtanlage aus einem einzelnen oder aus mehreren getrennten Fruchtknoten gebildet; in letzterem Falle ſind die gebüſchelten Fruchtanlagen an der Baſis von einer Hülle umgeben. Jedes Fruchtblatt trägt eine Samenanlage. Pollenblätter 1—3. Der Pollen gelangt unter Waſſer zu den Narben. Die Narben ſind vermöge ihrer Form zum Auffangen des ſchwimmenden Pollens geeignet. Die Schale der Frucht ſpringt bei der Keimung des eingeſchloſſenen Samens unregelmäßig auf. Samen ohne beſonderes Speichergewebe. Die Najadoideen leben vorwiegend in brackiſchem und ſalzigem Waſſer. Mehrere derſelben wachſen geſellig und bilden unter Waſſer ausgedehnte Beſtände, ſo namentlich die Cymodoceaceen und die unter dem Namen Seegras bekannten Zoſteraceen. Foſſile Najadoideen ſind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 40.

27. Stamm: Potamogetoneae, Laichkräuter.

Umfaßt die Gattungen Potamogeton und Ruppia.

Waſſerpflanzen mit langen, flutenden Stengeln. Die von dieſen Stengeln ausladenden Laubblätter ſind fadenförmig oder bandförmig, ungeteilt, bisweilen an den Rändern gezähnt (ſ. Abbildung, Band I, S. 515), jene, welche der Oberfläche des Waſſers aufliegen, mitunter ſcheibenförmig. Ihre Spreite iſt von parallelläufigen oder krummläufigen, durch ſpangenförmige Anaſtomoſen gitterförmig verbundenen Hauptſträngen durchzogen. Die Blüten ſind zwitterig, ährenförmig gruppiert. Die Blütenähren ragen zur Zeit der Blüte über das Waſſer empor (ſ. Abbildung, S. 146). Blumenblätter fehlen. Fruchtanlage viergliederig. Jedes Fruchtblatt birgt eine Samenanlage. Pollenblätter 2—4, mit blattartigem, meiſtens ſchalenförmig ausgehöhltem und an ein Perigonblatt erinnerndem Konnektiv. Pollen ſtäubend (ſ. Abbildung, S. 146). Früchte ſteinfruchtartig, einſamig, bei der Keimung des Samens ſich mit einem Deckel

WYŻSZA SZKOŁA EKONOMICZNA
BIBLIOTEKA GŁÓWNA
W SZCZECINIE



ROHR- UND RIEDGRASBESTÄNDE an der Donau in Ungarn.

(Nach Aquarell von Anton v. Kerner.)



öffnend. Der Same ohne besonderes Speichergewebe. Die Mehrzahl der Laichkräuter lebt in süßem Wasser; einige gedeihen nur in lebhaft strömenden Gebirgsbächen. Die Ruppien bewohnen brackisches Wasser. Mehrere Arten der Gattung Potamogeton inkrustieren mit Kalk und tragen zur Bildung von Süßwasserkalk-Ablagerungen bei (s. Band I, S. 240). Reste fossiler Potamogetoneen wurden in den Schichten der tertiären und diluvialen Periode gefunden. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 60.

28. Stamm: Alismeae, Wasserlieschе.

Umfaßt die Familien: Aponogetaceae, Alismaceae, Butomaceae.

Sumpf- und Wasserpflanzen mit unterirdischem Stamme, von welchem die aufrechten, schaftartigen, blütentragenden Stengel abzweigen. Die Laubblätter grundständig, ihre Spreite bandförmig, scheibenförmig und pfeilförmig, von parallel- oder krummläufigen, durch spangenförmige Anastomosen gitterförmig verbundenen Hauptsträngen durchzogen. Die Blüten entfalten sich über dem Wasser, sind zwitterig oder scheinzwitterig, aktinomorph. Blumenblätter in 2 dreigliederige Wirtel geordnet. Die Blätter des oberen oder beider Wirtel kronenartig. Bei den Aponogetaceen ist die Blume bisweilen auf drei, zwei oder ein Blatt beschränkt. Fruchtanlage oberständig aus zwei bis vielen dreigliederigen Fruchtblattwirteln aufgebaut. Die Fruchtblätter bilden getrennte oder an den eingeschlagenen Rändern verwachsene Fruchtknoten, deren jeder mehrere, oft sogar sehr viele Samenanlagen birgt (s. Abbildung, S. 74, Fig. 7 und 8). Andröceum aus zwei bis vielen dreigliederigen Wirteln gebildet (s. Abbildung, S. 289, Fig. 9). Pollen haftend. Austrocknende, bei der Reife zerfallende Sammelfrucht. Same ohne besonderen Nahrungsspeicher. Die Wasserviole (Butomus umbellatus) und das Pfeilkraut (Sagittaria sagittifolia) erscheinen auf der beistehenden Tafel „Rohr- und Riedgrasbestände im ungarischen Tieflande" abgebildet. Fossile Wasserlieschе wurden mit Sicherheit noch nicht nachgewiesen. Die Zahl der lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 80.

29. Stamm: Juncagineae, Juncagineen.

Umfaßt die Gattungen Scheuchzeria und Triglochin.

Sumpfpflanzen mit unterirdischem Stamme, von welchem die aufrechten, schaftartigen, blütentragenden Stengel abzweigen. Die Laubblätter lang, schmal, lineal. Die Blüten trauben- oder ährenförmig angeordnet, zwitterig, aktinomorph. Blumenblätter in 2 dreigliederige Wirtel geordnet, unscheinbar, schuppenförmig, grünlich, muldenförmig ausgehöhlt (s. Abbildung, S. 147, und Band I, S. 605, Fig. 3 und 4). Fruchtanlage oberständig aus 2 dreigliederigen Fruchtblattwirteln aufgebaut. Die Fruchtblätter bilden getrennte oder an den eingeschlagenen Rändern verwachsene Fruchtknoten, deren jeder 1—2 Samenanlagen birgt. Andröceum aus 2 dreigliederigen Wirteln gebildet. Die Wirtel des Andröceums bei Triglochin mit den Wirteln der Blumenblätter abwechselnd. Pollen stäubend. Spaltfrucht oder bei der Reife zerfallende Sammelfrucht. Same ohne besonderen Nahrungsspeicher mit geradem Keimlinge. Fossile Juncagineen sind mit Sicherheit nicht nachgewiesen. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt 12.

30. Stamm: Hydrochariteae, Nixenkräuter.

Umfaßt die Familien: Stratiotaceae, Otteliaceae, Hydrocharitaceae, Thalassioidaceae, Blyxeaceae, Hydrillaceae, Vallisneriaceae.

Wasserpflanzen mit gedrängt stehenden Laubblättern, deren bandförmige, schwertförmige, längliche oder scheibenförmige, ganzrandige, bisweilen gesägte Spreite von parallel-

oder krummläufigen, durch ſpangenförmige Anaſtomoſen gitterförmig verbundenen Hauptſträngen durchzogen iſt (ſ. Abbildung Bd. I, S. 593, Fig. 2). Die Blüten, beziehentlich Blütenſtände ſind an der Baſis von einer Hülle umgeben. Die Blüten entfalten ſich über Waſſer, ſind zwitterig oder ſcheinzwitterig. Die Blumenblätter ſind in 1—2 dreigliederige Wirtel geordnet. Fruchtanlage unterſtändig, die Fruchtblätter zu einem einzigen Fruchtknoten verbunden, von welchem 3—15 Narben ausgehen. Samenanlagen zahlreich. Andröceum aus 1—4 dreigliederigen Wirteln gebildet. Pollen haftend. Bei einigen Gattungen, deren Blumenblätter klein und unſcheinbar ſind (Vallisneria, Hydrilla, Elodea) löſen ſich die Pollenblüten von ihren Stielen und gelangen ſchwimmend zu den Fruchtblüten (ſ. Abbildung, S. 130, und Band I, S. 626); bei den anderen, welche mit kronenartigen Blumenblättern ausgeſtattet ſind und Honig in den Blüten bergen, kann die Übertragung des Pollens durch Inſekten erfolgen. Frucht fleiſchig. Samen ohne beſonderen Nahrungsſpeicher. Die Mehrzahl der Nixenkräuter lebt in ſüßen ſtehenden Gewäſſern der wärmeren Gegenden. Die Überwinterung der Waſſerſchere (Stratiotes aloides) wurde in Band I, S. 515 beſprochen. Foſſile Ottaliaceae und Vallisneriaceae finden ſich in den Schichten der tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 40.

31. Stamm: Lemnaceae, Waſſerlinſen.

Umfaßt die Gattungen Lemna und Wolffia.

Waſſerpflanzen. Die Sproſſe teilweiſe in Phyllokladien umgewandelt. Die Blüten von einer dünnen Scheide umgeben, einhäuſig. Blumenblätter fehlen. Die Fruchtblüte beſteht aus einem Fruchtblatt, und dieſes umſchließt eine einzige Samenanlage. Die Pollenblüte beſteht aus einem Pollenblatt, welches in einen fadenförmigen Träger und eine Anthere gegliedert iſt. Der Same iſt mit einem Deckel verſehen, welcher bei der Keimung abgeworfen wird. Die Waſſerlinſen vermehren ſich übrigens nur ſelten mittels Samen; maſſenhaft dagegen durch Ableger. Sie ſind mit Ausnahme des arktiſchen und antarktiſchen Gebietes über die ganze Welt verbreitet. Foſſile Reſte ſind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 20.

32. Stamm: Aroideae, Arongewächſe.

Umfaßt die Familien: Pistiaceae, Araceae, Colocasiaceae, Philodendraceae, Lasiaceae, Callaceae, Monsteraceae, Pothoidaceae, Acoraceae.

Ausdauernde Pflanzen mit Knollen, Rhizomen und kletternden Stämmen, die mit großen, in der Knoſpenanlage zuſammengerollten Laubblättern beſetzt ſind. Die durch die Blattſpreite ziehenden Hauptſtränge ſind durch ſchlingenförmige und netzförmige Anaſtomoſen verbunden. Die Blüten ſitzen auf einem unverzweigten, fleiſchigen Kolben, der von einem großen Hüllblatte ſcheidenförmig umfaßt wird (ſ. Abbildung, S. 110, Fig. 1, S. 160 und S. 647, Fig. 1, 4, 5 u. 9). Die Blüten einhäuſig oder zwitterig. Die Blütenblätter in zwei-, drei- oder viergliederigen Wirteln. Blumenblätter unſcheinbar, häufig durch Schuppen und Borſten erſetzt, bisweilen auch fehlend. Die Fruchtanlage beſteht nur aus einem Fruchtblatte. Der einfächerige Stempel enthält grundſtändige Samenanlagen (ſ. S. 647, Fig. 6 u. 7). Das Andröceum zeigt eine außerordentliche Mannigfaltigkeit. Jenes der Collocasia antiquorum (ſ. S. 447, Fig. 8) beſteht aus wirtelig geſtellten Pollenblättern, die zu einer kurzen Säule verwachſen ſind. Der Keimling liegt in der Achſe eines beſonderen Speichergewebes. Die Piſtiaceen ſind ſchwimmende Gewächſe mit roſettig gruppierten Blättern, die Araceen, für welche der Aronſtab (ſ. S. 647, Fig. 1, 2 u. 3) als Vorbild dienen mag, haben unterirdiſche, meiſt

knollige Stammgebilde, von welchen ſich die unter der Erde angelegten Laubblätter und ebenſo die ſchaftartigen Träger des Kolbens erheben. Auch zahlreiche Arten aus den anderen Familien, namentlich aus den Gattungen Ariopsis, Caladium, Dracontium, Amorphophallus haben unterirdiſche Knollen. Der auf Sumatra heimiſche Amorphophallus Titanum hat einen Knollen von 5 dcm Durchmeſſer; von dieſem erheben ſich Laubblätter über die Erde, deren Stiel 2—5 m lang und 1 dcm dick und deren Abſchnitte 3 m lang werden; der ſchaftartige Träger des Kolbens erreicht die Höhe von 0,5—1 m, das Hüllblatt des Kolbens 7—8 dcm und der ganze Kolben 1,5 m. Einige Arten der Gattung Montrichardia und Philodendron zeigen aufrechte cylindriſche Stämme, und die unter dem Namen Schlangenwurz bekannte Calla palustris beſitzt Rhizome, welche auf den dunkeln Schlamm der Moore



Aroideen: 1. Aronſtab (Arum maculatum), ganze Pflanze. — 2. Blütenſtand von Arum maculatum; die Blütenſcheide weggeſchnitten. — 3. Fruchtſtand derſelben Pflanze. — 4. Blütenſtand von Colocasia antiquorum. — 5. Der untere Teil desſelben Blütenſtandes mit aufgeſchnittener Blütenſcheide. — 6. Fruchtanlage derſelben Pflanze. — 7. Dieſelbe Fruchtanlage im Längsſchnitte. — 8. Die zu einer Säule verbundenen Pollenblätter einer Blüte von Colocasia antiquorum. — 9. Ariopsis peltata. — Fig. 2, 5 und 9 in natürlicher Größe; Fig. 1, 3 und 4 verkleinert; Fig. 6, 7 und 8 etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 646 und 649.



Aroideen (Philodendraceen): Raphidophora decursiva im Urwalde des tropiſchen Himalaja. (Nach einer Photographie.)
Vgl. Text, S 649.

hingestreckt sind. Auch der Kalmus (Acorus Calamus) besitzt wagerecht im Schlamme kriechende Rhizome. Viele tropische Aroideen, namentlich aus der Familie der Monsteraceen und Pothoidaceen, schmiegen sich mit ihren Stämmen an die Borke alter Bäume an, halten sich mit ihren Luftwurzeln an denselben fest, klettern von Baum zu Baum und machen den Eindruck von Lianen. Als Vorbild für diese Form der Aroideen kann die auf S. 648 dargestellte Raphidophora decursiva aus dem tropischen Himalaja dienen. Manche dieser kletternden Aroideen senden auch Luftwurzeln in die feuchte Luft des Urwaldes (s. Band I, S. 207). Bisweilen erreichen die Luftwurzeln den Waldgrund, wurzeln dort an und erscheinen dann wie Taue ausgespannt (s. Abbildung, Band I, S. 339). Die alten, dunkeln Stämme dieser tropischen Aroideen sind mit hellen Blattnarben besetzt. Die Mehrzahl der Aroideen ist auf die Tropen der Alten und Neuen Welt beschränkt. In den gemäßigten Zonen finden sich kaum 8 Prozent der bisher bekannt gewordenen Arten. Am weitesten gegen Norden verbreitet ist der Kalmus (Acorus Calamus), der gefleckte Aronstab (Arum maculatum) und die Schlangenwurz (Calla palustris). Die durch ihre vorläufigen Blüten ausgezeichnete Ariopsis peltata (s. Abbildung, S. 647, Fig. 9) findet sich im Himalaja noch in der Seehöhe von 1600 m. Fossile Araceen kennt man nur wenige aus den Ablagerungen der mesozoischen und tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 900.

33. Stamm: Cyclantheae, Cyklantheen.

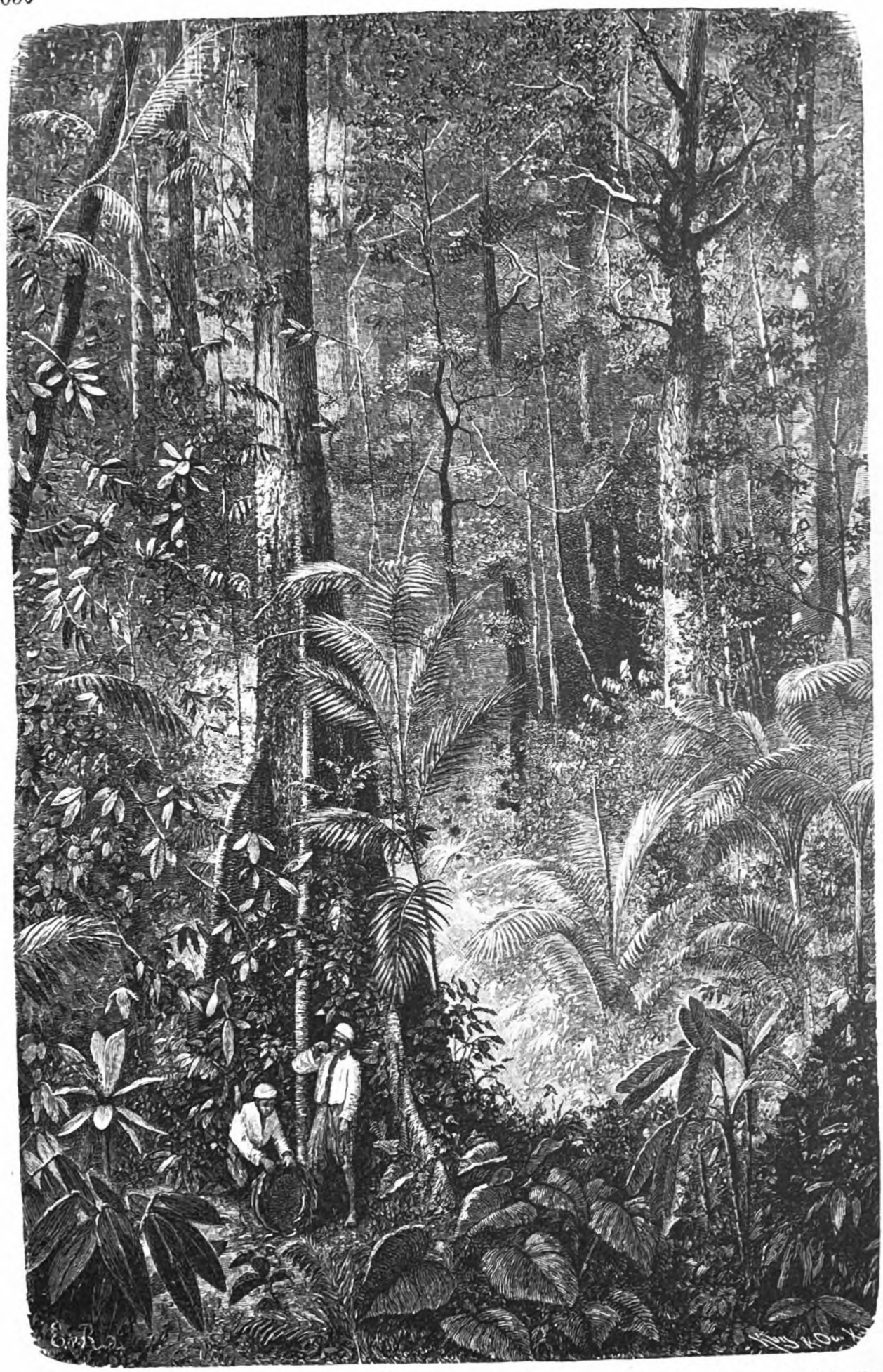
Umfaßt die Familien Carludoviceae und Cyclanthaceae.

Ausdauernde Pflanzen mit unterirdischen, wagerechten Rhizomen oder kurzen, säulenförmigen, bisweilen auch verlängerten und kletternden Stämmen, die mit starren, vorn zweispaltigen oder fächerförmig geteilten Laubblättern besetzt sind. Die Spreite der Blätter ist der Länge nach gefaltet und von parallel-, krumm- oder fächerläufigen Hauptsträngen durchzogen. Die Blüten werden von einem aufrechten, unverzweigten, fleischigen Kolben getragen, der im Jugendzustande von 2—6 übereinanderstehenden, scheidenförmigen Deckblättern eingehüllt ist. Die Blüten sind einhäusig und die Blütenblätter in zwei-, drei- oder viergliederige Wirtel geordnet. Die fehlenden Blumenblätter sind durch Schuppen und Fäden ersetzt. Pollen mehlig. Die in die fleischige Masse des Kolbens eingesenkten Stempel bergen zahlreiche Samenanlagen, welche von 2—4 leistenförmigen Samenpolstern entspringen. Der Keimling liegt in der Nähe des Nabels in einem besonderen Speichergewebe. Die Cyclantheen sind auf das tropische Amerika beschränkt. Fossile Reste sind mit Sicherheit noch nicht nachgewiesen. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 50.

34. Stamm: Palmae, Palmen.

Umfaßt die Familien: Coryphaceae, Borassaceae, Lepidocaryaceae, Ceroxylonaceae, Phytelephantaceae.

Gewächse mit holzigem, cylindrischen, ausgefülltem Stamm und starren, handförmig oder fiederförmig zerteilten, großen, in der Knospenanlage gefalteten Laubblättern. Die Abschnitte der Blattspreite sind von parallel- oder fächerläufigen Strängen durchzogen. Die Blüten sitzen auf einem ästigen, fleischigen Kolben, der von einem großen Hüllblatte scheidenförmig umfaßt wird (s. Abbildung, Band I, S. 636, Fig. 3). Sie sind scheinzwitterig, ein- oder zweihäusig, aktinomorph. Die Blumenblätter in 2 dreigliederige Wirtel geordnet, unscheinbar. Die Fruchtanlage aus drei zu einem Gehäuse verbundenen Fruchtblättern gebildet. Auf jedes Fruchtblatt kommt eine Samenanlage. Das Androeceum aus 2 dreigliederigen Wirbeln gebildet. Pollen mehlig, stäubend. Frucht beeren-, steinfrucht- oder nußartig, dreisamig oder infolge der Verkümmerung zweier Samenanlagen nur einsamig. Der



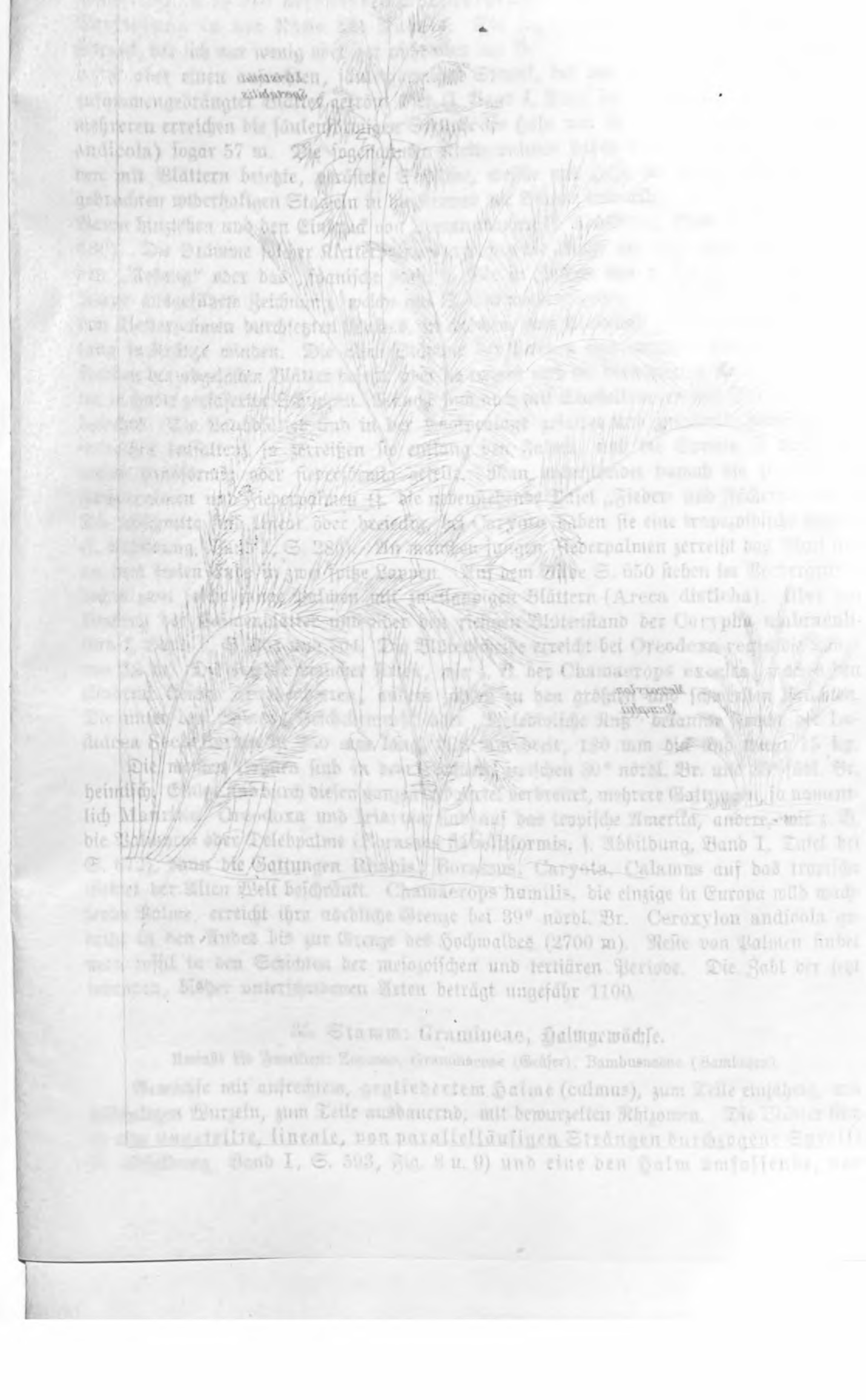
Palmen: Ein von Kletterpalmen durchſetzter Urwald auf Ceylon; im Vordergrunde rechts: Areca disticha. (Nach der Natur von v. Ranſonnet.) Vgl. Text, S. 651.

SZKOŁA PODSTAWOWA W SZCZEKOCINIE
BIBLIOTEKA GŁÓWNA



PALMEN

(Nach Aquarell von J. Selleny)



[Zur Tafel: » *Palmen* «]



Keimling ist in ein besonderes Speichergewebe eingebettet und liegt in einer Vertiefung in der Nähe des Nabels. Die sogenannten Zwergpalmen haben einen Strunk, der sich nur wenig oder gar nicht über den Boden erhebt. Die Mehrzahl der Palmen besitzt aber einen aufrechten, säulenförmigen Strunk, der von einem Büschel großer, dicht zusammengedrängter Blätter gekrönt wird (s. Band I, Tafel bei S. 672, und S. 265). Bei mehreren erreichen die säulenförmigen Strünke die Höhe von 30, bei einer Art (Ceroxylon andicola) sogar 57 m. Die sogenannten Kletterpalmen haben schlanke, in weiten Abständen mit Blättern besetzte, verästete Stämme, welche mit Hilfe der an den Blättern angebrachten widerhakigen Stacheln in die Kronen der Bäume emporklettern, sich von Baum zu Baum hinziehen und den Eindruck von Lianen machen (s. Abbildung, Band I, S. 336, 635, 636). Die Stämme solcher Kletterpalmen erreichen die Länge von 150—200 m und liefern den „Rotang" oder das „spanische Rohr". Die in Indien von v. Ransonnet nach der Natur ausgeführte Zeichnung, welche auf S. 650 wiedergegeben ist, zeigt das Innere eines von Kletterpalmen durchsetzten Waldes, in welchem zwei Einheimische den gesammelten Rotang in Kränze winden. Die alten Stämme der Palmen sind entweder glatt und mit den Narben der abgelösten Blätter besetzt, oder sie tragen noch die verwitterten Ansätze der Blätter in Form zerfaserter Schuppen. Manche sind auch mit Stachelkränzen und Stachelkämmen bewehrt. Die Laubblätter sind in der Knospenlage gefaltet und ungeteilt; wenn sie sich späterhin entfalten, so zerreißen sie entlang den Falten, und die Spreite ist dann entweder handförmig oder fiederförmig geteilt. Man unterscheidet danach die Palmen als Fächerpalmen und Fiederpalmen (s. die nebenstehende Tafel „Fieder- und Fächerpalmen"). Die Abschnitte sind lineal oder dreieckig, bei Caryota haben sie eine trapezoidische Gestalt (s. Abbildung, Band I, S. 286). An manchen jungen Fiederpalmen zerreißt das Blatt nur an dem freien Ende in zwei spitze Lappen. Auf dem Bilde S. 650 stehen im Vordergrunde rechts zwei solche junge Palmen mit zweilappigen Blättern (Areca disticha). Über den Umfang der Palmenblätter und über den riesigen Blütenstand der Corypha umbraculifera s. Band I, S. 264 und 704. Die Blütenscheide erreicht bei Oreodoxa regia die Länge von 2,5 m. Die Früchte mancher Arten, wie z. B. der Chamaerops excelsa, machen den Eindruck kleiner Traubenbeeren, andere zählen zu den größten und schwersten Früchten. Die unter dem Namen „Seschellennuß" oder „Malediviſche Nuß" bekannte Frucht der Lodoicea Sechellarum ist 350 mm lang, 326 mm breit, 180 mm dick und wiegt 15 kg.

Die meisten Palmen sind in dem Erdgürtel zwischen 30° nördl. Br. und 35° südl. Br. heimisch. Einige sind durch diesen ganzen Erdgürtel verbreitet, mehrere Gattungen, so namentlich Mauritia, Oreodoxa und Iriartea sind auf das tropische Amerika, andere, wie z. B. die Palmyra- oder Delebpalme (Borassus flabelliformis, s. Abbildung, Band I, Tafel bei S. 672), dann die Gattungen Rhapis, Borassus, Caryota, Calamus auf das tropische Gebiet der Alten Welt beschränkt. Chamaerops humilis, die einzige in Europa wild wachsende Palme, erreicht ihre nördliche Grenze bei 39° nördl. Br. Ceroxylon andicola gedeiht in den Andes bis zur Grenze des Hochwaldes (2700 m). Reste von Palmen findet man fossil in den Schichten der mesozoischen und tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 1100.

35. Stamm: Gramineae, Halmgewächse.

Umfaßt die Familien: Zeaceae, Graminaceae (Gräser), Bambusaceae (Bambusen).

Gewächse mit aufrechtem, gegliedertem Halme (culmus), zum Teile einjährig, mit büscheligen Wurzeln, zum Teile ausdauernd, mit bewurzelten Rhizomen. Die Blätter sind in eine ungeteilte, lineale, von parallelläufigen Strängen durchzogene Spreite (s. Abbildung, Band I, S. 593, Fig. 8 u. 9) und eine den Halm umfassende, von

knotenförmigen Verdickungen ausgehende Scheide gegliedert. An der Grenze von Scheide und Spreite findet ſich ein Häutchen (Blatthäutchen, ligula) eingeſchaltet. Blüten zwitterig, ſcheinzwitterig und einhäuſig, einzeln oder in ährenförmiger Gruppierung in der Achſel von Deckblättern. Die Einzelblüten und die Ährchen ſind ährenförmig oder riſpenförmig angeordnet (ſ. Abbildung, S. 137). Blumenblätter fehlen. Als Erſatz derſelben erſcheinen zweizeilig geſtellte, ſehr genäherte Deckblätter, und zwar zu oberſt 1—2 winzige Schüppchen, welche als lodiculae angeſprochen werden, darunter ein größeres Deckblatt, das man Deckſpelze und darunter ein Blättchen, das man Vorſpelze genannt hat. Die Fruchtanlage wird aus einem einzigen Fruchtblatte gebildet und iſt einfächerig. Dieſelbe birgt eine einzige Samenanlage. Andröceum aus 1—2 zwei- oder dreigliederigen Wirteln gebildet. Pollen ſtäubend. Frucht eine Kornfrucht (caryopsis). Der Same enthält ein mehliges beſonderes Speichergewebe. Der Keimling iſt dieſem Speichergewebe mit einem Teile des Keimblattes ſeitlich angeſchmiegt (ſ. Abbildung, Band I, S. 559, Fig. 5). Die Glieder des Halmes ſind bei den Zeaceen und bei einem Teile der Graminaceen (Andropogon, Panicum ꝛc.) mit Mark ausgefüllt, bei den meiſten Gramineen aber hohl. Bei den Bambuſen und zahlreichen tropiſchen Gräſern iſt der aufrechte, halmförmige Stamm ausdauernd und verzweigt, und dieſe Pflanzen machen den Eindruck von Bäumen (ſ. Abbildung, Band I, S. 674). Die Bambuſen erreichen die Höhe von 25 m und eine Stammdicke von nahezu 0,5 m. Die meiſten Halmgewächſe ſenden aus ihren unterirdiſchen Rhizomen alljährlich neue Halme über die Erde, welche am Schluſſe der Vegetationszeit wieder abſterben. Dieſe Halme werden aber ſelbſt bei den rohrartigen und den Savannengräſern nicht über 5 m hoch. Die Fruchtblüten der Zeaceen ſitzen auf einem unveräſteten, von großen, ſcheidigen Blättern eingehüllten Kolben. Das Andröceum beſteht bei der weitaus größten Zahl der Graminoideen aus einem dreigliederigen Wirtel, bei Anthoxanthum, Crypsis ꝛc. beobachtet man einen zweigliederigen, bei Oryza und den meiſten Bambuſeen zwei dreigliederige Wirtel. Das Gynäceum trägt bei den meiſten Halmgewächſen zwei Narben, bei Nardus nur eine Narbe, bei den Bambuſen drei Narben. Die Halmgewächſe ſind über die ganze Erde verbreitet. In den Tropen herrſcht die größte Mannigfaltigkeit der Arten, in den gemäßigten Zonen iſt die Artenzahl viel kleiner, aber die Zahl der Individuen deſto größer. Unter den im arktiſchen Gebiete am weiteſten nach Norden und in den Hochgebirgen am weiteſten gegen die mit ewigem Schnee bedeckten Höhen vordringenden Phanerogamen finden ſich allerwärts noch Gräſer. In den Alpen iſt es namentlich Poa laxa, welche noch in der Seehöhe von 3000 m angetroffen wird. Die Bambuſen ſind auf den tropiſchen und ſubtropiſchen Erdgürtel beſchränkt; in den Steppen herrſchen die vereinzelt ſtehenden raſigen Gräſer, namentlich Arten der Gattung Stipa und Festuca, vor (ſ. Abbildung, Band I, Tafel bei S. 576). In den Landſchaften, welche ſich eines feuchten und kühlen Klimas erfreuen, bilden die Gräſer eine geſchloſſene Narbe: das Grundgewebe der Wieſen. In den ſumpfigen Niederungen und entlang der Flußläufe bilden rohrartige Gräſer ausgedehnte, häufig reine Beſtände. Ein Rohrbeſtand aus Phragmites communis iſt auf der Tafel „Rohr- und Riedgrasbeſtände im ungariſchen Tieflande“ bei S. 645 abgebildet. Die Gräſer ſpielen im Haushalte der Natur eine ſehr wichtige Rolle. Unzählige Säugetiere ſind auf dieſelben als ihre wichtigſte Nahrung angewieſen, und es iſt kaum zweifelhaft, daß dasſelbe Verhältnis auch in früheren Perioden beſtanden hat. In den Steppen, Prärien, Savannen, Llanos ꝛc., wo Monate hindurch die Gräſer verdorrt auf den Fluren ſtehen, werden ſie auch in dieſem Zuſtande von den Wiederkäuern abgeweidet. Reſte foſſiler Gräſer finden ſich, allerdings nur ſehr ſpärlich, in den Schichten der tertiären und diluvialen Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterſchiedenen Arten beträgt ungefähr 3500.



Papyrus antiquorum am oberen Nil. Vgl Text, S. 654.

36. Stamm: Cyperoideae, Riedgräſer.

Umfaßt die Familien: Cariceae (Seggen), Scirpaceae (Binſen), Restiaceae.

Gewächſe mit aufrechten, ſchaftartigen Stengeln, welche nur im unteren Teile gegliedert ſind, deren oberſtes Glied aber ſehr verlängert iſt, zum Teile einjährig mit büſcheligen Wurzeln, zum Teile ausdauernd mit bewurzelten Rhizomen. Die Blätter ſind in eine ungeteilte, borſtenförmige oder lineale, von parallelläufigen Strängen durchzogene Spreite und eine den Stengel umfaſſende Scheide gegliedert. An der Grenze von Scheide und Spreite kein Blatthäutchen. Blüten zwitterig, ſcheinzwitterig, einhäuſig und zweihäuſig, von ſchuppenförmigen und ſchlauchförmigen Deckblättern geſtützt, ähren- oder köpfchenförmig gehäuft. Blumenblätter fehlen, oder es finden ſich an Stelle derſelben wirtelig geſtellte Schüppchen, Borſten und Haare ausgebildet. Die Fruchtanlage iſt aus 2—3 Fruchtblättern aufgebaut. Das Andröceum wird aus 1 oder 2 dreigliederigen Wirteln gebildet. Bisweilen ſind einzelne Pollenblätter unterdrückt. Pollen ſtäubend. Frucht kapſel- oder nußartig. Der Keimling liegt eingebettet in einem beſonderen Speichergewebe am Grunde des Samens. Bei den Binſen erſcheinen die Spreiten der Blätter häufig verkümmert und die Aſſimilation wird durch das grüne Gewebe in der Rinde der mit Mark ausgefüllten Stengel vermittelt. Solche Schäfte hat man mit dem Namen „Kalm" (calamus) belegt. Sie erreichen bei manchen Arten eine bedeutende Höhe. Jene des auf der Tafel bei S. 645 abgebildeten Scirpus lacustris werden über 1 m hoch, jene des von den Alten zur Bereitung des Papieres und verſchiedener Geräte benutzten, in den Sümpfen am oberen Nil ſowie in Syrien und Paläſtina heimiſchen Papyrus antiquorum oder Cyperus Papyrus (ſ. Abbildung, S. 653) erlangen die Höhe von 3 m und die Dicke von 1 dm. Dieſe Schäfte oder Kalme des Papyrus tragen auf ihrem Scheitel einen ſpreng-wedelförmigen Büſchel von grünen fadenförmigen, gabelig geteilten Verzweigungen, welche ſo wie der Schaft zur Aſſimilation dienen, und an welchen ſich auch die Blütenährchen entwickeln. Die Riedgräſer verlangen zu ihrer Entwickelung der Mehrzahl nach reichliche Waſſerzufuhr und finden ſich demzufolge vorwaltend auf Moorgründen und im Ufergelände der Bäche und Flüſſe. Auch in der Vegetationsdecke der Hochgebirge ſpielen ſie eine hervorragende Rolle. Viele wachſen geſellig. Beſonders auffallend iſt in dieſer Beziehung die Segge Carex stricta, deren feſte Raſen wie Maulwurfshügel über das Waſſer der ſumpfigen Niederungen emporragen, zu Tauſenden aneinandergereiht die Sümpfe des Flachlandes beſtocken und in der ungariſchen Niederung unter dem Namen Zsombék bekannt ſind (ſ. die Tafel bei S. 645, „Rohr- und Riedgrasbeſtände im ungariſchen Tieflande"). Einige Riedgräſer ſchließen dicht zuſammen und bilden das Grundgewebe der ſumpfigen Wieſen in den Ebenen. Mehrere Seggen, namentlich Carex sempervirens und firma, bilden die Hauptmaſſe des Raſens auf unſeren Alpenmatten (ſ. Tafel bei S. 193, „Alpiner Raſen auf dem Blaſer in Tirol"). Die Cyperoideen ſind über die ganze Welt verbreitet. Die Gattungen Carex, Eriophorum und Scirpus kommen in der größten Artenzahl in dem kalten und nördlich gemäßigten, die Gattungen Cyperus und Papyrus vorwiegend in dem warmen Erdgürtel vor. Die Reſtiaceen ſind auf Südafrika und Auſtralien beſchränkt. Foſſile Cyperaceen finden ſich in den Schichten der tertiären und diluvialen Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 3000.

37. Stamm: Juncales, Binſen.

Umfaßt die Familien: Juncaceae, Flagellariaceae, Xanthorhoeaceae.

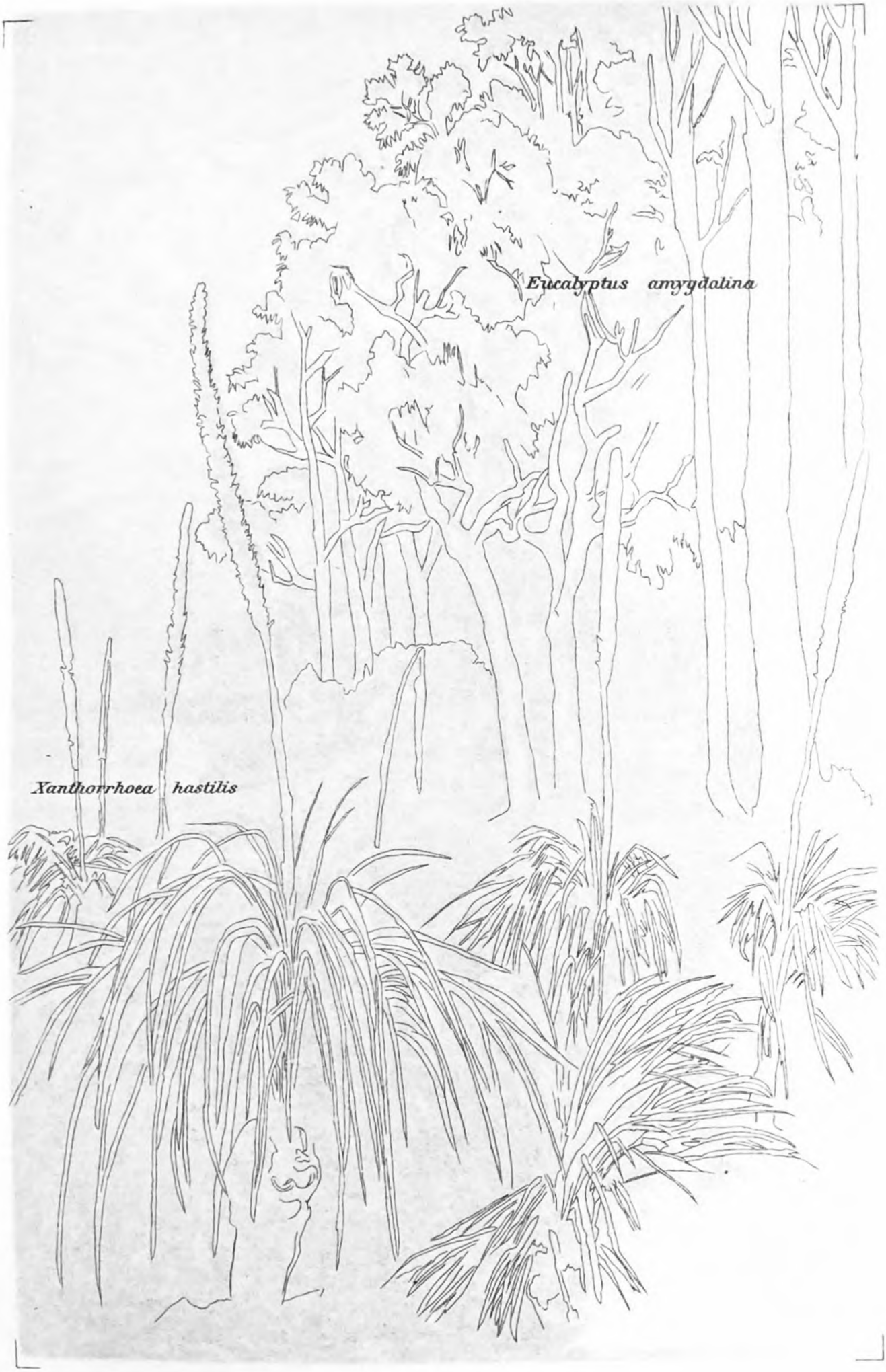
Einjährige Kräuter mit büſcheligen Wurzeln oder ausdauernde Gewächſe mit kriechenden Rhizomen oder ſäulenförmigem, niederem Strunke. Die Blätter ſind grasartig, lineal,





EUKALYPTUSWALD UND GRASBÄUME IN NEUHOLLAND

(Nach Aquarellen von Selleny)

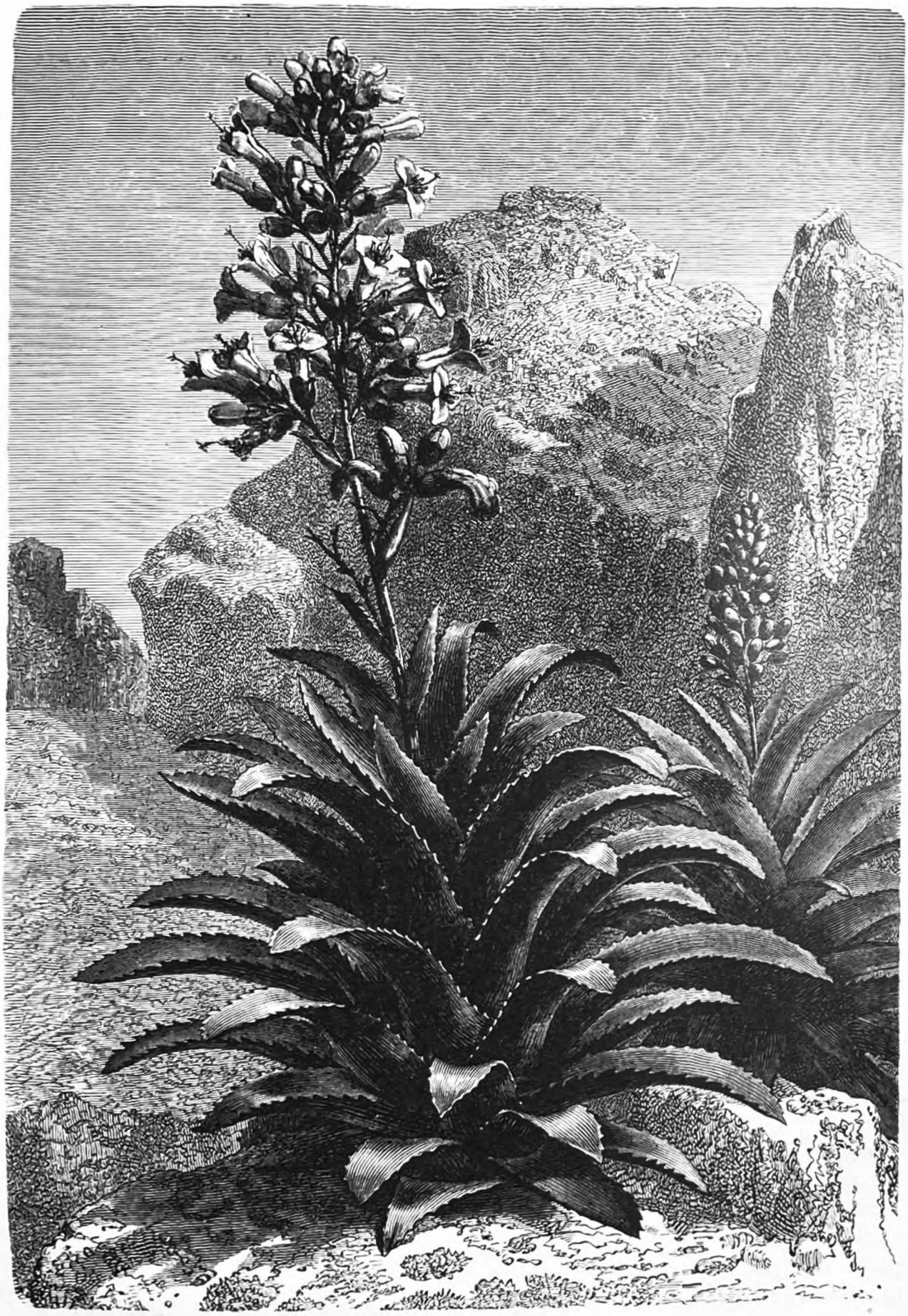

Eucalyptus amygdalina
Xanthorrhoea hastilis

flach oder rinnig, dreikantig, borstenförmig oder stielrund, an der Basis scheidenförmig verbreitert. Blüten zwitterig aktinomorph. Die Blumenblätter sind trockenhäutig, schuppenförmig und bilden 2 dreigliederige Wirtel. Fruchtanlage oberständig, dreigliederig. Die Samenanlagen an den eingeschlagenen Rändern der Fruchtblätter. Andröceum aus 1 oder 2 dreigliederigen Wirteln gebildet. Pollen mehlig, stäubend. Frucht eine aufspringende Kapsel. Die Samen enthalten ein reichliches besonderes Speichergewebe. Die Stengel sind mit Mark ausgefüllt, welches bei den Arten der Gattung Juncus aus sternförmig verzweigten Zellen besteht. Die älteren Strünke der unter dem Namen „Grasbäume" bekannten Xanthorhöaceen sind mit den Resten der abgestorbenen Blätter besetzt (s. die beigeheftete Tafel, „Eukalyptuswald und Grasbäume in Neuholland"). Der Blütenstand der Juncaceen und Flagellariaceen ist eine gabelig verzweigte Cyme, und die Blüten sind häufig knäuelförmig zusammengedrängt, der Blütenstand der Xanthorhöaceen macht den Eindruck einer langen, steif aufrechten Ähre. Der Pollen der Juncaceen wird aus vier tetraedrisch verbundenen Zellen gebildet. Die Juncaceen und Flagellariaceen verlangen zu ihrer Entwickelung der Mehrzahl nach eine reichliche Wasserzufuhr und finden sich demzufolge vorwaltend auf Moorgründen und im Überschwemmungsgebiete an den Ufern der Bäche und Flüsse, wo sie oft gesellig wachsend ausgedehnte Bestände bilden. Mehrere Arten, so namentlich Juncus trifidus, beteiligen sich auch an der Bildung des Alpenwasens in den Zentralalpen. Die Hainsimsen (Luzula) sind größtenteils Bewohner der Wälder. Die Simsen sind über die ganze Erde verbreitet. Die Juncaceen herrschen in der nördlich gemäßigten Zone vor. Mehrere derselben sind auch Bestandteile der arktischen Flora. Die Flagellariaceen sind auf die Tropen Afrikas und Asiens und die Inseln des Stillen Ozeans, die Xanthorhöaceen auf Australien beschränkt. Fossile Reste sind mit Sicherheit nicht nachgewiesen. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 300.

38. Stamm: Enanthioblastae, Enanthioblasteen.

Umfaßt die Familien: Mayaceae, Rapateaceae, Commelinaceae, Xyridaceae, Eriocaulaceae, Bromeliaceae.

Ausdauernde Gewächse mit unterirdischen Rhizomen, krautigen, oberirdischen Stengeln oder niederem, säulenförmigem Strunke. Die Laubblätter ungeteilt von parallel- oder krummläufigen Hauptsträngen durchzogen, welche durch spangen-, schlingen- oder netzförmige Anastomosen verbunden sind, jene der Bromeliaceen häufig am Rande scharf gesägt und als Dickblätter ausgebildet (s. Abbildung, S. 656). Die Blüten zwitterig oder scheinzwitterig. Blumenblätter in 2 dreigliederige Wirtel geordnet, der obere Wirtel kronenartig. Fruchtanlage unterständig, halb ober-, halb unterständig oder ganz oberständig, dreifächerig. Andröceum aus 1 oder 2 dreigliederigen Wirteln gebildet. Pollen haftend. Frucht eine Kapsel oder Beere. Der Same enthält ein mehliges besonderes Speichergewebe. Der Keimling ist am Ende des Samens dem Nabel gegenüber in das mehlige Speichergewebe eingebettet. Die Mayaceen, Xyridaceen und Eriocaulaceen sind zumeist Sumpfpflanzen, die Bromeliaceen zum Teile Überpflanzen, welche auf der Borke von Bäumen und Sträuchern haften, zum Teile Felsenpflanzen, wie z. B. die auf S. 656 abgebildete Aechmea paniculata. Mehrere Bromeliaceen zeigen geselliges Wachstum, überziehen weite Strecken des felsigen Bodens in dichtem Schlusse und bilden bisweilen förmliche Teppiche. Die Enanthioblasteen sind über alle Weltteile verbreitet. Europa beherbergt nur eine Art, nämlich Eriocaulon septangulare an der Westküste von Irland und auf der schottischen Insel Skye, doch ist es zweifelhaft, ob sie dort nicht eingeschleppt wurde. Den größten Reichtum an Arten zeigen die Tropen und zwar vorzüglich die Tropen Amerikas. Nordwärts sind einige Arten bis in die südlichen Vereinigten Staaten und bis Japan, südwärts bis Peru und Südbrasilien verbreitet. Mehrere Bromeliaceen werden auf den Andes noch in der



Aechmea paniculata. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 655.

Seehöhe von 3000—4300 m angetroffen. Foſſile Reſte wurden, allerdings ſehr ſpärlich und nicht über alle Zweifel erhaben, in den Schichten der tertiären Periode gefunden. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 1200.

39. Stamm: Liliiflorae, Gilgen.

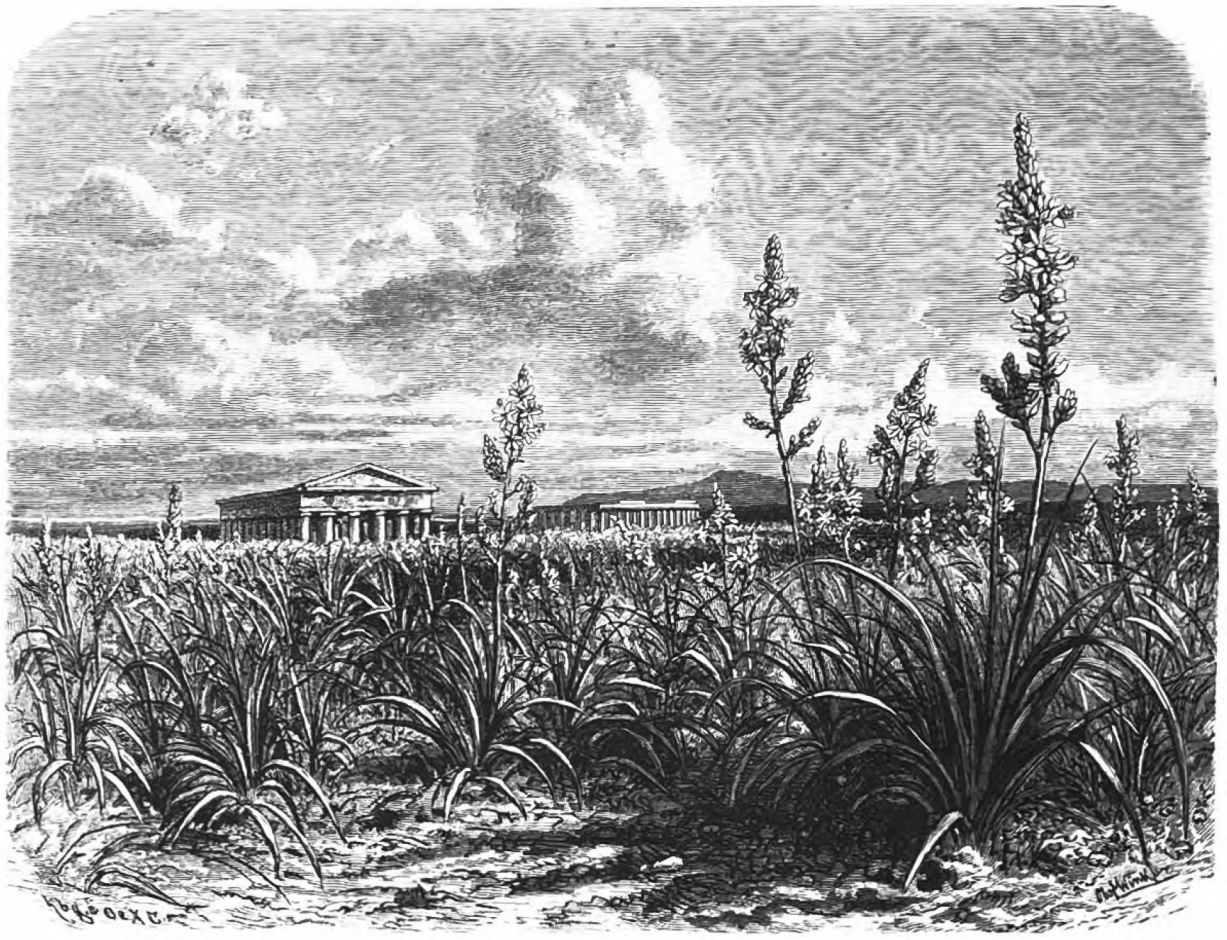
Umfaßt die Familien: Iridaceae, Amaryllidaceae, Burmanniaceae, Velloziaceae, Taccaceae, Haemodoraceae, Pontederiaceae, Stemonaceae, Colchicaceae, Liliaceae, Smilaceae.

Ausdauernde Gewächſe mit ungeteilten Blättern. Die Blüten zwitterig und ſcheinzwitterig. Blumenblätter in 2 zwei-, drei- und viergliederige Wirtel geordnet; beide Wirtel kronenartig. Fruchtanlage oberſtändig, halb ober-, halb unterſtändig und unterſtändig, dreigliederig. Androceum aus 1—5 zwei-, drei- und viergliederigen Wirteln von Pollenblättern gebildet. Pollen haftend. Frucht eine Kapſel oder Beere. Der Same enthält ein fleiſchiges oder knorpeliges, beſonderes Speichergewebe, und der Keimling iſt von dem Speichergewebe rings umſchloſſen. Die Liliaceen und Amaryllidaceen haben zum großen Teile Zwiebeln (z. B. Gagea und Leucojum, ſ. Abbildung, S. 658, Fig. 1 u. 3), die Safrane (Crocus) beſitzen einen Knollenſtock, die Schwertlilien (Iris), die Germer (Veratrum), die Spargel und die meiſten Smilaceen ein Rhizom. Die oberirdiſchen Stammbildungen erſcheinen als krautige Stengel oder als aufrechte, ſäulenförmige Strünke (Dracaena, Fourcroya, Yucca, ſ. Abbildung, Band I, S. 619). Der berühmte Drachenbaum der Kanariſchen Inſeln (Dracaena Draco) hat einen Strunk, der oben in Hunderte von Äſten aufgelöſt iſt, erreicht die Höhe von 18 m, beſitzt das Anſehen eines mächtigen Baumes und iſt jedenfalls die größte aller Gilgen. Zu den in Chile und Peru und an der Magelhaensſtraße heimiſchen Gattungen Luzuriaga und Philesia gehören vielverzweigte Holzgewächſe von ſtrauchartigem Wuchſe, und die Stechwinden (Smilax; ſ. Abbildung, Band I, S. 650) ſind holzige Lianen, welche mit Hilfe ihrer Nebenblätter an anderen Pflanzen emporklettern. Bowiea hat windende Stengel und Zweige; ihre Laubblätter ſind kurz, gehen alsbald nach ihrer Ausbildung zu Grunde und die Aſſimilation wird dann durch das grüne Gewebe in der Rinde vermittelt. Bei Aphyllanthes ſind am Grunde der Stengel nur ſchuppenförmige Niederblätter ausgebildet, und auch hier vermittelt das grüne Gewebe der Stengel die Aſſimilation. Dasſelbe iſt bei Asparagus und Ruscus der Fall. Bei dem letzteren ſind die Seitenzweige in Blattäſte umgewandelt (ſ. Abbildung, Band I, S. 307). Die Laubblätter aller Gilgen ſind am Grunde ſcheidenförmig verbreitert. Die linealen Formen ſind entweder flach oder rinnig vertieft, bisweilen auch an den Rändern zurückgerollt, wie z. B. bei den Safranen (Crocus). Die Schwertlilien (Iris) haben eigentümlich zuſammengefaltete, ſchwertförmige, die Agaven und Aloen dicke, fleiſchige, bisweilen an den Rändern ſcharf gezahnte Blätter. Die Blätter von Convallaria, Paris, Trillium, Uvularia und Funkia ſind breit elliptiſch, jene von Majanthemum und Smilax herzförmig (ſ. Abbildung, Band I, S. 593, Fig. 3 und S. 650). An der zuletzt genannten Pflanzengattung kommen rankende Nebenblätter vor; auch ſind die Stengel mit Stacheln bewehrt. Bei Gloriosa und einigen Arten der Gattung Fritillaria endigt die Spreite der Blätter mit einer Ranke. Die meiſten Gilgen haben parallelläufige oder krummläufige, durch querlaufende Anaſtomoſen gitterförmig verbundene Stränge (ſ. Abbildung, Band I, S. 593, Fig. 3). Bei Paris, Smilax und anderen Smilaceen ſind die Hauptſtränge durch bogenförmige und netzförmige Anaſtomoſen verbunden (ſ. Abbildung, Band I, S. 650). Der Blütenſtand iſt bald eine Traube (z. B. Eremurus, ſ. Abbildung, S. 303), bald eine Dolde (z. B. Smilax, ſ. Abbildung, S. 650), bald ein Köpfchen (z. B. Aphyllanthes), bald eine Cyme (z. B. Gagea; ſ. Abbildung, S. 658, Fig. 1). Der Blütenſtand der Lauche (Allium) iſt eine aus zahlreichen armblütigen Cymen zuſammengeſetzte Scheindolde. Der Hundszahn (Erythro-



Liliiflorae: 1 Gagea lutea. — 2. Galanthus nivalis. — 3. Leucojum vernum. — 4. Colchicum autumnale, Blüte und aufgeſprungene Frucht. — 5. Querſchnitt durch die noch nicht aufgeſprungene Frucht von Colchicum autumnale. — 6. Bulbocodium. — 7. Convallaria majalis. — 8. Narben und Andröceum einer Iris. Vgl. Text, S. 657, 659 und 660.

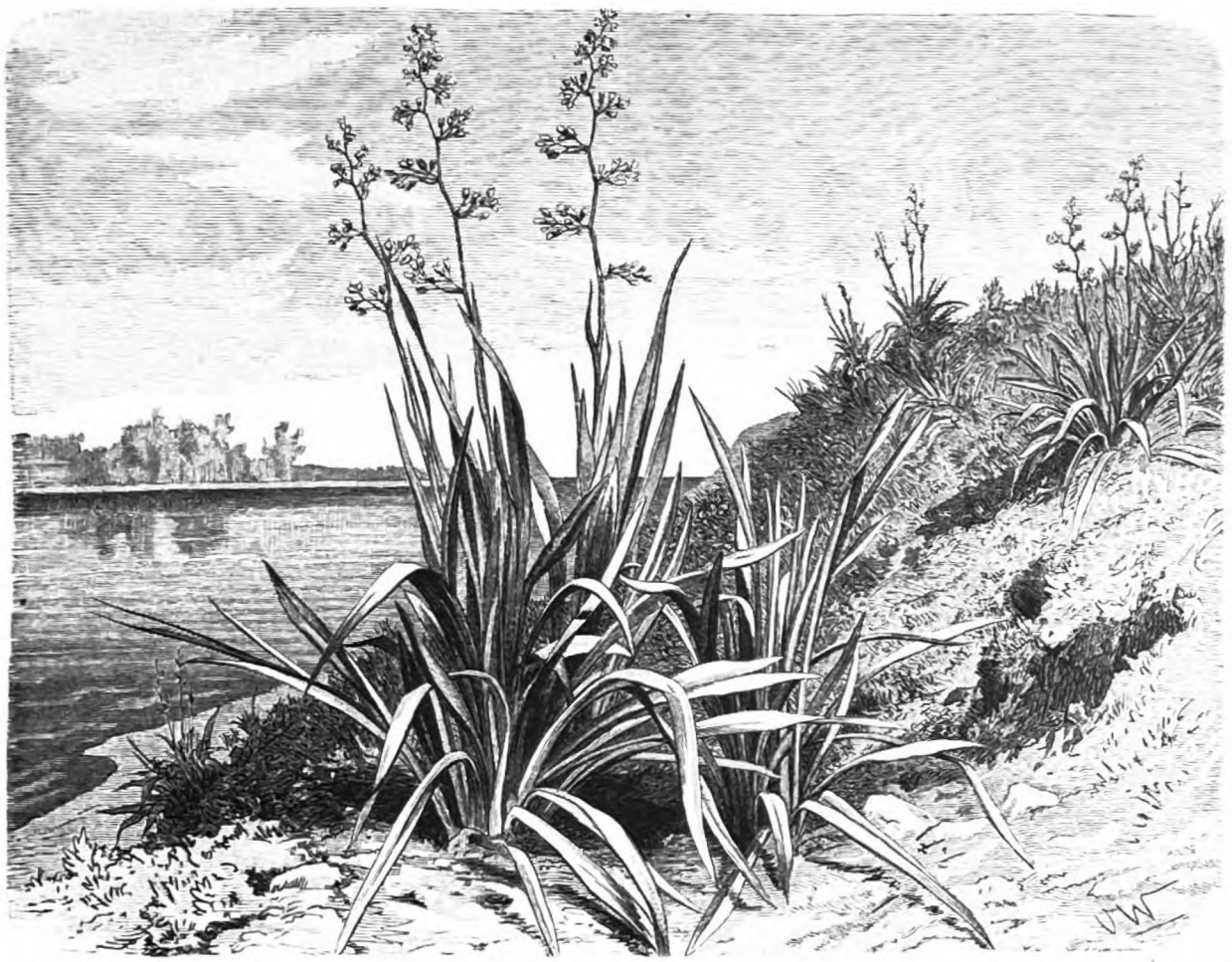
nium), die Einbeere (Paris) und das Schneeglöckchen (Galanthus; ſ. Abbildung, S. 658, Fig. 2) entwickeln einzeln ſtehende Blüten. Meiſtens werden die Blüten und Blütenſtände von einem ſchaftartigen Stengel getragen. Berühmt iſt der 5—7 m hohe Blütenſtand der Agave Americana, welcher Band I, S. 617 beſchrieben und abgebildet wurde. Die beiden Wirtel der kronenartigen Blumenblätter ſind bei Zephyranthes, Bomerea, Galanthus, Iris etc. in ihrer Größe, ihrem Zuſchnitt und ihrer Farbe verſchieden (ſ. Abbildung, S. 247), bei den meiſten Gilgen aber gleich geſtaltet und aktinomorph (ſ. Abbildung, S. 658, Fig. 1, 3, 4, 6 und 7). Zygomorphe Blüten beſitzen Hemerocallis, Amaryllis und Gladiolus. Über die Nebenkronen der Narziſſen ſ. S. 173 und 186. Das Andröceum beſteht bei der



Beſtand aus Asphodill (Asphodelus ramosus) bei Päſtum in Unteritalien. Vgl. Text, S. 661.

weitaus größten Mehrzahl der Arten aus zwei dreigliederigen Wirteln von Pollenblättern, welche ſämtlich geſchlechtsreifen Pollen hervorbringen; bei mehreren Lauchen (Allium) ſind die Antheren des einen Wirtels verkümmert und nur jene des anderen Wirtels ausgebildet, bei den Hämodoraceen und Iridaceen kommen überhaupt nur 3 Pollenblätter zur Entwickelung. Die Gattung Pleea hat dagegen 9 Pollenblätter, und bei Smilax trifft man deren in einer Blüte bisweilen 12 und 15. Bei den Stemonaceen ſowie bei der Gattung Paris und Majanthemum ſind die Wirtel des Andröceums ſowie auch jene der Blumenblätter vier-, beziehentlich zweigliederig, bei Aspidistra achtgliederig. Die Fruchtanlage iſt bei den Liliaceen, Colchicaceen und Smilaceen oberſtändig, bei Ophiopogon und Nietneria halb ober-, halb unterſtändig, bei den Amaryllidaceen, Velloziaceen und Iridaceen unterſtändig. Die Liliaceen haben nur einen Griffel mit einer kleinen, dreilappigen Narbe, bei den Narziſſen ſtellen die drei den Griffel krönenden Narben kleine Blättchen dar (ſ. Abbildung,

S. 279, Fig. 4), bei Gladiolus teilt ſich der Griffel in drei Äſte, welche ſpatelförmige Narben tragen (ſ. Abbildung, S. 279, Fig. 5), bei Crocus trägt der dreiteilige oder manchmal wiederholt gabelig geteilte Griffel trichterförmige Narben (ſ. Abbildung, S. 113 und 279, Fig. 7), und bei Tricyrtes iſt jeder der drei Äſte des Griffels in zwei krallenförmige, die Narben tragende Zipfel geteilt (ſ. Abbildung, S. 348, Fig. 1). Bei Iris trägt der Griffel drei große blumenblattartige zweilappige Narben (ſ. Abbildung, S. 247, Fig. 2, und S. 658, Fig. 8). Dasſelbe iſt bei den Taccaceen der Fall. Bei Aspidistra wird von dem kurzen, ſäulenförmigen Griffel eine ſchildförmige Narbe getragen. Colchicum, Smilax Medeola und Trillium zeigen drei und Paris vier fadenförmige Griffel. Bei Tofjeldia



Neuſeeländiſcher Flachs (Phormium tenax.) (Nach einer von Selleny auf der Novarareiſe ausgeführten Zeichnung.) Vgl. Text, S. 661.

und Helonias geht jedes der drei Fruchtblätter ohne ſcharfe Grenze vom Fruchtknoten in den kurzen Griffel über, und der Stempel erſcheint dann dreilappig. Jedem Fruchtblatte entſpricht bei den meiſten Gilgen eine Mehrzahl von Samenanlagen, welche entweder in den inneren Winkeln der Fächer oder bisweilen wandſtändig oder bei den Velloziaceen auch auf beſonderen, leiſtenförmig vorſpringenden Samenpolſtern angeordnet ſind. Bei einigen Gattungen aber (z. B. Aphyllanthes, Sanseviera) entſpricht jedem Fruchtblatte nur eine einzige Samenanlage. Die Frucht iſt bei den Liliaceen und Iridaceen eine fachteilige, bei den Colchicaceen (ſ. Abbildung, S. 658, Fig. 4 und 5) eine wandteilige, beziehentlich an der Bauchnaht aufſpringende Kapſel, bei Dianella und den Smilaceen eine Beere (ſ. Abbildung, Band I, S. 650).

Einige Pontederaceen ſchwimmen auf der Oberfläche des Waſſers. Im ganzen genommen finden ſich aber unter den Gilgen nur wenige Waſſer-, Sumpf- und Moorpflanzen.

Auch Überpflanzen sind unter ihnen nur spärlich vertreten. Häufiger trifft man sie als Bewohner der Steppen und felsigen Berge, wo sie mit ihren unterirdischen Zwiebeln, Knollen und Rhizomen in lehmiger Erde und in Steinklüften geborgen die trockene Zeit des Jahres überdauern. Nur wenige Arten bilden Bestände. Berühmt sind die in Südeuropa entwickelten Bestände aus Asphodill (Asphodelus ramosus), deren schon die „Odyssee" als eines Aufenthaltsortes der Abgeschiedenen gedenkt, und welche die Abbildung auf S. 659 zur Anschauung bringt. Die Gilgen sind über alle Weltteile verbreitet. In jenen tropischen und subtropischen Gebieten, wo zeitweilig große Dürre herrscht, sind sie sowohl in betreff der Arten- als der Individuenzahl am stärksten vertreten. Nordwärts nimmt ihre Zahl rasch ab. Am weitesten nach Norden verbreitet sind Tofjeldia borealis und Lloydia serotina. Diese beiden Arten finden sich auch noch in den Zentralalpen in der Seehöhe von 2600 m. Von den auf einzelne Weltteile oder noch enger begrenzte Gebiete beschränkten Familien und Gattungen sind besonders erwähnenswert die nur im mittelländischen Florengebiete vorkommende Gattung Asphodelus, die auf die Hochsteppen des zentralen und westlichen Asien beschränkte Gattung Eremurus, die nur in Afrika und auf den ozeanischen Inseln vorkommenden Dracänen, die ausschließlich in Südafrika heimischen Aloen und Hämanthus, die auf Amerika beschränkten Gattungen Agave, Yucca und Zephyranthes, die auf China und Japan beschränkten Funkien, die nur in Australien heimischen Agapantheen und Eriospermeen und die auf Neuseeland und die Insel Norfolk beschränkte Gattung Phormium, deren Bastfasern als „Neuseeländischer Flachs" zu Gespinsten und Flechtwerk Verwendung finden, und von welchen die verbreitetste Art, nämlich Phormium tenax, auf S. 660 abgebildet ist. Fossile Reste sind mit Sicherheit nur von Smilaceen nachgewiesen und zwar von Smilax in den Schichten der tertiären Periode und von Majanthemum in der Höttinger Breccie. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 4000.

40. Stamm: Orchideae, Ständeln.

Umfaßt die Familien: Apostasiaceae, Cypripediaceae, Neottiaceae, Ophrydaceae, Epidendraceae, Vandaceae.

Ausdauernde Pflanzen, deren einfacher oder wenig verzweigter Stamm mit ungeteilten Blättern besetzt ist. Die Blätter sind von parallel- oder krummläufigen, durch spangenförmige Anastamosen gitterförmig verbundenen Strängen durchzogen. Die Blüten zygomorph, einzeln oder ähren- und traubenförmig gruppiert, zwitterig, scheinzwitterig und einhäusig. Die Blumenblätter in 2 dreigliederigen Wirteln angeordnet. Alle Blumenblätter kronenartig. Fruchtanlage unterständig. Dieselbe ist aus drei von dem Blütenboden sich erhebenden Rippen und drei zwischen diese Rippen eingeschalteten Fruchtblättern gebildet. Die Samenanlagen in großer Zahl an vorspringenden Leisten der Fruchtblätter. Androeceum aus 1—3 mit der kurzen dicken Griffelsäule verwachsenen Pollenblättern gebildet. Die Pollenzellen zu Pollinien verbunden. Frucht eine Kapsel. Die Samen sehr klein, ohne besonderes Speichergewebe. Der Keimling zeigt nur selten ein kleines Keimblatt; meistens ist derselbe ungegliedert und besteht aus einer ballenförmigen Gruppe von Zellen, die von einer Schicht dünnhäutiger Zellen sackförmig eingehüllt ist.

Eine Hauptwurzel kommt bei den Orchideen niemals zur Entwickelung. Die Adventivwurzeln sind entweder unterirdisch und dann fleischig, cylindrisch oder knollenförmig verdickt (sogen. Knollenwurzeln), oder sie erscheinen als Luftwurzeln, welche teils in die Luft frei herabhängen, teils mit der Unterlage fest verwachsen sind und dadurch zu Haftorganen werden (s. Abbildung, Band I, S. 99—100, S. 203—206 und Tafel „Tropische Scheinschmarotzer" bei S. 206). Die Verwesungspflanzen Corallorhiza innata und Epipogum

aphyllum entbehren ſowohl der Hauptwurzel wie der Adventivwurzeln (ſ. Band I, Seite 103, und Tafel „Ohnblatt im Moder des Fichtenwaldes“ bei S. 103). Der Hauptſtamm iſt entweder ein unterirdiſches, wagerechtes, kriechendes, bei den eben genannten Verweſungspflanzen korallenſtockartiges Rhizom, oder ein oberirdiſcher, der Unterlage angeſchmiegter und mittels der Haftwurzeln an derſelben feſtgehaltener Stengel. Zuweilen iſt der Hauptſtamm ſehr kurz, und es fallen dann die von ihm ausgehenden Wurzeln, zumal wenn ſie knollig verdickt ſind, weit mehr in die Augen als er ſelbſt, wie das namentlich bei der Gattung Orchis der Fall iſt. Die Stämme jener Orchideen, welche als Überpflanzen leben, erreichen mitunter die anſehnliche Höhe von 5 m. Bei einem Teile der Orchideen unterbleibt die Bildung von Seitentrieben und ſie wachſen immer nur an der Spitze fort. Bei den ſogenannten Erdorchideen, wozu die Gattungen Orchis und Ophrys gehören, wird an jedem Jahrestriebe alljährlich nur ein Seitenſproß an der Grenze ſeines wagerechten und aufrechten Teiles angelegt. Die Seitenſproſſe der oberirdiſch an Felſen oder an der Borke der Bäume haftenden Orchideen ſind in vielen Fällen knollig verdickt (ſ. Tafel „Weſtindiſche Orchideen“ bei S. 221). Dieſe knollig verdickten Seitenſproſſe haben bei Bolbophyllum eine ſcheibenförmige Geſtalt (ſ. Band I, S. 276). Die oberirdiſchen Stämme mancher Orchideen, wie z. B. Polyrrhiza, ſind nur mit ſchuppigen Niederblättern beſetzt, und es wird bei ihnen die Aſſimilation durch die grüne Rinde der Stämme vermittelt. Die Verweſungspflanzen Limodorum, Neottia Nidus avis, Corallorhiza und Epipogum ſind gleichfalls nur mit ſcheidenförmigen Niederblättern bekleidet und entbehren des Chlorophylls vollſtändig oder zeigen doch nur Spuren desſelben in einzelnen Gliedern. Bei vielen Ophrydaceen und Neottiaceen ſind die Blätter entlang einer Schraubenlinie geordnet, bei den Epidendraceen und überhaupt bei der Mehrzahl der Orchideen ſind ſie zweizeilig geſtellt. Listera hat zwei gegenſtändige Laubblätter, Calypso entwickelt nur ein grünes Laubblatt. Die Spreite der grünen Laubblätter iſt vorwaltend lineal oder länglich, ſeltener eiförmig, elliptiſch oder herzförmig, teils rinnig oder der Länge nach gefaltet, teils flach, ſtielrund, cylindriſch, bisweilen auch faden- oder peitſchenförmig. In der Knoſpenlage greift ein Rand des Blattes deckend über den anderen, oder es legen ſich die Ränder ſo aneinander, daß weder der eine noch der andere übergreifend erſcheint. Letzteres iſt insbeſondere bei den Epidendraceen der Fall. Bei zahlreichen zu den Epidendraceen gehörigen Gattungen löſt ſich die Spreite des abſterbenden Blattes von ihrem Stiele ab, und der Stiel bleibt als ein feſter Stummel an dem Stengel noch Jahre hindurch zurück. Der Blütenſtand iſt eine einfache oder zuſammengeſetzte Traube oder Ähre. Derſelbe wird von einem ſchaftartigen Stengel getragen. Die Blütenſtände der als Überpflanzen an der Borke der Bäume haftenden Arten hängen häufig in einem Bogen von den Äſten der Bäume herab, und mehrere derſelben ſind ihrer außerordentlichen Größe und Schönheit wegen berühmt geworden, ſo namentlich jener von Renanthera Lowii, welcher die Länge von 4 m erreicht. Der Blütenſtand des auf S. 663 abgebildeten Angraecum eburneum erreicht die Länge von 0,5 m. Bei Phalaenopsis und Oncidium Papilio (ſ. Tafel „Weſtindiſche Orchideen“ bei S. 221) iſt der ſchaftartige Stengel ausdauernd, d. h. er ſtirbt nach dem Welken der Blüten, beziehentlich dem Ablöſen der aus den Blüten hervorgegangenen und ihrer Samen beraubten Früchte nicht ab, ſondern es entwickeln ſich an ihm die Anlagen neuer Blüten. Die Mannigfaltigkeit der Orchideenblüten iſt ſprichwörtlich geworden. Bei der Gattung Thelymitra und bei den Apoſtaſiaceen ſind die ſechs Blumenblätter in ihrer Farbe, Größe und Form nahezu übereinſtimmend, bei den anderen beobachtet man aber eine in das Unendliche gehende Abwechſelung. Insbeſondere iſt es das als Lippchen (labellum) angeſprochene Blatt des inneren Wirtels, welches von den anderen abweicht und die abſonderlichſten Geſtalten zeigt, bald zungenförmig und ganzrandig, bald in Lappen und Zipfel geteilt, in Franſen aufgelöſt und mit den ſeltſamſten

Warzen, Buckeln und Hörnern verſehen, bald eben, bald von einer Rinne durchfurcht oder kahnförmig und mützenförmig ausgehöhlt, bald mit einer Ausſackung (Sporn) verſehen, bald ohne Ausſackung, bald nach oben, bald nach unten gewendet ſich darſtellt. Auch das



Angraecum eburneum auf der Borke von Bäumen (Madagaskar.) Vgl. Text, S. 662.

mittlere Blatt des äußeren Blattkreiſes, welches ſich in der mit dem Lippchen nach abwärts gewendeten Blüte wie ein Dach über die anderen Glieder vorſtreckt, zeigt eine große Abwechſelung, iſt mitunter ausgeſackt und geſpornt oder ſtellt eine Kapuze dar, welche an das kapuzenförmige Kelchblatt in der Blüte der Kapuzinerkreſſe erinnert. Einige der bemerkenswerteſten Formen der Orchideenblüte ſind durch die Abbildungen Band I, Tafel „Ohnblatt im Moder des Fichtenwaldes“ bei S. 103, Tafel „Tropiſche Scheinſchmarotzer“

bei S. 206; Band II, Tafel „Weſtindiſche Orchideen" bei S. 221; S. 223, Fig. 2, 10, 11, 12 und 13; S. 224, Fig. 1—10; S. 249, Fig. 1 und 2; S. 255 Fig. 1—3; S. 269, Fig. 1, 2, 3, 8, 9 zur Anſchauung gebracht. Bei den Ophrydaceen, Neottiaceen, Epidendraceen und Vandaceen iſt in jeder Blüte nur eine Anthere, bei den Cypripediaceen ſind deren zwei und bei den Apoſtaſiaceen 2—3 ausgebildet. Der Gattung Arundina werden 5 Pollenblätter zugeſchrieben. Die Form der Pollinien wurde auf S. 253—258 und 268—270 geſchildert. Eine große Mannigfaltigkeit der Geſtalt zeigen die Narben. Meiſtens iſt nur eine Narbe ausgebildet, bei den Apoſtaſiaceen ſind drei Narben gleichmäßig entwickelt und belegungsfähig. Die Kapſelfrüchte ſpringen mit Längsſpalten auf (ſ. Abbildung, S. 68, Fig. 1, und S. 443, Fig. 7). Die Orchideen bedürfen nur wenig anorganiſcher Stoffe zur Nahrung. Mehrere derſelben ſind Verweſungspflanzen (Corallorhiza, Epipogum, Neottia ꝛc., ſiehe Band I, S. 102), ein anderer Teil wächſt in der humusreichen Erde im Grunde der Wälder und Grasfluren. Einen beſonders reichen Orchideenflor, wenigſtens im Hinblicke auf die Individuenzahl, zeigen die Bergwieſen und Alpenmatten. Die größte Zahl der Arten, zumal aus der Familie der Epidendraceen und Vandaceen, wächſt auf der Borke der Bäume an den der Sonne ausgeſetzten Stellen. Die Orchideen ſind über die ganze Erde verbreitet. Ausnehmend viele Gattungen und Arten weiſt der tropiſche Erdgürtel auf. Insbeſondere ſind es dort die gebirgigen Landſtriche, welche eine unerſchöpfliche Fülle von Orchideen beherbergen. Nach den Polen nimmt die Zahl der Arten raſch ab. Am weiteſten nordwärts verbreitet iſt Calypso borealis. In den europäiſchen Hochgebirgen wird Chamaeorchis alpina noch bei 2600 m Seehöhe angetroffen. Foſſile Orchideen ſind mit Sicherheit nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 8000.

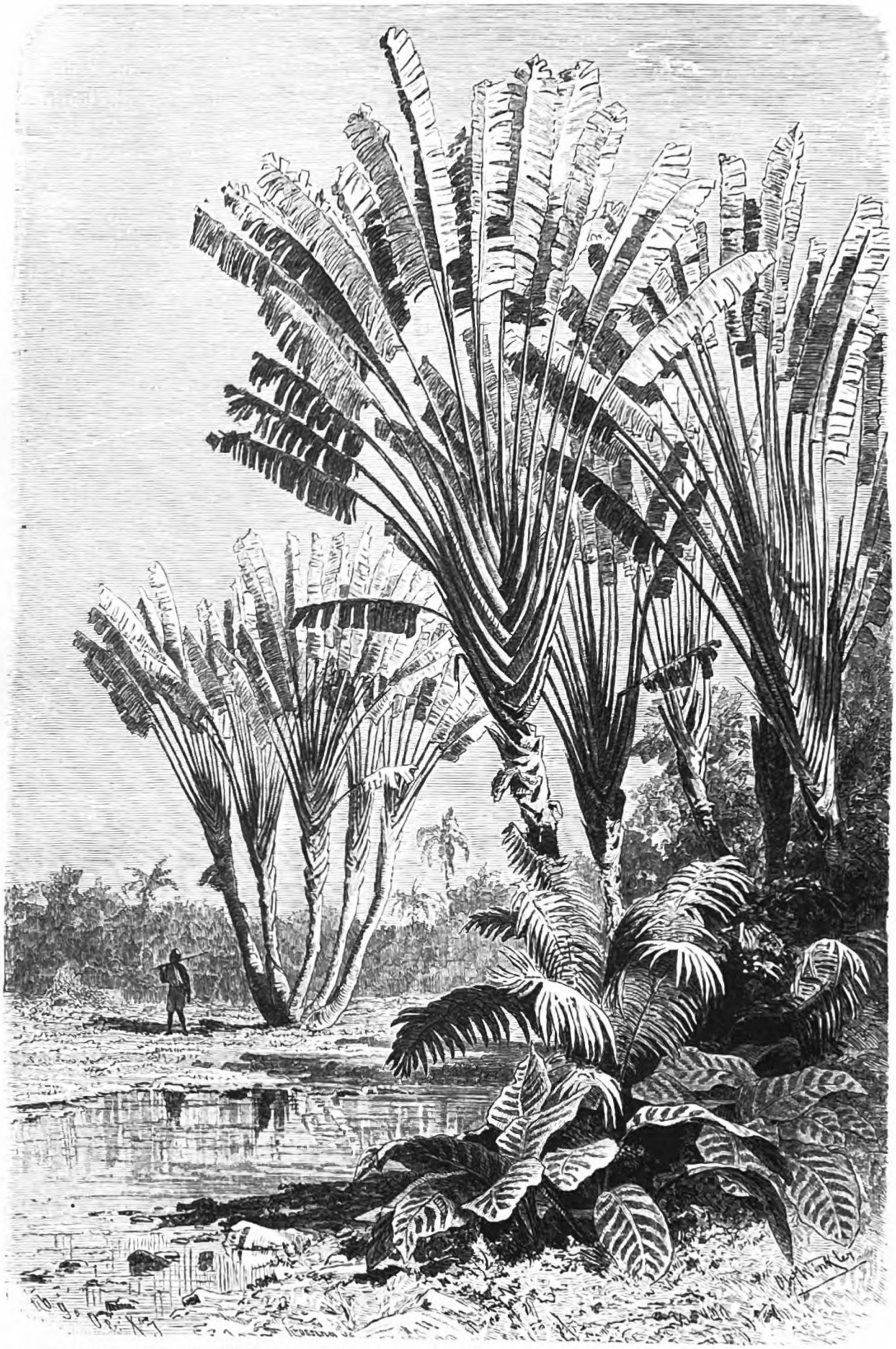
** Monototyledoneen mit im Kreiſe geſtellten Gefäßbündeln. Entweder gruppieren ſich die in der Rinde im Kreiſe geſtellten Gefäßbündel um einen Zentralcylinder oder die Mitte des Stammes iſt mit Mark ausgefüllt, die im Kreiſe um das Mark geſtellten Gefäßbündel ſind voneinander getrennt und allſeitig von verholztem Gewebe umgeben: Cyklinodeen[1]).

41. Stamm: Scitamineae, Piſange.

Umfaßt die Familien: Musaceae (Bananen), Zingiberaceae (Ingwere), Cannaceae (Blütenſchilfe), Marantaceae.

Ausdauernde Gewächſe mit unterirdiſchen Knollen, kriechenden Wurzelſtöcken und oberirdiſchen ſäulenförmigen Strünken, die mit langbeſcheideten gehäuften großen Laubblättern beſetzt ſind. Der Stamm gliedert ſich in einen Zentralcylinder und in eine Rinde, welche von Gefäßbündeln, die in einen Kreis geſtellt ſind, durchzogen iſt. Die Spreite der Laubblätter iſt ganzrandig, im jugendlichen Zuſtande der Länge nach röhrenförmig zuſammengerollt, ſpäter flach, bisweilen eingeriſſen. Die Stränge, welche in den dicken Blattſtielen verlaufen, treten getrennt in die Blattſpreite ein, werden aber von einem Gewebe umwallt, welches den Eindruck einer Mittelrippe des Blattes hervorbringt. Von dieſer Mittelrippe beugen die Stränge ſeitlich gegen den Rand der Spreite ab. Die Blüten ſind zwitterig oder einhäuſig, zygomorph und unſymmetriſch. Die Blumenblätter ſind in 2 dreigliederige Wirtel geordnet. Die Glieder des oberen Wirtels erſcheinen ſtets kronenartig. Die Fruchtanlage iſt unterſtändig, dreigliederig. Das Andröceum wird aus 2 dreigliederigen Wirteln aufgebaut. Der Pollen iſt haftend. Die Frucht iſt beeren- oder kapſelartig. Samen groß, mit einem mehligen beſonderen Speichergewebe (Periſperm), in welchem der Keimling eingelagert iſt. Der Keimling iſt nur mit einem Keimblatte ausgerüſtet.

[1] κυκλος, Kreis; ἰνωδης, Faſern in ſich habend.



Ravenala Madagascariensis. (Nach einer von Selleny auf der Novaraexpedition ausgeführten Zeichnung.) Vgl. Text, S. 666.

Die auf S. 665 als Vorbild für die Piſange abgebildete Ravenala Madagascariensis hat einen aufrechten, ſäulenförmigen Strunk, der die Höhe von 10 m erreicht. Bei ſehr vielen Piſangen iſt der oberirdiſche, einem Stamme ähnliche Träger der großen Blattſpreiten kein wirklicher Stamm; die dicken Blattſcheiden ſind der Länge nach gerollt, liegen wie Zwiebelſchalen übereinander, und ſo entſteht ein ſtammähnliches Gebilde, das aber nur aus Blattſcheiden zuſammengeſetzt iſt. Bei ſehr vielen Scitaminaceen, namentlich bei der abgebildeten Ravenala, ſind die Blätter zweizeilig geſtellt. Die Blätter des Ingwers zeigen an der Grenze der Scheide und des Stieles ein Blatthäutchen, jene der Marantaceen an der Grenze des Stieles und der Spreite eine gelenkartige Anſchwellung. Das Andröceum beſteht aus 2 dreigliederigen Wirteln. Bei der abgebildeten Ravenala Madagascariensis ſind alle ſechs Pollenblätter mit Antheren verſehen, bei den anderen Muſaceen iſt eins dieſer Blätter unterdrückt oder entwickelt doch keinen Pollen; bei den Zingiberaceen ſind vier Blätter des Andröceums kronenartig ausgebildet, eins iſt unterdrückt und das ſechſte trägt eine zweifächerige Anthere (ſ. Abbildung, S. 289, Fig. 1), bei den Cannaceen und Marantaceen ſind ein oder zwei Blätter des Andröceums unterdrückt, eins trägt eine halbe Anthere, und die übrigen ſind kronblattartig ausgebildet. Über den Bau der Fruchtanlage der Zingiberaceen ſ. S. 74, Abbildung S. 71, Fig. 4. Die unteren Fruchtblätter tragen keine Samenanlagen und bilden die Wand einer becherförmigen Fruchtknotenhöhle; die oberen entſpringen an einer dreikantigen oder dreiſpaltigen Mittelſäule, die ſich vom Grunde der becherförmigen Fruchtknotenhöhle erhebt und ſind bei den Zingiberaceen und Muſaceen in einen die Samenanlage umwallenden Gewebepolſter metamorphoſiert. Die Scitaminaceen ſind Bewohner des tropiſchen Erdgürtels. Die Muſaceen und Zingiberaceen gehören vorwaltend der Alten, die Cannaceen und Marantaceen vorwaltend der Neuen Welt an. Foſſile Reſte finden ſich in den Schichten der tertiären Periode. Die Zahl der lebenden, bisher unterſchiedenen Arten beträgt ungefähr 600.

42. Stamm: Dioscoreae, Dioscoreen.

Umfaßt die Familien: Dioscoreaceae und Stenomeridaceae.

Ausdauernde Gewächſe mit unterirdiſchem knollenförmigen Wurzelſtocke oder kuchenförmigem oberirdiſchen Strunke, aus welchem alljährlich krautige, windende, mit großen herzförmigen, pfeilförmigen oder handförmig gelappten Laubblättern beſetzte Stengel hervorgehen. Die Gefäßbündel des Stammes ſind in einen Kreis um das zentrale Mark geſtellt. Die aktinomorphen Blüten ein- oder zweihäuſig, in reichblütige Riſpen geordnet. Die Blumenblätter bilden 2 dreigliederige Wirtel, ſind grünlich und unanſehnlich. Fruchtanlage unterſtändig, der Fruchtknoten dreigliederig. Andröceum aus 2 dreigliederigen Wirteln gebildet. Alle ſechs Pollenblätter tragen Antheren. Pollen mehlig, ſtäubend. Frucht eine Kapſel oder Beere. Der Keimling von dem beſonderen Speichergewebe umſchloſſen.

Die Laubblätter ſind entlang einer Schraubenlinie am Stengel angeordnet. Die Stränge, welche die Blattſpreite durchziehen, ſind ſcheinbar ſtrahlläufig, in Wirklichkeit aber krummläufig; denn die Stränge treten deutlich getrennt in die Blattſpreite ein, ſind aber an der Baſis der Spreite von einem eigentümlichen Gewebe umwallt, welches dieſem Teile der Spreite das Anſehen eines Gelenkes verleiht. Dort, wo ſich die Blattſpreite plötzlich verbreitert, laufen die Stränge ſtrahlenförmig auseinander. Die Samen, welche ſich in den Kapſelfrüchten ausbilden, ſind flach und mit einem dünnhäutigen, flügelförmigen Saume umgeben. Die Dioscoreen bewohnen der Mehrzahl nach den tropiſchen Erdgürtel. Nordwärts finden ſie ſich bis in die Vereinigten Staaten Nordamerikas, Japan und das mittlere Europa verbreitet. In Europa erreicht der beerenfrüchtige Tamus communis im ſüdlichen

England seine nördliche Grenze. Die kapselfrüchtige Dioscorea oder Bordera Pyrenaica ist auf ein kleines Gebiet in den Pyrenäen beschränkt. Eine ihr auffallend ähnliche Pflanze, nämlich Dioscorea Williamsi findet sich in den Hochgebirgen von Chile. Die durch ihren holzigen, gefelderten, nur wenig über die Erde aufragenden Strunk ausgezeichnete Testudinaria ist auf das Kapland beschränkt. Die Stenomeridaceen gehören Ceylon, den malaiischen Inseln und Australien an. Fossile Dioscoreen finden sich in den Schichten der tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 170.

2. Gruppe: Bedecktsamige Phanerogamen, deren Gefäßbündel in einen Kreis gestellt sind. Die Gefäßbündel der ausdauernden Stämme zeigen am äußeren Umfange ein Bildungsgewebe, welches das Dickenwachstum vermittelt und das Entstehen von Jahresringen veranlaßt. Der Keimling besitzt zwei Keimblätter: Dikotyledoneen.[1]

* Die Fruchtanlage befindet sich auf dem Scheitel eines kegelförmigen oder fleischig verdickten Blütenbodens. Die Blumenblätter und Pollenblätter entspringen aus der Achse des Blütenbodens unterhalb der Fruchtanlage: Catantheae.

43. Stamm: Centrospermae, Mittelsamige.

Umfaßt die Familien: Piperaceae, Polygonaceae, Cynocrambaceae, Urticaceae, Chenopodiaceae, Nyctaginaceae, Amaranthaceae, Paronychiaceae, Caryophyllaceae.

Einjährige oder ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume. Die Spreite der Laubblätter von strahlläufigen, spitzläufigen und fiederläufigen Strängen durchzogen. Die Blüten einzeln oder in Cymen geordnet und diese büschelförmig, knäuelförmig oder ährenförmig gruppiert. Die Blüten sind aktinomorph, zwitterig, scheinzwitterig, einhäusig und zweihäusig. Die Blumenblätter sind in 1—2 Wirteln geordnet, entweder sämtlich kelchartig oder sämtlich kronenartig, oder es ist bei einigen der untere Wirtel kelchartig, der obere kronenartig. Wenn eine Krone entwickelt ist, sind die Blätter derselben frei. Wenn die Blumenblätter verkümmert oder unterdrückt sind, werden sie durch Deckblätter ersetzt. Bei zweihäusigen Blüten besteht in der Ausbildung der Blumenblätter zwischen Pollenblüten und Fruchtblüten kein Unterschied. Die Fruchtanlage ist oberständig, ein- bis fünfgliederig, einfächerig. Die Samenanlagen sitzen in der Mitte des Stempels auf einem vom Grunde des Fruchtknotens ausgehenden, bald kürzeren, bald längeren Träger. Pollenblätter 1—30, in einem oder zwei Wirteln gruppiert, die äußeren vor die Kelchblätter oder kelchartigen Perigonblätter gestellt. Frucht eine einfächerige Schließfrucht, Kapsel oder Beere. Der Same enthält ein reichliches, mehliges oder fleischiges besonderes Speichergewebe. Keimblätter des Keimlings nicht verdickt.

Die Mittelsamigen sind auffallend reich an anorganischen Salzen, und von manchen Arten wird die nach dem Verbrennen zurückbleibende Asche zur Gewinnung von Soda benutzt. Die Piperaceen enthalten aromatische und scharfe Stoffe, die Urticaceen Enzyme in den Brennborsten (s. Band I, S. 406). Die Spreite der Laubblätter ist bei einigen Urticaceen und Chenopodiaceen gelappt, sonst ungeteilt und ganzrandig. Bei mehreren Chenopodiaceen sind die Blätter des Stengels schuppenförmig, und es wird dann die Assimilation durch die grüne Rinde der in Phyllokladien umgewandelten Zweige vermittelt. Die Piperaceen sind durch eine eigentümliche Verteilung der Stränge in den Laubblättern ausgezeichnet. Die Seitenstränge zweigen von dem zugehörigen Hauptstrange nicht in gewöhnlicher Weise ab, sondern sind ihm nur angeschmiegt und lassen sich bis zur Basis der

[1] Der Name Dikotyledoneen ist hier in herkömmlicher Weise gebraucht, obschon er, was die Keimblätter (Kotyledonen) anbelangt, nicht in allen Fällen zutrifft. Einige Gattungen, z. B. Cyclamen, Ficaria, Pinguicula, Rhizophora, haben nur ein Keimblatt. Bei den Balanophoreen, Orobanchaceen und anderen Schmarotzerpflanzen kommen überhaupt keine Keimblätter zur Entwickelung.

Blattſpreite verfolgen. Auch die Urticaceen, zumal die Gattung Parietaria, zeigen eine eigentümliche Verteilung der Stränge (ſ. Band I, S. 590). Die Chenopodiaceen entbehren der Nebenblätter, die Paronychiaceen haben große häutige, die Laubblätter ſchützende Nebenblätter, die Polygonaceen ſind durch ſtengelumfaſſende, dütenförmige Nebenblätter ausgezeichnet. Bei den Caryophyllaceen und einigen Paronychiaceen ſind die Blumenblätter in Kelch und Krone geſchieden, bei den Nyctaginaceen, Amaranthaceen und den meiſten Polygonaceen iſt ein kronenartiges, und bei den Chenopodiaceen und Urticaceen ein kelchartiges Perigon vorhanden. Das Perigon der Nyctaginaceen macht insbeſondere dann den Eindruck einer Blumenkrone, wenn die Deckblätter zu einer kelchartigen Hülle verwachſen ſind, was beiſpielsweiſe bei der häufig in Gärten gezogenen Mirabilis Jalapa (ſ. nebenſtehende Abbildung) der Fall iſt. Der unterſte Teil des Perigons wächſt bei den Nyctaginaceen nach dem Abblühen noch fort und bildet eine lederige oder holzige Fruchtdecke (ſ. nebenſtehende Abbildung, Fig. 2). Auch bei mehreren Chenopodiaceen und Urticaceen geſtaltet ſich das Perigon zu einer Fruchtdecke. Bei den Amaranthaceen ſind die Blütenſtielchen mit Deckblättern beſetzt, welche jenen des Perigons gleichen und ſo wie dieſe die Früchtchen umhüllen. Bei den der Blumenblätter entbehrenden Mittelſamigen, z. B. den Piperaceen, werden die Blumenblätter durch Deckblättchen vertreten. Das Andröceum wird bei den Urticaceen und Chenopodiaceen aus einem, bei den anderen meiſt aus zwei Wirteln gebildet. Die Träger der Antheren ſind bei den Urticaceen in der Knoſpe einwärts gekrümmt, ſchnellen aber bei dem Öffnen des Perigons auf, wodurch der Pollen ausgeſtäubt wird (ſ. S. 305). Die Mehrzahl der Mittelſamigen hat mehligen Pollen, die Caryophyllaceen und Nyctaginaceen beſitzen haftenden Pollen. Bei den Urticaceen und einigen Caryophyllaceen iſt der Keimling gerade, bei den anderen hufeiſenförmig oder ſpiralig gekrümmt (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 3). Das reichlich entwickelte mehlige Speichergewebe einiger Polygonaceen und Chenopodiaceen (Polygonum Fagopyrum, Tataricum, Chenopodium Quinoa) wird zur



Centrospermae: Mirabilis Jalapa aus der Familie der Nyctaginaceen. — 1. Blühender Zweig. — 2. Die aus dem unterſten Teile des Perigons hervorgegangene Fruchtdecke. — 3. Längsſchnitt durch dieſe Fruchtdecke; im Innern die aus der Fruchtanlage hervorgegangene Frucht. (Nach Baillon.)

Gewinnung von Mehl benutzt. Die Mittelsamigen sind über alle Weltteile verbreitet. Die Piperaceen, Urticaceen, Polygonaceen, Amaranthaceen und Nyctaginaceen sind in den Tropen am mannigfaltigsten entwickelt. Die meisten Mittelsamigen findet man aber in den gemäßigten Zonen. Das mittelländische Florengebiet ist besonders reich an Caryophyllaceen, das äquatoriale Amerika besonders reich an Amaranthaceen und Nyctaginaceen. Die Polygonaceen sind vorwaltend Bewohner der Flußufer, die Chenopodiaceen finden sich in unerschöpflicher Menge an den Meeresküsten und auf dem salzigen Boden der Steppen, zumal Zentralasiens. Mehrere Caryophyllaceen gedeihen noch an der Grenze des ewigen Schnees. Silene acaulis (s. Tafel bei S. 193) zählt zu den letzten Vorposten der Phanerogamen, welche in Franz-Josephs-Land bei 81° nördl. Br. und in den Zentralalpen noch in der Seehöhe von 3160 m angetroffen wurden. Fossile Reste kennt man von Urticaceen und Piperaceen in den Ablagerungen der mesozoischen und tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 4200.

44. Stamm: Primulinae, Primulinen.

Umfaßt die Familien: Primulaceae, Plumbaginaceae, Myrsinaceae.

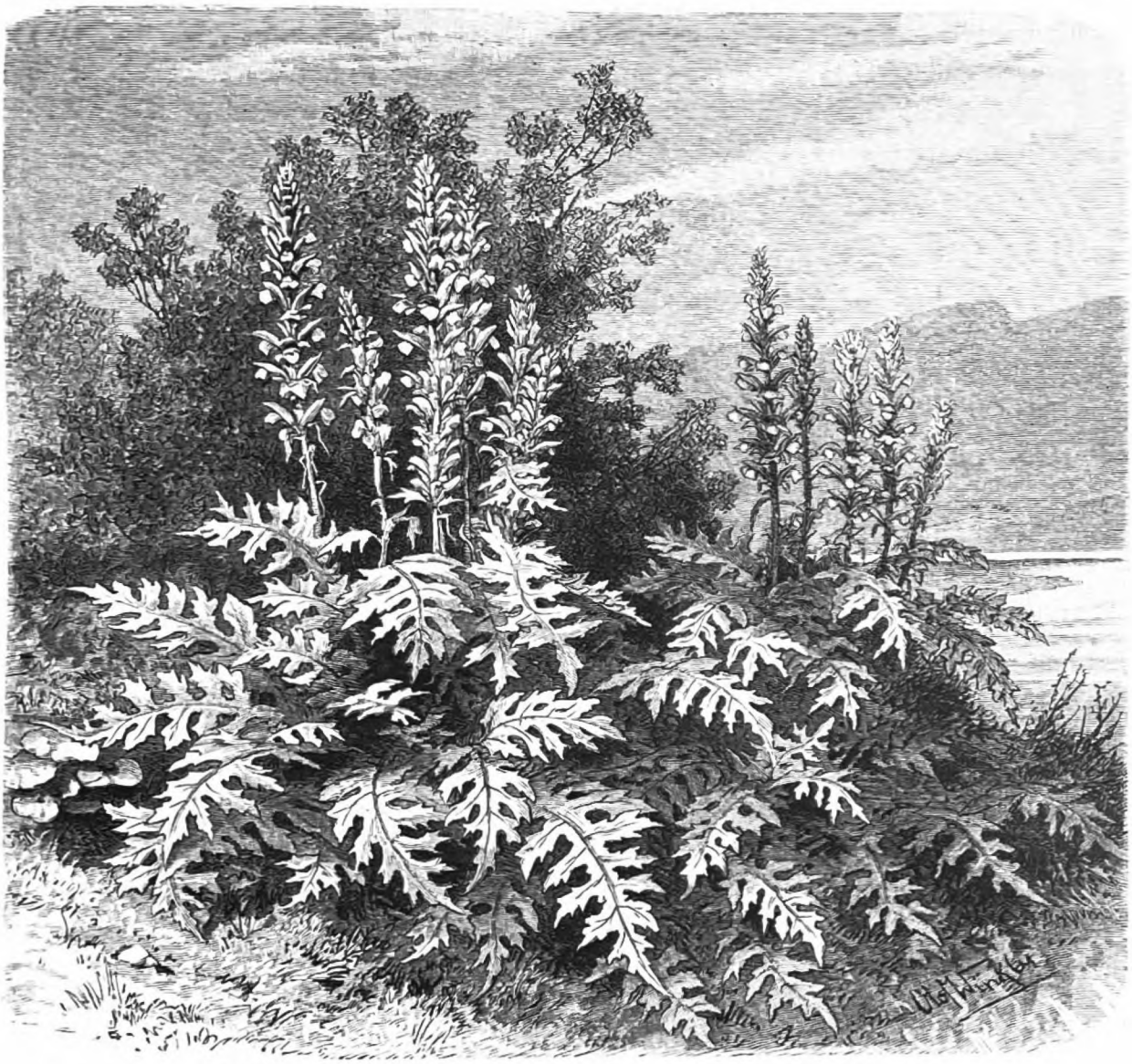
Einjährige und ausdauernde Kräuter, Sträucher und kleine Bäume mit wechselständigen, gegenständigen und wirtelständigen Laubblättern. Die Blüten einzeln oder in Ähren und Trauben vereinigt, aktinomorph, zwitterig oder scheinzwitterig. Die Blumenblätter sind in 2 vier- bis achtgliederige Wirtel geordnet. Der untere Wirtel ist als Kelch, der obere als Krone ausgebildet. Die Kronenblätter sind verwachsen. Die Fruchtanlage ist oberständig, fünfgliederig, einfächerig. Die Samenanlagen sitzen in der Mitte des Stempels auf einem vom Grunde des Fruchtknotens ausgehenden, bald kürzeren, bald längeren Träger. Die Pollenblätter, fünf an der Zahl, stehen vor den Kronenblättern und sind mit diesen verwachsen. Die Frucht ist eine einfächerige Kapsel oder Steinfrucht. Die Samen enthalten ein besonderes Speichergewebe, welchem der Keimling eingelagert ist.

Der Fruchtknoten trägt bei den Primulaceen und Myrsinaceen nur einen, bei den Plumbaginaceen fünf Griffel. Die Kapseln der Primulaceen sind vielsamig, jene der Plumbaginaceen einsamig. Bei der Gattung Glaux ist nur ein Blumenblattwirtel zur Entwickelung gelangt. Dieser macht den Eindruck eines Perigons und erinnert an das Perigon der Polygonaceen. Er wird als kronenartiger Kelch gedeutet. Der Umstand, daß bei der Gattung Glaux die Pollenblätter zu den Kelchblättern dieselbe Stellung einnehmen, welche sonst die Kronenblätter zeigen, gestattet die Annahme, daß das, was bei den Primulaceen gewöhnlich als Krone angesprochen wird, nur ein Wirtel aus Pollenblättern mit kronenartig entwickelten verwachsenen Antherenträgern ist. Die Primulaceen sind vorwiegend in der gemäßigten Zone der nördlichen Halbkugel verbreitet. Die meisten Arten der Gattung Primula, Soldanella und Androsace sind Hochalpenpflanzen. Besonders reich an Arten sind die Alpen und der Himalaja. Androsace glacialis (s. Abbildung, S. 110) findet sich in den Alpen in der Nähe der Gletscher noch bei 3160 m Seehöhe. Die durch den Schnee wachsenden Soldanellen sind in Band I auf der Tafel bei S. 465 und drei Primeln aus den Alpen auf der Tafel bei S. 558 abgebildet. Die eine dieser Primeln, nämlich Primula pubescens, welche der Botaniker Clusius im Jahre 1582 aus dem Tiroler Gschnitzthale erhielt, wurde der Ausgangspunkt für die im 17. Jahrhundert schwunghaft betriebene Aurikelzucht. Die Plumbaginaceen sind in großer Artenzahl an der Meeresküste in der mittelländischen Flora und in den Salzsteppen des Orientes verbreitet. Die Myrsinaceen sind ausschließlich Bewohner der Tropen. Fossile Reste von Myrsinaceen sind aus den Ablagerungen der tertiären Periode bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 1100.

45. Stamm: Tubiflorae, Röhrenblumige.

Umfaßt die Familien: Gentianaceae, Asclepiadaceae, Apocynaceae, Loganiaceae, Convolvulaceae, Polemoniaceae, Hydrophyllaceae, Asperifoliaceae, Nolanaceae, Solanaceae, Scrophulariaceae, Lentibulariaceae, Bignoniaceae, Acanthaceae, Gesneraceae, Orobanchaceae, Globulariaceae, Plantaginaceae, Myoporaceae, Verbenaceae, Labiataceae, Oleaceae, Jasminaceae.

Einjährige oder ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume. Die Blüten aktinomorph und zygomorph, zwitterig und ſcheinzwitterig. Die Blumenblätter in 2 vier- bis fünfgliederige Wirtel geordnet. Der untere Wirtel iſt als Kelch, der obere als



Tubiflorae: Acanthus mollis (Acanthaceen) an der Küſte von Dalmatien.

Krone ausgebildet. Die Kronenblätter ſind miteinander verwachſen. Die Fruchtanlage iſt oberſtändig, zweigliederig; der Fruchtknoten 1—2fächerig. Die Samenanlagen entſpringen entweder an den eingeſchlagenen Rändern der Fruchtblätter oder auf eignen, einer Scheidewand oder einer Mittelſäule anliegenden Trägern. Das Andröceum wird aus einem zwei- bis fünfgliederigen Wirtel gebildet. Die Frucht iſt entweder eine ſaftige Beere oder eine in mannigfaltiger Weiſe ſich öffnende Kapſel oder eine Steinfrucht.

Die Solanaceen, Scrophulariaceen, Loganiaceen und Asclepiadaceen ſind durch den Gehalt an giftigen Alkaloiden, die Gentianaceen durch die bitteren Stoffe und die Labiataceen

durch die ätherischen Öle und aromatischen Stoffe ausgezeichnet. Die Mehrzahl der Röhrenblumigen besitzt grüne Laubblätter. Einige Scrophulariaceen, z. B. die Arten der Gattung Rehmannia, sind als Rutensträucher und mehrere Asclepiadaceen, z. B. die Arten der Gattung Stapelia, als Nopale ausgebildet. Bei diesen wird die Kohlenstoffassimilation durch das grüne Rindengewebe vermittelt. Die Orobanchaceen sind chlorophyllfreie Schmarotzer (s. Band I, S. 170). Auch unter den Convolvulaceen und insbesondere unter den Scrophulariaceen finden sich zahlreiche Arten, welche als Schmarotzer und Saprophyten leben und zum Teile des Chlorophylls entbehren (s. Band I, S. 160—168 und Tafel bei S. 159). Daß die Lentibulariaceen, namentlich die zu den Gattungen Utricularia und Pinguicula gehörigen Arten, einen Teil ihrer Nahrung aus den Körpern gefangener Tiere beziehen, wurde in Band I, S. 112 und 131 ausführlich besprochen. Eine aktinomorphe Blumenkrone besitzen die Gentianaceen, Oleaceen, Apocynaceen, Asclepiadaceen, Convolvulaceen und viele Asperifoliaceen und Solanaceen. Deutlich zygomorphe Blüten tragen die Labiataceen, Scrophulariaceen, Verbenaceen, Acanthaceen, Lentibulariaceen und einige Gattungen der Asperifoliaceen und Solanaceen. Bei den zu den Oleaceen gehörigen Eschen (Fraxinus) ist die Blumenkrone oft gänzlich unterdrückt. Die meisten Labiataceen besitzen 4 zweimächtige Pollenblätter, einige derselben, namentlich die Arten der Gattung Salbei (Salvia; s. Abbildung S. 262), dann die zu den Scrophulariaceen gehörige Gattung Veronica (s. Abbildung, S. 223, Fig. 1) und die meisten Jasminaceen und Oleaceen (s. Abbildung, S. 289, Fig. 1) zeigen zwei Pollenblätter. Die Mehrzahl der Röhrenblumigen besitzt aber 5 Pollenblätter. Die seltsame Ausbildung des Androeceums der Asclepiadaceen wurde S. 258 ausführlich geschildert. Bei den Apocynaceen sind die beiden gegenüberstehenden Fruchtblätter am Grunde getrennt und nur am oberen Ende zusammengewachsen. Die Frucht der Labiataceen und Asperifoliaceen zerfällt bei der Reife in vier einsamige Nüßchen. Die Samen der Apocynaceen und Asclepiadaceen sind mit einer Haarkrone versehen. Bei den meisten Röhrenblumigen ist der Grund des Stempels einseitig oder nach allen Seiten von einem gewulsteten Gewebe umgeben, welches Honig ausscheidet. Die Röhrenblumigen sind über alle Weltteile verbreitet. Mehrere Familien, so namentlich die Loganiaceen und Bignoniaceen, sind auf die tropischen und subtropischen Gebiete beschränkt. Auch die Acanthaceen bewohnen vorwaltend die wärmeren Erdstriche. Die Gattung Acanthus ist insbesondere in der mittelländischen Flora heimisch. Die Blätter mehrerer Acanthus, so namentlich des Acanthus spinosus (s. Abbildung, Band I, S. 407) und Acanthus mollis (s. Abbildung, S. 670), dienten den griechischen und römischen Bildhauern vielfach als Vorbilder für Ornamente. Die zu den Asclepiadaceen gehörende Gattung Stapelia ist auf das Kapland beschränkt, die Labiataceen finden sich insbesondere in der mittelländischen Flora reich vertreten, die Gentianaceen und Scrophulariaceen bewohnen in unerschöpflicher Mannigfaltigkeit von Formen die Gebirgsgegenden der Alten und Neuen Welt, und mehrere Arten der Gattungen Gentiana, Veronica, Euphrasia und Pedicularis gedeihen am besten in der Nähe der Gletscher sowohl in den Hochgebirgen als auch im arktischen Gebiete. Fossile Reste finden sich in den Schichten der tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 16,500.

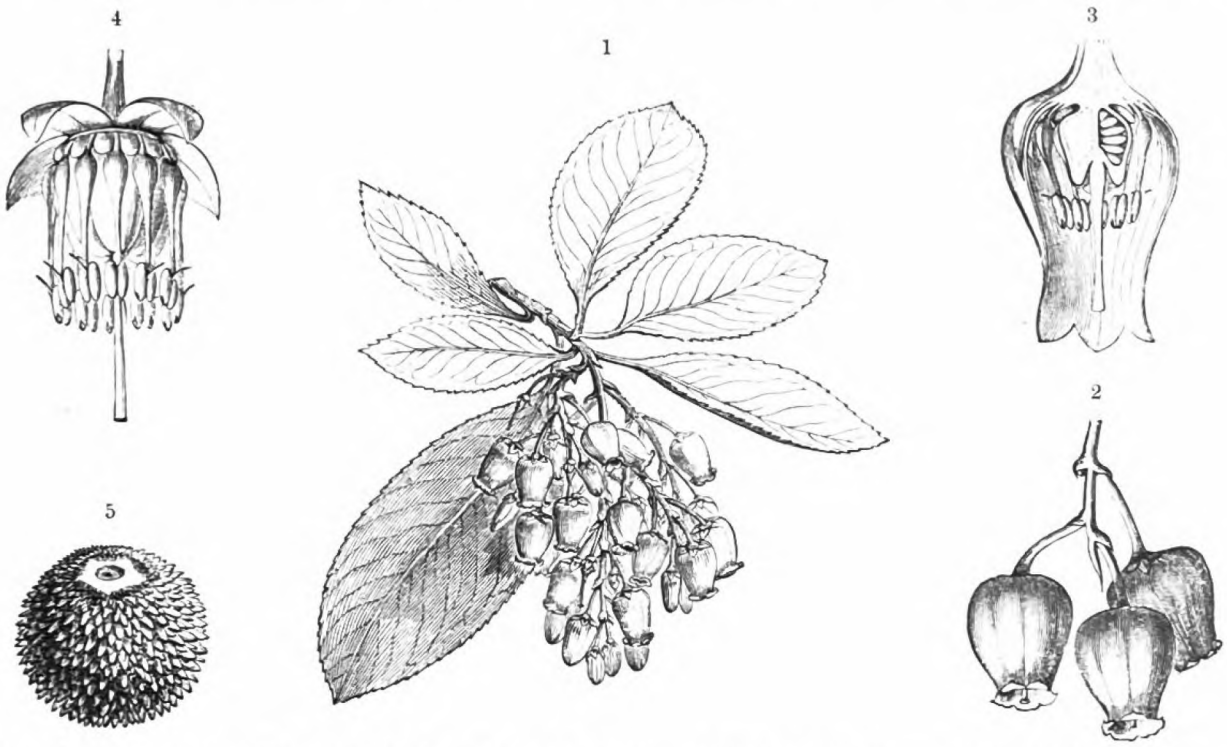
46. Stamm: Sclerophyllae, Starrblätterige.

Umfaßt die Familien: Diapensiaceae, Pirolaceae, Sarraceniaceae, Monotropaceae, Lennoaceae, Arbutaceae, Rhodoraceae, Ericaceae, Epacridaceae, Empetraceae, Ebenaceae, Sapotaceae.

Ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume. Die Blüten aktinomorph und zygomorph, zwitterig, scheinzwitterig, einhäusig und zweihäusig. Die Blumenblätter sind in 2 drei- bis fünfgliederige Wirtel geordnet. Der untere Wirtel ist als Kelch

der obere als Krone ausgebildet. Die Kronenblätter ſind bei den Pirolaceen, Sarraceniaceen und Monotropaceen frei, bei den anderen Familien, wenigſtens am Grunde, verwachſen. Die Fruchtanlage iſt oberſtändig, drei- bis zehngliederig, der Fruchtknoten drei- bis zehnfächerig. Die Samenanlagen entſpringen von beſonderen Leiſten, welche einer Mittelſäule anliegen und in die Innenwinkel der Fruchtknotenfächer vorſpringen. Das Andröceum wird aus einem oder mehreren vier- bis fünfgliederigen Wirteln gebildet. In vielen Fällen iſt ein Teil der Pollenblätter in drüſenartige Gebilde metamorphoſiert. Die Frucht iſt eine Kapſel, Beere oder Steinfrucht. Der Keimling iſt gerade und in das fleiſchige beſondere Speichergewebe eingebettet.

Die Diapenſiaceen und Pirolaceen (ſ. Abbildung, S. 273, Fig. 7 und 8 und S. 377) ſind ausdauernde, im ſchwarzen Humus wurzelnde Kräuter oder Halbſträucher mit ſtarren,



Sclerophyllae: Arbutus Unedo aus der Familie der Arbutaceen. — 1. Blühender Zweig. — 2. Drei Blüten, vergrößert. — 3. Längsſchnitt durch eine Blüte. — 4. Eine Blüte, von welcher die Krone entfernt wurde. — 5. Warzige Beerenfrucht. — Fig. 2, 3 und 4 vergrößert. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 673.

immergrünen Laubblättern, die Sarraceniaceen haben ausgehöhlte Blattſtiele und zählen zu den Tierfängern (ſ. Band I, S. 116 und 118, Fig. 1 und 3), die Monotropaceen und Lennoaceen ſind Schmarotzer oder Verweſungspflanzen (ſ. Band I, S. 233) und entbehren des Chlorophylls, die Arbutaceen, Rhodoraceen, Ericaceen, Epacridaceen und Empetraceen ſind größtenteils niedere Sträucher. Nur wenige ſind baumförmig. Die der mittelländiſchen Flora angehörende Erica arborea erreicht in unbehindertem Wuchſe die Höhe von 8 m. Die Zweige der Ericaceen, Epacridaceen, Empetraceen und der zu den Rhodoraceen gehörenden Loiseleuria oder Azalea procumbens ſind mit ſtarren Rollblättern dicht beſetzt (ſ. Band I, S. 277). Die Arten der Gattung Rhododendron haben flache Laubblätter (ſ. Tafel „Alpenroſen und Legföhren in Tirol" bei S. 107). Auch die Arbutaceen haben flache Laubblätter (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 1). Die Blätter von Arctostaphylos alpina, Azalea Pontica und mollis ſind ſommergrün, während die meiſten Arbutaceen und Rhodoraceen immergrünes flaches Laub beſitzen. Die Ebenaceen und Sapotaceen haben zum großen Teile baumförmigen Wuchs und lederige Laubblätter. Alle Starrblätterigen zeichnen ſich durch ihr feſtes Kernholz aus. Die Rhodoraceen zeigen zum Teile zygomorphe,

die anderen Starrblätterigen aktinomorphe Blüten. Loiseleuria, die Epacridaceen und Empetraceen zeigen einen, die anderen zwei bis viele Wirtel des Andröceums. Die Antheren der Arbutaceen und vieler Ericaceen besitzen zwei eigentümliche hörnchenförmige Anhängsel (s. Abbildungen, S. 672, Fig. 3 und 4, und S. 99, Fig. 9—11). Jene der Epacridaceen sind einfächerig und öffnen sich mit einem Längsspalt, jene der Ericaceen, Arbutaceen, Rhodoraceen und Pirolaceen zumeist mit Löchern an der Spitze der Pollenbehälter (s. Abbildung, S. 99, Fig. 8—12). Der Pollen ist bei den Ericaceen stäubend, sonst meistens haftend. Die Pollenzellen sind bei den Ericaceen, Rhodoraceen und Pirolaceen zu Tetraden vereinigt und diese bei den Rhodoraceen durch zähe Fäden verbunden (s. S. 101, Fig. 2—4). Die Frucht der Diapensiaceen, Pirolaceen, Sarraceniaceen, Monotropaceen, Rhodoraceen, Ericaceen und Epacridaceen ist eine Kapsel, jene der Arbutaceen, Empetraceen, Sapotaceen und Ebenaceen eine Beere. Bei den Lennoaceen zerfällt die Frucht in 10—28 einsamige Steinkerne. Die Starrblätterigen sind über die ganze Erde verbreitet; die Ebenaceen und Sapotaceen sind vorwiegend Bewohner der Tropen, die Lennoaceen sind auf die südliche Hälfte Nordamerikas, die Epacridaceen auf Australien beschränkt. Die Ericaceen zeigen den größten Artenreichtum im Kaplande. Die meisten Arten der Gattung Rhododendron beherbergt das gebirgige zentrale Asien, namentlich der Himalaja. Die Gattung Kalmia gehört den Gebirgen Nordamerikas an. Die Diapensiaceen bewohnen das arktische Florengebiet. Auch mehrere Ericaceen sind Bewohner dieses Gebietes. Die in der arktischen Flora weitverbreitete Loiseleuria oder Azalea procumbens (s. Band I, Tafel bei S. 278) findet sich auch in den Hochgebirgen des mittleren und südlichen Europa in ganz gleicher Form wieder und erreicht in den Zentralalpen ihre obere Grenze bei 2700 m. Die meisten Starrblätterigen wachsen gesellig an felsigen Abhängen in Gebirgsgegenden und auf sandigem Boden in der Ebene. Viele gedeihen nur auf Moorboden und in tiefem Humus und spielen bei der Torfbildung eine wichtige Rolle. Fossile Reste finden sich in den Ablagerungen der mesozoischen, tertiären und diluvialen Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 2300.

47 Stamm: Podostemeae, Podostemeen.

Umfaßt die Familien: Tristichaceae, Weddellinaceae, Podostemaceae, Hydrostachydaceae.

Ausdauernde Kräuter mit oberirdischen kriechenden, der Unterlage angehefteten Wurzeln. Die Sprosse entspringen an den Seiten dieser Wurzeln und sind mit zwei- oder dreizeilig geordneten kleinen ganzrandigen oder fiederförmig geteilten, am Grunde scheidenförmigen Blättchen besetzt. Nicht selten sind die Sprosse als Phyllokladien ausgebildet, und es kommt auch vor, daß Sprosse und Wurzeln zu einem lagerähnlichen Gebilde miteinander verschmolzen sind. Die Kohlenstoffassimilation wird in solchen Fällen durch die Phyllokladien sowie durch grüne band- und fadenförmige, im Wasser flutende Abzweigungen des lagerähnlichen, der Unterlage angeschmiegten Gewebes vermittelt. Die Blüten stehen vereinzelt an den Enden der Sprosse oder sind reihenweise in den Rand der Phyllokladien eingesenkt und zu einer Art flachen Kolben vereinigt. Sie sind aktinomorph und zygomorph, zwitterig, einhäusig und zweihäusig. Die Blumenblätter sind klein, grünlich, schuppenförmig, frei oder verwachsen, in einen drei- bis fünfgliederigen Wirtel geordnet. Wenn die Blumenblätter unterdrückt sind, werden sie durch scheidenförmige Hüllblätter ersetzt. Die Fruchtanlage ist oberständig ein- bis dreigliederig; der Fruchtknoten einfächerig oder durch zarte Scheidewände in drei Fächer geteilt. Die Samenanlagen entspringen von Gewebepolstern, welche der in der Fruchtknotenhöhle sich erhebenden Mittelsäule aufgelagert sind. Die Zahl der Pollenblätter ist sehr wechselnd; entweder ist nur ein

Pollenblatt, oder es ſind deren zwei oder bisweilen auch ſehr viele in jeder Blüte entwickelt. Im letzteren Falle ſind die Pollenblätter in mehrere Wirtel geordnet. Die Antheren ſpringen mit Längsſpalten auf. Die Frucht iſt eine Kapſel. Die Samen ſind ſehr klein und enthalten kein beſonderes Speichergewebe. Der Keimling zeigt zwei dicke Keimblätter.

Die Podoſtemeen leben angeheftet an Felſen, Rollſteinen und entrindeten Baumſtrünken in ſtrömenden Gewäſſern, zumal in Waſſerfällen. Faſt alle ſind Bewohner des tropiſchen Erdgürtels. Außerhalb der Tropen kommt nur noch eine Art in Südafrika und eine in Nordamerika vor. Foſſile Reſte ſind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher beſchriebenen Arten beträgt 175.

48. Stamm: Verticillatae, Keulenbäume.

Umfaßt die Familie Casuarinaceae.

Sträucher und Bäume mit wirtelig geſtellten Zweigen, welche des Laubes entbehren. An Stelle der Laubblätter ſind wirtelig geſtellte, zu einer Scheide verwachſene Schuppen ausgebildet (ſ. Abbildung, Band I, S. 275, Fig. 5 und 6). Die Blüten ſind einhäuſig; die Pollenblüten ährenförmig am Ende langer Zweige, die Fruchtblüten zu Köpfchen an den Enden kurzer Zweige vereinigt. Sowohl die einzelnen Blüten als auch die Blütenſtände ſind durch Deckblättchen geſtützt, und dieſe erſetzen bei den Fruchtblüten auch das Perigon. Nur die Pollenblüten zeigen zwei gegenſtändige Schuppen, welche als Perigon gedeutet werden. Die Fruchtanlage iſt oberſtändig, zweigliederig und zweifächerig. Die Samenanlagen ſind hängend. Das Andröceum beſteht aus einem einzigen Pollenblatte. Der Pollen iſt ſtäubend. Die Frucht iſt eine geflügelte Schließfrucht, welche von den verholzenden, klappenförmigen Deckblättern eingehüllt wird. Nur in einem der beiden Fächer der Fruchtanlage werden aus den hängenden Samenanlagen 2—4 Samen ausgebildet. Dieſe Samen enthalten kein beſonderes Speichergewebe. Der Keimling zeigt zwei große, flache Keimblätter.

Die Keulenbäume erinnern in ihrer äußeren Erſcheinung an die zu den Gnetaceen gehörige Gattung Ephedra. Die Aſſimilation wird wie bei anderen Rutenſträuchern durch das grüne Gewebe der Rinde ermöglicht (ſ. Band I, S. 275). Mehrere haben baumförmigen Wuchs und ihr Stamm erreicht eine Höhe von 20 m. Sie ſind auf Auſtralien, Neukaledonien, die Maskarenen, die Inſeln des Stillen Ozeans und die Sundainſeln beſchränkt. Eine Art findet ſich auch im tropiſchen kontinentalen Aſien. Foſſile Reſte in den Schichten der tertiären Periode ſind zweifelhaft. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterſchiedenen Arten beträgt ungefähr 25.

49. Stamm: Euphorbiales, Wolfsmilchgewächſe.

Umfaßt die Familien: Tithymalaceae, Acalyphaceae, Phyllanthaceae.

Einjährige und ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume. Die in Cymen vereinigten Blüten traubenförmig oder trugdoldenförmig angeordnet, aktinomorph, zwitterig, ſcheinzwitterig, einhäuſig und zweihäuſig. Blumenblätter in Kelch und Krone geſchieden. Kelch und Krone drei- bis zwölfgliederig. Die Krone iſt häufig unterdrückt, und mitunter fehlt auch der Kelch. In dieſen Fällen ſind die Blumenblätter durch Deckblätter und Hüllblätter erſetzt. Die Fruchtanlage iſt oberſtändig und wird aus 3—20 Fruchtblättern gebildet, welche um eine Mittelſäule wirtelig gruppiert ſind. Jedes Fruchtblatt bildet ein beſonderes Gehäuſe, und ſämtliche Gehäuſe ſind ſowohl mit der Mittelſäule als auch unter ſich zu einem mehrfächerigen Stempel verwachſen. Samenanlagen im Innenwinkel jedes Faches 1—2, hängend.

Pollenblätter 1 bis über 100. Im Grunde der Blüte ſind eigentümliche Drüſen ausgebildet, welche als Wucherungen des Blütenbodens angeſehen werden. Dieſelben erſcheinen entweder als wirtelig geſtellte, getrennte Gewebekörper, oder ſie ſind miteinander zu einem kurzen Becher verwachſen. Wenn ſie im Grunde der Blüte fehlen, ſo werden ſie durch ähnliche, dem Rande der becherförmigen Hülle aufſitzende Drüſen erſetzt. Die Frucht iſt eine ſich ſpaltende Trockenfrucht oder Steinfrucht, bisweilen iſt ſie beerenartig. Die Samen ſind mit einem großen Fleiſchwärzchen verſehen. Der Keimling liegt in einem reichlichen, fleiſchigen, beſonderen Nährgewebe eingebettet.

Die Wolfsmilchgewächſe ſind wegen ihrer außerordentlichen Mannigfaltigkeit mit kurzen Worten ſchwierig zu ſchildern. Ein Teil derſelben enthält wäſſerige Säfte, die meiſten ſtrotzen von Milchſaft. Mehrere Milchſaft führende Arten ſind giftig. Viele beſitzen grüne Laubblätter, deren Spreite von ſtrahlläufigen (Ricinus) oder fiederläufigen (Tithymalaceae) Strängen durchzogen iſt, einige entbehren der Laubblätter, und es wird die Aſſimilation durch das grüne Rindengewebe der rutenförmigen Zweige, Nopalſtämme und Phyllokladien vermittelt (ſ. Band I, S. 302, 308 Fig. 1 und 3, und S. 309). Bei vielen Gattungen, zumal bei Tithymalus, machen die Blütenſtände den Eindruck von Einzelblüten. Innerhalb einer becherartigen Hülle, deren freier Rand mit Drüſen wie mit Kronenblättern beſetzt iſt, ſieht man zahlreiche Pollenblüten, deren jede aber nur aus einem Deckblatte und einem Pollenblatte beſteht, und in der Mitte derſelben erhebt ſich auf einem verlängerten Stiele eine Fruchtblüte, welche einem geſtielten Fruchtknoten gleicht. Bei vielen Arten der Gattungen Croton und Poinsettia ſind die unſcheinbaren Blüten mit prachtvoll gefärbten Deck- und Hüllblättern umgeben. In der Mehrzahl der Fälle ſind drei Fruchtblätter ausgebildet, deren gerundeter Rücken durch ſeine ſtarke Wölbung auffällt. Gewöhnlich trennen ſich bei der Reife die ſeitlich verwachſenen Fruchtblätter und löſen ſich auch von der Mittelſäule ab. Die Wolfsmilchgewächſe ſind über alle Weltteile verbreitet. Die Mehrzahl findet ſich in den Tropen, und mehrere baumförmige Arten bilden dort Wälder. Über die ſeltſamen Wälder aus nopalartigen Euphorbiaceen ſ. Band I, Tafel bei S. 302. Während ein Teil in den ſumpfigen Niederungen heimiſch iſt, bewohnen andere die Steppen und die felſigen Gehänge der Berge. Euphorbia capitulata wächſt in den Hochgebirgen der Balkanhalbinſel. Euphorbia Austriaca erreicht die alpine Region der öſtlichen Alpen. Mercurialis perennis geht in den Alpen bis zur oberen Grenze der Buchenwälder. Mehrere einjährige Arten von Euphorbia werden als Feldunkräuter bis an die Grenze des arktiſchen Gebietes angetroffen. Foſſile Reſte ſind mit Sicherheit nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterſchiedenen Arten beträgt ungefähr 4000.

50. Stamm: Aesculinae, Äsculinen.

Umfaßt die Familien: Vochysiaceae, Polygalaceae, Tremandraceae, Melianthaceae, Sapindaceae, Hippocastanaceae.

Ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume. Blüten zygomorph und aktinomorph, zwitterig und ſcheinzwitterig. Die Blumenblätter in zwei Wirtel geordnet. Der untere erſcheint als Kelch ausgebildet und iſt vier- bis fünfgliederig, der obere wird aus 4—5 oder infolge der Unterdrückung einzelner Glieder nur aus 1, 2 oder 3 freien Kronblättern gebildet. Die Fruchtanlage iſt oberſtändig; die Fruchtblätter ſind zu einem einzigen zwei- bis dreifächerigen Stempel verwachſen. Die Samenanlagen ſtehen in dem inneren Winkel der Fächer. Von Pollenblättern ſind bei einigen Tremandraceen 10 (doppelt ſo viele als Kelch- und Kronenblätter), bei den Sapindaceen und Hippocaſtanaceen 7—8, bei den Polygalaceen 4, 5 oder 8, bei den Melianthaceen 4 und bei den Vochyſiaceen nur ein einziges ausgebildet, ein

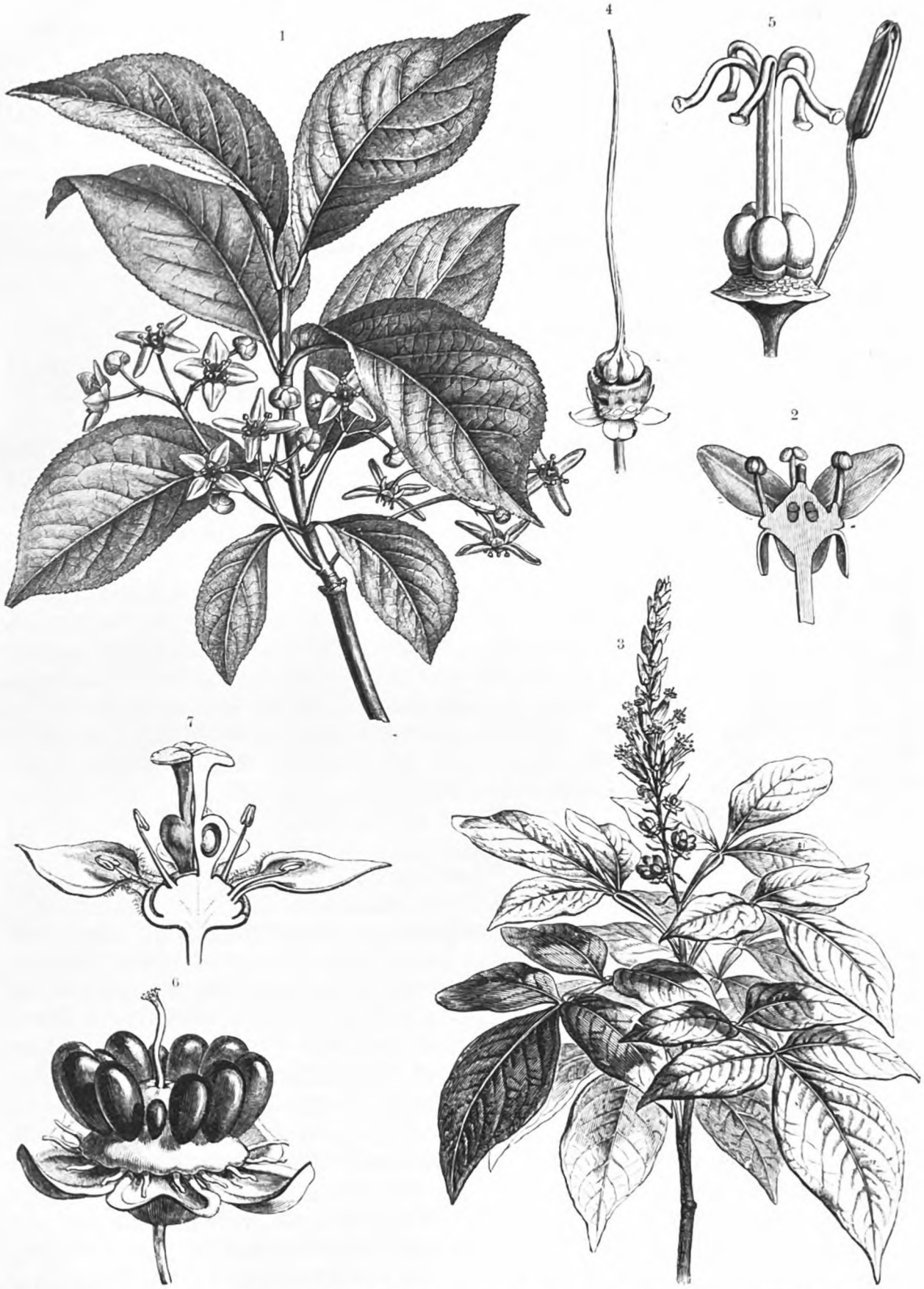
Wechſel in den Zahlen, welcher durch die Annahme der Unterdrückung einzelner Glieder in den zygomorphen Blüten erklärt wird. Die Pollenblätter entſpringen unmittelbar unterhalb der Fruchtblätter von der Achſe, und es iſt zwiſchen ſie und die Fruchtblätter weder ein fleiſchiger Ring noch ein Kranz von Drüſen eingeſchaltet. In den zygomorphen Blüten der Hippocaſtanaceen, Sapindaceen, Melianthaceen und Vochyſiaceen iſt außerhalb des Andröceums ein Honig abſonderndes Gewebe über dem verzerrten, nach einer Seite hin ſtärker entwickelten Blütenboden ausgebildet (ſ. Abbildung, S. 224, Fig. 12), und in den aktinomorphen Blüten der Tremandraceen iſt zwiſchen das Andröceum und die Blumenkrone ein fleiſchiger ſchwacher Ring eingeſchaltet. Der Pollen iſt haftend. Die Frucht iſt eine Kapſel oder Spaltfrucht. Bei den Hippocaſtanaceen und Sapindaceen trennen ſich die drei Fruchtblätter ähnlich wie bei den Euphorbiaceen und fallen als Schalen mitſamt den Samen ab.

Die Vochyſiaceen, Hippocaſtanaceen und Sapindaceen ſind zum Teile mächtige Bäume, zum Teile ſtrauchartige Gewächſe mit zuſammengeſetzten Laubblättern. Einige Polygalaceen und viele Sapindaceen ſind Lianen (z. B. Serjania, Band I, S. 653). Mehrere Polygalaceen ſind als Rutenſträucher ausgebildet, und ihre grünen Zweige ſind mit kleinen ſchuppenförmigen Blättchen beſetzt, die anderen Polygalaceen haben ungeteilte grüne Laubblätter. Bei den Polygalaceen ſind 2 Blätter des Kelches flügelartig geſtaltet und kronenartig gefärbt, und die Pollenblätter ſind in eigentümlicher Weiſe verwachſen (ſ. Abbildung, S. 85, Fig. 30). Die Äsculinen ſind über alle Weltteile verbreitet. Der Roßkaſtanienbaum (Aesculus Hippocastanum) hat ſeine Heimat in den Gebirgen des nördlichen Griechenland, die anderen Hippocaſtanaceen ſind Bewohner Nordamerikas. Die Vochyſiaceen und die meiſten Sapindaceen gehören dem tropiſchen Amerika an. Die Melianthaceen ſind auf das ſüdliche Afrika und die Tremandraceen auf Auſtralien beſchränkt. Einige Polygalaceen bewohnen auch die kälteren Erdſtriche und das Hochgebirge. Polygala alpestris wächſt in den Zentralalpen noch in der Seehöhe von 2400 m. Foſſile Reſte von Sapindaceen finden ſich in den Ablagerungen der tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 1600.

51. Stamm: Discophorae, Discophoren.

Umfaßt die Familien: Ampelidaceae, Erythroxylaceae, Humiriaceae, Pittosporaceae, Staphyleaceae, Aceraceae, Malpighiaceae, Celastraceae, Hippocrateraceae, Terebinthaceae, Burseraceae, Aurantiaceae, Meliaceae, Rutaceae, Zygophyllaceae, Diosmaceae, Boroniaceae, Zanthoxylaceae, Connaraceae, Ochnaceae, Simarubaceae.

Einjährige und ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume mit einfachen und zuſammengeſetzten Laubblättern. Blüten aktinomorph und zygomorph, zwitterig, ſcheinzwitterig, einhäuſig und zweihäuſig in Cymen geordnet und dieſe in ſehr mannigfach zuſammengeſetzte Blütenſtände gruppiert. Die Blumenblätter in 2 vier- bis fünfgliederige Wirtel geordnet. Der untere Wirtel iſt als Kelch, der obere als Krone ausgebildet. Die von einem gewulſteten Scheibenboden getragene oberſtändige Fruchtanlage iſt aus wirtelig geſtellten Fruchtblättern aufgebaut (ſ. Abbildung, S. 677, Fig. 4), jedes Fruchtblatt bildet ein beſonderes Fach, und die Fächer ſind entweder vollſtändig zu einem einzigen Stempel verwachſen, wie bei den Aurantiaceen und Ampelidaceen, oder ſie ſind am Grunde ſo vereinigt, daß ein lappiger Fruchtknoten entſteht, wie bei den Rutaceen und Zygophyllaceen, oder ſie ſind vollſtändig getrennt, wie bei den Boroniaceen, Zanthoxylaceen, Ochnaceen und Simarubaceen (ſ. Abbildung, S. 677, Fig. 5 und 6). Bei den Terebinthaceen iſt nur ein Fruchtblatt ausgebildet, aber man findet neben demſelben gewöhnlich auch die Spuren einiger unterdrückter Fruchtblätter. Die Samenanlagen



Discophorae: Evonymus Europaeus (Familie Colastraceae), 1. Blühender Zweig. — 2. Längsschnitt durch eine Blüte. — Quassia amara (Familie Simarubaceae), 3. Blühender Zweig, — 4. Fruchtanlage und Blütenboden. — Ochna (Familie Ochnaceae), 5. Blütenboden, Fruchtanlage und ein Pollenblatt. — 6. Frucht; — 7. Längsschnitt durch die Blüte des Götterbaumes Ailanthus (Familie Simarubaceae). Zum Teile nach Baillon. Vgl. Text, S. 676 u. 678.

stehen im inneren Winkel der Fächer, und zwar bei den Aurantiaceen, Rutaceen und Zygophyllaceen mehr als 2, bei den anderen Familien nur 1—2. Die Pollenblätter sind in 1—2 vier- bis fünfgliederigen Wirteln angeordnet, entspringen am Rande oder von der Fläche des den Fruchtknoten ringförmig umwallenden, gewulsteten Blütenbodens, und ihre Ursprungsstelle befindet sich stets tiefer als der Grund der Fruchtanlage (s. Abbildung, S. 677, Fig. 2, 5 und 7). Der Pollen ist haftend. Die Früchte enthalten in ihren Fächern nur wenige oder nur einen verhältnismäßig großen Samen.

Die Discophoren sind der Mehrzahl nach Holzgewächse mit ätherischen Ölen und aromatischen, harzigen, terpentinartigen Stoffen. Unter den Malpighiaceen, Celastraceen, Hippocrateraceen und Ampelidaceen finden sich viele Lianen. Die Laubblätter sind bei den Erythroxylaceen und Celastraceen ungeteilt (s. Abbildung, S. 677, Fig. 1), bei den Aceraceen und Ampelidaceen meistens gelappt und bei den anderen Familien vielfach geteilt und zusammengesetzt (s. Abbildung, S. 677, Fig. 3). Die Kronenblätter sind gewöhnlich klein und von grünlichgelber Farbe. Die Träger der Antheren sind bei den Meliaceen und Aurantiaceen ganz oder gruppenweise verwachsen. Die Früchte sind ungemein mannigfaltig. Bei den Staphyleaceen, Boroniaceen und Diosmaceen entwickeln sich Balgfrüchte, bei den Celastraceen und Rutaceen Kapselfrüchte (s. Abbildung, S. 425, Fig. 6), bei den Zygophyllaceen, Aceraceen und Malpighiaceen Spaltfrüchte, bei dem zu den Simarubaceen gehörigen Götterbaume geflügelte Schießfrüchte (s. Abbildung, S. 422, Fig. 7) und bei den Ampelidaceen und Aurantiaceen beerenartige Früchte. Die Discophoren sind über alle Weltteile verbreitet. Sie gehören der Mehrzahl nach dem tropischen Erdgürtel an, und mehrere Familien, wie z. B. die Burseraceen, Ochnaceen und Malpighiaceen, sind ausschließlich Tropenbewohner. Die Diosmaceen sind auf das südliche Afrika, die Boroniaceen auf Australien, die Rutaceen auf die mittelländische und pontische Flora beschränkt. Verhältnismäßig wenige Arten finden sich in der nördlich gemäßigten Zone und in den entsprechenden Lagen in den Gebirgen. Der Bergahorn ist ungefähr so weit wie die Buche verbreitet und überschreitet in den Zentralalpen sogar die obere Buchengrenze. Fossile Reste kennt man aus der mesozoischen und tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 7200.

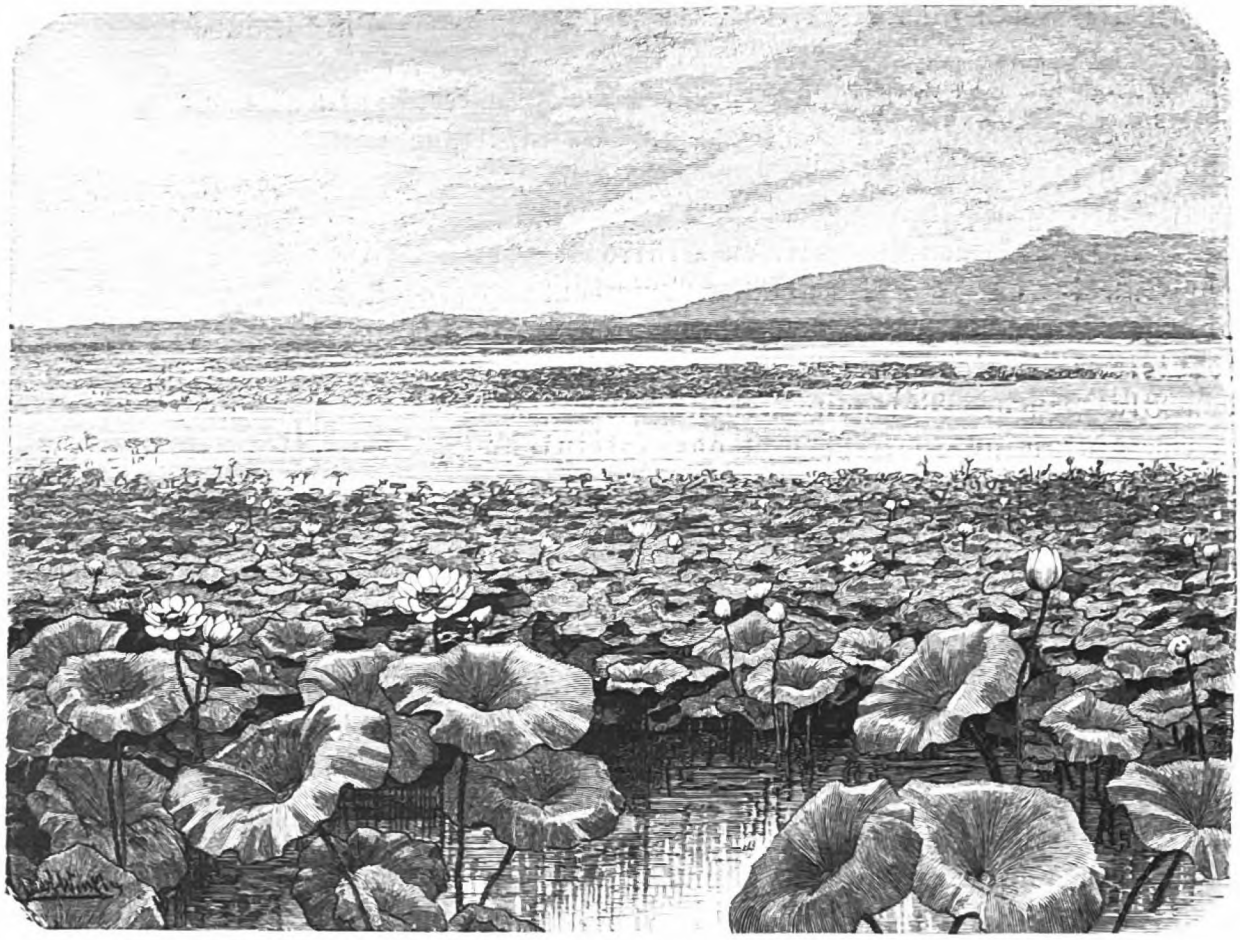
52. Stamm: Nelumbeae, Nelumbren.

Umfaßt die Gattung Nelumbo.

Sumpfpflanzen mit unterirdischen Wurzelstöcken und langgestielten, schildförmigen Laubblättern. Die Blüten zwitterig, aktinomorph. Die Blumenblätter in schraubiger Anordnung, die unteren kelchartig, die oberen kronenartig, doch ohne scharfe Grenze ineinander übergehend. Die Fruchtanlage oberständig aus mehreren einfächerigen Stempeln gebildet, welche vollständig getrennt sind, und deren jeder in einer besonderen Vertiefung des großen, verkehrt kegelförmigen Blütenbodens eingesenkt ist (s. Abbildung, S. 434). Jeder Stempel erhält eine nahe dem Scheitel des Fruchtknotens aufgehängte Samenlage. Das Androeceum besteht aus zahlreichen schraubig angeordneten Pollenblättern, welche unterhalb des mächtigen, sich aus der Blütenmitte erhebenden Scheibenbodens entspringen. Die Frucht ist eine Sammelfrucht (s. S. 433). Die in den Scheibenboden eingesenkten nußartigen Früchte sind einsamig und haben eine harte Schale. Die Samen enthalten einen Keimling mit zwei großen Keimblättern und mehreren eingeschlagenen kleinen Laubblättern, besitzen aber kein Würzelchen.

Dieser Stamm ist nur durch zwei Arten, Nelumbo lutea und nucifera, vertreten. Die erstere findet sich in Amerika von 11° nördl. Br. bis 42° südl. Br., die zweite ist durch die

wärmeren Teile Aſiens vom Kaſpiſchen Meere bis China und Japan und nach dem nordöſtlichen Auſtralien verbreitet und wird in dieſen Gebieten ſtellenweiſe im großen gezogen. Ähnlich der Lotosblume der alten Ägypter ſpielt Nelumbo nucifera (ſ. untenſtehende Abbildung) bei den Chineſen, Japaneſen und Indern als Motiv in den Kunſtſchöpfungen eine wichtige Rolle und findet ſich insbeſondere auch in den buddhiſtiſchen Tempeln als heilige Pflanze häufig verwendet. — Foſſile Reſte kennt man aus den Ablagerungen der tertiären Periode in Mitteleuropa.



Indiſche Lotospflanze (Nelumbo nucifera), in einem Sumpfe nächſt Peking. (Nach einer Photographie.)

53. Stamm: Aquifoliae, Aquifolien.

Umfaßt die Gattungen: Ilex, Byronia, Nemopanthes, Sphenostemon.

Sträucher und Bäume mit immergrünen Laubblättern ohne Nebenblätter. Die Blüten ſind aktinomorph, zwitterig oder ſcheinzwitterig. Die Blumenblätter in 2 vier- bis ſechsgliederige Wirtel geordnet; der untere Wirtel iſt als Kelch, der obere als Krone ausgebildet. Die Kronenblätter ſind bei einigen Arten am Grunde zu einem Ringe verwachſen, bei den meiſten aber frei. Die Fruchtanlage wird von einem Kegelboden getragen, iſt oberſtändig, vier- bis achtgliederig und gefächert. In jedem Fache iſt nur eine im inneren Winkel hängende Samenanlage ausgebildet. Die Pollenblätter, 4—6 an der Zahl, ſind frei und bilden einen einfachen Wirtel. Der Pollen iſt haftend, die Frucht eine vier- bis ſechsſamige Steinfrucht. Der Same enthält einen ſehr kleinen Keimling an der Spitze eines fleiſchigen, beſonderen Speichergewebes.

Die Aquifolien ſind vorwiegend in den wärmeren Teilen Amerikas zu Hauſe. Die Stechpalme (Ilex Aquifolium) iſt im weſtlichen Küſtengebiete Europas von Portugal bis in das ſüdliche Norwegen verbreitet. In den nördlichen Kalkalpen erreicht ſie ihre obere Grenze in der Seehöhe von 1327 m. Foſſile Reſte ſind aus der meſozoiſchen und tertiären Periode bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 150.

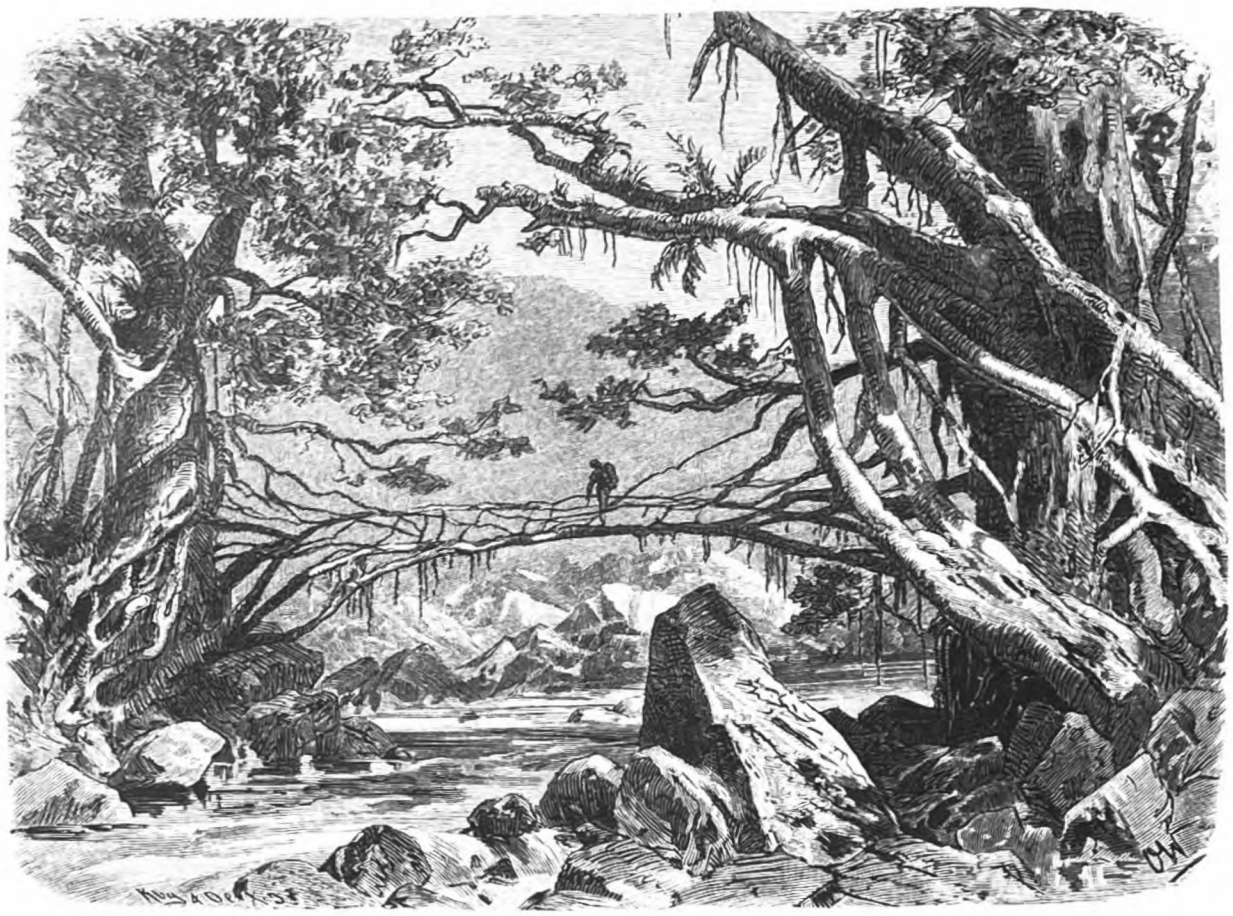
54. Stamm: Viridiflorae, Grünblumige.

Umfaßt die Familien: Leitneriaceae, Cannabinaceae, Dorsteniaceae, Artocarpaceae, Ficaceae, Conocephalaceae, Moraceae, Ulmaceae.

Einjährige oder ausdauernde Kräuter, Halbſträucher, Sträucher und Bäume. Die Spreite der Laubblätter von fiederläufigen oder ſtrahlläufigen Strängen durchzogen. Die Blüten in knäuelförmige, büſchelförmige oder ährenförmige Cymen geordnet, aktinomorph, zwitterig, ſcheinzwitterig, einhäuſig und zweihäuſig, mit einem Perigon, welches von 2—8 unſcheinbaren, grünlichen Blättchen gebildet wird. Die Fruchtanlage iſt oberſtändig, aus 1—2 Fruchtblättern aufgebaut und einfächerig. Samenanlage eine, von der Spitze des Faches herabhängend. Pollenblätter ſo viele oder doppelt ſo viele wie Glieder des Perigons, alle oder jene des äußeren Wirtels vor den Blättern des Perigons ſtehend. Der Pollen iſt mehlig, ſtäubend. Die Frucht iſt eine einſamige Schließfrucht oder Steinfrucht. Die Keimblätter des Keimlings ſind nicht verdickt.

Die Ulmaceen und Cannabinaceen enthalten wäſſerige Säfte, die Pflanzen der anderen Familien führen mehr oder weniger Milchſaft. Der Milchſaft der indiſchen Ficus elastica wird zur Kautſchukbereitung, jener des ſüdamerikaniſchen Kuhbaumes (Galactodendron utile) als Nahrungsmittel benutzt. Der Milchſaft des in Java heimiſchen Upasbaumes (Antiaris toxicaria) enthält giftige Stoffe. Der Hopfen (Humulus Lupulus) und der Hanf (Cannabis sativa) bilden in beſonderen Zellen und Zellgruppen bittere und aromatiſche Stoffe aus (Lupulin, Haſchiſch). Die merkwürdigen Tafel- und Säulenwurzeln der Ficaceen wurden Band I, S. 712—714 ausführlich beſprochen und abgebildet. Auf S. 681 iſt die Abbildung einer Ficus eingeſchaltet, deſſen Luftwurzeln Hooker im Himalaja von den Einheimiſchen als Brücke benutzt ſah. Die Spreite der Laubblätter iſt bei mehreren Artocarpaceen, Ficaceen, Cannabinaceen, Moraceen und Dorſteniaceen handförmig gelappt oder geteilt, bei den Ulmaceen ungeteilt, aber am Rande geſägt. Bei den letzteren ſind die beiden Hälften der Blattſpreiten von ungleicher Größe (ſ. Abbildung, Band I, S. 392). Bei den meiſten Grünblumigen ſind Nebenblätter entwickelt, welche als ſchützende Decke der noch unentfalteten Blattſpreite dienen (ſ. Band I, S. 325). Die Achſe des Blütenſtandes iſt in vielen Fällen, zumal bei den Dorſteniaceen, Artocarpaceen, Ficaceen, Conocephalaceen und Moraceen, verdickt, bisweilen ſcheibenförmig verbreitert oder urnenförmig ausgehöhlt (ſ. Abbildung, S. 154). Sie iſt auch bei der Ausbildung jener fleiſchigen, ſaftreichen Scheinfrüchte und Sammelfrüchte beteiligt, welche als Obſt, beziehentlich als Nahrungsmittel in den wärmeren Gegenden eine hohe Bedeutung erlangt haben (Feigen von Ficus, Brotfrucht von Artocarpus incisa). Auch das Perigon beteiligt ſich mitunter an der Fruchtbildung, ſo namentlich bei den Maulbeeren (Morus), wo dasſelbe zu einer fleiſchigen Hülle der Frucht wird. Bei mehreren anderen Grünblumigen iſt dagegen das Perigon faſt ganz unterdrückt. Die Träger der Antheren ſind bei den Dorſteniaceen und Moraceen in der Blütenknoſpe einwärts gekrümmt, ſchnellen nach dem Öffnen des Perigons auf und ſtreuen den ſtäubenden Pollen in die Lüfte (ſ. Abbildung, S. 135). In den Blüten der anderen Familien ſind die Träger der Antheren gerade. Der Keimling iſt in den meiſten Fällen gekrümmt.

Das Speichergewebe iſt ſehr ſpärlich entwickelt oder fehlt gänzlich. Die Grünblumigen ſind über alle Weltteile verbreitet. Die Ulmaceen reichen bis über den 66. Grad nördlicher Breite und 36. Grad ſüdlicher Breite. Die reichſte Gliederung zeigen die Grünblumigen im tropiſchen Erdgürtel. Foſſile Reſte finden ſich in den Ablagerungen der meſozoiſchen und tertiären Periode. Beſonders bemerkenswert iſt das Vorkommen von Blättern eines Brotfruchtbaumes (Artocarpus Dicksoni) in der Kreide Grönlands und das häufige Vorkommen von Ulmaceen (Celtis, Zelkova, Ulmus) in den miocänen Ablagerungen. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 1000.



Ficus mit Luftwurzeln, welche eine Brücke über einen Gebirgsbach im Himalaja bilden. (Nach Hooker.)
Vgl. Text, S. 680.

55. Stamm: Conopodiae, Conopodien.

Umfaßt die Familien: Anonaceae, Magnoliaceae, Ranunculaceae, Cabombaceae, Ceratophyllaceae, Menispermaceae, Lardizabalaceae, Dilleniaceae, Clusiaceae, Hypericaceae, Elatinaceae, Phytolaccaceae, Sterculiaceae, Tiliaceae, Ternströmiaceae, Bombaceae, Gossypiaceae, Malvaceae, Geraniaceae, Linaceae, Oxalidaceae, Balsaminaceae, Tropaeolaceae.

Einjährige und ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume, deren Laubblätter zum größten Teile der Nebenblätter entbehren. Die Blüten einzeln oder in traubiger und cymatiſcher Anordnung, aktinomorph und zygomorph, zwitterig, ſcheinzwitterig, einhäuſig und zweihäuſig. Die Blumenblätter in Kelch und Krone geſchieden; die Kronenblätter frei. Bei einigen Ranunkulaceen ſind die Kronenblätter in Honigbehälter metamorphoſiert und dann erſcheinen die Kelchblätter kronenartig gefärbt; bei einigen anderen Ranunkulaceen ſowie bei den Meniſpermaceen, Cabombaceen und Ceratophyllaceen ſind die Kronenblätter von den Kelchblättern nur wenig abweichend, oder ſie ſind unterdrückt, und

die Blume macht den Eindruck eines Perigons. Wieder bei einigen anderen Familien, ſo namentlich den Malvaceen, bilden die Deckblätter einen ſogenannten Außenkelch. Die einzelnen Wirtel der Blumenblätter ſind drei-, vier- und fünfgliederig. Bei mehreren Familien, zumal den Ternſtrömiaceen, ſind die Blumenblätter ſchraubig geſtellt, und die 3—6 Kelchblätter gehen ohne ſcharfe Grenze in die 3—6 Kronenblätter über. Die



Conopodiae: Helleborus niger (Ranunculaceae), um die Hälfte verkleinert. — 2. Myosurus minimus (Ranunculaceae), ganze Pflanze mit Blüten und Blütenknoſpen, in natürlicher Größe. — 3. Einzelne Blüte des Myosurus minimus, vergrößert. Vgl. Text, S. 683.

Fruchtanlage iſt oberſtändig, wird von einem Kegelboden getragen und von 3—50 wirtelig oder ſchraubig geſtellten Fruchtblättern gebildet, deren jedes für ſich ein beſonderes Gehäuſe bildet (ſ. Abbildung, S. 227, Fig. 2, und obige, Fig. 1—3). Dieſe Gehäuſe ſind entweder vollſtändig getrennt oder am Grunde oder auch ganz miteinander verwachſen. Im letzteren Falle bildet jedes Gehäuſe ein Fach des mehrgliederigen Stempels. Die Samenanlagen ſitzen im inneren Winkel dieſer Fächer. Das Andröceum iſt drei- bis fünfgliederig, oder die Zahl

der Glieder des Andröceums ist zum wenigsten doppelt so groß wie jene des obersten Wirtels der Blumenblätter. Bei mehreren Familien, so namentlich bei den Hypericaceen, sind die Glieder des Andröceums in zahlreiche Antheren tragende Fäden gespalten. Die Ranunkulaceen, Anonaceen, Magnoliaceen, Tiliaceen und Aquifoliaceen zeigen freie Pollenblätter, bei den anderen Familien sind die Träger der Antheren miteinander teilweise oder ganz verwachsen. Die Frucht ist als Nuß, Pflaume, Balg oder Kapsel ausgebildet. Bei einigen Hypericaceen, Sterculiaceen, Ranunkulaceen, Malvaceen, Phytolaccaceen und Oxalidaceen ist sie beerenartig. Mehrere Malvaceen und Geraniaceen zeigen eine Spaltfrucht, und die Anonaceen und mehrere Magnoliaceen besitzen eine Sammelfrucht. Die Samen einiger Malvaceen, zumal der Baumwollstauden (Gossypium), sind in einen Haarmantel eingehüllt.

Die Conopodien sind über alle Weltteile verbreitet. Die Anonaceen, Clusiaceen, Dilleniaceen (Dipterocarpeen), Malvaceen, Menispermaceen, Sterculiaceen und Tiliaceen gehören vorwiegend den Tropen an. Die Bombaceen (Wollbäume, s. Band I, S. 616) sind Bewohner des tropischen Amerika; die Tropäolaceen gehören gleichfalls ausschließlich der Neuen Welt an. Die Lardizabalaceen bewohnen das östliche Asien. Im Kaplande sind insbesondere die Oxalidaceen und die zu den Geraniaceen gehörigen Pelargonien durch zahlreiche Arten vertreten. Die Ranunkulaceen gehören vorwaltend der nördlich gemäßigten und der arktischen Zone an. Ranunculus glacialis gedeiht noch am Rande der Gletscher, sowohl im arktischen Gebiete wie in den Zentralalpen. Fossile Reste sind in großer Zahl aus den Ablagerungen der Tertiärperiode bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 4500.

56. Stamm: Cruciferae, Kreuzblütler, Schotengewächse.

Nur eine Familie mit 208 Gattungen, welche der Übersichtlichkeit wegen in die Rotten Pleurorhizeae, Notorhizeae, Orthoploceae, Spirolobeae und Diplocolobeae eingeteilt werden.

Einjährige oder ausdauernde Kräuter und Halbsträucher mit schraubig gestellten Laubblättern. Die Spreite der Laubblätter von fiederläufigen Strängen durchzogen. Die traubig gruppierten Blüten sind zwitterig oder scheinzwitterig, aktinomorph und zygomorph. Die Blumenblätter in Kelch und Krone geschieden. Der Kelch sowie die Krone werden aus 2 zweigliederigen Blattwirteln gebildet. Die Kronenblätter sind frei. Die Fruchtanlage ist oberständig, frei. Die Fruchtblätter entspringen unter dem Ende des Kegelbodens und sind von zweierlei Art, die zwei unteren tragen keine Samenanlagen und bilden Klappen, welche sich an die beiden oberen, in Rippen metamorphosierten und einen Rahmen bildenden Fruchtblätter anlegen. Die beiden oberen Fruchtblätter, zwischen welchen eine dünne Membran ausgespannt ist, tragen die Samenanlagen in zweizeiliger Anordnung (s. S. 72). Das Andröceum wird aus 2 kürzeren und 4 längeren Pollenblättern gebildet (s. Abbildung, S. 291, Fig. 8). Der Pollen ist haftend. Die Frucht ist eine Schote (s. S. 72 und Abbildung, S. 425, Fig. 15 und 16). Die Samen entbehren des besonderen Speichergewebes. Der Keimling ist gekrümmt. Die Keimblätter, aber auch die Laubblätter und Wurzeln der meisten Kreuzblütler enthalten scharfe und ölige Stoffe, insbesondere Senföl, so namentlich der Senf, die Brunnen- und Gartenkresse, der Rettich und Meerrettich.

Die Kreuzblütler sind über die nördliche Halbkugel verbreitet. In größter Mannigfaltigkeit finden sie sich in den Steppengebieten der Alten Welt. Auch die mittelländische, arktische und alpine Flora sind reich an Pflanzen dieses Stammes. Mehrere zählen zu den Phanerogamen, welche noch hart an der Grenze des Pflanzenlebens im arktischen Gebiete und im Hochgebirge vorkommen. Fossile Reste von Kreuzblütlern sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 1550.

57. Stamm: Berberides, Sauerdorne.

Umfaßt die Familie Berberidaceae.

Sträucher und ausdauernde Kräuter mit unterirdiſchen Rhizomen und Knollen, deren am Rande geſägte und häufig tief zerſchnittene und zuſammengeſetzte Laubblätter von ſtrahlläufigen oder fiederläufigen Strängen durchzogen ſind. Die einzeln ſtehenden oder in Trauben und Cymen angeordneten Blüten ſind zwitterig, aktinomorph und durch die große Zahl der aufeinander folgenden zwei- oder dreigliederigen Wirtel ausgezeichnet. Die Blumenblätter ſind in Kelch und Krone geſchieden. Der Kelch iſt aus 1—3, die Krone aus 1—2 zweizähligen oder dreizähligen Wirteln aufgebaut. Die Blätter dieſer Wirtel ſind frei. Bei mehreren Gattungen ſind die Kronenblätter in Nektarien metamorphoſiert. Bei einer Gattung ſind 7—10 Wirtel von Blumenblättern vorhanden, und die Kelchblätter gehen ſo allmählich in die Kronenblätter über, daß eine ſcharfe Grenze nicht gezogen werden kann. Die Fruchtanlage iſt oberſtändig, aus einem einzigen Fruchtblatt gebildet und einfächerig. Die Samenanlagen ſitzen an der Bauchnaht des Fruchtknotens. Das Andröceum iſt aus 2 zwei- oder dreigliederigen Wirteln gebildet. Die Träger der Antheren ſind frei, die Antheren ſpringen mittels Klappen auf. Der Pollen iſt haftend. Die Frucht iſt eine Beere, Schließfrucht oder Balgfrucht. Der Same enthält ein reichliches beſonderes Speichergewebe und einen kleinen, geraden Keimling.

Die Berberideen ſind vorwaltend in der nördlich gemäßigten Zone der Alten und Neuen Welt verbreitet. Einige Arten finden ſich auch in den Gebirgen des tropiſchen Indiens und in den Anden Südamerikas. Foſſile Reſte kennt man aus der Tertiärzeit. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 110.

58. Stamm: Myristicae, Muskatbäume.

Umfaßt die Familie Myristicaceae.

Bäume mit immergrünen, ungeteilten Laubblättern. Die Spreite der Laubblätter iſt von einem Hauptſtrange und fiederförmig verlaufenden Seitenſträngen durchzogen. Die Blüten ſind traubenförmig gruppiert, zweihäuſig, aktinomorph. Jede Blüte iſt von einem dütenförmigen Deckblatte geſtützt. Die Blumenblätter ſind frei, in 1—2 zweigliederige Wirtel geordnet und bilden ein kelchartiges Perigon. Die Fruchtanlage iſt oberſtändig, aus einem einzigen Fruchtblatte gebildet, einfächerig, mit einer nahe dem Grunde der Fruchtknotenhöhle ſitzenden, aufrechten Samenanlage. Das Andröceum wird aus 3—18 Pollenblättern gebildet. Die Träger der Antheren ſind zu einer Röhre verwachſen, die Antheren ſpringen mit Längsſpalten auf. Der Pollen iſt haftend, die Frucht beerenartig, einfächerig; das Fruchtfleiſch trennt ſich zur Reifezeit mittels Längsſpalten in zwei klappenartig auseinander weichende Teile. Der von einem zerſchlitzten, fleiſchigen Samenmantel eingehüllte Same enthält ein ſehr großes und ſehr hartes, runzeliges, zerklüftetes Speichergewebe und am Grunde desſelben einen kleinen Keimling.

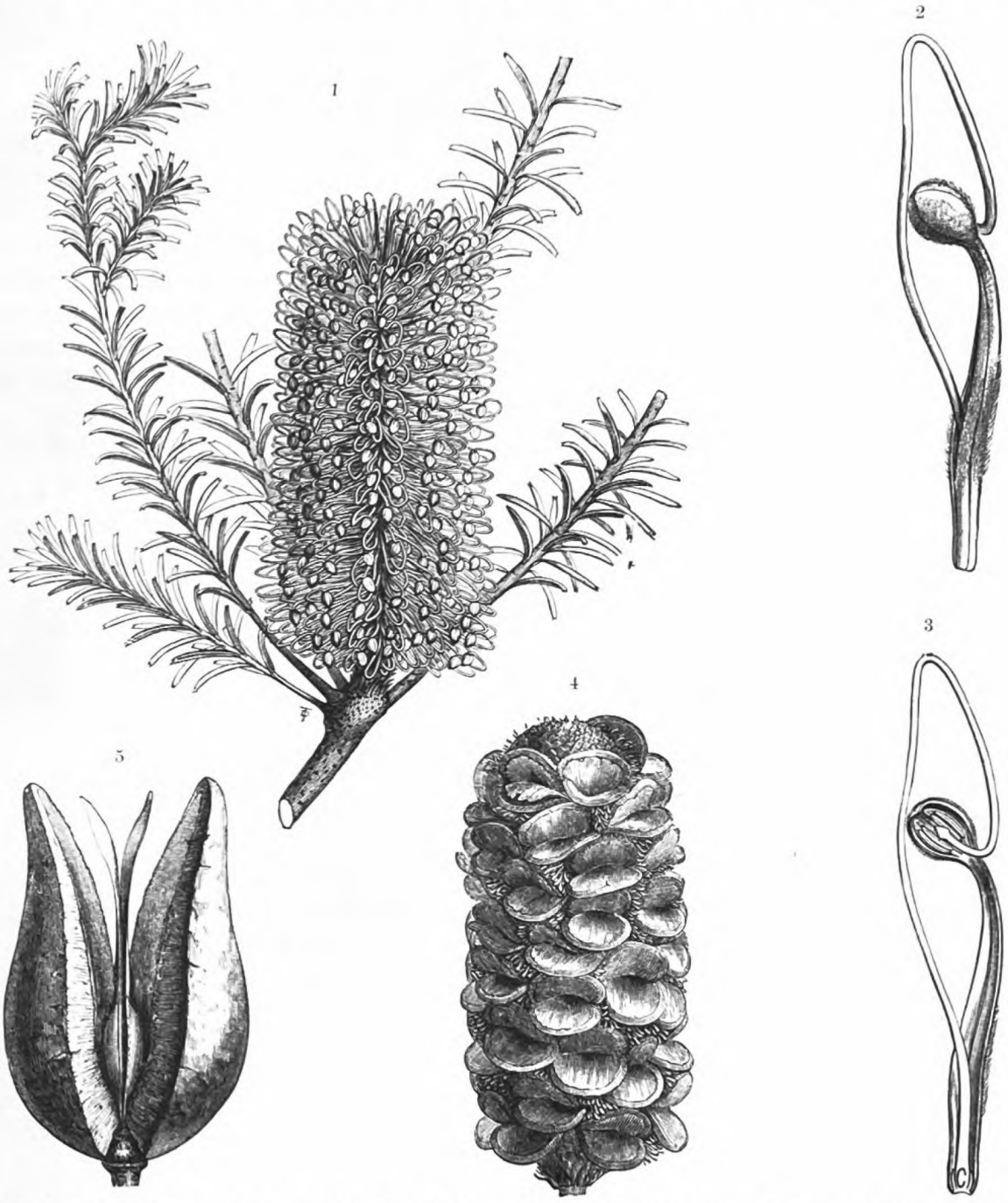
Die Muskatbäume gehören dem tropiſchen Erdgürtel an. Die meiſten Arten beherbergt das tropiſche Aſien, die wenigſten Auſtralien. Foſſile Reſte derſelben ſind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 100.

59. Stamm: Proteales, Proteaceen.

Umfaßt die Familie Proteaceae.

Ausdauernde Kräuter mit unterirdiſchem, wenig über die Erde hervorragendem Stamme oder Sträucher und kleine Bäume mit ungeteilten oder verſchiedentlich gelappten und

zerſchnittenen ſtarren Laubblättern ohne Nebenblätter. Die Blüten in Köpfchen oder Ähren (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 1), aktinomorph oder zygomorph, zwitterig, ſcheinzwitterig, einhäuſig und zweihäuſig. Die Blume als kronenartiges Perigon ausgebildet, deſſen 4 Glieder am Grunde verwachſen ſind und mit ihren freien Enden in



Proteaceen: 1. Banksia oricifolia. — 2. Einzelne Blüte von Banksia litoralis, deren löffelförmige Perigonblätter noch zuſammenſchließen. — 3. Längsſchnitt durch dieſe Blüte; die Narbe des widerhakig gebogenen Griffels liegt zwiſchen den Antheren, deren Träger an die hohle Seite der löffelförmigen Perigonblätter angewachſen ſind. — 4. Fruchtſtand der Banksia oricifolia. — 5. Frucht der Xylomelon piriform. — Fig. 2 und 3 vergrößert, die anderen Figuren in natürlicher Größe. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 686.

der Knoſpe klappig zuſammenſchließen (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 2). Fruchtanlage oberſtändig, frei, einfächerig, mit ein bis vielen wandſtändigen Samenanlagen, deren Mikropyle dem Grunde des Fruchtknotens zugewendet iſt, und welche ein doppeltes Integument beſitzen. Die Baſis des Fruchtknotens mit

Honig abſonernden Geweben umwallt. Pollenblätter ſo viele wie Perigonblätter. Der kurze Antherenträger iſt mit dem hinter ihm ſtehenden Perigonblatte verwachſen (ſ. Abbildung, S. 685, Fig. 3). Frucht eine Steinfrucht, Nuß, Kapſel oder Balgfrucht (ſ. Abbildung, S. 685, Fig. 4 und 5, und Abbildung, S. 423). Der Same enthält einen mit zwei großen, fleiſchigen, dicken Keimblättern verſehenen Keimling, aber kein beſonderes Speichergewebe.

Die Protealen ſind zum größten Teile vielverzweigte Sträucher. Die baumförmige neuſeeländiſche Knightia excelsa erreicht die Höhe von 30 m. Die Laubblätter ſind bald kahl, bald mit Schuppen bekleidet und beſitzen eigentümliche Spaltöffnungen (ſ. Band I, S. 273). Die Gattung Hakea zeigt an einigen Arten fiederteilige und doppeltgefiederte, an anderen ſtielrunde und nadelförmige Blätter. Die gehäuften Blüten ſind bisweilen mit einer aus vielen Schuppen gebildeten Hülle umgeben, welche an die Hülle der Korbblütler erinnert. Der Fruchtknoten iſt manchmal von einem beſonderen Stiele getragen. Eine große Mannigfaltigkeit zeigt der Griffel und die Narbe. Bei manchen Arten, ſo namentlich bei der auf S. 685 abgebildeten Banksia ericoides und litoralis durchbricht der hakenförmig eingeſchlagene Griffel infolge ſtarken Längenwachstums ſeines unteren Teiles die Röhre des Perigons; das kopfförmig verdickte Ende desſelben bleibt aber noch zwiſchen den an die löffelförmig ausgehöhlten Zipfel des Perigons angewachſenen Pollenblättern eingelagert. Erſt dann, wenn ſich die Perigonzipfel löſen und zurückſchlagen, wird auch der Griffelkopf freigelaſſen. Der Pollen wird häufig auf dem Griffelende abgelagert, ohne daß er ſofort auf die zugehörige Narbe gelangt, und bei manchen Arten finden ſich beſondere haarförmige und bürſtenförmige Sammelapparate oder auch taſchenförmige und ſchlitzförmige Aushöhlungen als zeitweiliger Aufbewahrungsort des Pollens ausgebildet. Die Protealen gedeihen vorwaltend in den Gebieten, wo eine kurze regenreiche mit einer langen regenloſen Periode abwechſelt. Den größten Reichtum an Arten zeigt Auſtralien und das ſüdweſtliche Kapland; in viel geringerer Artenzahl ſind ſie im tropiſchen Südamerika, in Chile, in Neukaledonien, Neuſeeland, im tropiſchen Oſtaſien, in Madagaskar und in den Gebirgen des tropiſchen Afrika verbreitet. Foſſile Reſte von Proteaceen finden ſich in den Schichten der tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterſchiedenen Arten beträgt ungefähr 1000.

60 Stamm: Salicales, Salicalen.

Umfaßt die Gattungen Salix (Weide) und Populus (Pappel).

Sträucher und Bäume mit reich belaubten Zweigen. Die Laubblätter am Grunde mit Nebenblättern verſehen. Der Blütenſtand ährenförmig. Die Blüten zweihäuſig (ſ. Abbildung, S. 298), in den Achſeln von Deckblättern ausgebildet. Die Blumenblätter fehlen, ſie ſind erſetzt durch fleiſchige, einfache oder geſpaltene „Drüſen“ oder durch eine becherförmige Hülle, welche dicht über dem Deckblatte ausgebildet iſt. Fruchtanlage zweigliederig, der Fruchtknoten einfächerig, mit wandſtändigen Samenanlagen. Androeceum aus 2—30 Pollenblättern gebildet. Frucht eine mit zwei ſich zurückkrümmenden Klappen aufſpringende Kapſel. Die Samen am Grunde mit langen Haaren beſetzt und von dieſen wie in einen Mantel eingehüllt (ſ. Abbildung, S. 417, Fig. 3 und 4). Der Keimling gerade. Ein beſonderes Speichergewebe iſt nicht vorhanden.

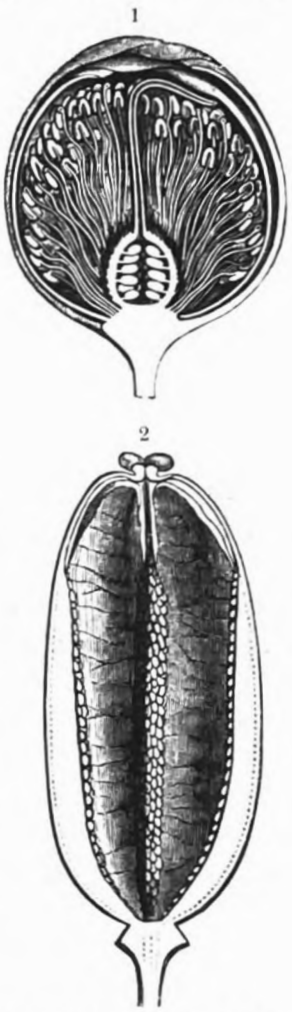
Die dieſem Stamme angehörenden Gewächſe zeigen alle Abſtufungen von der Polarweide Salix polaris (ſ. Abbildung, S. 418), deren 2—3 mm dicke Stämmchen der Erde aufliegen, bis zu den mächtigen Pappeln, deren Stämme einen Durchmeſſer von 2 bis 4 m erreichen. Die Spreite der Laubblätter iſt entweder mit ſtrahlläufigen Strängen

durchzogen, oder die Seitenſtränge ſind fiederläufig. In letzterem Falle ſind die unteren Seitenſtränge gegen den Blattgrund mitunter ſehr zuſammengedrängt. Die Gattung Salix hat haftenden Pollen, einfache oder zerſchlitzte „Drüſen", die Gattung Populus ſtäubenden Pollen und eine becherförmige oder krugförmige Hülle. Die Salicalen gehören vorwaltend der nördlich gemäßigten und der arktiſchen Zone an und wachſen mit Vorliebe in Beſtänden an Flußufern. Das tropiſche Afrika, Madagaskar und Südamerika beherbergen nur wenige Arten. Mehrere Weiden mit niederliegenden Stämmen bilden die letzten Vorpoſten der Strauchvegetation im hohen Norden und in den Hochgebirgen (ſ. Abbildung, Bd. I, S. 489). Salix herbacea findet ſich in den Zentralalpen noch bei 3098 m Seehöhe. Foſſile Reſte kennt man aus den Ablagerungen der meſozoiſchen, tertiären und diluvialen Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterſchiedenen Arten beträgt ungefähr 200.

61. Stamm: Parietales, Wandſamige.

Umfaßt die Familien: Droseraceae, Bixaceae, Cistaceae, Violaceae, Capparidaceae, Papaveraceae, Fumariaceae, Frankeniaceae, Tamaricaceae.

Einjährige und ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume. Die Blüten einzeln oder in Ähren, Dolden, Trauben und traubenförmigen Wickeln geordnet, aktinomorph und zygomorph, zwitterig und ſcheinzwitterig. Die Blumenblätter in Kelch und Krone geſchieden; der Kelch aus einem zwei- bis fünfgliederigen Wirtel, die Krone aus 2 zweigliederigen oder einem fünfgliederigen Wirtel gebildet. Die Kronenblätter frei. Die Fruchtanlage oberſtändig, frei, aus 2, 3 oder mehreren zu einem einfächerigen Fruchtknoten verwachſenen Fruchtblättern gebildet. Die Samenanlagen an der Innenwand der Fruchtblätter, entweder von beſonderen, als obere Fruchtblätter gedeuteten Leiſten getragen (ſ. nebenſtehende Abbildung, Fig. 2, und S. 68, Fig. 7) oder unmittelbar aus dem das Fruchtknotengehäuſe bildenden Fruchtblättern entſpringend (ſ. nebenſtehende Abbildung, Fig. 1). Das Andröceum beſteht aus einem bis vielen zwei- bis fünfgliederigen Wirteln; die Pollenblätter ſind frei, gleich lang, weder unter ſich noch mit der Krone verwachſen (ſ. Abbildung, S. 164). Die Frucht iſt bei der Mehrzahl eine vielſamige Kapſel (ſ. nebenſtehende Abbildung, Fig. 2), bei der Gattung Fumaria eine einſamige kleine Steinfrucht (ſ. Abbildung, S. 421, Fig. 1 und 2). Bei den Capparidaceen wird ſie von einem langen Stiele getragen. Die Samen der Tamaricaceen ſind ähnlich jenen der Weiden in einen Mantel von langen Haaren eingehüllt.



Parietales: 1. Bixa Orellana (Bixaceae), Längsſchnitt durch eine dem Öffnen nahe Blütenknoſpe. — 2. Argemone Mexicana (Papaveraceae), Längsſchnitt durch die Fruchtanlage. Vergrößert.

Die Droſeraceen ſind Sumpf- und Waſſerpflanzen, und ihre Blätter ſind zum Fangen von Inſekten eingerichtet (ſ. Band I, S. 133—137, und S. 143), die anderen gedeihen vorwaltend auf felſigem oder ſandigem Boden. Mehrere Frankeniaceen, Tamaricaceen und Capparidaceen ſind Bewohner der Salzſteppen. Die Wandſamigen ſind über die wärmeren und gemäßigten Teile der Alten und Neuen Welt verbreitet; die Cistaceen und Frankeniaceen ſind bezeichnend für die Flora des Mittelmeergebietes. Von foſſilen Reſten iſt bloß die Frucht eines Mohnes aus einer Ablagerung der tertiären Periode bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterſchiedenen Arten beträgt ungefähr 1200.

62. Stamm: Resedales, Reſedalen.

Umfaßt die Familien Resedaceae und Asterocarpaceae.

Kräuter und Halbſträucher mit ſchraubig geordneten Laubblättern, ohne Nebenblätter. Die Blüten zygomorph, zwitterig oder ſcheinzwitterig, ähren- oder traubenförmig gruppiert. Die Blumenblätter ſind in Kelch und Krone geſchieden. Kelch und Krone fünf- bis achtgliederig. Der ſchuppenförmige Scheidenteil der Kronenblätter trägt eine in lineale fädige Zipfel geſpaltene Platte. Die Fruchtanlage zwei- bis ſechsgliederig, die Fruchtblätter bilden krugförmige, oben offene Fruchtknoten, das Narbengewebe wird durch die gewulſteten, die Öffnung des Fruchtknotens beſäumenden Ränder der Fruchtblätter gebildet. Die Samenanlagen ſitzen an der Innenfläche der Fruchtblätter, entweder nahe den Rändern derſelben (ſ. Abbildung, S. 68, Fig. 3) oder entlang der Mittelrippe. Pollenblätter 3—40. Der Blütenboden iſt zwiſchen den Pollenblättern und Blumenblättern in eine fleiſchige, einſeitig vorgezogene Scheibe verbreitert. Die Frucht iſt eine Kapſel. Die Samen enthalten kein beſonderes Nährgewebe. Der Keimling iſt gekrümmt. Bei den Reſedaceen findet man einzelne, bei den Aſterocarpaceen mehrere am Grunde miteinander verwachſene Fruchtknoten. Die Aſterocarpaceen haben eine Sammelfrucht.

Die Reſedalen gehören vorwaltend der nördlich gemäßigten Zone an und zeigen den größten Artenreichtum in der mittelländiſchen Flora. Foſſile Reſte ſind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 30.

** Die Blumenblätter und Pollenblätter entſpringen aus dem die Fruchtanlage umgebenden oder ſich über dieſelbe erhebenden becherförmigen Scheibenboden (Hypanthium), alſo oberhalb der Baſis der Fruchtanlage: Anantheae.

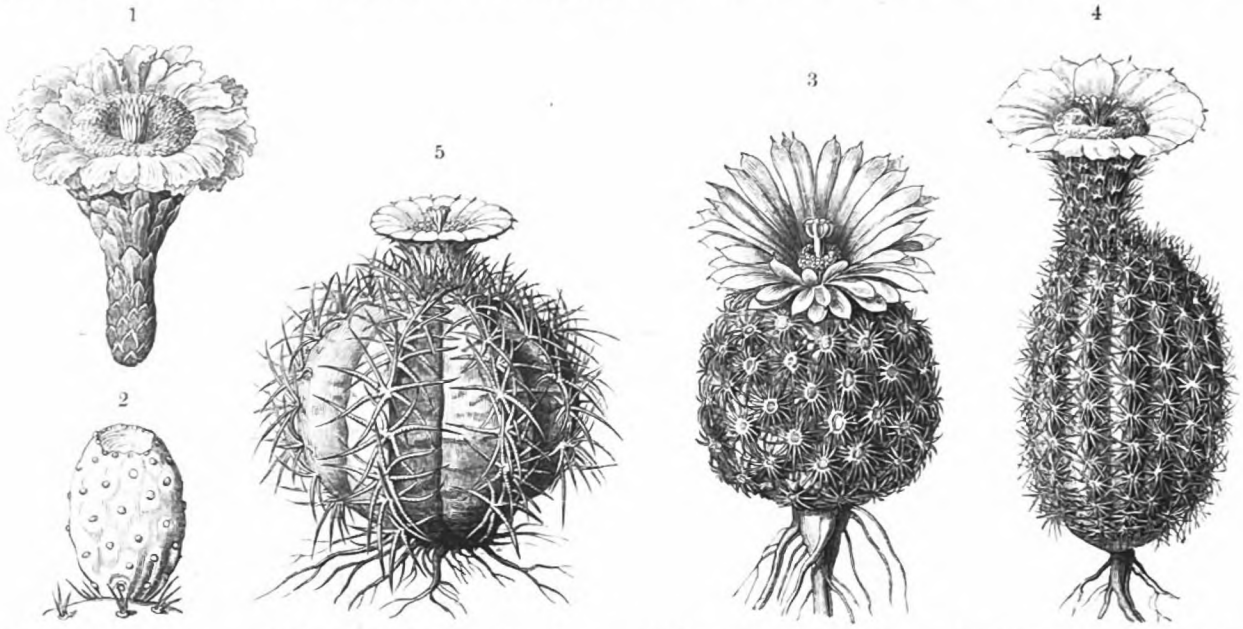
63. Stamm: Cacteae, Kakteen.

Umfaßt die Familien Opuntiaceae und Cactaceae.

Ausdauernde Gewächſe, deren Sproſſe als Nopale oder Phyllokladien ausgebildet ſind. Die Blüten einzeln, aktinomorph oder zygomorph, zwitterig. Die Fruchtanlage beſteht aus einem becherförmig ausgehöhlten Blütenboden, von deſſen Innenwand unmittelbar die fadenförmigen Träger der Samenanlagen ausgehen (ſ. Abbildung, S. 71, Fig. 1 und 2). Nach oben zu wird der bauchig erweiterte untere Teil des Blütenbodens von Fruchtblättern abgeſchloſſen. Die Außenſeite des Blütenbodens iſt von ſchraubig geordneten Blumenblättern bekleidet, von welchen die unteren klein und unſcheinbar, die oberen kronenförmig und lebhaft gefärbt ſind (ſ. Abbildung, S. 689, Fig. 1—5). An der Innenſeite des im oberen Teile röhrenförmig vorragenden Blütenbodens entſpringen dicht gedrängt zahlreiche Pollenblätter in ſchraubiger Anordnung. Der Pollen iſt haftend. Die Frucht iſt einfächerig, beerenartig (ſ. Abbildung, S. 689, Fig. 5). Die Samen enthalten kein beſonderes Speichergewebe.

Nur die Gattung Pereskia zeigt dicke, grüne Laubblätter; bei den anderen Gattungen erſcheinen an Stelle der Blätter hinfällige kleine Schuppen oder Stacheln, und es wird die Aſſimilation durch das grüne Rindengewebe der in Form von Nopalen und Phyllokladien ausgebildeten Stämme ermöglicht (ſ. Band I, S. 302 und 415). Die Rhipsalis und Phyllocactus-Arten, welche als Überpflanzen auf der Borke alter Bäume leben, zeigen reichverzweigte und gegliederte, häufig bogenförmig überhängende Phyllokladien, die Stengelglieder der Opuntien ſind von der Seite her zuſammengedrückt und mehr oder weniger ſcheibenförmig geſtaltet (ſ. Abbildung, Band I, Tafel „Opuntien auf dem Plateau

bei Anahuak [Mexico]“ bei S. 415). Die nopalartigen Stämme der Königin der Nacht (Cereus nycticalus, ſ. Band I, Tafel bei S. 601, rechts) ſind prismatiſch und klettern mittels Haftwurzeln an Felſen und an der Borke von Bäumen. Andere Cereus-Arten, ſo namentlich der 20 m hohe Cereus giganteus, beſitzen aufrechte, ſäulenförmige Stämme (ſ. Band I, Tafel bei S. 601, links). Wieder andere Cereus-Arten ſowie die vielen Formen von Mamillaria, Melocactus, Echinocactus und Echinopsis ſind kugelig oder kuchenförmig, oder ſie haben die Geſtalt kurzer Stümpfe und ſind entweder mit getrennten Papillen beſetzt, welche auf ihrem Scheitel einen Dornbüſchel tragen (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 3), oder ſie ſind mit Warzen beſetzt, welche zu Kämmen und Rippen verſchmolzen ſind (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 4 und 5). Die Nopale gehören der Neuen



Cacteae: 1. Blüte; — 2. Frucht des Cereus giganteus. — 3. Mamillaria pectinata. — 4. Cereus dasyacanthus. — 5. Echinocactus horizontalis. — Sämtliche Figuren verkleinert. Vgl Text, S. 688.

Welt an und bewohnen jene Landſchaften, wo der kurzen Regenzeit eine lang andauernde Trockenperiode folgt. Den größten Reichtum an Arten weiſt Mexiko auf. Einige Arten finden ſich noch in den Hochgebirgen der Anden. Foſſile Reſte ſind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 1300.

64. Stamm: Pepones, Kürbisartige.

Umfaßt die Familien Cucurbitaceae und Begoniaceae.

Einjährige oder ausdauernde Kräuter und Halbſträucher. Die Laubblätter von ſtrahlläufigen Strängen durchzogen. Die vereinzelt ſtehenden oder in Cymen geordneten Blüten aktinomorph, ſcheinzwitterig, einhäuſig und zweihäuſig. Die Blumenblätter entſpringen von dem als Hypanthium ausgebildeten oberſten Teile des tief ausgehöhlten Blütenbodens und ſind in 1—2 zwei- bis fünfgliederige Wirtel geordnet. Wenn zwei Wirtel vorhanden ſind, erſcheinen beide kronenartig gefärbt, oder der untere iſt als Kelch und der obere als Krone ausgebildet. Die Kronenblätter ſind entweder frei oder teilweiſe miteinander verwachſen. Die Fruchtanlage iſt unterſtändig und wird von dem becherförmig ausgehöhlten, nach oben zu von Fruchtblättern abgeſchloſſenen Blütenboden gebildet. Die Samenanlagen werden von dicken, in zwei Leiſten geſpaltenen Wülſten getragen, die, von der Wand ausgehend, gegen die Mitte der Fruchtknotenhöhle vorſpringen. Das Androeceum beſteht aus

fünf oder vielen von dem Hypanthium entſpringenden und an ihrer Urſprungsſtelle mit der Blumenkrone verwachſenen Pollenblättern. Die Frucht iſt beeren- oder kapſelartig. Die Samen enthalten kein beſonderes Speichergewebe.

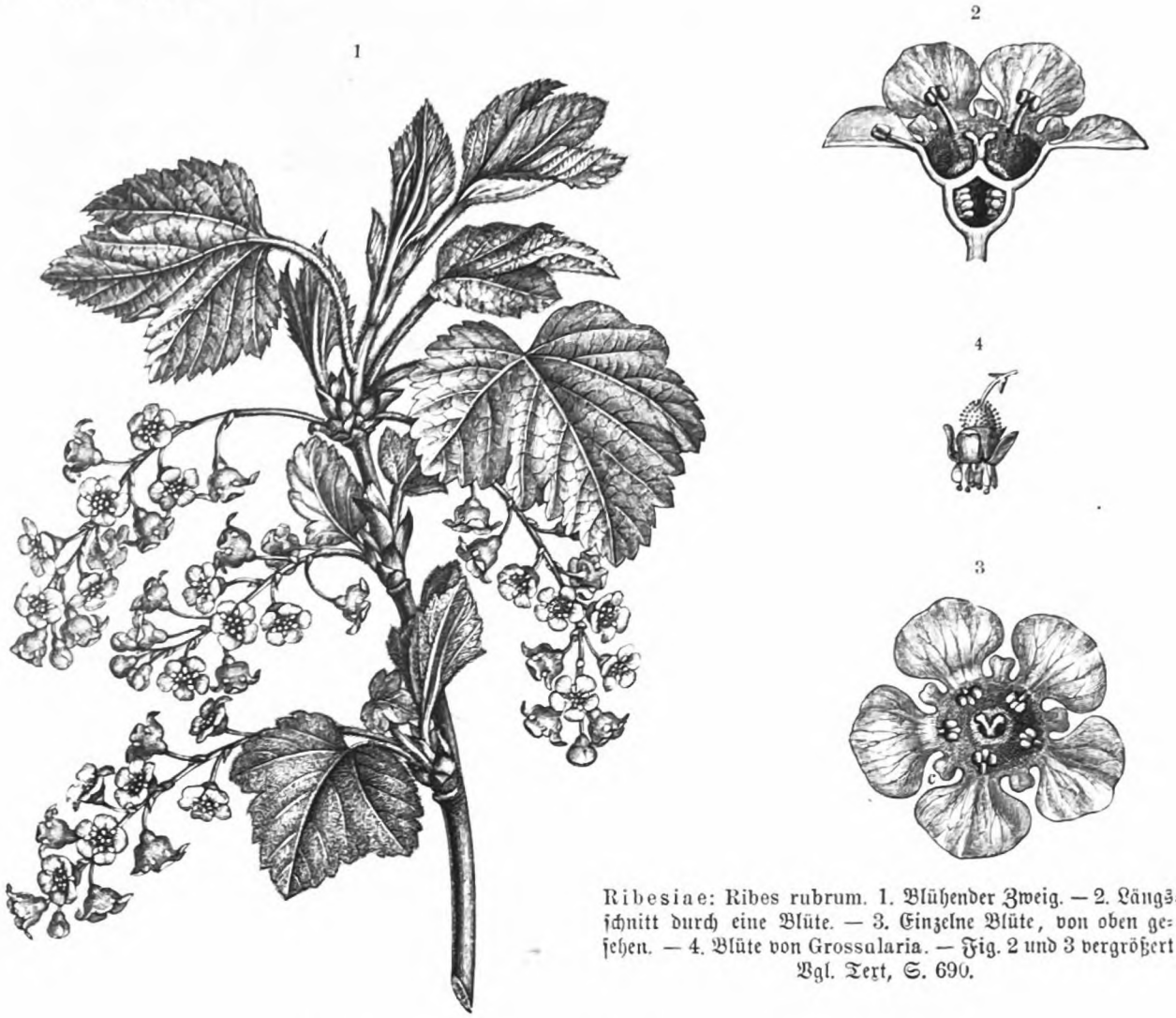
Die Cucurbitaceen haben ſymmetriſche Laubblätter, keine Nebenblätter und häufig Ranken (ſ. Abbildung, Band I, S. 655), die Begoniaceen haben ſchiefe unſymmetriſche Blattſpreiten, große zerſchlitzte Nebenblätter und niemals Ranken (ſ. Abbildung, Band I, S. 390). Die Wirtel der Blumenblätter ſind bei den Cucurbitaceen fünfgliederig. Bei den Begoniaceen ſind die Blumenblätter der Fruchtblüten in 2 drei- bis fünfgliederige, jene der Pollenblüten in 2 zwei- bis fünfgliederige Wirtel geordnet. Von dem unterſtändigen Fruchtknoten der Begoniaceen gehen drei flügelförmige Leiſten aus. Die Träger der Samenanlagen füllen bei den Cucurbitaceen die Höhlung des Fruchtknotens ſo vollſtändig aus, daß zwiſchen ihnen nur ſchmale ſpaltförmige Zwiſchenräume übrigbleiben. Bei vielen Cucurbitaceen verwandeln ſich dieſe Träger zur Zeit der Samenreife in eine ſaftreiche Maſſe (z. B. bei den Gurken, Melonen und Kürbiſſen). Auch bei den Begoniaceen ſind ſie von der Wand bis zur Mitte des Fruchtknotens vorgeſchoben, und die Fruchtknotenhöhle erſcheint dadurch in Fächer geteilt. Das Andröceum zeigt eine große Mannigfaltigkeit. Bei einigen Cucurbitaceen ſind die fünf Pollenblätter frei, bei anderen ſind ſie teilweiſe verſchmolzen und wieder bei anderen ſämtlich miteinander zu einer Säule verwachſen. Auch bei den Begoniaceen ſieht man die Pollenblätter zu einer Säule verwachſen. In vielen Fällen ſind die Pollenbehälter ähnlich den Darmſchlingen gewunden, und bei einer Gattung (Cyclanthera) erſcheint nur ein einziger, von einer Säule getragener Pollenbehälter. Die Kürbisartigen ſind vorwiegend Bewohner der Tropen. Die Begoniaceen finden ſich insbeſondere nicht ſelten als Überpflanzen in den amerikaniſchen Tropenwäldern. Über die urſprüngliche Heimat der Melonen, Kürbiſſe und Gurken herrſchen noch manche Zweifel. Im ſüdlichen Europa iſt dieſer Stamm durch die Spritzgurke (Elaterium), im mittleren und nördlichen Europa durch die Zaunrübe (Bryonia) vertreten. Foſſile Reſte ſind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 1100.

65. Stamm: Ribesiae, Ribeſien.

Umfaßt die Gattungen: Grossularia, Ribes, Botryocarpium, Robsonia.

Sträucher mit ſchraubig angeordneten Laubblättern. Die Spreite der Laubblätter iſt handförmig gelappt und von ſtrahlläufigen Strängen durchzogen (ſ. Abbildung, S. 691, Fig. 1). Die Blüten ſind einzeln ſtehend oder traubenförmig gruppiert, aktinomorph, zwitterig, ſcheinzwitterig und zweihäufig. Die Blumenblätter ſind in Kelch und Krone geſchieden. Beide beſtehen aus je einem vier- bis fünfgliederigen Wirtel und entſpringen am Rande des beckenförmigen oder röhrenförmigen Hypanthiums (ſ. Abbildung, S. 691, Fig. 2—4). Die Fruchtanlage iſt unterſtändig, einfächerig und wird von dem becherförmig ausgehöhlten, nach oben zu von zwei Fruchtblättern abgeſchloſſenen Blütenboden gebildet. Die Samenpolſter entſpringen in Reihen geordnet an der Innenwand des Blütenbodens (ſ. Abbildung, S. 691, Fig. 2). Der Blütenboden der ſcheinzwitterigen Pollenblüten (z. B. bei Ribes alpinum) iſt nicht ausgehöhlt und enthält auch keine Samenanlagen. Die in einen vier- bis fünfgliederigen Wirtel geordneten Pollenblätter entſpringen am Rande des becken- oder röhrenförmigen Hypanthiums. Der Pollen iſt haftend. Die Frucht iſt eine Beere. Die Samen beſitzen eine fleiſchige oder gallertige Samenſchale und enthalten ein fleiſchiges beſonderes Speichergewebe, in deſſen Grunde der Keimling eingebettet iſt. Der Kelch iſt gewöhnlich blumenblattartig gefärbt, die Kronenblätter dagegen ſind klein und unſcheinbar. — Die Ribeſien bewohnen die gemäßigte Zone der nördlichen

Erdhälfte und die Anden Südamerikas. Foſſile Reſte finden ſich in den Ablagerungen der tertiären und diluvialen Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 80.



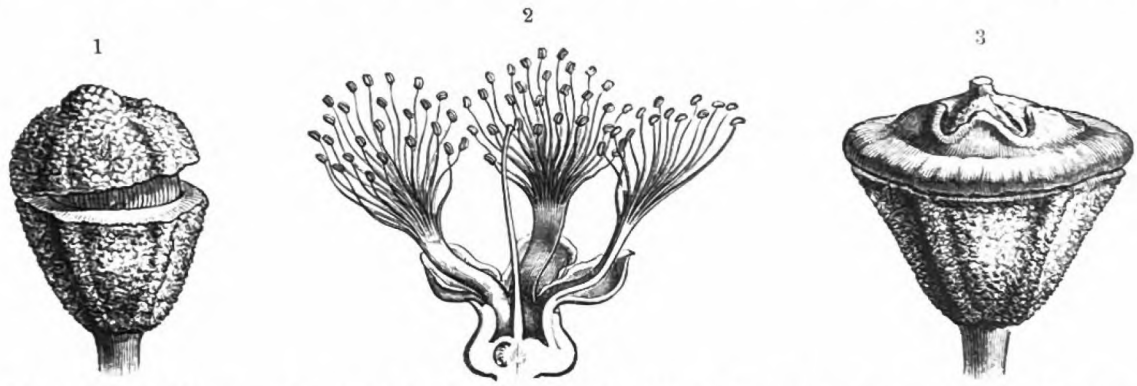
Ribesiae: Ribes rubrum. 1. Blühender Zweig. — 2. Längsſchnitt durch eine Blüte. — 3. Einzelne Blüte, von oben geſehen. — 4. Blüte von Grossularia. — Fig. 2 und 3 vergrößert Vgl. Text, S. 690.

66. Stamm: **Myrtiflorae, Myrtifloren.**

Umfaßt die Familien: Chamaelauciaceae, Lecythidaceae, Leptospermaceae, Myrtaceae, Granataceae, Fuchsiaceae, Montiniaceae, Jussieuaceae, Epilobiaceae, Circaeaceae.

Einjährige und ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume mit ungeteilten Laubblättern. Die Spreite der Laubblätter iſt von einem Hauptſtrange und fiederförmig angeordneten, ſchlingenläufigen Seitenſträngen durchzogen. Die Blüten ſind zwitterig, aktinomorph oder zygomorph. Die Blumenblätter entſpringen von einem dem unterſtändigen Fruchtknoten aufgeſetzten ringförmigen oder röhrenförmigen Hypanthium und ſind in Kelch und Krone geſchieden. Sowohl der Kelch wie die Krone beſtehen aus je einem zwei- bis ſechsgliederigen Wirtel. Der Fruchtknoten wird aus dem becherförmigen, ausgehöhlten, nach oben zu von Fruchtblättern abgeſchloſſenen Blütenboden gebildet. Die Samenpolſter entſpringen im Grunde des Bechers im Umkreiſe einer Mittelſäule (ſ. Abbildung, S. 71, Fig. 8 und 9). Die in 1, 2 oder mehr zwei- bis ſechsgliederige Wirtel angeordneten Pollenblätter entſpringen von dem fleiſchigen, ring- oder röhrenförmigen Hypanthium, welches ſich über den Fruchtknoten erhebt. Die Frucht iſt beeren-, pflaumen- oder kapſelartig.

Die Granataceen, Fuchſiaceen, Montiniaceen, Juſſieuaceen, Epilobiaceen und Circäaceen enthalten wäſſerige Säfte, die zu den anderen Familien gehörenden Arten ſind mehr oder weniger reich an aromatiſchen Stoffen und ätheriſchen Ölen. Mehrere werden als Gewürze benutzt. Der „Nelkenpfeffer" ſtammt von Pimenta officinalis, und die „Gewürznelken" ſind die Blütenknoſpen von Eugenia caryophyllata.. Während die Circäaceen kleine zarte Kräuter und die Chamälauciaceen niedere Sträucher von heidekrautartigem Anſehen ſind, zählen mehrere Arten der zu den Leptoſpermaceen gehörenden Gattung Eucalyptus zu den höchſten Bäumen der Welt (ſ. Band I, S. 681). Bei den Circäaceen folgen in der Blüte zwei Kelchblätter, zwei Kronenblätter und zwei Pollenblätter aufeinander (ſ. Abbildung, S. 234, Fig. 8). Bei Oenothera und Epilobium wird der Kelch und die Krone aus je einem und das Andröceum aus 2 viergliederigen Wirteln gebildet (ſ. Abbildung, S. 282 und S. 350). Bei Eucalyptus, Myrtus und vielen anderen Gattungen beträgt die Zahl der Staubfäden über 100, bei Melaleuca (ſ. Abbildung, S. 291, Fig. 4) ſind die Staubfäden in Bündel verwachſen. Wenn die Kronenblätter unterdrückt ſind, erſcheinen



Myrtiflorae: 1. Melaleuca; Längsſchnitt durch die Blüte. — 2. Blütenknoſpe von Eucalyptus globulus; die verwachſenen Kelchblätter löſen ſich im Beginne des Blühens als Deckel von dem Blütenboden ab. — 3. Frucht des Eucalyptus globulus. (Nach Baillon.)

die fadenförmigen Träger der Antheren weiß oder lebhaft rot und gelb gefärbt. Bei den Fuchſiaceen ſind die Kelchblätter kronenartig gefärbt, bei einigen Arten der Gattung Eucalyptus löſen ſich vor dem Aufblühen die zu einem Deckel verwachſenen Kelchblätter von dem Blütenboden ab. Dieſe merkwürdige Ablöſung wird durch die Fig. 1 der obenſtehenden Abbildung (welche auf S. 425 mit der Frucht eines Eucalyptus zuſammen als Kapſel bezeichnet erſcheint) zur Anſchauung gebracht. Das dem Fruchtknoten aufgeſetzte Hypanthium zeigt alle möglichen Abſtufungen von der Geſtalt einer flachen Schale bis zu jener einer langen Röhre (ſ. Abbildung von Oenothera, S. 248). Die Fruchtanlage iſt bei mehreren Familien von Scheidewänden durchzogen, deren Gewebe dem Blütenboden angehört, und welche von der Mittelſäule bis zur Wand der Fruchtknotenhöhle reichen. Bei den Granataceen (Punica Granatum) iſt der Fruchtknoten überdies durch Gewebeplatten in ein unteres und oberes Stockwerk geteilt, und es ſind ſowohl in den Fächern des unteren wie des oberen Stockwerkes Samenpolſter ausgebildet. Die Früchte mehrerer Lecythidaceen, namentlich jene von Lecythis, öffnen ſich mit einem Deckel, jene von Eucalyptus ſtellen holzige feſte Kapſeln dar, welche im Mittelfelde des Scheitels mit Klappen, Löchern und Spalten aufſpringen (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 3). Die Früchte der Circäaceen bleiben geſchloſſen und haben ein pflaumenartiges Anſehen, jene der Epilobiaceen ſind ſchotenähnlich und öffnen ſich mit Klappen. Die Myrtaceen und Fuchſiaceen haben eine beerenartige Frucht. Die Frucht des Granatapfels (Punica Granatum) erinnert, wie ſchon der Name andeutet, an einen Apfel. Die Samen der zu den Lecythidaceen gehörigen Bertholletia excelsa, welche als „Paranüſſe" bekannt ſind, haben eine ſteinharte, die Samen

des Granatapfels eine fleiſchige Samenſchale, und jene der Epilobiaceen ſind mit Haaren beſetzt. Die Myrtifloren ſind über alle Weltteile verbreitet. Die Chamälauciaceen und Leptoſpermaceen gehören Auſtralien und dem Inſelgebiete des Stillen Ozeans an. Mehrere Arten dieſer Familien ſind Beſtandteile der Gebüſchdickichte Neuhollands, andere, zumal die Arten der Gattung Eucalyptus, bilden dort Wälder (ſ. die Tafel bei S. 655). Die Lecythidaceen bewohnen vorwiegend Südamerika. Die Myrtaceen finden ſich in Aſien und Afrika und am reichſten in Amerika verbreitet. Europa beherbergt davon nur Myrtus communis im mittelländiſchen Florengebiete. Die Fuchſiaceen ſind in Zentral- und Südamerika einheimiſch, die Epilobiaceen und Circäaceen ſind vorwiegend in der nördlichen gemäßigten Zone zu Hauſe, und einige Arten der Gattung Epilobium finden ſich noch in der arktiſchen und in der Hochgebirgsflora. Foſſile Reſte von Myrtaceen und Granataceen ſind in den Schichten der tertiären Periode gefunden worden. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 2500.

67. Stamm: Spiranthae, Schraubenblütige.

Umfaßt die Familien Calycanthaceae und Monimiaceae.

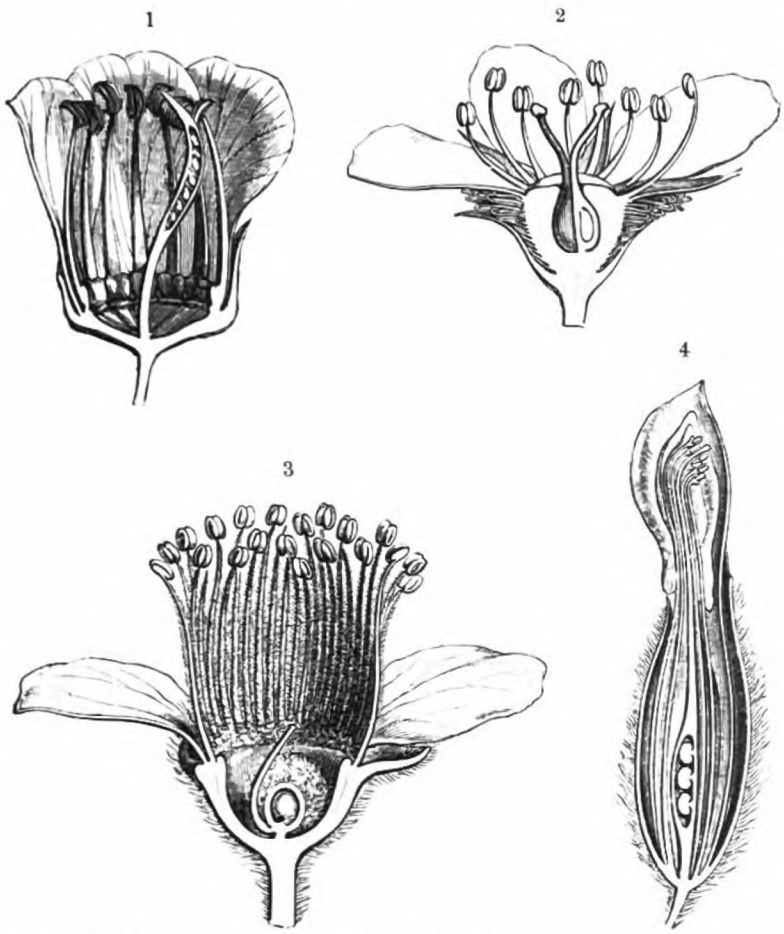
Bäume und Sträucher mit aromatiſchen Zweigen und Blättern. Die Spreiten der Laubblätter ungeteilt, von fiederläufigen Strängen durchzogen. Die Blüten einzeln oder in Cymen zuſammengeſtellt, aktinomorph und zygomorph, zwitterig, ſcheinzwitterig, einhäufig und zweihäufig. Die Blumenblätter ſind ſchraubig angeordnet und bekleiden die Außenſeite des krug-, napf- oder tellerförmigen Hypanthiums (ſ. Abbildung, S. 292, Fig. 3, und S. 428, Fig. 1). Am Rande des Hypanthiums ſind die Blumenblätter gehäuft und bilden dort bisweilen Scheinwirtel. Die Fruchtanlage wird aus drei bis ſehr vielen getrennten eingliederigen Stempeln gebildet, welche an der ausgehöhlten Seite des Hypanthiums entſpringen, daſelbſt ſchraubig geordnet und über die ganze Aushöhlung verteilt oder im Grunde des Hypanthiums zuſammengedrängt ſind. Auch die Pollenblätter, 10 bis über 100 an der Zahl, entſpringen an der Innenwand des Hypanthiums und zeigen eine ſchraubige Anordnung. Die Frucht iſt eine Nuß oder Steinfrucht. Infolge der Beteiligung des Blütenbodens entſtehen häufig auch Sammelfrüchte (ſ. Abbildung, S. 428, Fig. 1 und 2).

Die Blumenblätter gehen bei den Calycanthaceen ähnlich wie bei den Kakteen ohne ſcharfe Grenze in Deckblätter über. Jene, welche am Rande des becherförmigen Hypanthiums ſtehen, ſind gewöhnlich kronenartig gefärbt. Bei mehreren Monimiaceen ſind die Stempel in das fleiſchige Gewebe des Blütenbodens eingeſenkt, und ſolche Blüten haben einige Ähnlichkeit mit den Blütenſtänden von Ficus, Artocarpus, Dorstenia und anderen zu den Grünblumigen gehörenden Pflanzenformen. Doch ſind es bei den Schraubenblütigen nur die Fruchtknoten, welche in die Aushöhlungen des Blütenbodens eingebettet ſind, während bei den Grünblumigen ganze Blüten von der fleiſchigen Maſſe des Blütenlagers umwallt werden. Die Antheren der zu den Monimiaceen gehörigen Doryphora ſpringen mit Klappen auf und zeigen ein fadenförmig verlängertes Konnektiv (ſ. Abbildung, S. 85, Fig. 31). Bei den Calycanthaceen birgt die Fruchtknotenhöhle zwei, bei den Monimiaceen nur eine Samenanlage. Die Keimblätter der Calycanthaceen ſind zuſammengerollt, jene der Monimiaceen flach. Die Calycanthaceen ſind auf Japan und Nordamerika beſchränkt, die Monimiaceen gehören den tropiſchen und ſubtropiſchen Gebieten Afrikas, Aſiens, Auſtraliens und Amerikas an und ſind ſüdlich vom Äquator am reichſten vertreten. Die Angaben über das Vorkommen foſſiler Reſte in verſchiedenen tertiären Ablagerungen ſind zweifelhaft. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 150.

68. Stamm: Crateranthae, Becherblütige.

Umfaßt die Familien: Papilionaceae, Caesalpinaceae, Mimosaceae, Amygdalaceae, Agrimoniaceae, Pomaceae, Rosaceae, Dryadaceae, Rubaceae, Chrysobalanaceae, Spiraeaceae, Saxifragaceae, Escalloniaceae, Cephalotaceae, Francoaceae, Crassulaceae, Hydrangeaceae, Philadelphaceae, Styracaceae, Hamamelidaceae, Rhamnaceae.

Einjährige oder ausdauernde reichblütige Kräuter, Sträucher und Bäume. Die Blüten ſind aktinomorph und zygomorph, zwitterig, ſcheinzwitterig, einhäuſig und zweihäuſig. Die Blumenblätter ſind in 2 vier- bis fünfgliederige Wirtel geordnet. Der untere Wirtel iſt als Kelch, der obere als Krone ausgebildet. Beide Wirtel entſpringen von dem krugförmigen, napfförmigen oder flach ausgebreiteten Hypanthium, und zwar die Kronenblätter ſtets vom Rande, die Kelchblätter teilweiſe auch am Grunde des Hypanthiums. Im letzteren Falle iſt die Röhre des Kelches mit der Außenſeite des Hypanthiums verwachſen. Die Fruchtanlage befindet ſich inmitten des Hypanthiums. Sie wird entweder aus einem einzigen Fruchtblatte gebildet, welches einen einfächerigen Stempel darſtellt (ſ. nebenſtehende Abbildung, Fig. 1, 3 und 4), oder es ſind mehrere getrennte einfächerige Stempel vorhanden (ſ. nebenſtehende Abbildung, Fig. 2, und S. 70, Fig. 2), oder aber es ſind zwei bis viele Fruchtblätter zu einem gefächerten Fruchtknoten verbunden, welcher am Grunde oder bis zur Mittelhöhe oder ſelbſt bis zu ſeinem Scheitel mit dem umſchließenden Hypanthium verwachſen iſt (ſ. Abbildung, S. 70, Fig. 4—6). Die Samenanlagen befinden ſich an der Bauchnaht, beziehentlich im inneren Winkel der Fruchtknotenfächer. Die Pollenblätter entſpringen vom Rande des Hypanthiums (ſ. obenſtehende Abbildung). Sie bilden 1—2 oder mehr drei- bis fünfgliederige Wirtel. Die Frucht iſt ſehr mannigfaltig (Hülſe, Balgfrucht, Steinfrucht, Nuß, Beere ꝛc.), und dieſe Mannigfaltigkeit gibt vorzügliche Anhaltspunkte zur Abgrenzung der zahlreichen dieſem Stamme angehörenden Familien. Auch die Geſtalt des Hypanthiums iſt ſehr verſchieden, und es laſſen ſich bei Berückſichtigung dieſer Verſchiedenheiten die oben aufgezählten Familien in mehrere Gruppen zuſammenſtellen. Zunächſt eine Gruppe, bei welcher das Hypanthium im Vergleiche zu den Blumenblättern kurz iſt, welche einen einzigen Stempel als Fruchtanlage beſitzen, und bei welcher das Hypanthium zur Zeit der Fruchtreife vertrocknet oder ſich ablöſt (Papilionaceen, Cäſalpinaceen, Mimoſaceen, Amygdalaceen, Rhamnaceen); eine Gruppe, bei welcher das



Crateranthae: Längsſchnitte durch die Blüten von: 1. Cadia varia (Familie Caesalpinaceae). — 2. Agrimonia Eupatorium (Familie Agrimoniaceae). — 3. Chrysobalanus (Familie Chrysobalanaceae). — 4. Anthyllis Vulneraria (Familie Papilionaceae). (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 695.

Hypanthium flach ausgebreitet ist, die Blumen- und Pollenblätter am Rande trägt, sich bei der Fruchtreife nicht ablöst und in der Blütenmitte mehrere schraubig geordnete, getrennte, einfächerige Stempel trägt (Dryadaceen; s. Abbildung, S. 170, Fig. 1); eine Gruppe, bei der das Hypanthium bei der Fruchtreife weiter wächst und zu einer Hülle für die Nußfrüchte wird, welche sich aus den getrennten Stempeln im Inneren der krugförmigen Aushöhlung des Hypanthiums entwickelt haben (Agrimoniaceen, Rosaceen; s. Abbildung, S. 694, Fig. 2, und S. 70, Fig. 1 und 2); eine Gruppe, bei welcher der mehrfächerige Stempel mit dem ihn vollständig umgebenden Hypanthium verwachsen ist, und wo das Hypanthium zu einer fleischigen Fruchtdecke wird (Pomaceen; s. Abbildung, S. 70, Fig. 4—6); eine Gruppe, bei welcher die zweigliederige Fruchtanlage nur bis zur Mittelhöhe der Fruchtblätter mit dem Hypanthium verwachsen ist, so daß die obere Hälfte der Fruchtanlage über das von der Kelchröhre überzogene Hypanthium herausragt (ein Teil der Saxifragaceen); endlich eine Gruppe, bei welcher das kurze Hypanthium nur mit dem Grunde der mehrgliederigen aktinomorphen Fruchtanlage verwachsen ist (Crassulaceen, Styracaceen 2c.). Diese Gruppen sind keineswegs scharf geschieden, und die Bindeglieder werden wieder als besondere Familien beschrieben. Bemerkenswert ist noch, daß sich in den Blüten Honig absondernde Gewebe der verschiedensten Form und an den verschiedensten Stellen ausgebildet zeigen, bald als ein fleischiger Überzug der inneren, beziehentlich der oberen Seite des Hypanthiums (mehrere Dryadaceen), bald als ein den Grund des Stempels umgebender Wulst (mehrere Saxifragaceen), bald in Gestalt einer ringförmigen Leiste oder in Form getrennter warzenförmiger Drüsen, welche dem Rande des sehr kurzen Hypanthiums aufsitzen und als metamorphosierte Pollenblätter gedeutet werden (Crassulaceen).

Unter den Cäsalpinaceen, Pomaceen und Hamamelidaceen finden sich viele Arten mit baumförmigem Wuchs, und unter den Mimosaceen, Amygdalaceen, Rosaceen, Spiräaceen, Rhamnaceen und Hydrangeaceen auffallend viele Sträucher und Halbsträucher. Die meisten Kräuter trifft man unter den Papilionaceen, Dryadaceen, Agrimoniaceen und Saxifragaceen. Zu den Cäsalpinaceen zählen mehrere kletternde Lianen (s. Band I, S. 693), zu den Papilionaceen zahlreiche Rutensträucher (s. Band I, S. 305), zu den Mimosaceen viele Sträucher mit Phyllokladien. Unter den Saxifragaceen und Crassulaceen trifft man zahlreiche Arten mit Dickblättern (s. Band I, S. 301). Cephalotus zählt zu den tierfangenden Arten (s. Band I, S. 122). Durch zusammengesetzte, gefiederte und gefingerte Laubblätter sind insbesondere die Rubaceen, Dryadaceen, Rosaceen, Papilionaceen, Cäsalpinaceen und Mimosaceen (s. Band I, S. 502), durch ungeteiltes Laub die Amygdalaceen, Styracaceen, Crassulaceen, Philadelphaceen und Rhamnaceen ausgezeichnet. Die Blüten der Papilionaceen und Cäsalpinaceen sowie jene einiger Saxifragaceen und Chrysobalanaceen sind zygomorph, jene der anderen Familien aktinomorph. Bei einigen Mimosaceen, Crassulaceen und Styracaceen sind die Kronenblätter am Grunde miteinander verwachsen. Unscheinbare, grünliche kleine Kronenblätter zeigen einige Agrimoniaceen, Dryadaceen, Saxifragaceen, Crassulaceen und sehr viele Hamamelidaceen und Rhamnaceen; die meisten dem Stamme der Beckenblütigen angehörenden Arten weisen aber lebhaft gefärbte Kronenblätter auf. Stäubender Pollen wird nur bei sehr wenigen Arten (z. B. Poterium) beobachtet. Bei einigen Dryadaceen und Chrysobalanaceen entspringt der Griffel seltsamer Weise an der Basis des Fruchtknotens (s. Abbildung, S. 694, Fig. 3). Die Frucht der Papilionaceen, Cäsalpinaceen und Mimosaceen ist eine Hülse (legumen), und es werden diese drei Familien von den Botanikern häufig auch unter dem Namen Leguminosen zusammengefaßt. Die Amygdalaceen, Chrysobalanaceen und Rubaceen haben eine einkernige, die Rhamnaceen eine dreikernige Steinfrucht. Bei den Rosaceen, Agrimoniaceen und Pomaceen kommen sehr mannigfache Scheinfrüchte zur Ausbildung (s. S. 429). Die Agrimoniaceen

und Dryadaceen ſind durch kleine nußartige Früchte ausgezeichnet, und die Spiräaceen, Saxifragaceen und Craſſulaceen zeigen Balgfrüchte, welche am oberen Teile der Bauchnaht aufſpringen. Die Samen der meiſten oben aufgezählten Familien enthalten kein beſonderes Speichergewebe; dagegen ſind die dicken Keimblätter vollgepfropft mit Reſerveſtoffen, und mehrere dieſer Samen bilden auch wichtige Nahrungsmittel für den Menſchen (z. B. die Hülſenfrüchte: Bohnen, Erbſen, Fiſolen, Linſen ꝛc.).

Die Beckenblütigen ſind über alle Weltteile und alle Zonen verbreitet. Vorwiegend den Tropen gehören die Cäſalpinaceen und Chryſobalanaceen, vorwiegend dem arktiſchen Gebiete und den Hochgebirgen die Dryadaceen und Saxifragaceen an. Die Papilionaceen werden in auffallend großer Zahl in der mittelländiſchen Flora und in den Steppengebieten des ſüdweſtlichen Aſien angetroffen. Von der Gattung Astragalus allein kennt man aus den zuletzt genannten Gebieten mehr als 800 Arten. Die Mimoſaceen, zumal die Arten der Gattung Acacia, ſind in Auſtralien und Afrika durch viele eigentümliche Formen vertreten. Die Roſaceen und Rubaceen, namentlich die Gattungen Rosa und Rubus, ſind im mittleren Europa und die Spiräaceen und Amygdalaceen in Weſtaſien in einer erſtaunlichen Mannigfaltigkeit von Arten zu Hauſe. An Craſſulaceen beſonders reich iſt das Kapland und Mexiko, aber auch die Gebirgsländer des ſüdlichen Europa beherbergen aus dieſer Familie, namentlich aus der Gattung Sempervivum, ſehr viele Arten. Die Craſſulacee Rhodiola rosea wird noch in der arktiſchen Flora und Sedum repens noch in den Schneegruben der Alpen in der Seehöhe von 3000 m angetroffen. Von den Saxifragaceen geht Saxifraga oppositifolia am weiteſten nach Norden. Sie wurde noch an den nördlichſten bisher erreichten Punkten des Franz-Joſeph-Landes unter dem 81° nördl. Br. angetroffen. In den Zentralalpen kommt dieſe Saxifraga noch in der Seehöhe von 3160 m vor. Foſſile Reſte von Roſaceen, Cäſalpinaceen, Papilionaceen und Rhamnaceen kennt man aus den Ablagerungen der tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 10,000.

69. Stamm: Pachyphyllae, Dickblätterige.

Umfaßt die Familien: Portulacaceae, Molluginaceae, Ficoidaceae, Mesembrianthemaceae.

Einjährige und ausdauernde Kräuter und Halbſträucher mit ungeteilten, fleiſchigen Laubblättern. Die Blüten vereinzelt oder in Büſcheln und Knäueln gruppiert, aktinomorph, zwitterig. Die Blumenblätter ſind frei oder am Grunde miteinander verwachſen, in 1, 2 oder mehrere zwei- bis fünfgliederige Wirtel geordnet. Dieſe ſind entweder ſämtlich kelchartig, oder es iſt nur der unterſte Wirtel kelchartig, und der obere, beziehentlich die oberen ſind kronenartig. Die Fruchtanlage wird aus 3, 5, 8 oder noch mehr zu einem Stempel verwachſenen Fruchtblättern gebildet. Der Fruchtknoten iſt mit dem napfförmigen Blütenboden an der Baſis oder bis zur Mittelhöhe oder bis zum Scheitel verwachſen, von einer drei- bis zehnſtrahligen Narbe gekrönt, ein- oder mehrfächerig. In der Höhlung desſelben erhebt ſich eine Mittelſäule, welche die Trägerin der Samenanlagen iſt. In den mehrfächerigen Fruchtknoten gehen von dieſer Mittelſäule Leiſten und Stränge aus, welche die Samenanlagen tragen und in die Fruchtknotenfächer eingeſchoben ſind. Das Andröceum iſt aus einem oder mehreren drei- bis zehngliederigen Wirteln gebildet. Die Antheren zeigen kein ſpornförmiges Anhängſel und öffnen ſich mit Längsſpalten. Der Pollen iſt haftend. Die Frucht iſt eine Kapſel oder Schließfrucht. Die Samen enthalten ein mehliges Speichergewebe und einen gekrümmten Keimling.

Die Dickblätterigen ſind vorwiegend Bewohner trockener Orte. Nur wenige Arten (z. B. Montia fontana) leben im Quellwaſſer und an ſumpfigen Plätzen. Sie ſind über alle Weltteile verbreitet. Die meiſten Portulacaceen beherbergt Südamerika und das

Kapland. Die Mesembrianthemaceen sind im südlichen Afrika in einer außerordentlichen Mannigfaltigkeit entwickelt. Das Kapland zählt von der Gattung Mesembrianthemum allein über 300 Arten (vgl. Tafel „Immortellen und Kristallkräuter der Kapflora" bei S. 185). Fossile Reste sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 500.

70. Stamm: Melastomeae, Melastomen.

Umfaßt die Familien Melastomaceae und Charianthaceae.

Ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume mit gegenständigen oder wirtelständigen Laubblättern, deren ungeteilte Spreite von 3—11 bogenläufigen, durch spangen-



Melastomeae: Melastoma Malabathricum. (Nach Baillon.)

förmige Anastomosen verbundenen Strängen durchzogen ist (s. obenstehende Abbildung). Die Blüten zwitterig oder scheinzwitterig, schwach zygomorph. Die Blumenblätter in Kelch und Krone geschieden. Der napf- oder röhrenförmige, an der Außenseite von der Röhre des vier- bis sechsgliederigen Kelches überzogene Blütenboden wird von den Zipfeln des Kelches überragt und trägt die mit den Kelchzipfeln abwechselnden 4—6 Kronenblätter. Die Fruchtanlage wird aus 3—8 zu einem Stempel verwachsenen Fruchtblättern gebildet. Der drei- bis achtfächerige Fruchtknoten ist mit dem napf- oder röhrenförmigen Blütenboden an der Basis oder bis zur Mittelhöhe oder bis zum Scheitel verwachsen. In der Mitte desselben erhebt sich eine Achse, und diese ist die Trägerin von Samenpolstern (oberen Fruchtblättern), welche in die einzelnen Fruchtknotenfächer eingeschoben sind. Das Andröceum ist aus 1—2 vier- bis fünfgliederigen Wirteln gebildet. Die Antheren zeigen am Grunde ein spornförmiges Anhängsel und öffnen sich an der Spitze mit 1 oder 2 kleinen Löchern (s. Abbildung, S. 89,

Fig. 13). Der Pollen iſt ſtäubend. Die Frucht iſt eine Beere oder klappig aufſpringende Kapſel. Die Samen enthalten kein beſonderes Nährgewebe.

Die Melaſtomeen gehören vorwaltend dem tropiſchen Amerika an. Foſſile Reſte ſind mit Sicherheit nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 2500.

71. Stamm: Salicariae, Weiderichе.

Umfaßt die Familien: Lythraceae, Cupheaceae, Lagerströmiaceae.

Einjährige oder ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume mit gegenſtändigen oder wirtelſtändigen Laubblättern, deren ungeteilte Spreite von fiederläufigen Strängen durchzogen iſt. Die Blüten zwitterig, aktinomorph oder zygomorph, in Kelch und Krone geſchieden. Der becherförmige oder röhrenförmige, an der Außenſeite von der Röhre des drei- bis ſechzehngliederigen Kelches überzogene Blütenboden wird von den Zipfeln des Kelches überragt und trägt die mit den Kelchzipfeln abwechſelnden 3—16 Kronenblätter. Die Fruchtanlage wird aus 2—6 zu einem Stempel verwachſenen Fruchtblättern gebildet. Der zwei- bis ſechsfächerige Fruchtknoten ſteht frei im Grunde des becherförmigen oder röhrenförmigen Blütenbodens. In der Mitte desſelben erhebt ſich eine Achſe, und dieſe iſt die Trägerin von Samenpolſtern, welche in die einzelnen Fruchtknotenfächer eingeſchoben ſind. Das Andröceum iſt aus 1—2 drei- bis ſechzehngliederigen Wirteln gebildet. Die Antheren ſind ohne Anhängſel und öffnen ſich mit Längsſpalten. Der Pollen iſt haftend. Die Frucht iſt eine von dem becherförmigen Blütenboden bedeckte Kapſel. Die Samen enthalten kein beſonderes Nährgewebe.

Die Weiderichе ſind über alle Weltteile verbreitet. Die größte Mannigfaltigkeit zeigen ſie in den Tropen Amerikas. In der nördlich gemäßigten Zone ſind ſie durch die Gattungen Lythrum, Peplis und Didiplis vertreten. Foſſile Reſte ſind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 400.

72. Stamm: Hygrobiae, Waſſernüſſe.

Umfaßt die Familien: Hippuridaceae, Callitrichaceae, Myriophyllaceae, Gunneraceae, Hydrocaryaceae.

Kräuter und Halbſträucher, welche im Waſſer oder an feuchten Orten leben. Die Blüten zwitterig, ſcheinzwitterig, einhäuſig und zweihäuſig, aktinomorph. Die Blumenblätter unſcheinbar, in 1—2 zwei- bis viergliederige Wirtel geordnet. Fruchtanlage aus einem einzigen oder aus 2—4 miteinander verwachſenen Fruchtblättern gebildet. Der Fruchtknoten zur unteren Hälfte oder ganz von den zu einem Becher verwachſenen Kelchblättern überzogen, ein- bis vierfächerig. Jedes Fach birgt im inneren Winkel eine Samenanlage. Das Andröceum aus 1—8 Pollenblättern gebildet. Die Frucht iſt eine Spaltfrucht (Callitriche; ſ. Abbildung, S. 421, Fig. 3 und 4) oder eine mit dünnem Fruchtfleiſche überzogene Steinfrucht und löſt ſich vom Blütenboden ab. Bei der Waſſernuß (Trapa natans; ſ. Abbildung, Band I, S. 576) ſind die mit dem Fruchtknoten verwachſenen 2 zweigliederigen Wirtel der Kelchblätter zu einem Teile der Frucht geworden, und ihre Enden ſtehen als vier ſtarre Spitzen ab. Der Keimling entwickelt ſich aus der abgefallenen Frucht. Die Blüten der Callitrichaceen ſind von zwei gegenſtändigen Deckblättern geſtützt; die Blumenblätter derſelben ſind faſt ganz unterdrückt. Die Waſſernüſſe ſind über alle Weltteile verbreitet, gehören aber vorwaltend der nördlich gemäßigten Zone an. Die Gunneraceen ſind Bewohner der ſüdlichen Halbkugel. Foſſile Reſte einer dem Myriophyllum ähnlichen Pflanze wurden in Schichten der tertiären Periode gefunden. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 100.

73. Stamm: Passiflorinae, Paſſionsblumige.

Umfaßt die Familien: Passifloraceae, Loasaceae, Datiscaceae, Samydaceae, Turneraceae, Papayaceae.

Einjährige oder ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume mit handförmig gelappten Laubblättern. Die Spreite der Laubblätter iſt von ſtrahlläufigen Strängen durchzogen. Die Blüten ſind zwitterig oder ſcheinzwitterig und zweihäuſig, aktinomorph. Die von dem becherförmigen Hypanthium entſpringenden Blumenblätter ſind in 1—2 vier- bis fünfgliederige Wirtel geordnet. Die Fruchtanlage wird aus drei zu einem Stempel verwachſenen Fruchtblättern gebildet. Der einfächerige Fruchtknoten iſt frei und erhebt ſich auf einem mehr oder weniger verlängerten Stiele aus dem Grunde des Blütenbodens oder er iſt ungeſtielt und mit dem becherförmigen Blütenboden bis zur Mittelhöhe oder bis zum Scheitel verwachſen. Die Samenanlagen werden von drei der Innenwand des Fruchtknotens aufſitzenden und als dicke Wülſte vorſpringenden Samenpolſtern getragen. Das Andröceum iſt vier- bis fünfgliederig; die Pollenblätter entſpringen von dem Rande des becherförmigen Hypanthiums. Die Frucht iſt eine Beere oder eine mit Klappen aufſpringende Kapſel. Die Samen enthalten ein fleiſchiges, beſonderes Speichergewebe, in welches der gerade Keimling eingebettet iſt.

Die Datiscaceen beſitzen ein kelchartiges Perigon, bei den Loaſaceen und Paſſifloraceen ſind die Blumenblätter in zwei Wirtel geſchieden, welche beide kronenartig gefärbt ſind. Bei den Paſſifloraceen iſt zwiſchen das Andröceum und den inneren Wirtel der Blumenblätter eine vielſpaltige ſogenannte „Nebenkrone“ eingeſchaltet. Die Glieder des Andröceums ſind bei den Loaſaceen häufig in viele Fäden geſpalten; jene der Paſſifloraceen ſind an der Baſis zu einer Scheide verwachſen, welche den Träger des Fruchtknotens umgibt und mit ihm verwachſen iſt. Die Paſſionsblumigen gehören vorwiegend dem tropiſchen Amerika an. Foſſile Reſte ſind mit Sicherheit nicht nachgewieſen. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 700.

74. Stamm: Nympheae, Seeroſen.

Umfaßt die Familien: Euryalaceae, Nymphaeaceae, Nupharaceae, Barclayaceae.

Sumpf- und Waſſerpflanzen mit unterirdiſchem Wurzelſtocke und langgeſtielten, ungeteilten Laubblättern. Die Blüten einzeln, zwitterig, aktinomorph. Der Kelch aus 4—12 Blättern gebildet; dieſe ſchraubig oder in Wirteln geordnet. Die Kronenblätter in großer Zahl ausgebildet, ſchraubig geſtellt und ohne ſcharfe Grenze in die Pollenblätter übergehend. Die Blumenblätter ſind mit ihrem Grunde der Fruchtanlage angewachſen und bilden eine reichblätterige Hülle derſelben. Entſprechend dem Grade dieſer Verwachſung erſcheint die Fruchtanlage unterſtändig (Euryalaceae), halb ober-, halb unterſtändig (Nymphaeaceae) und oberſtändig (Nupharaceae). Die Fruchtanlage wird aus vielen wirtelig geſtellten Fruchtblättern gebildet, deren jedes ein beſonderes Fach des Stempels bildet. Die ſchildförmige, dem Fruchtknoten aufſitzende Narbe trägt das zur Aufnahme des Pollens geeignete Gewebe an der unteren Seite des vorſpringenden Randes. Die zahlreichen Samenanlagen ſitzen an der Innenwand der Fächer. Das Andröceum wird aus zahlreichen ſchraubig geſtellten Pollenblättern gebildet und iſt mitunter, ſo namentlich bei den Barklayaceen, an die aus den verwachſenen Kronenblättern gebildete Röhre angewachſen. Der Pollen iſt haftend. Die Frucht eine unregelmäßig aufſpringende, vielſamige Kapſel. Die Samen enthalten ein reichliches, mehliges, beſonderes Speichergewebe. Der Keimling iſt mit einem Würzelchen verſehen.

Die Seeroſen ſind über alle Weltteile verbreitet. Die Mehrzahl gehört den tropiſchen Gebieten, zumal jenen Amerikas, an. Die berühmteſte aller Seeroſen, Victoria regia (ſ. Tafel „Victoria regia im Amazonenſtrome" bei S. 181), bedeckt mit ihren rieſigen Blättern meilenweite Strecken im Gebiete des Amazonenſtromes. Die Barklayaceen ſind auf das tropiſche Aſien und die Sundainſeln beſchränkt. Die Lotosblumen der alten Ägypter Nymphaea Lotus und N. coerulea, gehören den Nilländern an, und erſtere findet ſich auch in warmen Quellen bei Großwardein in Ungarn. Mehrere Nymphäaceen ſind auch in der nördlichen gemäßigten Zone verbreitet, und zwei Arten der Gattung Nuphar erſtrecken ihren Verbreitungsbezirk nordwärts bis in die arktiſche Zone. Foſſile Reſte der Nymphäaceen finden ſich in den Schichten der tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 50.

75. Samm: Rafflesiales, Rafflesialen.

Umfaßt die Familien: Rafflesiaceae, Apodanthaceae, Cytinaceae.

Chlorophylloſe Pflanzen, welche auf den Wurzeln grün belaubter Holzgewächſe ſchmarotzen. Die blütentragende Achſe ſtark verdickt, fleiſchig. Die Blüten einzeln oder traubenförmig gruppiert, zwitterig oder ſcheinzwitterig. Das Perigon vier- bis ſechsgliederig. Fruchtanlage unterſtändig. Die Höhlung des Fruchtknotens regellos in Kammern geteilt, mi Strängen und Leiſten erfüllt, welche die Träger der Samenanlagen ſind. Über den Fruchtknoten erhebt ſich ein ſäulenförmiger, nach oben ſcheibenförmig verdickter Griffel, welcher das Narbengewebe an der unteren Seite des vorſpringenden Scheibenrandes trägt. Die in einen Kreis geſtellten Pollenblätter ſind unterhalb des Narbengewebes der Säule eingefügt. Die Frucht fleiſchig, beerenartig, von der ſtehenbleibenden Säule gekrönt. Die Samen hartſchalig. Der Keimling beſteht aus wenigen Zellen, entwickelt keine Keimblätter und iſt von einem beſonderen ölreichen Speichergewebe umgeben. Über die Saugorgane und die Niederblätter ſ. Band I, S. 184—189, über die Größe der Blumen Band II, S. 181. Die Raffleſien finden ſich in den tropiſchen und ſubtropiſchen Gebieten der Alten und Neuen Welt, zwei Arten der Gattung Cytinus (vgl. Band I, S. 183) im Gebiete der mittelländiſchen Flora. Foſſile Reſte ſind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt 29.

76. Stamm: Serpentariae, Serpentarien.

Umfaßt die Familien: Aristolochiaceae, Apamaceae, Asaraceae.

Ausdauernde Gewächſe, teils mit unterirdiſchen, knolligen oder kriechenden Rhizomen, teils mit windenden, lianenartigen Stammbildungen (ſ. Abbildung, Band I, S. 338, Fig. 1), die Spreite der Laubblätter von ſpitzläufigen Strängen durchzogen (ſ. Band I, S. 592), breit, ganzrandig, bisweilen gelappt. Blüten zwitterig, einzeln oder in cymatiſchen Blütenſtänden, zumal in Büſcheln in den Blattachſeln. Perigon dreigliederig, kronenartig gefärbt, am Grunde verwachſen. Fruchtanlagen unterſtändig oder halbunterſtändig, vier- bis ſechsgliederig. Griffel in eine Säule vereinigt, welche eine ſtrahlige Narbe trägt. Andröceum aus 2—12 dreigliederigen Wirteln gebildet. Samenanlagen in Mehrzahl in den Fächern der Fruchtanlagen. Frucht eine Kapſel (ſ. Abbildung, S. 425, Fig. 5). Der Same enthält ein reichliches beſonderes Speichergewebe und einen ſehr kleinen Keimling mit zwei Keimblättern.

Das Perigon der Aſaraceen und Apamaceen iſt aktinomorph (ſ. Abbildung, S. 279, Fig. 12 und 13), jenes der Ariſtolochiaceen zygomorph oder doch unſymmetriſch, und die Röhre des Perigons verſchiedentlich gebogen und ausgebaucht (ſ. Abbildung, S. 162 und

S. 223, Fig. 6—9). Diese Blumen sind nicht nur durch ihre Gestalt, sondern auch durch ihre düstere, vorherrschend braune Färbung sehr auffallend; bei manchen erreichen sie eine außergewöhnliche Größe. Der Aristolochia grandiflora wurde schon auf S. 181 gedacht, in neuerer Zeit wurde aus dem tropischen Westafrika eine Osterluzei bekannt (Aristolochia Goldieana), deren Perigon 66 cm lang und 28 cm breit ist. Bei den Asaraceen findet man bisweilen drei kleine, zahnförmige Gebilde, welche sich zwischen die drei Blätter des Perigons einschalten, und welche als unterdrückte innere Perigonblätter gedeutet werden. Die Pollenblätter der Aristolochiaceen sind an die Griffelsäule angewachsen (s. Abbildung, S. 291, Fig. 12), jene der Asaraceen und Apamaceen sind frei. Die Samenanlagen sitzen an besonderen leistenförmigen oberen Fruchtblättern. Die Aristolochiaceen sind über alle Weltteile verbreitet. Die größte Artenzahl findet sich in den tropischen und subtropischen Gebieten. Australien besitzt die wenigsten, Südamerika die meisten Aristolochiaceen. Die Apamaceen sind auf Indien und den Malayischen Archipel beschränkt. Am weitesten nach Norden verbreitet ist die Gattung Asarum. Die nördliche und Hochgebirgsgrenze der europäischen Haselwurz (Asarum Europaeum) fällt mit jener der Buche zusammen. Fossile Reste findet man in den Schichten der mesozoischen und tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 200.

77. Stamm: Santalinae, Santalinen.

Umfaßt die Familien: Santalaceae, Viscaceae, Loranthaceae, Olacaceae, Grubbiaceae.

Kräuter, Sträucher und Bäume, von denen die Mehrzahl auf Wurzeln und Stämmen anderer grün belaubter Pflanzen schmarotzt, obschon sie auch selbst infolge des Chlorophyllgehaltes der Rinde und Laubblätter zur Assimilation befähigt sind. Die Laubblätter sind ganzrandig, ohne Nebenblätter. Blüten aktinomorph, einzeln oder trugdoldig gruppiert und dann zu Ähren, Trauben, Dolden und Köpfchen vereinigt, zwitterig, scheinzwitterig, einhäusig und zweihäusig. Das Perigon wird aus 2 zwei- oder dreigliederigen Wirteln gebildet und ist entweder kelch- oder kronenartig. Fruchtanlage zwei- bis dreigliederig, der Fruchtknoten in den scheibenförmigen oder becherförmigen Blütenboden eingesenkt, unterständig oder halb oberständig, einfächerig mit einem Griffel. Samenanlagen 1—5, ohne Integument. Glieder des Andröceums so viele oder doppelt so viele als Perigonblätter; in ersterem Falle stehen dieselben vor den Gliedern des Perigons. Frucht eine Schließfrucht, welche von dem vertrockneten oder fleischig gewordenen und dann zum Teile verschleimten Blütenboden eingehüllt ist, wodurch sie das Ansehen einer Beere oder Steinfrucht erhält. Samen ohne oder mit einer einfachen Samenschale, der Keimling ist zum Teile oder ganz von einem fleischigen besonderen Speichergewebe umgeben.

Über die Senker und Haustorien der schmarotzenden Santalinen s. Band I, S. 164 und 189—197. Mehrere Loranthaceen haben dünne, windende Stengel, von deren Knoten Wurzeln, beziehentlich Senker ausgehen. Die Loranthaceen und Viscaceen, welche der grünen Laubblätter entbehren, zeigen verdickte und flächenförmig verbreiterte Stengelglieder. Bei den Loranthaceen und Olacaceen findet sich an der Grenze der unteren Perigonblätter und des den Fruchtknoten umschließenden Blütenbodens ein Saum, welcher als Randwucherung des Blütenbodens gedeutet wird. Bei einigen Santalaceen sieht man bisweilen mehrere Deckblättchen zu einem becherförmigen Hüllkelche verwachsen. Die Fruchtknotenhöhle ist bei den Grubbiaceen und Olacaceen im unteren Teile, wenigstens im ersten Entwickelungsstadium, gefächert. Bei den Santalaceen und einigen Olacaceen sind 1—5 hängende Samenanlagen ausgebildet, welche von einem mit der Wand des Fruchtknotens verwachsenen oder sich frei in der Fruchtknotenhöhle erhebenden Gewebekörper getragen werden; bei den

Viscaceen ſind die Samenanlagen in die Wand jener Fruchtblätter eingeſenkt, welche das Fruchtknotengehäuſe bilden, und bei den Loranthaceen erfüllen ſie vollſtändig die Fruchtknotenhöhle und ſind mit den Fruchtblättern zu einem ſoliden Körper verwachſen. Bei den Grubbiaceen alterniert der unterſte Wirtel der Pollenblätter mit den Blättern des Perigons, und es ſind doppelt ſo viele Pollenblätter als Perigonblätter vorhanden. Die Pollenblätter der Miſtel (Viscum album; ſ. Abbildung, S. 85, Fig. 22) ſind mit den hinter ihnen ſtehenden Perigonblättern verwachſen, und ihre Antheren zeigen 6—20 Fächer, deren jedes durch ein Loch den Pollen entläßt. Die Santalinen ſind durch alle Weltteile verbreitet. Die größte Zahl der Arten gehört den tropiſchen und ſubtropiſchen Gebieten an. Die Olacaceen finden ſich nur in den Tropen Südamerikas und Afrikas, die Grubbiaceen nur im Kaplande, die Santalaceen ſind vorwiegend in Afrika und Auſtralien heimiſch. Am weiteſten nach Norden verbreitet ſind die Miſtel (Viscum album, in Skandinavien bis 59° 30′) und mehrere Arten der Gattung Thesium. Thesium alpinum erreicht in den Zentralalpen ihre obere Grenze bei 2400 m. Foſſile Reſte finden ſich in den Schichten der tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 750.

78. Stamm: Daphneae, Lorbeerartige.

Umfaßt die Familien: Elaeagnaceae, Thymelaeaceae, Lauraceae.

Einjährige und ausdauernde grün belaubte Kräuter, Sträucher und Bäume und laubloſe Schmarotzer. Nebenblätter fehlen. Die Blüten gebüſchelt (ſ. Abbildung, S. 703, Fig. 1), aktinomorph, zwitterig, ſcheinzwitterig oder zweihäuſig. Das Perigon aus 1 oder 2 zwei-, drei- oder fünfgliederigen Wirteln gebildet, kelch- oder kronenartig. Fruchtanlagen ein- bis dreigliederig, einfächerig, eingriffelig, frei im Grunde eines becherförmigen Blütenbodens, von deſſen Rande die Perigonblätter ausgehen (ſ. Abbildung, S. 703, Fig. 2). Eine Samenanlage. Pollenblätter in 1, 2, 3 oder 4 zwei-, drei- oder viergliederigen Wirteln dem Innenrande des becherförmigen Blütenbodens eingefügt. Pollen haftend. Frucht eine einſamige Beere, Steinfrucht oder Nuß. Der Same enthält kein beſonderes Speichergewebe. Der Keimling iſt mit großen fleiſchigen Keimblättern ausgeſtattet.

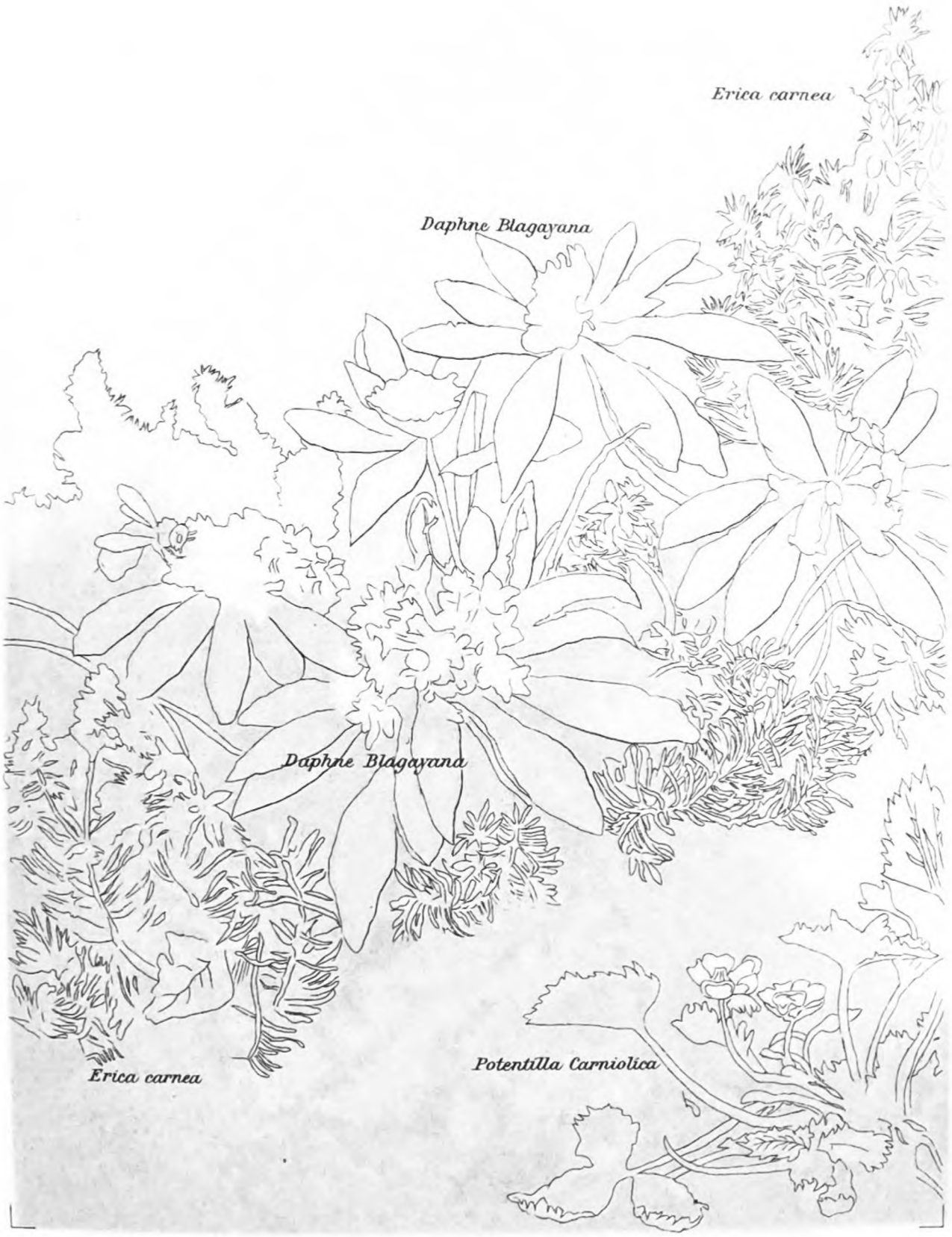
Die zu den Lauraceen gehörigen Caſſythen ſind chlorophyllarme Schmarotzer mit windendem, dünnem Stengel und ſchuppenförmigen Blättchen. Die meiſten Lorbeerartigen entwickeln aber holzige Stämme mit belaubten Zweigen. Die Blätter der Eläagnaceen ſind mit ſchuppenförmigen Deckhaaren bekleidet (ſ. Abbildung, Band I, S. 297, Fig. 5). Die Laubblätter der meiſten Lauraceen zeigen eine eigentümliche Verteilung der Stränge in der Spreite (ſ. Abbildung, Band I, S. 589 und die Abbildung, S. 703, Fig. 1). Die grünbelaubten Lauraceen enthalten ätheriſche Öle und aromatiſche Stoffe. Insbeſondere ſind in dieſer Beziehung der gewöhnliche Lorbeer (Laurus nobilis), der Zimtbaum (Cinnamomum Zeylanicum) und der Kampferbaum (Camphora officinarum) hervorzuheben. Bei dem Sanddorn (Hippophaë; ſ. Abbildung, S. 109, Fig. 2—5) iſt das Perigon zweigliederig und das Andröceum viergliederig, bei Elaeagnus beſteht das Perigon und Andröceum aus 2 zweigliederigen Wirteln, bei Daphne zeigt das Perigon 2 zweigliederige und das Andröceum 2 viergliederige Wirtel (ſ. Abbildung, S. 703, Fig. 3), bei Laurus beſteht das Perigon aus 2 und das Andröceum aus 4 dreigliederigen Wirteln, bei der Gattung Gnidium ſind zweierlei Blumenblätter vorhanden, die unteren ſind kelchartig, die oberen kronenartig gefärbt, und es werden dieſelben auch als Kelch und Krone angeſprochen. Ähnlich verhält es ſich auch bei mehreren Lauraceen. Die Antheren der Eläagnaceen und Thymelaeaceen ſpringen mit Längsſpalten, jene der Lauraceen mit Klappen auf (ſ. Abbildung, S. 703, Fig. 2). Bei den Eläagnaceen wächſt der becherförmige Blütenboden mit der Frucht fort, bildet eine

WYŻSZA SZKOŁA EKONOMICZNA W SZCZECINIE
BIBLIOTEKA GŁÓWNA



DIE KÖNIGSBLUME AUF DEM LORENZIBERGE IN KRAIN.

(Nach der Natur von J. Seelos.)


Erica carnea
Daphne Blagayana
Daphne Blagayana
Erica carnea
Potentilla Carniolica

Hülle der Nuß, und es entsteht auf dieſe Weiſe eine pflaumenähnliche Scheinfrucht. Auch bei einigen Lauraceen, ſo namentlich bei Nectandra, wächſt der Blütenboden mit der Frucht fort und bildet eine becherförmige Umhüllung, ähnlich der ſogenannten Cupula der Eichenfrüchte. Bei den Thymelaeaceen und Lauraceen iſt die Samenanlage hängend (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 2), bei den Eläagnaceen aufrecht. Die Lorbeerartigen ſind über alle Weltteile verbreitet. Die Thymelaeaceen ſind in den Landſchaften mit gemäßigtem Klima am beſten vertreten. Beſonders reich an Arten dieſer Familie iſt das Kapland und Neuholland. Daphne Mezereum kommt nordwärts bis zum $67^1/_2{}^0$ nördl. Br. vor. Daphne striata erreicht in den Zentralalpen ihre obere Grenze bei 2500 m. Auffallend iſt das Vor-



Daphneae: 1. Camphora officinarum (Familie Lauraceae), blühender Zweig. — 2. Längsſchnitt durch die Blüte von Cinnamomum Zeylanicum (Familie Lauraceae). — 3. Aufgeſchnittene und auseinander gerollte Blüte von Daphne Mezereum (Familie Thymelaeaceae). — Fig. 1 verkleinert, Fig. 2 und 3 vergrößert. (Teilweiſe nach Baillon.) Vgl. Text, S. 702.

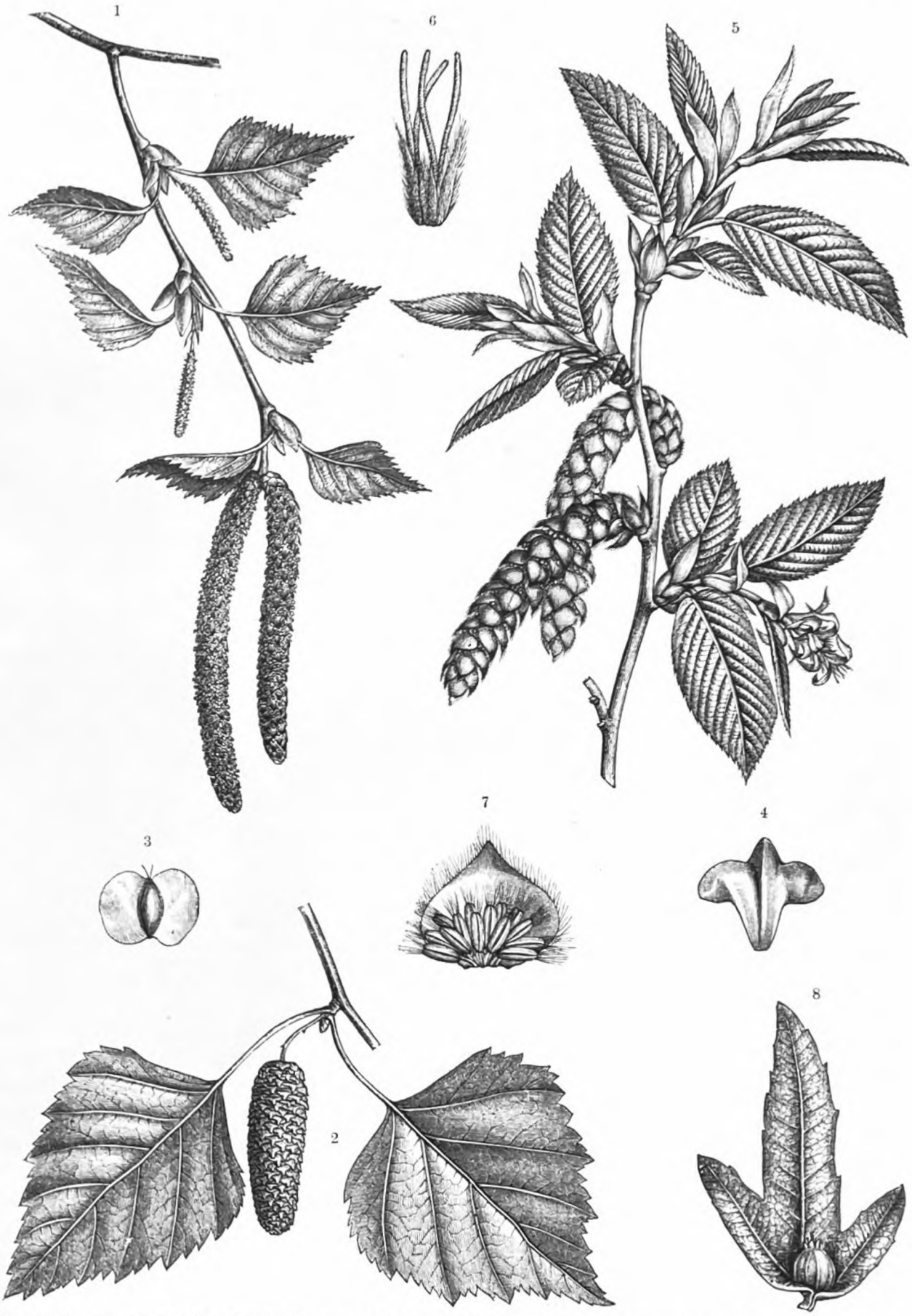
kommen mehrerer Arten der Gattung Daphne auf eng begrenzten Verbreitungsbezirken in den gebirgigen Teilen des ſüdlichen Europa. Eine dieſer Arten, auf welche ſpäter nochmals die Rede kommen wird, nämlich die in Krain unter dem Namen Königsblume bekannte Daphne Blagayana, iſt auf der beigehefteten Tafel abgebildet.[1] Die Lauraceen gehören vorwaltend dem tropiſchen und ſubtropiſchen Gebiete an, beſonders reich an Arten ſind das öſtliche Aſien, die Sundainſeln und Braſilien. In Oſtaſien erreichen die Lauraceen unter 50°, in Europa unter 46° und in Nordamerika unter 45° ihre Nordgrenze. Auf der ſüdlichen Halbkugel ſind die Lauraceen bis zum 43.° ſüdl. Br. verbreitet. Foſſile Reſte der Lorbeerartigen, zumal der Lauraceen, findet man in den Schichten der meſozoiſchen und tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 1400.

[1] Den Namen Königsblume hat ſie von der Bevölkerung Krains darum erhalten, weil der König Friedrich Auguſt von Sachſen im Jahre 1838 eigens eine Reiſe nach Krain machte, um die ſeltene Art an ihrem beſchränkten Standorte blühend zu ſehen.

79. Stamm: Caryophorae, Nußfrüchtige.

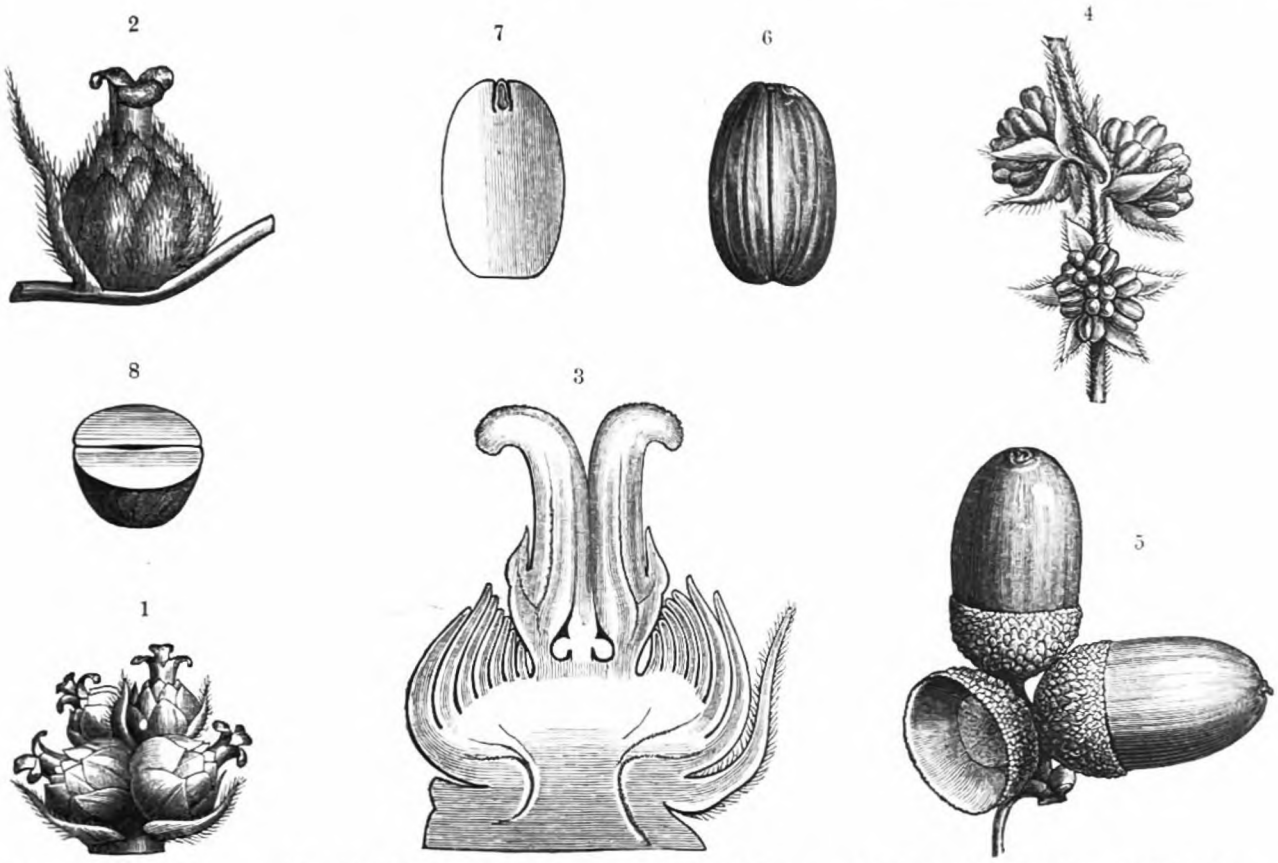
Umfaßt die Familien: Myricaceae, Juglandaceae, Betulaceae, Cupulaceae.

Sträucher und Bäume mit geſtielten grünen Laubblättern. Die Knoſpen der Zweige werden von der Baſis des Blattſtieles nicht verhüllt. Die Spreite der Laubblätter iſt von einem Hauptſtrange und fiederförmig verlaufenden Seitenſträngen durchzogen. Die Blüten ſind zu kleinen zweigabeligen Cymen vereinigt, einhäuſig. Die Cymen der Fruchtblüten ſind in kurze Ähren, Büſchel und Knäuel geordnet (ſ. Abbildung, S. 706, Fig. 1) und verharren an den ſie tragenden Zweigen bis zur Fruchtreife. Der Blütenſtiel und Blütenboden ſind mit ſchuppenförmigen Deckblättchen beſetzt (ſ. Abbildung, S. 706, Fig. 2 und 3). Das Perigon wird aus 4—8 Blättchen gebildet, iſt kelchartig, klein, mitunter faſt ganz unterdrückt und wird dann durch die Deckblättchen des Blütenſtieles und Blütenbodens vertreten. Die Fruchtanlage iſt unterſtändig und wird aus 2—6 zu einem Stempel verwachſenen Fruchtblättern gebildet (ſ. Abbildung, S. 706, Fig. 3). Jedem Fruchtblatte entſprechen 1—2 Samenanlagen. Die kleinen Cymen der Pollenblüten ſind ſtets ährenförmig gruppiert (ſ. Abbildung, S. 706, Fig. 4) und die Spindel der Ähren löſt ſich von den ſie tragenden Zweigen ab, ſobald die Blütezeit vorüber iſt. Das Perigon dieſer Blüten wird aus 1—2 drei-, vier- oder fünfgliederigen Wirteln gebildet. Die Blütenſtielchen ſind mit Deckblättchen beſetzt und dem Hüllblatte der Cyme angewachſen (ſ. Abbildung, S. 705, Fig. 7). Pollenblätter 2—40, die äußeren ſtehen vor den Blättchen des Perigons. Der Pollen iſt ſtäubend. Die Frucht iſt eine einfächerige, einſamige Nuß. Der Same ohne beſonderem Speichergewebe. Der Keimling mit großen fleiſchigen Keimblättern (ſ. Abbildung, Band I, S. 566, und Abbildung, S. 706, Fig. 6—8). Die Myricaceen, Juglandaceen und Betulaceen enthalten aromatiſche Stoffe und ſind mit aromatiſchen Harzdrüſen beſetzt. Bei den Juglandaceen ſind die Laubblätter unpaarig gefiedert, bei den anderen Familien ganzrandig oder mannigfaltig zerſchnitten, gelappt und am Rande geſägt. Bei den Juglandaceen und Myricaceen fehlen die Nebenblätter, bei den anderen Familien ſind ſie als ſchützende Decke der noch jugendlichen Blattſpreiten entwickelt, löſen ſich aber, nachdem die Spreiten ausgewachſen ſind, ab und fallen zu Boden (ſ. Abbildung, Band I, S. 328). Bei den Myricaceen und bei der Kaſtanie (Castanea sativa) ſind die männlichen Blütenſtände aufrecht, ſonſt ſind ſie hängend und ſtellen entweder lockere, unterbrochene Ähren dar, wie bei der Eiche (Quercus; ſ. Abbildung, S. 297), oder geſchloſſene Troddeln, wie bei der Birke und Erle (ſ. Abbildung, S. 133, und Abbildung, S. 705, Fig. 1), der Walnuß (ſ. Abbildung, Band I, S. 700), der Haſel (ſ. Abbildung, S. 145) und der Hainbuche (ſ. Abbildung, S. 705, Fig. 5), oder die Ähren ſind köpfchenförmig, wie bei der Buche (Fagus). Die Pollenblätter der Kaſtanie zeigen ein aus 2 dreigliederigen Wirteln gebildetes kronenartiges Perigon und ein Andröceum mit haftendem Pollen; bei allen anderen Nußfrüchtigen iſt das Perigon grünlich, kelchartig und der Pollen iſt ſtäubend (ſ. S. 134). Bei den Betulaceen geſtalten ſich die unter ſich verwachſenen Deck- und Hüllblättchen zu einer holzigen Deckſchuppe, und die kleinen Nüßchen ſind mit einem häutigen Flügel umſäumt. Bei der Reife löſen ſich dieſe Früchte von ihrem Stiele und werden durch den Wind verbreitet. Bei der Gattung Betula löſen ſich zugleich mit den Früchten auch die holzigen Deckſchuppen (ſ. Abbildung, S. 705, Fig. 2, 3 und 4) von der Spindel des Fruchtſtandes ab, bei der Erle (Alnus) dagegen bleiben dieſe holzigen, zapfenförmig gruppierten Deckſchuppen am Baume zurück. Bei der Walnuß (Juglans) ſind die oberſten Deckblätter zu einer Hülle des unterſtändigen Fruchtknotens verſchmolzen und bilden zur Zeit der Fruchtreife eine rindenartige fleiſchige Cupula der Nuß. Bei den Myricaceen



Caryophorae: Betula alba (Familie Betulaceae). 1. Blühender Zweig. — 2. Fruchttragender Zweig. — 3. Eine mit zwei Flügeln versehene, abgefallene Nußfrucht. — 4. Abgelöste Deckschuppe. — Carpinus Betulus (Familie Cupulaceae). — 5. Blühender Zweig. — 6. Fruchtblüten. — 7. Pollenblüten. — 8. Nuß, an den Grund der blattartigen, dreilappigen Cupula angewachsen. — Fig. 3, 4, 6 und 7 etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 704.

bilden die mit der Frucht verwachſenen zwei oberen Deckblätter eine Hülle mit flügelförmigen Fortſätzen. Bei den Cupulaceen bildet der Blütenboden einen ringförmigen Wall (Hypanthium) um die Fruchtanlage und iſt mit den ſchuppenförmigen Blättchen des Perigons beſetzt (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 3). Der mit Deckſchuppen bekleidete ſehr kurze Stiel der Blüte iſt als Blütenlager ausgebildet, meiſtens ſehr verdickt und wächſt ſpäter zu der als Cupula bekannten Fruchthülle aus. Über die große Mannigfaltigkeit dieſes Fruchtbechers ſ. S. 428 und Abbildung, S. 145, 427, 429, 439, Fig. 4 und untenſtehende Abbildung, Fig. 5. Die Samenanlage der Juglandaceen und Myricaceen iſt aufrecht, jene bei den anderen Familien hängend. Die Keimblätter der Juglandaceen zeigen unregelmäßige Ausbuchtungen



Caryophorae: Quercus (Familie Cupulaceae). 1. Knäuel aus Fruchtblüten. — 2. Einzelne Fruchtblüte. — 3. Längsſchnitt durch eine Fruchtblüte und das Blütenlager, deſſen Abſchluß dieſe Fruchtblüte bildet. Die ſchuppenförmigen Blättchen des Perigons ſitzen am Rande des becherförmigen Hypanthiums; das Blütenlager iſt mit ſchuppenförmigen, ſich deckenden Blättchen dicht beſetzt. — 4. Drei Pollenblüten. — 5. Fruchtknäuel; eine Nuß iſt aus der napfförmigen Cupula gefallen. — 6. Same. — 7. Same halbiert. — 8. Same, quer durchſchnitten. Fig. 1, 2, 3 und 4 vergrößert. Vgl. Text, S. 704.

an der Oberfläche, jene der Eichen ſind miteinander verwachſen. Die Nußfrüchtigen ſind über alle Weltteile verbreitet. Die Juglandaceen bewohnen die nördliche gemäßigte Zone der Alten und Neuen Welt und ſind im atlantiſchen Nordamerika durch zahlreiche Arten vertreten; die Myricaceen bewohnen das weſtliche Europa, die Kanariſchen Inſeln, Afrika, Weſtindien, die Anden, Nordamerika, Japan, das kontinentale Aſien und die Sundainſeln. Myrica Gale iſt nordwärts bis in das ſüdliche Lappland verbreitet. Die Betulaceen gehören der nördlichen Halbkugel an, fehlen den Tropen, ſind dagegen im Norden weit verbreitet und nehmen an der Bildung der Holzvegetation im arktiſchen Gebiete einen hervorragenden Anteil. Betula nana wächſt noch als niederes Buſchwerk in Grönland und im Taimyrlande bei 74° nördl. Br. In den Zentralalpen findet Alnus viridis bei 2000 m ihre obere Grenze. Die Cupulaceen ſind insbeſondere in Nordamerika durch eine große Zahl von Arten vertreten, aber auch durch Aſien und Europa weit verbreitet. Für die mittelländiſche Flora ſind insbeſondere die immergrünen Eichen bezeichnend. Die Gattung Nothofagus hat ihre Heimat



Rotbuche (Fagus silvatica). Vgl. Text, S 708.

in Auſtralien, Neuſeeland und im antarktiſchen Südamerika. Die Birken, Erlen und Eichen wachſen mit anderen Laubhölzern und Nadelhölzern in gemiſchten, lichten Beſtänden. Die Rotbuche (Fagus silvatica, ſ. Abbildung, S. 707) bildet gewöhnlich reine, geſchloſſene Beſtände. Sie findet am Ätna bei 2160 m, in den nördlichen Tiroler Alpen bei 1676 m und in Norwegen bei 260 m ihre obere Grenze und erſtreckt ihren Verbreitungsbezirk bis zum 59.° nördl. Br. Foſſile Reſte von Myricaceen, Juglandaceen, Betulaceen und Cupulaceen finden ſich in den Ablagerungen der meſozoiſchen, tertiären und diluvialen Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 500.

80. Stamm: Plataneae, Platanen.

Umfaßt die Gattung Platanus.

Bäume mit geſtielten, großen Laubblättern. Die Baſis des Blattſtieles iſt ausgehöhlt und überdeckt kappenförmig die in der Blattachſel angelegte Knoſpe. Die Spreite der gelappten Laubblätter iſt von ſtrahlläufigen Strängen durchzogen. Die Blüten ſind einhäuſig, von Deckblättern geſtützt, zu kugeligen Köpfchen vereinigt, die Blumenblätter unſcheinbar, knötchen- oder ſchuppenförmig. Die Fruchtanlage iſt unterſtändig und wird aus vier freien Stempeln gebildet, deren jeder eine hängende Samenanlage birgt. Die Narben ſind fadenförmig. Das Andröceum beſteht aus mehreren kurzgeſtielten, mit einem großen ſchildförmigen Konnektiv ausgeſtatteten Pollenblättern (ſ. S. 144). Der Pollen iſt ſtäubend. Die Frucht iſt eine Nuß. Der Same enthält ein fleiſchiges beſonderes Speichergewebe, in deſſen Achſe der Keimling eingebettet iſt.

Die Platanen ſind in Nordamerika und Weſtaſien verbreitet. Foſſile Reſte finden ſich in den Ablagerungen der meſozoiſchen und tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt 6.

81. Stamm: Balanophoreae, Kolbenſchoſſer.

Umfaßt die Familien: Hydnoraceae, Sarcophytaceae, Cynomoriaceae, Balanophoraceae, Scybaliaceae.

Chlorophyllloſe Pflanzen, welche auf den Wurzeln grün belaubter Holzgewächſe ſchmarotzen, mit knolligen, cylindriſchen oder kantigen Stämmen, von welchen blütentragende Seitenachſen ausgehen. Die blütentragenden Achſen fleiſchig verdickt, die Blüten zwitterig oder ſcheinzwitterig, einhäuſig oder zweihäuſig. Das Perigon zwei- bis achtgliederig, an den Fruchtblüten bisweilen in einen becherförmigen, dem Scheitel des Fruchtknotens aufſitzenden Wall umgewandelt oder fehlend und durch ſchuppenförmige Deckblättchen und Haare erſetzt. Fruchtanlage unterſtändig, ein- bis dreigliederig, einfächerig, ohne Griffel oder mit 1—2 fadenförmigen Griffeln, welche eine kleine Narbe tragen. Pollenblätter 1—60, unterhalb des Saumes dem Perigon eingefügt. Die Frucht beeren-, nuß- oder ſteinfruchtartig. Der Keimling iſt ſehr klein, entwickelt keine Keimblätter und iſt dem Scheitel eines fleiſchigen, ölreichen, beſonderen Speichergewebes eingelagert.

Über die Saugorgane und Niederblätter ſ. Band I, S. 172—184. Die Blüten der Hydnoraceen ſind vereinzelt, jene der Balanophoraceen, Cynomoriaceen und Scybaliaceen zahlreich, gehäuft an kolbig verdickten, einfachen, und jene der Sarcophytaceen an kolbig verdickten, verzweigten Achſen. Die Fruchtknotenhöhle iſt bei den Hydnoraceen mit zahlreichen, von der Innenwand vorſpringenden, die Samenanlagen tragenden Leiſten erfüllt; jene der Sarcophytaceen enthält 3, jene der Scybaliaceen 2, jene der Cynomoriaceen 1—3 und jene der Balanophoraceen eine wandſtändige Samenanlage. Bei den Hydnoraceen und Sarcophytaceen fehlt der Griffel, und als Narbengewebe fungieren die oberen

freien Enden der die Samenanlagen tragenden Gewebekörper. Die Cynomoriaceen und Balanophoraceen haben einen und die Scybaliaceen zwei fädige Griffel mit kleinen papillösen Narben. Die Pollenblätter sind bei den Hydnoraceen zwischen den Lappen des Perigons eingefügt und bilden einen fleischigen Ring; bei den anderen Familien stehen sie vor den Zipfeln des Perigons; bei den Balanophoraceen sind die Antherenträger miteinander verwachsen. Die Mehrzahl der Kolbenschosser lebt im tropischen Amerika und Asien, wenige Arten in Südafrika und Neuholland. Cynomorium coccineum, die einzige Art der Cynomoriaceen, lebt im Mittelmeergebiete und in Westasien (s. Band I, S. 183). Fossile Reste sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 45.

82. Stamm: Mangrovae, Mangroven.

Umfaßt die Familie Rhizophoraceae.

Bäume mit stelzenförmigen Luftwurzeln und gegenständigen immergrünen Laubblättern, deren Spreiten von schlingenläufigen Seitensträngen durchzogen sind (s. Abbildung, Band I, S. 562, 564 und 716). Die Blumenblätter in Kelch und Krone geschieden, beide aus je einem viergliederigen Wirtel gebildet. Fruchtanlage aus zwei miteinander verwachsenen Fruchtblättern aufgebaut. Der Fruchtknoten zur unteren Hälfte von dem becherförmigen Teile des Kelches überzogen, zweifächerig. Jedes Fach birgt eine im Innenwinkel aufgehängte Samenanlage. In dem einen Fache verkümmert die Samenanlage, in dem anderen entwickelt sich aus ihr in eigentümlicher Weise der Keimling (s. Band I, S. 562—564). Das Andröceum viergliederig. Die Antheren durch Querwände in viele kleine Fächer geteilt. Die aus der beerenartigen Frucht hervorwachsende junge Pflanze löst sich von dem Keimblatte und fällt ab, während die entleerte Frucht am Baume zurückbleibt.

Die Mangroven gehören den Tropen der Alten und Neuen Welt an und leben in dichten Beständen in brackigem Wasser in der Nähe der Flußmündungen. Fossile Reste sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 280.

83. Stamm: Myrobalaneae, Myrobalaneen.

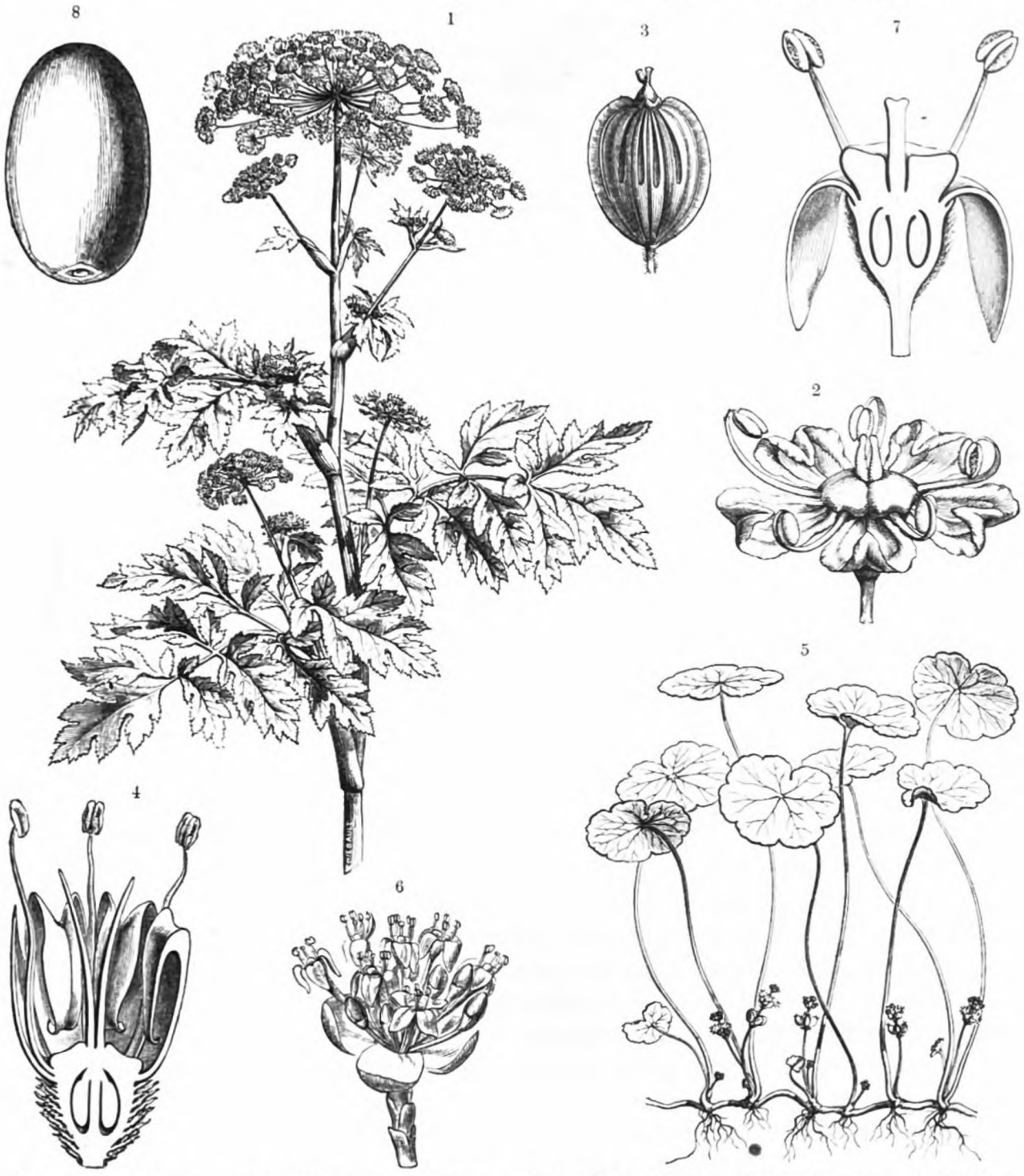
Umfaßt die Familien Terminaliaceae und Combretaceae.

Sträucher und Bäume mit ungeteilten, von fiederläufigen Strängen durchzogenen Laubblättern. Die Blüten ährenförmig gruppiert, zwitterig und scheinzwitterig, aktinomorph. Der Blütenboden becher- oder röhrenförmig, an der Außenseite von der Röhre des vier- bis fünfgliederigen Kelches überzogen. Am Rande des von den freien Zipfeln des Kelches überragten Blütenbodens entspringen bei einigen Arten 4—5 wirtelig gestellte kleine Kronenblätter. In vielen Fällen sind diese aber unterdrückt, und es erscheint dann der Blütenboden nur mit den Kelchblättern besetzt. Die Fruchtanlage ist mit der Innenwand des becherförmigen Blütenbodens verwachsen; der Fruchtknoten ist einfächerig, die Samenanlagen, 2—4 an der Zahl, sind in dem oberen Teile des Fruchtknotenfaches aufgehängt. Das Andröceum wird aus 1—2 vier- oder fünfgliederigen Wirteln gebildet. Die Frucht ist eine einfächerige und einsamige Nuß oder Beere. Die Keimlinge entwickeln sich aus den abgefallenen Früchten. Alle Myrobalaneen gehören den Tropen an; einige haben die Form von Lianen; mehrere wachsen gesellig mit den Mangroven an den Flußmündungen in brackigem Wasser. Fossile Reste sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 280.

84. Stamm: Umbellatae, Dolden.

Umfaßt die Familien: Cornaceae, Araliaceae, Umbellaceae.

Einjährige oder ausdauernde reichblütige Kräuter, Sträucher und Bäume. Die Blüten in Köpfchen, Dolden und Trugdolden. Blumenblätter in Kelch und Krone geſchieden. Der



Umbellatae: Heracleum Sphondylium (Familie Umbellaceae). 1. Blühende Pflanze. — 2. Einzelne Blüte. — 3. Frucht. — 4. Längsſchnitt durch die Blüte von Eryngium maritimum (Familie Umbellaceae). — 5. Hydrocotyle vulgaris (Familie Umbellaceae), ganze Pflanze. — Cornus mas (Familie Cornaceae). 6. Blütenſtand. — 7. Längsſchnitt durch eine Blüte. — 8. Frucht. — Fig. 1 verkleinert, Fig. 2, 3, 4, 6, 7 und 8 vergrößert. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 711.

Kelch vier- bis fünfgliederig, die Röhre desſelben überzieht die unterſtändige Fruchtanlage, und der Saum des Kelches bildet 4—5 kleine, den Scheitel des Fruchtknotens umgebende Zähne. Die Krone gleichfalls vier- bis fünfgliederig. Die Glieder derſelben frei, mit jenen des Kelches abwechſelnd. Der unterſtändige

Fruchtknoten zwei- bis fünffächerig, aus wirtelig geſtellten, miteinander verwachſenen Fruchtblättern gebildet. Jedes Fach entſpricht einem Fruchtblatte und enthält nur eine Samenanlage. Dieſe erſcheint nahe dem oberen Ende des Faches aufgehängt (ſ. Abbildung, S. 710, Fig. 4). Dem Scheitel des Fruchtknotens iſt ein honigausſcheidendes Gewebepolſter aufgelagert (ſ. Abbildung, S. 710, Fig. 2, 4 und 7). Das Andröceum iſt als ein vier- bis fünfgliederiger Wirtel ausgebildet. Die Pollenblätter ſind vollſtändig getrennt und ſtehen um das honigausſcheidende Gewebepolſter im Kreiſe herum. Die Frucht der Umbellaceen iſt eine Spaltfrucht (Diachenium, ſ. Abbildung, S. 421, Fig. 5—7, und Abbildung, S. 710, Fig. 3), jene der Cornaceen und Araliaceen eine Beere oder Steinfrucht (ſ. Abbildung, S. 710, Fig. 8). Der Same enthält ein reichliches beſonderes Speichergewebe, in welchem der Keimling eingebettet iſt.

Die Cornaceen ſind zum größten Teile Holzpflanzen mit ganzrandigen, gegenſtändigen, von bogenläufigen Strängen durchzogenen Laubblättern (ſ. Abbildung, S. 228, und Band I, S. 589). Die Araliaceen, für welche der Epheu (Hedera Helix; ſ. Band I, S. 662) als Vorbild dienen kann, ſind Holzpflanzen mit Kletterwurzeln, oder Sträucher und Stauden, deren Laubblätter von ſtrahlläufigen Strängen durchzogen ſind, und die an aromatiſchen Stoffen, Ölen und Harzen reichen Umbellaceen ſind größtenteils Stauden, deren Stengel bei manchen Arten, z. B. Ferula communis und Euryangium Sumbul (ſ. Band I, Tafel „Orientaliſche Doldenpflanzen" bei S. 703), eine Länge von 3—4 m erreicht. Die Laubblätter der Umbellaceen ſind meiſtens zerſchnitten und vielfach geteilt (ſ. Abbildung, S. 710, Fig. 1), jene der in Sümpfen lebenden Hydrocotyle vulgaris ſind ſchildförmig (ſ. Abbildung, S. 710, Fig. 5) Der Kelch, die Krone und das Andröceum ſind bei den Cornaceen vier-, bei den Umbellaceen und Araliaceen fünfgliederig (ſ. Abbildung, S. 289, Fig. 4, und Abbildung, S. 710, Fig. 2 und 6). Die Dolden gehören vorwaltend der nördlichen gemäßigten Zone an, die Araliaceen ſind auch in den Tropen durch zahlreiche Arten vertreten. Mehrere Umbellaceen ſind Bewohner des arktiſchen Florengebietes und der Alpenregion. Gaya simplex findet ſich in den Zentralalpen noch in der Seehöhe von 2600 m. Ausnehmend reich an hohen Umbellaceen iſt der Orient. Foſſile Reſte, insbeſondere aus den Familien der Araliaceen und Cornaceen, wurden in den Ablagerungen der meſozoiſchen und tertiären Periode gefunden. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 1800.

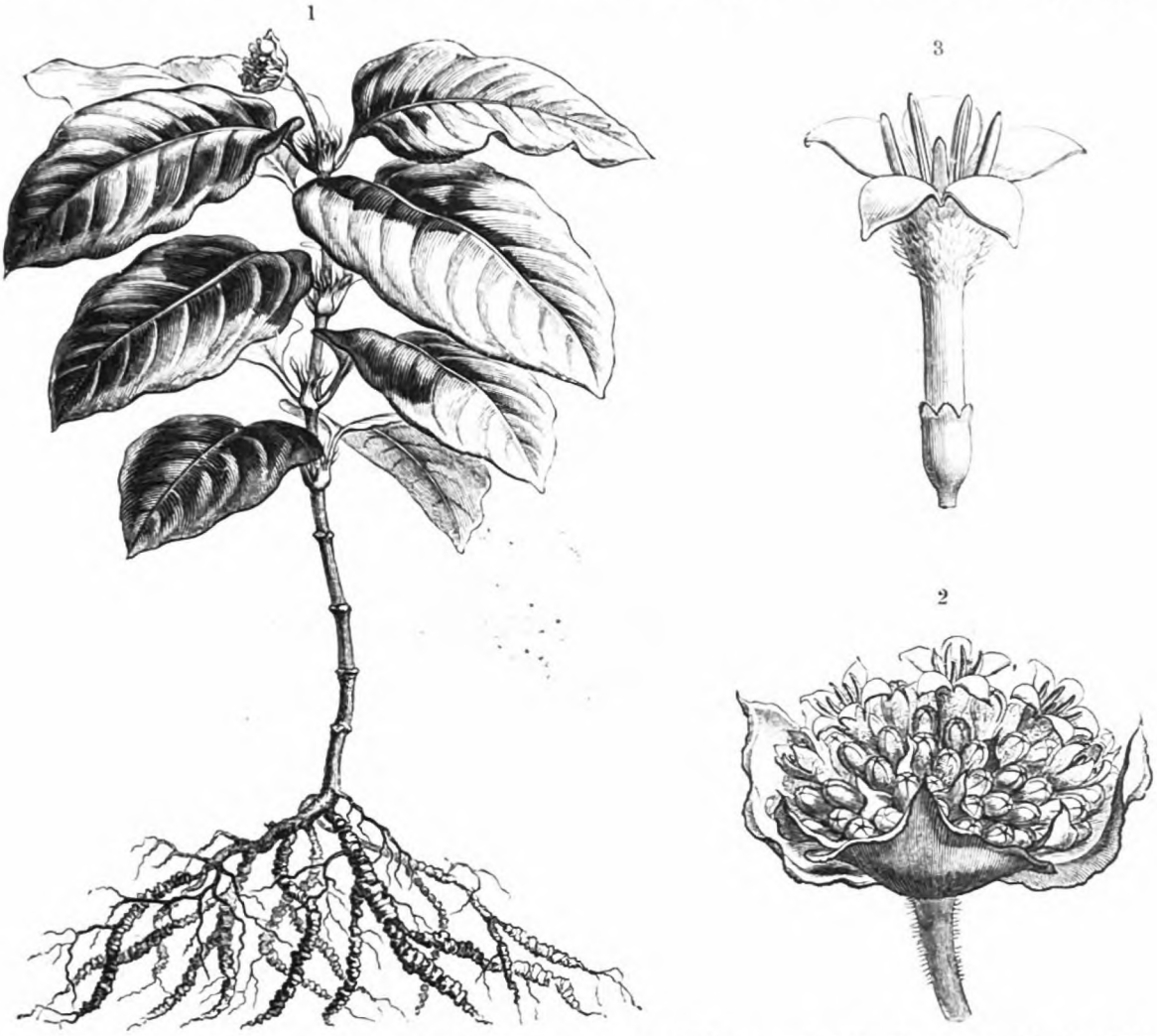
85. Stamm: Decussatae, Gekreuztblätterige.

Umfaßt die Familien: Rubiaceae, Cinchonaceae, Coffeaceae, Gardeniaceae, Sambucaceae, Caprifoliaceae.

Einjährige und ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume. Die Laubblätter ſind kreuzweiſe geſtellt und von Nebenblättern begleitet (ſ. Abbildung, S. 712, Fig. 1). Die Blüten in Cymen geordnet, aktinomorph und zygomorph, zwitterig und ſcheinzwitterig. Die Blumenblätter in Kelch und Krone geſchieden. Der Kelch wird aus einem zwei- bis ſechsgliederigen Wirtel gebildet. Die Kelchröhre überzieht die unterſtändige Fruchtanlage, der Kelchſaum bildet kleine grüne, den Scheitel des Fruchtknotens krönende Schwielen oder Zähne. Die Krone wird aus einem drei- bis ſechsgliederigen Wirtel gebildet. Die Kronenblätter ſind miteinander verwachſen (ſ. Abbildung, S. 712, Fig. 3). Die unterſtändige Fruchtanlage beſteht aus 2—5 zu einem Stempel verwachſenen Fruchtblättern. Der Fruchtknoten iſt zwei- bis fünffächerig. Die Träger der Samenanlagen befinden ſich entweder in den Innenwinkeln der Fruchtknotenfächer, oder ſie entſpringen von den Scheidewänden dieſer Fächer. Das Andröceum beſteht aus einem drei- bis ſechsgliederigen Wirtel. Die Pollenblätter ſind mit der Kronenröhre verwachſen. Der Pollen iſt haftend oder

ſtäubend (ſ. S. 265). Die Frucht iſt eine Beere, Pflaume, Spaltfrucht oder Kapſel. Der Same enthält ein beſonderes Speichergewebe.

Die Rubiaceen ſind größtenteils krautartige, die den anderen Familien angehörenden Arten vorwaltend ſtrauch- und baumförmige Gewächſe. In den Wurzeln mehrerer Rubiaceen (z. B. Rubia tinctorum und Galium boreale) iſt ein roter Farbſtoff (Krapprot) entwickelt, die Coffeaceen und Cinchonaceen enthalten Alkaloide (Coffein, Chinin, Cinchonin ꝛc.), das zum Maiwein verwendete Kraut des auf der beigehefteten Tafel „Waldmeiſter im Buchenwalde" abgebildeten Waldmeiſters (Asperula odorata) iſt wegen ſeines



Decussatae: Cephaëlis Ipecacuanha (Familie Coffeaceae). 1. Ganze Pflanze. — 2. Blütenſtand. — 3. Einzelne Blüte. — Fig. 1 verkleinert, Fig. 2 und 3 vergrößert. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 711.

Gehaltes an Kumarin berühmt. Keine Art dieſes Stammes enthält aber in ihren Geweben Milchröhren und Milchſaft. Die Laubblätter erſcheinen ſtets paarweiſe gegenübergeſtellt und gekreuzt, und die Spreiten derſelben ſind von fiederläufigen Strängen durchzogen. Die Nebenblätter der Rubiaceen ſtimmen in der Größe, Farbe und Form mit den Spreiten der zugehörigen gegenſtändigen Blätter überein und ſind zwiſchen dieſe gleichſam eingeſchaltet. Infolgedeſſen ſieht man an der Grenze eines jeden Stengelgliedes einen Wirtel von Blattgebilden in ſternförmiger Gruppierung (ſ. die beigeheftete Tafel „Waldmeiſter im Buchenwalde"). Bei den Cinchonaceen und Coffeaceen ſind die Nebenblätter ſchuppenförmig und mitunter handförmig zerſchlitzt (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 1). Bei den Sambucaceen und Caprifoliaceen ſind ſie entweder als geſtielte Drüſen ausgebildet und ſehr klein, oder ſie ſind mit der Baſis des Blattſtieles verwachſen und erſcheinen als grundſtändige ſchmale Abſchnitte des zugehörigen Blattes. Die cymatiſchen





WALDMEISTER (ASPERULA ODORATA) im Buchenwalde

(Nach Aquarell von Adele v. Kerner)

Blütenstände sind entweder zu Knäueln und Büscheln zusammengezogen und dann gewöhnlich von einer Hülle aus Deckblättern umgeben, wie z. B. bei der Ipekakuanha (Cephaëlis Ipecacuanha; s. Abbildung, S. 712, Fig. 2), oder sie bilden pyramidenförmige Rispen wie bei den Chinarindenbäumen (Cinchona), oder endlich flache Trugdolden wie bei den Holdern (Sambucus nigra und Ebulus). Bei den Caprifoliaceen, zumal bei den Gattungen Linnaea und Lonicera, kommen auch zweiblütige Cymen vor, und bei mehreren Arten der Gattung Lonicera sind die Fruchtknoten der beiden Blüten einer Cyme miteinander verwachsen. Die Blüten mehrerer Caprifoliaceen (Linnaea, Lonicera 2c.) sind zygomorph, die übrigen Familien zeigen aktinomorphe Blüten. Die Frucht der Rubiaceen ist eine in zwei Knöpfe zerfallende Spaltfrucht, jene der Cinchonaceen eine von unten nach oben zu aufspringende Kapsel (s. Abbildung, S. 425, Fig. 10). Die Coffeaceen, Sambucaceen und die Gattung Linnaea besitzen eine Steinfrucht, und die Gardeniaceen sowie ein Teil der Caprifoliaceen eine Beere. Die beerenartigen Früchte mehrerer Arten der Gattung Lonicera (L. alpigena, coerulea 2c.) sind zu einer Sammelfrucht verwachsen. Die Fruchtfächer der Rubiaceen, Coffeaceen, Sambucaceen und der Gattung Linnaea enthalten je einen, die meisten Caprifoliaceen, namentlich die Gattung Lonicera, mehrere und die Cinchonaceen viele Samen. Die Samen der Cinchonaceen sind geflügelt (s. Abbildung, S. 417, Fig. 7).

Die Gekreuztblätterigen sind über alle Weltteile verbreitet. Die Coffeaceen und Cinchonaceen gehören vorwaltend den Tropen, die Rubiaceen, Sambucaceen und Caprifoliaceen vorwaltend der nördlichen gemäßigten Zone an. Die Fieberrindenbäume (Cinchona) sind auf die Kordilleren Südamerikas (10° nördl. Br. bis 22° südl. Br.) beschränkt. Als ursprüngliche Heimat des Kaffeebaumes (Coffea Arabica) wird das tropische Afrika angesehen. Die nach dem schwedischen Botaniker Linné benannte Linnaea borealis findet sich zerstreut in den Alpen, in der baltischen Niederung und in Skandinavien. Mehrere Arten der Rubiaceengattung Galium gehören der Flora des hohen Nordens und der Hochgebirge an. Fossile Reste sind aus der mesozoischen und tertiären Periode auf uns gekommen. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 4800.

86. Stamm: Hypococcae, Preißeln.

Umfaßt die Familien Vacciniaceae und Oxycoccaceae.

Holzgewächse in allen Abstufungen von der Form zarter, niederer, dem Boden angeschmiegter Sträucher bis zur Form ansehnlicher Bäume. Die Laubblätter in schraubiger Anordnung, ohne Nebenblätter. Die Blüten in Trauben und Büscheln gruppiert oder vereinzelt, aktinomorph, zwitterig. Die Blumenblätter sind in Kelch und Krone geschieden. Der Kelch wird aus einem vier- bis sechsgliederigen Wirtel gebildet. Die Kelchröhre überzieht den unterständigen Fruchtknoten; der Kelchsaum bildet kurze, grüne, den Scheitel des Fruchtknotens krönende Zähne. Die Krone wird aus einem vier- bis sechsgliederigen Wirtel gebildet. Die Kronenblätter sind miteinander verwachsen oder frei. Die unterständige Fruchtanlage besteht aus 4—6 zu einem Stempel verwachsenen Fruchtblättern. Der Fruchtknoten ist vier- bis sechsfächerig. Die Träger der Samenanlagen befinden sich im Innenwinkel der Fruchtknotenfächer. Dem Scheitel des Fruchtknotens ist ein honigausscheidendes Gewebepolster aufgelagert. Das Andröceum besteht aus 2 vier- bis sechsgliederigen Wirteln. Die Pollenblätter stehen um das honigausscheidende Gewebepolster herum und sind weder unter sich noch mit der Krone verwachsen. Die Glieder des äußeren Wirtels stehen vor den Kronenblättern. Die Frucht ist eine Beere oder Pflaume. Der Same enthält ein fleischiges besonderes Speichergewebe.

Die Preißeln enthalten keine Milchröhren und keinen Milchſaft. Bei den Vacciniaceen ſind die Blätter der Blumenkrone miteinander verwachſen und die Antheren mit hörnchenförmigen Anhängſeln verſehen, bei den Oxycoccaceen ſind die Blätter der Blumenkrone frei und die Antheren nicht gehörnt. Die Preißeln ſind über alle Weltteile und alle Zonen verbreitet. Die der gemäßigten Zone angehörenden Arten gedeihen in Torfſümpfen und im Humus der Wälder und Heiden, die in den Gebirgen der tropiſchen Gegenden heimiſchen Arten leben zum Teile als Überpflanzen auf der Borke alter Bäume. Viele wachſen geſellig und bilden ausgedehnte Beſtände, ſo namentlich die Arten der Gattung Vaccinium: die Preißelbeere (Vaccinium Vitis Idaea), die Heidelbeere (Vaccinium Myrtillus) und die Moosbeere (Vaccinium uliginosum). Dieſe Arten finden ſich auch noch im arktiſchen Florengebiete. Vaccinium uliginosum iſt am weiteſten nach Norden verbreitet und bildet im Vereine mit der Zwergbirke (Betula nana) und niederen Weiden in Grönland unter dem 73.° nördl. Br. niedere Geſtrüppe. In den Zentralalpen wächſt ſie noch in der Seehöhe von 2400 m in ausgedehnten Beſtänden. Foſſile Reſte wurden in den Ablagerungen der meſozoiſchen, tertiären und diluvialen Periode gefunden. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 350.

87. Stamm: Campanulinae, Glockenblumige.

Umfaßt die Familien: Campanulaceae, Lobeliaceae, Stylidiaceae, Goodeniaceae.

Einjährige und ausdauernde Kräuter mit ungeteilten, ſchraubig angeordneten Laubblättern, ohne Nebenblätter. Die Blüten ſind köpfchen- und traubenförmig gruppiert oder vereinzelt, aktinomorph und zygomorph, zwitterig und ſcheinzwitterig. Die Blumenblätter ſind in Kelch und Krone geſchieden (ſ. Abbildung, S. 356, Fig. 8—11). Kelch und Krone aus je einem drei- bis achtgliederigen Wirtel gebildet. Die Kelchröhre überzieht die unterſtändige Fruchtanlage, und der Kelchſaum erſcheint in der Geſtalt von 3—8 verhältnismäßig großen, den Scheitel des Fruchtknotens krönenden grünen Zipfeln. Die Kronenblätter ſind miteinander verwachſen. Die unterſtändige Fruchtanlage beſteht aus 2—5 zu einem einzigen Stempel verwachſenen Fruchtblättern. Der Fruchtknoten iſt zwei- bis fünffächerig, die Samenanlagen zahlreich auf eignen, im Innenwinkel der Fächer ſtehenden Trägern. Das Andröceum beſteht aus einem drei- bis achtgliederigen Wirtel von Pollenblättern, und dieſe hängen mit der Baſis der Kronenblätter zuſammen. Die Träger der Antheren ſind frei; die Antheren ſchließen in der jugendlichen Blüte ſo zuſammen, daß ſie eine Röhre bilden, durch welche der Griffel durchgeſteckt erſcheint (ſ. Abbildung, S. 356, Fig. 10, und S. 365, Fig. 10 und 11). Mitunter ſind ſie verwachſen, und die Röhre bleibt auch dann erhalten, wenn die Blüte zu welken beginnt. Der Pollen iſt haftend. Die Frucht iſt eine Kapſel (ſ. Abbildung, S. 443, Fig. 1).

Alle Teile der Glockenblumigen ſind von Milchröhren durchzogen, und die Blätter und Stengel mehrerer Arten ſtrotzen von Milchſaft. Die Blüten der Campanulaceen ſind aktinomorph, jene der anderen Familien zygomorph. Bei den Stylidiaceen enthalten nur zwei Pollenblätter geſchlechtsreifen Pollen in ihren Antheren; drei Pollenblätter ſind verkümmert. Bei den anderen Familien ſind alle Pollenblätter mit geſchlechtsreifem Pollen verſehen. Die Glockenblumigen ſind über alle Weltteile verbreitet. Die Campanulaceen ſind vorwaltend in der nördlichen gemäßigten Zone, die Lobeliaceen in der ſüdlichen gemäßigten Zone und in den Tropen zu Hauſe. Einige Campanulaceen finden ſich auch in der arktiſchen und in der Hochgebirgsflora. Die Stylidiaceen und Gardeniaceen ſind auf Auſtralien beſchränkt. Foſſile Reſte ſind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 1300.

88. Stamm: Acheniophorae, Acheniophoren.

Umfaßt die Familien: Valerianaceae, Dipsaceae, Calyceraceae, Ambrosiaceae, Synantheraceae.

Einjährige und ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume. Die Laubblätter sind in betreff ihrer Form ungemein mannigfaltig, entbehren aber stets der Nebenblätter. Der Blütenstand ist eine Cyme oder ein Köpfchen. Die Blüten sind aktinomorph und zygomorph, zwitterig, scheinzwitterig, einhäusig und zweihäusig. Die Blumenblätter sind in Kelch und Krone geschieden. Der Kelch ist zwei- bis fünfgliederig. Der den unterständigen Fruchtknoten krönende Kelchsaum erscheint in Form von Federn, Borsten, Schuppen, Zähnen, Schwielen und häutigen Säumen ausgebildet und entbehrt des Chlorophylls. Die Krone ist vier- bis fünfgliederig. Die Kronenblätter sind miteinander verwachsen. Die unterständige Fruchtanlage wird aus 2—3 zu einem einzigen Stempel verwachsenen Fruchtblättern gebildet. Der Fruchtknoten enthält nur ein ausgebildetes Fach und in diesem nur eine Samenanlage (s. Abbildung, S. 68, Fig. 5). Das Andröceum besteht aus 1—5 Pollenblättern. Die fadenförmigen Träger der Antheren sind am Grunde mit der Kronenröhre verwachsen. Die Frucht ist eine einfächerige, einsamige Schließfrucht (Achenium, s. S. 422).

Die diesem Stamme angehörenden Gewächse zeigen der Mehrzahl nach krautartigen Wuchs; einige Synantheraceen sind strauchartig (z. B. Bacharis) und baumförmig (z. B. Vanillosmopsis, Lychnophora). Mehrere Valerianaceen und Synantheraceen, z. B. die Dahlien und die Topinambur (Dahlia variabilis und Helianthus tuberosus), sind durch unterirdische Knollenbildungen ausgezeichnet. Der Blütenstand der Valerianaceen ist eine reichverzweigte Cyme (s. S. 303, Fig. 1). Auch die Blüten der Dipsaceen sind cymatisch gruppiert, aber die Cymen sind gewöhnlich zu Köpfchen vereinigt (s. S. 120, Fig. 5). Bei einigen Gattungen, so namentlich Morina, erscheinen sie in ähnlicher Weise wie bei den Lippenblütlern als gegenständige Büschel angeordnet. Die Blüten der Synantheraceen sitzen auf dem Ende einer verdickten, kegelförmigen, halbkugeligen oder auch abgeplatteten und flachen Achse, sind schraubig gestellt und zu Köpfchen vereinigt (s. S. 243). In vielen Fällen entspringen sie aus den Achseln schuppenförmiger Blättchen („Spreublättchen"), oder es ist ihre Ursprungsstelle von Borsten umgeben. Nicht selten erheben sie sich aus kleinen Grübchen, und dann erscheint die Achse nach dem Abfallen der Blüten, beziehentlich der Früchte „grubig punktiert". Die Zahl der in ein Köpfchen vereinigten Blüten ist sehr verschieden. Bei manchen Arten sind mehrere hundert Blüten dicht zusammengedrängt, bei der Gattung Adenostyles und Eupatorium (s. Abbildung, S. 318, Fig. 1) umfaßt ein Köpfchen nur wenige Blüten, und bei Echinops ist die Zahl der Blüten eines Köpfchens auf eine beschränkt. Die aus zahlreichen gehäuften Deckblättchen gebildete Hülle der köpfchenförmig vereinigten Blüten wird mit einem kleinen Korbe verglichen, und daher schreibt sich der für die Synantheraceen häufig gebrauchte deutsche Name Korbblütler. Die Gestalt dieser Hüllblättchen ist außerordentlich mannigfaltig. Bei den Disteln sind ihre Spitzen in Stacheln umgewandelt; bei den Arten der Gattung Xeranthemum, Helichrysum ꝛc. sind sie papierartig oder pergamentartig, trocken und durch weiße, gelbe, violette und rote Farben ausgezeichnet. Sie behalten diese Eigenschaften unverändert auch im getrockneten Zustande und eignen sich dadurch zur Herstellung unverwelklicher Sträuße und Kränze. Diese unter dem Namen Immortellen bekannten Korbblütler spielen allenthalben als Symbole der Unveränderlichkeit und Unsterblichkeit und als Erinnerungszeichen eine hervorragende Rolle. Ausnehmend reich an solchen Immortellen ist insbesondere das Kapland, und eine Art (Helichrysum eximium) erscheint auf der Tafel „Immortellen und Kristallkräuter der Kapflora" bei S. 185 abgebildet. Auch das Edelweiß (Gnaphalium

Leontopodium; ſ. Abbildung, Band I, S. 291) kann als Immortelle angeſehen werden, wenngleich hier die unteren Deckblätter nicht ſelbſt trockenhäutig, ſondern nur mit trockenem, weißem Haarfilze bedeckt ſind. Bei manchen Arten ſind die Köpfchen ſelbſt wieder zu Köpfchen oder Knäueln vereinigt. Eins der auffallendſten hierher gehörigen Beiſpiele bieten die auf S. 184 abgebildeten Arten der Gattung Haastia. Bei der Gattung Echinops ſind ſehr zahlreiche einblütige Köpfchen zu kugeligen, meiſtens ſtahlblauen Köpfen vereinigt. Die Blütenköpfchen machen häufig den Eindruck von Einzelblüten, und in früherer Zeit wurden ſie von den Botanikern als zuſammengeſetzte Blüten (flores compositae) angeſprochen. Der Name Kompoſiten ſchreibt ſich aus jener Zeit her. Bei manchen Arten, z. B. der Sonnenblume (Helianthus annuus), erreichen die Blütenköpfchen den Durchmeſſer von 40 cm. An den aktinomorphen Blumenkronen iſt eine Röhre und ein glockenförmiger, fünfteiliger Saum zu unterſcheiden (ſ. Abbildung, S. 359, Fig. 1—3). Die zygomorphen Blüten ſind zweilippig, in welchem Falle die Oberlippe aus ein oder zwei und die Unterlippe aus vier oder drei Blättern gebildet wird, oder ſie ſind zungenförmig, in welchem Falle die Röhre ſehr verkürzt iſt, und das freie Ende der Zunge fünf Zipfel oder Zähne erkennen läßt (ſ. S. 112, Fig. 4, und S. 234, Fig. 3). Die Krone der Valerianaceen iſt gewöhnlich einſeitig ausgeſackt. Die Ausſackung iſt bei der Gattung Valeriana kurz und ſtumpf (ſ. Abbildung, S. 289, Fig. 3); bei der Gattung Centranthus bildet ſie einen langen, dünnen, ſpitzen Sporn (ſ. S. 240, Fig. 2, und S. 303, Fig. 2, 3). Bei den Ambroſiaceen ſind Blumenkrone und Kelch verkümmert und werden durch zwei miteinander verwachſene Hüllblätter erſetzt. In den Köpfchen der Synantheraceen ſind die Blüten mit röhrenförmigen, zungenförmigen und zweilippigen Blumenkronen in der mannigfaltigſten Weiſe gruppiert. Selten kommt es vor, daß ſämtliche Blüten eines Köpfchens röhrenförmige Kronen tragen (z. B. Eupatorium; ſ. S. 318, Fig. 1); viel häufiger ſind jene Fälle, wo ſämtliche Blüten eines Köpfchens zungenförmige Kronen beſitzen (z. B. Hieracium; ſ. S. 112, Fig. 5), und in den meiſten Fällen ſind die Blüten in der Mitte des Köpfchens mit röhrenförmigen, jene am Rande mit zungenförmigen oder zweilippigen Kronen verſehen (ſ. Abbildung, S. 356, Fig. 1). Die Verteilung der Geſchlechter wurde auf S. 294—297 und S. 317—321 beſprochen. Bei den Synantheraceen ſind die Antheren der fünf Pollenblätter zu einer Röhre verbunden, und daher rührt auch der für dieſe Familie gebrauchte Name Synantheraceen. Die Pollenblätter der Ambroſiaceen, Dipſaceen und Valerianaceen ſind an den Antheren nicht verwachſen. Das Andröceum der Dipſaceen beſteht meiſtens aus vier, jenes der Valerianaceen meiſtens aus drei Pollenblättern (ſ. Abbildung, S. 289, Fig. 3); die Gattungen Morina und Fedia beſitzen zwei, die Gattung Centranthus nur ein Pollenblatt in jeder Blüte (ſ. S. 203, Fig. 2 und 3). Über den Pollen der Synantheraceen vgl. S. 99. Die Fruchtanlage der Valerianaceen wird aus drei Fruchtblättern gebildet und iſt urſprünglich dreifächerig, aber zwei Fruchtblätter, beziehentlich die von ihnen gebildeten Fächer, verkümmern, und nur das dritte Fach kommt zur Entwickelung. Die Fruchtanlage der anderen Familien iſt vom Anfange an nur einfächerig. Die Samenanlage und der aus derſelben hervorgehende Same iſt bei den Dipſaceen und Valerianaceen hängend (ſ. Abbildung, S. 174 und 240, Fig. 2), bei den Ambroſiaceen und Synantheraceen grundſtändig (ſ. S. 68, Fig. 5). In den meiſten Fällen bleibt der Kelch mit der ausreifenden Frucht verbunden und geſtaltet ſich zu einem Kranze von Federn, Borſten und Haaren, welcher „Pappus“ genannt wird (ſ. S. 426), oder er bildet einen häutigen Saum. Auf die Bedeutung dieſer Gebilde wird in einem ſpäteren Kapitel die Rede kommen. Bei den Ambroſiaceen und Dipſaceen wird die Frucht von einer ſackartigen, als „Außenkelch“ angeſprochenen Hülle umgeben. Die Acheniophoren ſind über alle Weltteile verbreitet, gedeihen ſowohl in den Tropen als im arktiſchen Gebiete, werden am Strande des Meeres und am

Rande der Gletscher in den Hochgebirgen, in Sümpfen und auf dürrem Felsboden, in schattigen Wäldern und auf sandigen Steppen angetroffen. Die größte Zahl beherbergt die nördliche gemäßigte Zone. Im Himalaja finden sich mehrere Synantheraceen in der Seehöhe von 4500 m. Fossile Reste wurden in den Ablagerungen der mesozoischen und tertiären Periode, allerdings nur spärlich, gefunden. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 10,700.

---

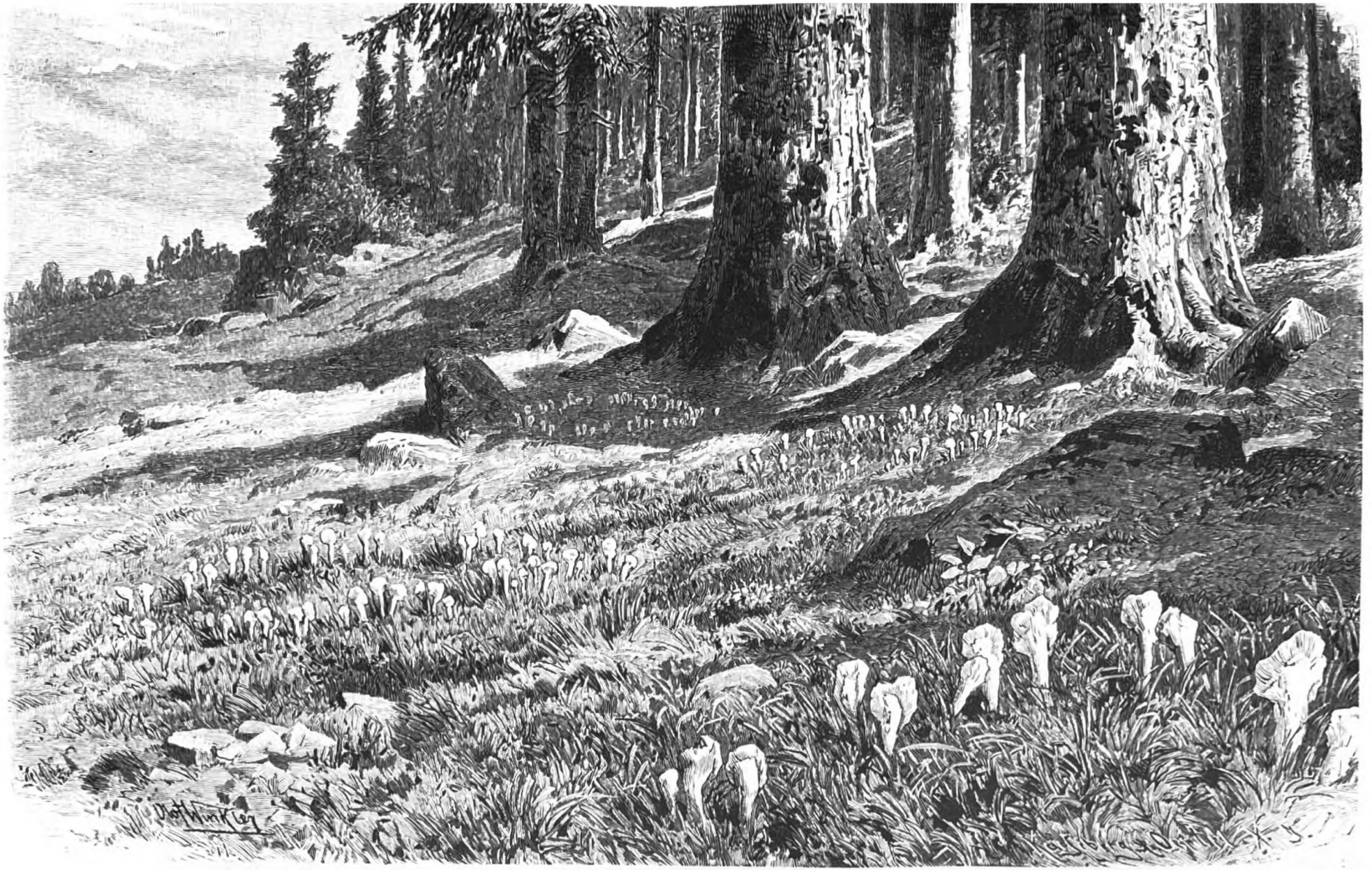
4. Verbreitung und Verteilung der Arten.

Inhalt: Die Verbreitung der Arten mittels Ableger. — Die Verbreitung der Arten mittels Früchte und Samen. — Verbreitungsgrenzen. — Pflanzengenossenschaften und Floren.

Die Verbreitung der Arten mittels Ableger.

Wenn sich im dunkeln, feuchten Keller der gefürchtete Thränenschwamm über die breiten Flächen von Holzwerk unbehindert ausbreiten kann, so bietet sein Mycelium ein ganz eigentümliches Aussehen dar. Um ein dunkles Mittelfeld aus morschem, zerklüftendem und zerfallendem Holze gruppieren sich im Kreise weiße Flecke, deren Außenrand einen Halbbogen bildet, während sich ihr Innenrand mit einer undeutlichen Linie von dem Mittelfelde abgrenzt. So war es aber nicht zu allen Zeiten. Was jetzt als zerstörtes und zerbröckelndes Mittelfeld erscheint, war früher von der ersten Ansiedelung des Myceliums überwuchert, und diese bildete damals ein zusammenhängendes Netzwerk aus Mycelfäden, welches dem freien Auge als ein einziger rundlicher, weißer Fleck erschien. Von der Peripherie dieses Fleckes krochen die Mycelfäden strahlenförmig nach allen Seiten aus, und in dem Maße, als der weiße Fleck an Umfang zunahm, ward sein Mittelfeld wieder dunkel. Die Mycelfäden hatten die Stellen der ersten Ansiedelung verlassen, sie waren dort abgestorben, und das von ihnen zerstörte Holzwerk erschien nun entblößt als dunkles Mittelfeld eines weißen Ringes. Mit der fortschreitenden Erweiterung wurde endlich der Ring stellenweise getrennt, und er gestaltete sich allmählich zu einem Kranze aus isolierten Mycelien, oder mit anderen Worten, aus einem Mycelium war infolge der ausstrahlenden Wachstumsweise eine Gruppe getrennter, im Kreise geordneter, voneinander unabhängiger Mycelflecke geworden.

Diese Ring- und Kranzbildung infolge des ausstrahlenden Wachstums zeigt unter günstigen Verhältnissen auch das im Moder des Waldbodens und im Humus der Wiesen unterirdisch wuchernde Mycelium der Boviste, vieler mit den Morcheln verwandter Pilze und insbesondere zahlreicher Blätterschwämme. Ist es auch nicht möglich, dieses unterirdische Wachstum unmittelbar zu sehen, so wird dasselbe doch in seinen Erfolgen dadurch leicht erkennbar, daß sich von den getrennten, in einem Kreise um den Ausgangspunkt herumstehenden Teilen Sporenträger über die Erde erheben. Diese Sporenträger stehen dann in großer Zahl in regelmäßigen Kreisen geordnet zwischen Moos in der Waldestiefe oder zwischen Gras auf den Wiesenflächen und treten insbesondere dann, wenn die Farbe derselben mit der Umgebung kontrastiert, recht deutlich hervor. Die Abbildung auf S. 718 zeigt solche Ringe, welche von dem Schlauchpilze Spathularia flavida gebildet werden. Das unterirdisch wuchernde Mycelium dieser Spathularia übt auf die Pflanzen der unmittelbaren Nachbarschaft keinen nachteiligen Einfluß; wenigstens ist an den Moosen, Gräsern



Hexenringe auf einer Wiese bei Trins in Tirol, gebildet von dem Schlauchpilze Spathularia flavida. Vgl. Text, S. 717.

und Kräutern, welche dort den Wiesenteppich zusammensetzen, keinerlei Siechtum zu bemerken, sie sind außerhalb und innerhalb des Kreises von gleicher Frische und Üppigkeit. Anders verhält es sich auf den Wiesen, wo sich Blätterschwämme aus der Gattung Marasmius und insbesondere der Mairaßling, Tricholoma gambosum, angesiedelt haben. Die Gewächse der Wiese, deren Wurzeln und Wurzelstöcke von dem Mycelium dieser Blätterschwämme durchsetzt waren, sterben ab, und es werden dann die betreffenden Stellen an dem Welkwerden und Abdorren der über die Erde ragenden grünen Pflanzenteile leicht erkannt. Man ist beim Anblicke solcher Stellen versucht, zu glauben, daß dicht unter der Rasendecke die Reste alter Ringmauern liegen, und daß unter dem Einflusse der Sonnenstrahlen der Rasen so weit abgedorrt ist, als die Steine des unterirdischen Mauerwerkes reichen. Gräbt man aber nach, so überzeugt man sich von der Grundlosigkeit dieser Mutmaßung. Dagegen sieht man, daß der Humus und die Pflanzenwurzeln an diesen Stellen von dem Mycelium der genannten Schwämme ganz durchsetzt und umsponnen sind. Am auffallendsten treten die braunen und grauen ring- und bogenförmigen Streifen auf den Wiesen dann hervor, wenn neben jedem derselben ein parallel laufender Streifen von besonders hellem Grün sichtbar wird, was dadurch zu stande kommt, daß sich an allen jenen Stellen, die von dem in zentrifugaler Richtung fortwachsenden Mycelium verlassen wurden, nach zwei Jahren neuerdings Pflanzen ansiedeln, aber merkwürdigerweise nicht dieselben Arten, welche dort in den vorhergehenden Jahren getötet wurden, sondern Kräuter und Gräser, für welche die 1—2 Jahre hindurch verödeten Stellen einen besonders geeigneten Nährboden bilden. Die Wurzeln und Wurzelstöcke der von dem Mycelium getöteten Pflanzen sind nämlich inzwischen verwest, auch die Reste des Myceliums und die Sporenträger sind in Verwesung übergegangen, der Boden wurde dadurch gewissermaßen gedüngt, und es gedeihen auf ihm nun am besten Gewächse, welche auch sonst sich auf brachgelegenem Erdreiche einstellen. Diese wachsen mit üppigen Stengeln und Blättern empor, und so kommt es, daß an der inneren Seite eines jeden graubraunen verödeten Streifens ein parallellaufender hellgrüner Streifen zur Entwickelung kommt.

Der Landbevölkerung, zumal in jenen Gegenden, wo der Wiesenbau im Wirtschaftsbetriebe eine wichtige Rolle spielt, ist diese Erscheinung längst aufgefallen. Dieselbe wird mit dem Einflusse von Gespenstern, Hexen und Elfen in Zusammenhang gebracht, woher sich auch der Name Hexenringe, Alberringe und Elfenringe schreibt. In Oberösterreich gelten diese öden, ausgedorrten Flecke als die Tummelplätze der Hexen, und es wird insbesondere die Walpurgisnacht (1. Mai) als diejenige Zeit bezeichnet, in welcher die Hexenringe entstehen. In Tirol, wo man die ausgebrannten kreisförmigen Plätze und halbkreisförmigen Streifen Alberringe nennt, geht die Sage, daß um Martini (11. November), insbesondere aber zur Zeit des regelmäßigen Sternschnuppenfalles um den Laurentiustag (10. August), der Alber, ein Drache mit feurigem Schweife, über die Wiesen dahinfahre, und es ist unverkennbar, daß die Sternschnuppen mit dem feurigem Schweife des Alber in Zusammenhang gebracht werden. Der Alber haust in einem Loche zwischen den Felsen, jedes Jahr wandert er zur angegebenen Zeit aus und fliegt über das Thal in ein anderes Loch, dabei macht er einen großen Bogen und streift mit seinem Schweife den Wiesengrund. An den gestreiften Stellen wird das Gras so arg versengt, daß mehrere Jahre nichts darauf wächst; erst nach sieben Jahren gedeiht es dort wieder, und zwar fetter und üppiger als früher. In Schweden nennt man diese ausgedorrten Stellen auf den Wiesen und Weiden Elfenringe und Elfengänge und glaubt, daß dort Elfen[1] ihre nächtlichen Wanderungen ausführen, ihre Spiel- und Tanzplätze haben und das Gras durch Niedertreten verderben.

[1] Alber, Alb, Elf ist auf dieselbe Wurzel zurückzuführen.

Die Menſchen dürfen dieſe Plätze nicht betreten, ſonſt werden ſie von einer Krankheit befallen, die man „Elfenbläſter“ nennt, und welche insbeſondere die Kinder großer Gefahr ausſetzt.

Weit ſeltener als die unterirdiſch wuchernden Mycelien der genannten Schwämme ſind an der Bildung von Hexenringen Pflanzenſtöcke mit unterirdiſchen Rhizomen und Stockſproſſen beteiligt. Namentlich können einige Korbblütler (Petasites niveus und officinalis, Arnica Chamissonis, Achillea Millefolium), Lippenblütler (Betonica grandiflora, Mentha alpigena), Schwertlilien (Iris arenaria und Pallasii), Gräſer, Seggen und Simſen (Hierochloa borealis, Sesleria coerulea, Carex Schreberi, Juncus trifidus) aufgeführt werden, welche, wenn die Verhältniſſe des Bodens entſprechen, ohne irgend eine Mithilfe von Pilzen zur Bildung von ringförmig und kranzförmig geordneten Teilſtöcken gelangen. Die Wachstumsweiſe dieſer Pflanzen iſt ähnlich jener des Thränenſchwammes. Junge Stöcke erſcheinen mit dicht zuſammengedrängten Sproſſen; dieſe ſtrecken ſich aber nach mehreren Seiten vor und ſterben gleichzeitig von hintenher ab. Dadurch entſteht an dem Punkte der erſten Anſiedelung ein öder Fleck mit abgedorrten Reſten, welche die Anſiedelung anderer Gewächſe nicht leicht zulaſſen, und dieſer Fleck iſt von einem Kranze getrennter, lebenskräftiger Sproſſe eingefaßt. Sind dieſe Sproſſe ſehr zahlreich, ſchließen ſie auch nach erfolgter Trennung noch dicht zuſammen und iſt ihr jährlicher Zuwachs nur ein geringer, ſo dauert es ſehr lange, bis ſich ein deutlicher Ring bildet; dieſer iſt dann aber um ſo ſchöner und ſo auffallend, daß er auch von dem flüchtigſten Beobachter nicht überſehen werden kann. Es gilt dies vorzüglich von den oben genannten grasartigen Gewächſen und unter dieſen wieder insbeſondere von dem blauen Berggraſe (Sesleria coerulea), welches als ringbildende Pflanze in Schweden ſogar eine gewiſſe Berühmtheit erlangt hat. Dasſelbe heißt dort nämlich im Volksmunde elf dansar, und es iſt im Lande der Glaube verbreitet, daß die Elfen an den Orten, wo die Ringe aus dieſem Graſe gebildet werden, mit beſonderer Vorliebe ihre nächtlichen Tänze abhalten.

Selbſtverſtändlich werden ſchöne Ringe durch die genannten Pflanzen nur dann gebildet, wenn von den Knoſpen der unterirdiſchen Stengelglieder die vorderſten, das ſind jene, welche den Abſchluß der ſtrahlenförmig auswachſenden Stockſproſſe oder Rhizome bilden, zur weiteren Entwickelung kommen, während die an den Zwiſchengliedern angelegten zu Grunde gehen, welches Verhältnis unter Umſtänden, zumal durch Störungen und Behinderungen des Wachstums der endſtändigen Knoſpen, auch verſchoben werden kann. Auf ſteinigem, unebenem Boden kommt es darum auch weit weniger zur Bildung von Hexenringen als auf gleichmäßig gemengtem, ebenem Erdreiche, und die geeignetſten Gelände für dieſe Art der Hexen- oder Alberringe ſind Wieſen, welche ſich über die Plattform eines Bergrückens oder über gleichmäßig aufgeſchichtetes Erdreich flacher Thalſohlen ausbreiten.

Wenn man Stöcke der hier beſprochenen Gewächſe auf ebenem Boden in gutes Erdreich im Garten pflanzt, und zwar an Stellen, wo ihrer Ausbreitung nach keiner Seite ein Hindernis entgegenſteht, ſo bilden ſich auch da binnen weniger Jahre die geſchilderten Ringe und Kränze aus. Aber trotzdem dürften nur wenige in die Lage gekommen ſein, dieſes Schauſpiel in Gärten zu ſehen. Das hat ſeinen Grund darin, daß die Gärtner, zumal die Ziergärtner, es gar nicht zur Ringbildung kommen laſſen, weil ſie die Ausbildung eines verödeten Mittelfeldes für unſchön und das Beſtehenlaſſen eines Ringes für das Anzeichen einer nachläſſigen Beaufſichtigung des Gartens halten. Ich wurde hierauf vor vielen Jahren im botaniſchen Garten zu Innsbruck aufmerkſam gemacht. In dieſem Garten werden die ausdauernden Stauden in beſonderen Beeten nebeneinander kultiviert, und es iſt dort jeder Art nur ein beſchränkter Raum zugewieſen. Sobald der Frühling gekommen war, begab ſich der Gärtner zu den feſtgeſtellten Standplätzen gewiſſer Arten, um, wie

er sagte, die davongelaufenen Pflanzen einzufangen. An den Stellen, wo im verflossenen Jahre die Mentha alpigena gestanden hatte, waren zwar heuer noch einige verdorrte Stummel, aber kein einziger lebendiger Stocksproß in der Erde zu finden. Dagegen kamen überall im Umkreise des für diese Minzenart bestimmten Raumes in den Nachbarbeeten und auch auf den zwischen den Beeten sich hinziehenden Wegen die Stocksprosse mit ihren Spitzen über die Erde hervor. Diese Stocksprosse wurden nun ausgegraben und an der verlassenen Stelle in die Erde gepflanzt. Alljährlich oder alle zwei Jahre wurde dieses Einfangen der Flüchtlinge wiederholt, und zwar nicht nur bei der genannten Minze, sondern auch bei mehreren anderen Staudenarten, wie namentlich bei Achillea asplenifolia und tomentosa, Betonica grandiflora und Lysimachia thyrsiflora.

Von oberirdisch sprossenden Pflanzen sind als Ring- und Kranzbildner fast ausschließlich Schimmelpilze, Flechten und Moose bekannt. Der auf der Fruchtschale von Orangen, Äpfeln und Birnen sich einnistende Schimmel Penicillium glaucum erscheint kurz nach der Ansiedelung als Punkt, später als kreisrunder Fleck und endlich als deutlicher, ein braunes, fauliges Mittelfeld umrandender Kranz. Der Punkt und der Fleck bestehen aus netzförmig verketteten Zellen, welche sich gegenseitig unterstützen und ein Ganzes bilden, der Kranz dagegen aus zahlreichen Hyphengeflechten, welche sich gesondert haben und voneinander unabhängig geworden sind.

Von den kranzbildenden Flechten fallen jene am meisten in die Augen, deren getrennte, in einem Kreise oder Halbkreise geordnete Teile sich durch ihre Farbe von der Unterlage abheben. Besonders sind in dieser Beziehung die weiße, von dem dunkeln Schiefergesteine sich abhebende Parmelia conspersa und die safrangelben, weithin sichtbaren Arten Amphiloma callopisma und Gasparrinia elegans bemerkenswert. Die dunkel olivengrünen, im ausgetrockneten Zustande schwarzen Gallertflechten, namentlich Collema multifidum und pulposum, bilden auf dem hellen Grunde der Kalkfelsen nicht selten Kränze, so regelmäßig, als ob man sie mit dem Zirkel vorgezeichnet hätte; und einen besonders zierlichen Anblick gewährt die gelbrote kleine Physcia cirrochroa, wenn sie auf den ebenen Flächen steiler Kalkfelsen an Hunderten von Punkten sich angesiedelt und strahlenförmig ausgebreitet hat. Man könnte glauben, es habe jemand mit einem Pinsel kleine, gelbrote Kränze hingemalt. Auch an die vom Strahle der untergehenden Sonne an den Rändern geröteten Lämmerwolken am abendlichen Himmel wird man erinnert und irre ich nicht, so hat diese Flechte mit Rücksicht auf diesen Vergleich auch ihren Namen erhalten.

Von Lebermoosen und Laubmoosen sind es insbesondere Frullania dilatata, Radula complanata, Amblystegium serpens, Anomodon viticulosus und Hypnum Halleri, welche, wenn sie an ebenen Flächen steiler Felswände und auf der Borke alter Baumstämme wachsen, Ringe und Kränze bilden. Zur Zeit der ersten Ansiedelung werden sie wegen ihrer Kleinheit kaum bemerkt; sie breiten sich aber sehr rasch aus, und zwar so, daß ihre Stämmchen der Unterlage fest angeschmiegt bleiben, sich gabeln und strahlenförmig nach allen Seiten auswachsen. Die ganze Pflanze ist nun schon von einiger Entfernung als ein grünlichgelber oder braungrüner Fleck mit nahezu kreisförmigem Umrisse zu erkennen. Indem das Wachstum in der angegebenen Weise an der Peripherie der tapetenartig dem Gesteine oder der Borke aufliegenden Moospflanze fortschreitet, und in dem Maße, als dort die Gabelästchen sich vermehren, sterben die älteren Teile in der Umgebung des ersten Ansiedelungspunktes aus, vertrocknen, zerfallen und werden als Staub durch die Lüfte entführt, so daß dort wieder nackter Fels oder entblößte Borke zum Vorscheine kommt. Dadurch sind aber jetzt aus der einen Moospflanze 5, 10, 20 Moospflanzen geworden, welche wie ein Kranz das entblößte Mittelfeld umgeben. Dieser Kranz erweitert sich von Jahr zu Jahr, endlich kommt es dahin, daß er durch Lücken unterbrochen wird, und man sieht dann, mehr als

eine Spanne weit von der urſprünglichen Anſiedelungsſtelle entfernt, die genannten Mooſe in 20 und mehr Exemplaren in kreisförmiger Anordnung der Unterlage angepreßt.

Damit die in den vorhergehenden Zeilen geſchilderte ring- und kranzförmige Anordnung der Ableger zu ſtande komme, iſt es notwendig, daß die zuerſt angeſiedelte Pflanze vertrocknet und verweſt, daß auch die ſtrahlenförmig von ihr ausgegangenen Sproſſe von hintenher um ſo viel abſterben, als ſich ihre fortwachſenden Spitzen von dem Mittelpunkte der ganzen Anſiedelung entfernt haben, und daß ſich endlich auf dem ausgeſtorbenen Mittelfelde für einige Zeit keine neue Anſiedelung von ſeiten der betreffenden kranzbildenden Pflanzenart breit macht. Dieſe Bedingungen ſind nur verhältnismäßig ſelten erfüllt, und daher kommt es, daß die Ring- und Kranzbildung nichts weniger als häufig iſt.

Viel öfter kommt es vor, daß die den Ausgangspunkt für einen Beſtand bildende Pflanze, nachdem ſie kriechende Zellfäden, Ausläufer, Stockſproſſe und dergleichen nach allen Weltgegenden ausgeſendet hat, nicht zu Grunde geht, ſondern in der Mitte ihrer abgeſchiedenen Sprößlinge noch lebendig und thätig bleibt, ja ſogar von Jahr zu Jahr neue Triebe nachſchiebt. Ebenſo kommt es vor, daß die abgeſchiedenen Sprößlinge die Wachstumsweiſe ihrer Mutterpflanze wiederholen, d. h. ebenſo wie dieſe, wenn auch vielleicht weniger regelmäßig, nach allen Seiten austreiben, wobei es unvermeidlich iſt, daß ein Teil der jungen Triebe wieder auf das entblößte Mittelfeld zurückkommt und ſich dort anſiedelt, wo die erſte Mutterpflanze geſtanden. Auch der folgende Fall wird beobachtet: Von einem Stocke gehen alljährlich nur nach einer Seite, ſagen wir gegen Süden, ein paar wagerechte Triebe aus; die Knoſpen derſelben werden nach Jahr und Tag zu ſelbſtändigen Stöcken, und jeder dieſer Stöcke ſendet wieder einige wagerechte Triebe nach Süden aus. Im Laufe einiger Jahre ſind durch dieſe Ablegerbildung 20—30 Stöcke entſtanden, welche von dem erſten Ausgangspunkte je nach der Länge der Triebe mehr oder weniger weit entfernt ſtehen. In allen dieſen Fällen ſind die Ableger nicht ring- und kranzförmig um ein leeres Mittelfeld gruppiert, ſondern erſcheinen *zeilenförmig* und *truppweiſe* angeordnet. *Zeilen* nennen wir nämlich Beſtände, deren einzelne Pflanzen ſich in Reihen ordnen, und von einem *Trupp* ſprechen wir, wenn die auf den gleichen Urſprung zurückzuführenden Pflanzen über einen nahezu kreisrunden Fleck des Bodens verteilt ſind, und zwar ſo, daß zwiſchen ihnen deutliche Abſtände ſichtbar ſind.

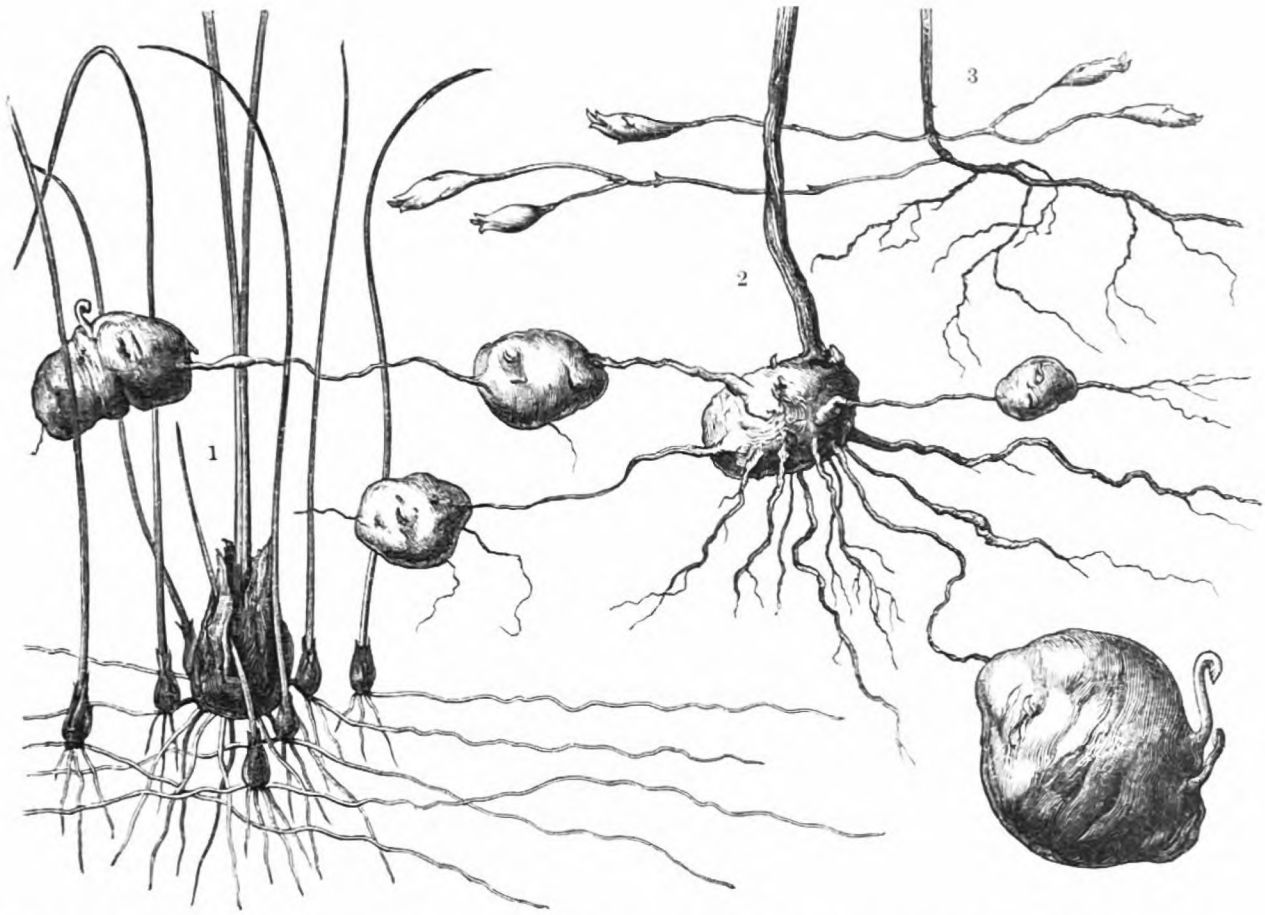
So wie die ring- und kranzförmigen Beſtände, bilden ſich auch die zeilen- und truppförmig gruppierten Ableger bald unterirdiſch, bald oberirdiſch aus. Aus den unter der Erde und im Moder abgeſtorbener Holzſtämme flach verlaufenden Mycelfäden mehrerer Pilze erheben ſich die Sporenträger in ſtreng linearer Anordnung. Auch aus den Rhizoiden und wagerecht verlaufenden unterirdiſchen Stämmchen einiger Laubmooſe gehen ſehr regelmäßige zeilenförmige Beſtände hervor. *Am auffallendſten aber iſt die durch wagerecht unter der Erde verlaufende Wurzeln veranlaßte Zeilenbildung.* Die Eſpe (Populus tremula), der Sanddorn (Hippophaë rhamnoides), der Bocksdorn (Lycium barbarum), der Himbeerſtrauch (Rubus Idaeus), der Attich (Sambucus Ebulus), die Seidenpflanze (Asclepias Cornuti), verſchiedene Arten der Gattungen Leinkraut (Linaria) und Wolfsmilch (Euphorbia) und noch zahlreiche andere Bäume, Sträucher und Stauden (ſ. S. 27) *erzeugen unter der Erde beſondere, horizontal verlaufende Wurzeln, an deren oberer Seite Knoſpen angelegt werden. Die aus dieſen Knoſpen hervorgehenden Sproſſe erſcheinen, nachdem die den gemeinſamen Ausgangspunkt bildende Wurzel abgeſtorben iſt, als ſelbſtändige getrennte Stöcke.* Die Stöcke entſprechen in ihrer Anordnung natürlich dem Verlaufe der Wurzeln und ſind zeilenweiſe gruppiert. Selbſt nach Jahren iſt an ſolchen Beſtänden die *zeilenförmige Anordnung der Ableger* noch zu erkennen. Bei bedeutender Länge der

knospenbildenden Wurzeln kommen die äußersten Ableger bisweilen in bedeutende Entfernung von der Mutterpflanze zu stehen. Von der Espe sah ich einzelne Ableger 30 Schritt von dem abgeholzten mütterlichen Stamme aus der Wurzel über die Erde emporgewachsen. Die Stämme der Seidenpflanze (Asclepias Cornuti) sprießen in Entfernungen von beiläufig 40 cm aus den tief unter der Erde wagerecht verlaufenden dicken Wurzeln empor, und auch an ihnen ist die zeilenförmige Anordnung mitunter recht deutlich zu sehen. Wenn dann von den einzelnen Ablegern neuerdings wagerechte Wurzeln ausgesendet werden, so verwischt sich nachträglich die Zeilenbildung mehr und mehr, und es entsteht ein lockerer, über weite Gelände ausgebreiteter Trupp. Mitunter sterben die älteren Teile des Bestandes ganz aus, und in dem Grade, als die Stöcke auf der einen Seite verdorren, wachsen jene auf der anderen Seite üppig empor. Es macht dann den Eindruck, als ob der ganze Trupp einige Schritt weit vorgerückt wäre. Namentlich an den Himbeersträuchern kann man diese Erscheinung sehr gut beobachten. Auf geeignetem Boden verschiebt sich ein Trupp Himbeersträuchern alljährlich um 2 Schritt, und nach 10 Jahren kann derselbe um 20 Schritt vorgerückt sein. Wenn Himbeerstöcke in die Nähe der Umfriedung eines Grundstückes längs eines Zaunes oder einer Hecke gepflanzt wurden, so kann es geschehen, daß nach 10 Jahren an der ursprünglichen Pflanzstätte kein einziger Himbeerstock mehr zu sehen ist, während sich jenseit des Zaunes, auf dem Grundstücke des Nachbars, eine Menge von Himbeerstöcken aus dem Boden erhebt.

Die zeilen- oder truppweise angeordneten Bestände, welche aus unterirdischen Knollen hervorgehen, haben folgende sehr einfache Geschichte: Nachdem sich an dem unterirdischen Triebe eines Pflanzenstockes ein Knollen vollständig ausgebildet hat, werden die dünnen, fadenförmigen Brücken, welche bisher der Stoffzuleitung dienten, unterbrochen, und zwar durch Verwesung und Zerfall des betreffenden Gewebes. Der so von dem Mutterstocke abgelöste neue Knollen treibt aus seinen Knospen nach Ablauf der nötigen Ruheperiode Stengel empor, welche oberhalb der Erde sich belauben und unter der Erde neuerdings Sprosse mit knollenförmigen Verdickungen ausbilden. Diese neuesten Knollen werden, nachdem sie sich abgelöst haben, wieder zum Ausgangspunkte für knollenbildende Pflanzenstöcke. So geht es fort und fort, bis nach einigen Jahren in der Umgebung der Stelle, wo der erste Knollen gelegen hatte, das Erdreich mit Hunderten getrennter Knollen durchspickt ist, und dem entsprechend oberirdisch auch ein Trupp von Hunderten getrennter, belaubter Stengel zum Vorscheine kommt. Es hängt natürlich von der Länge und Zahl der unterirdischen knollenbildenden Triebe ab, ob der Trupp ein gedrängter oder ein lockerer ist. An der Tobinambur (Helianthus tuberosus) sind die knollenbildenden Triebe kurz; dem entsprechend ist auch der Trupp gedrängt und breitet sich nur langsam über eine größere Bodenstrecke aus. Das Alpenhexenkraut (Circaea alpina, s. Abbildung, S. 724, Fig. 3) bildet kleine, längliche Knollen am Ende 6 cm langer Triebe, setzt deren etwa fünf im Umkreise des Mutterstockes ab, und jeder der neuen aus den Knöllchen hervorgehenden Stöcke wiederholt diese Ablegerbildung in denselben Abständen. Da 6 cm in anbetracht der Größe des Alpenhexenkrautes eine recht ansehnliche Länge bilden, erscheinen auch die Trupps dieses Krautes locker und breiten sich innerhalb weniger Jahre in weitem Umkreise aus. Ungemein ausgiebig ist die Knollenbildung von Thladiantha dubia, einer in Ostasien heimischen, kürbisartigen Pflanze, deren Ablegerbildung auf S. 724, Fig. 2 dargestellt ist. Man findet bei dieser Thladiantha an jedem Triebe eine ganze Reihe von Knollen ausgebildet, welche durch dünne, 4—8 cm lange Fäden verkettet sind. Meistens sind sie zu 5—10 aneinander gereiht, und eine solche Kette zeigt eine Länge von ungefähr 50 cm. Da aus jedem Knollen ein neuer Stock hervorwächst, und dieser unterirdisch wieder kettenförmig aneinander gereihte Knollen ausbildet, so vermag die Thladiantha binnen wenigen Jahren

ein Gebiet von 10 qm ganz zu beſetzen und einen nicht nur dichten, ſondern auch raſch an Umfang zunehmenden Trupp zu bilden.

Verhältnismäßig viele knollenbildende, zu truppförmigen Beſtänden auswachſende Pflanzen beherbergen die Sümpfe, zumal jene, welche einem großen Wechſel des Grundwaſſerſtandes und in regenarmen Jahren der Gefahr des zeitweiligen Austrocknens ausgeſetzt ſind. Mehrere Laichkräuter (Potamogeton), ſo namentlich Potamogeton pectinatus, bilden an den wagerecht im Schlamme fortkriechenden Trieben eine große Anzahl kleiner Knöllchen aus; die knollentragende Binſe (Scirpus tuberosus) bildet ähnlich wie das Alpenhexenkraut 5—6 unterirdiſche Sproſſe, welche eine Länge von 10—15 cm beſitzen, und deren



Pflanzen mit Knollen und Zwiebeln, deren Wachstumsweiſe zur Bildung zeilen- und truppweiſe angeordneter Beſtände Veranlaſſung gibt: 1. Muscari racemosum. — 2. Thladiantha dubia. — 3. Circaea alpina. Vgl. Text, S. 723.

jeder mit einem Knollen von der Größe einer Kaſtanie abſchließt, und da die aus dieſen Knollen hervorwachſenden Stöcke dieſelbe Ablegerbildung wiederholen, ſo erweitert ſich der Umfang des truppförmigen Beſtandes alljährlich um 20—30 cm. Eigentümliche Knollen entwickelt auch das ſeiner Blattform wegen berühmte, auf der Tafel bei S. 645 abgebildete Pfeilkraut (Sagittaria sagittifolia). Aus dem knotigen, im Schlamme geborgenen Stamme ſprießen im Herbſte Ausläufer hervor, deren Niederblätter nicht unähnlich jenen der Quecken in eine feſte Spitze auslaufen. Zumal das vorderſte Blatt, von welchem das knollig verdickte Ende das Ausläufers eingehüllt iſt, zeigt eine ſtarre Spitze und ſpielt die Rolle eines Erdbohrers, oder beſſer geſagt, Schlammbohrers, indem dasſelbe für die bis zu 25 cm ſich verlängernden Ausläufer den Weg bahnt. An dem ungefähr haſelnußgroßen, knollig verdickten Ende des Ausläufers bildet ſich eine kleine Knoſpe mit grünlichen, dicht übereinander liegenden Blättchen aus, welche ſamt den knollenförmigen Trägern ſich den Winter über

frisch erhält, während der Stock, dem diese Ausläufer ihren Ursprung verdanken, abstirbt. Im darauffolgenden Frühlinge wächst nun jede der kleinen Knospen zu einem neuen Stocke aus, indem sie die Reservestoffe des ihr zur Unterlage dienenden Knollens verwertet, und an Stelle des zu Grunde gegangenen alten Stockes sieht man jetzt einen kleinen Trupp junger, getrennter Stöcke sich aus dem Schlamme erheben.

Sehr verbreitet sind die zeilen- und truppweise angeordneten Bestände aus Ablegern, welche von unterirdisch verlaufenden Rhizomen und Stocksprossen ausgebildet werden. Die in horizontaler Richtung sich verlängernden Rhizome und Stocksprosse bilden an ihrem wachsenden Ende und auch seitlich Knospen, und in dem Maße, als sie sich vorn gabeln und verteilen, sterben sie von rückwärts her ab, wodurch dann eine Trennung der einzelnen Sprosse stattfindet. Es gehören hierher mehrere Arten der Gattungen Zahnwurz (Dentaria), Windröschen (Anemone), Quecke (Agropyrum), Minze (Mentha), Schafgarbe (Achillea), Weidenröschen (Epilobium), Pestwurz (Petasites) und der auf der Tafel bei S. 651 abgebildete „Waldmeister (Asperula odorata) im Buchenwalde". In betreff der Länge zeigen die unterirdischen ablegerbildenden Sprosse dieser Pflanzen eine weitgehende Verschiedenheit, welche durch die hier eingeschaltete Tabelle eine übersichtliche Darstellung findet.

	Zentimeter
Anemone ranunculoides	5—10
Monarda fistulosa	
Melissa officinalis	
Origanum vulgare	
Achillea Millefolium	10—15
Equisetum arvense	
Asperula taurina	
Oxalis corniculata	
Betonica grandiflora	
Tanacetum Balsamita	
Aster salignus	
Dentaria glandulosa	15—20
Carex arenaria	
Juncus arcticus	

	Zentimeter
Epimedium alpinum	15—20
Silene alpestris	
Mentha viridis	
Asperula odorata	20—25
Mentha piperita	
Rubia tinctorum	
Senecio Fuchsii	
Mercurialis perennis	25—30
Mentha crispa	
Agropyrum repens	
Aegopodium Podagraria	
Convolvulus arvensis	30—35
Saponaria officinalis	
Potentilla bifurca	35—45

	Zentimeter
Hierochloa borealis	35—45
Urtica dioica	
Carex pilosa	
Glaux maritima	45—55
Arnica Chamissonis	
Daphne Philippi	
Senecio fluviatilis	55—60
Tussilago Farfara	60—75
Solidago canadensis	
Petasites niveus	75—85
Mentha alpigena	
Nardosmia fragrans	85—100
Epilobium angustifolium	
Petasites officinalis	100—150

Diese Zahlenangaben beziehen sich nicht auf die Länge eines einzelnen Stengelgliedes, sondern auf die Länge des ganzen jährlichen unterirdischen Stocksprosses, der aus ziemlich zahlreichen Gliedern zusammengesetzt sein kann. So z. B. zeigt der unterirdische Jahrestrieb der Doldenpflanze Aegopodium Podagraria acht Glieder, von welchen die dem Ausgangspunkte zunächst gelegenen die längsten, die am äußersten Ende entstandenen die kürzesten sind.

Wie bei den aus unterirdischen Wurzeln und aus Knollen entstandenen zeilen- und truppweise angeordneten Beständen, hängt auch bei jenen, welche aus Rhizomen und Stocksprossen hervorgehen, die Schnelligkeit der Ausbreitung und der Umfang der Bestände von der Länge der Jahressprosse und auch davon ab, ob der Boden, wo sich die Bestandbildung vollzieht, der Ausbreitung der Ableger günstig ist oder nicht. In den Holzschlägen und an den Flußufern entwickeln sich mehrere der hierher zu zählenden Pflanzen, wie z. B. das Land-Reitgras (Calamagrostis Epigeios), das schmalblätterige Weidenröschen (Epilobium angustifolium), die nordamerikanischen Goldruten und Rudbeckien (z. B. Solidago Canadensis und Rudbeckia laciniata), in überraschend kurzer Zeit, und diese haben noch die Eigentümlichkeit, daß an den Stellen, von denen sie Besitz ergriffen haben, alle andere Vegetation unterdrückt und verdrängt wird. Von den Landwirten wird dieser Umstand insofern auch praktisch ausgenutzt, als man gewisse Gräser, welche zeilen- und truppweise angeordnete

Ableger bilden, zur Bindung lockeren Bodens, zumal des Flugsandes, verwendet. Indessen gibt es auch in dieser Abteilung Gewächse, welche allerwärts die Plage des Landwirtes sind, und deren Ansiedelung und Vermehrung mit allen möglichen Mitteln entgegengewirkt wird. Zu diesen gefürchteten Pflanzen, welche, auf Feldern und in den Gartenbeeten eingenistet, die dort gepflegten Pflanzen in ihrer Entwickelung beeinträchtigen, gehören z. B. die Quecke (Agropyrum repens), der Geißfuß (Aegopodium Podagraria), die große Brennessel (Urtica dioeca) und die Ackerkratzdistel (Cirsium arvense). Wenn diese sich irgendwo auf bebautem Boden angesiedelt und mit ihren Stocksprossen das Erdreich durchwuchert haben, so bleibt nichts anderes übrig, als den ganzen Grund aufzuwühlen und alle Stocksprosse sorgfältig zu entfernen. Leider ist auch diese mühsame Arbeit nicht jedesmal von dem angestrebten Erfolge begleitet, denn trotz der größten Sorgfalt kann es leicht geschehen, daß kleine Stückchen von Stocksprossen zurückbleiben, und diese bilden dann den Bildungsherd für eine neue Kolonie der wuchernden Unkräuter. In kurzer Zeit erscheint wieder ein neuer Bestand über dem mit so großer Mühe gereuteten Boden, und es ist ein neues Aufgraben und noch sorgfältigeres Reinigen des Bodens von nöten. Einen eigentümlichen Anblick gewähren diese truppweise angeordneten Bestände, wenn von den unterirdisch verlaufenden Stammbildungen Laubblätter ausgehen, deren große Spreiten von aufrechten, nahezu gleich langen Stielen getragen werden, wie das z. B. bei der Pestwurz (Petasites officinalis) und zahlreichen tropischen Aroideen (s. die beigefügte Tafel „Aroideen im brasilischen Urwalde") der Fall ist. Man sieht dann weite Strecken ausschließlich mit den üppigen großen Laubblättern überdeckt und jede andere Vegetation daselbst unterdrückt. Am großartigsten vollzieht sich übrigens die Ablegerbildung durch Stocksprosse und die Ausbildung truppweise angeordneter Bestände an dem gewöhnlichen Rohre (Phragmites communis). Auf geeignetem Boden angesiedelt, überzieht dasselbe in ununterbrochenem, unaufhaltsamem Zuge, alle anderen Pflanzen unterdrückend und verdrängend, die weitesten Gelände. An der unteren Donau sind manche Niederungen so dicht mit Rohr bestanden, daß man dort thatsächlich im Umkreise mehrerer Stunden außer Rohrhalmen nur noch einige wenige untergeordnete, physiognomisch nicht hervortretende Pflanzen zu sehen bekommt. Die bei S. 645 eingeschaltete, nach der von mir in dem genannten Gebiete angefertigten Aquarellskizze von Olof Winkler ausgeführte Tafel zeigt im Hintergrunde einen solchen Rohrbestand, in dessen Innerem keine andere Pflanze zu sehen ist. Nur am Rande des Röhrichtes, im Vordergrunde, erheben sich das Schilf (Typha latifolia), die Wasserviole (Butomus umbellatus) und das Pfeilkraut (Sagittaria sagittifolia), welche aber über kurz oder lang von den vordrängenden Ablegern des Röhrichtes auch überwuchert und aus dem Felde geschlagen werden. Dieses Rohr ist auch insofern interessant, als sich die Ablegerbildung bei demselben sowohl unter der Erde als unter Wasser vollziehen kann; und es ist gewissermaßen das Vorbild einer Gruppe von Pflanzen, welche vermöge ihrer amphibischen Natur bei der Umwandlung von wasserbedeckten in trockenes Gelände und bei der Besiedelung der in betreff des Wasserstandes großen Schwankungen unterliegenden Flußläufe eine wichtige Rolle spielen. Es genügt hier, auf die Süßgräser (Glyceria spectabilis und fluitans), den Rohrglanz (Phalaris arundinacea), die Schachtelhalme (Equisetum limosum und hiemale), die Wasserdolden (Phellandrium aquaticum, Berula angustifolia, Sium latifolium) und den zungenblätterigen Hahnenfuß (Ranunculus Lingua) hingewiesen zu haben. Übrigens zählen zu diesen mit Stocksprossen im Schlamme sich verbreitenden und dort Ableger bildenden Gewächsen auch echte Wasserpflanzen, wie z. B. die in Band I, S. 626 abgebildete Vallisneria, die Wasserriemen (Zostera), der Tannenwedel (Hippuris), die meisten Wasserranunkeln (Batrachium) und die Laichkräuter (Potamogeton). An diesen allen beobachtet man in betreff der Ableger- und Bestandbildung die größte Übereinstimmung.

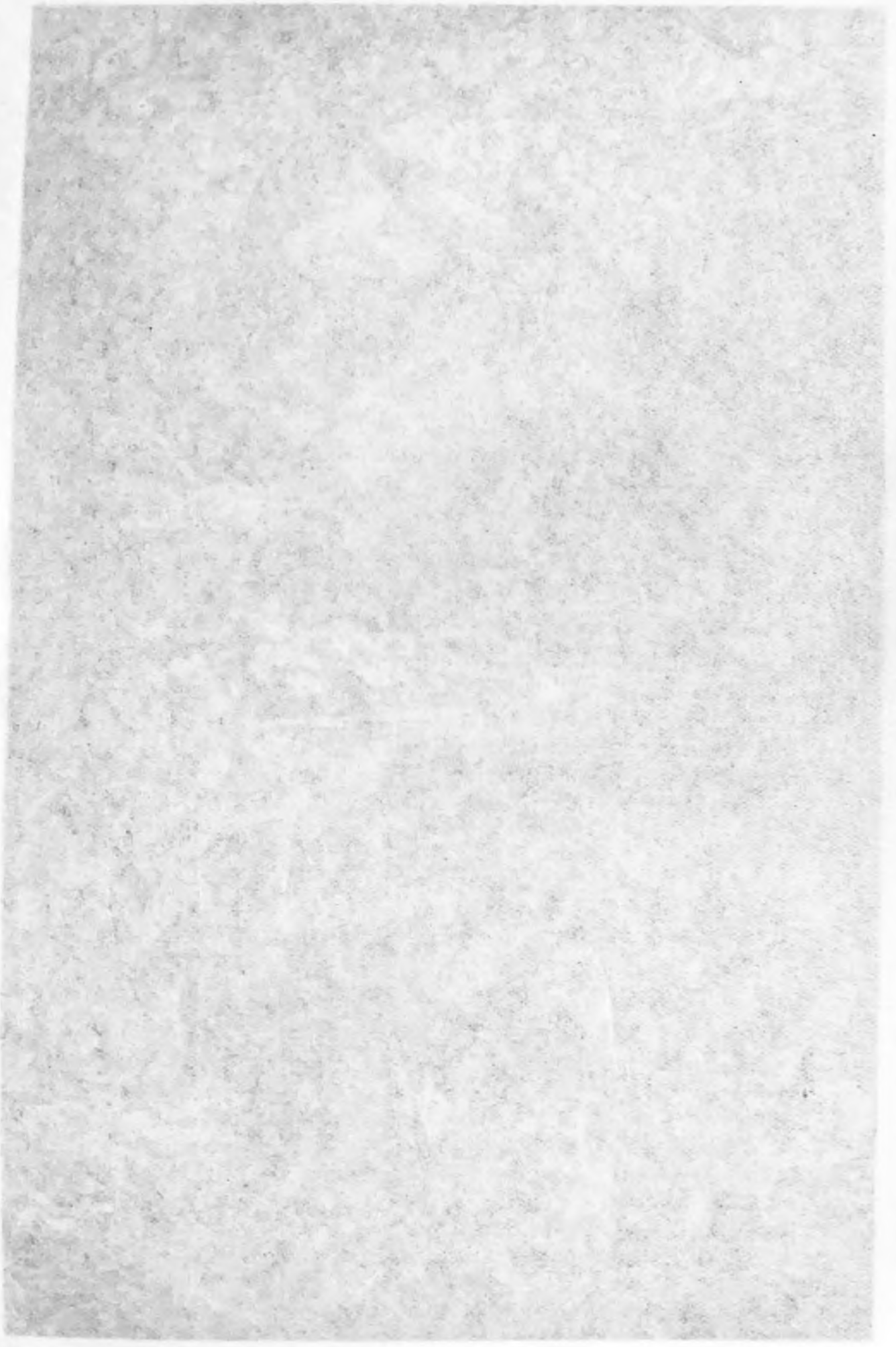




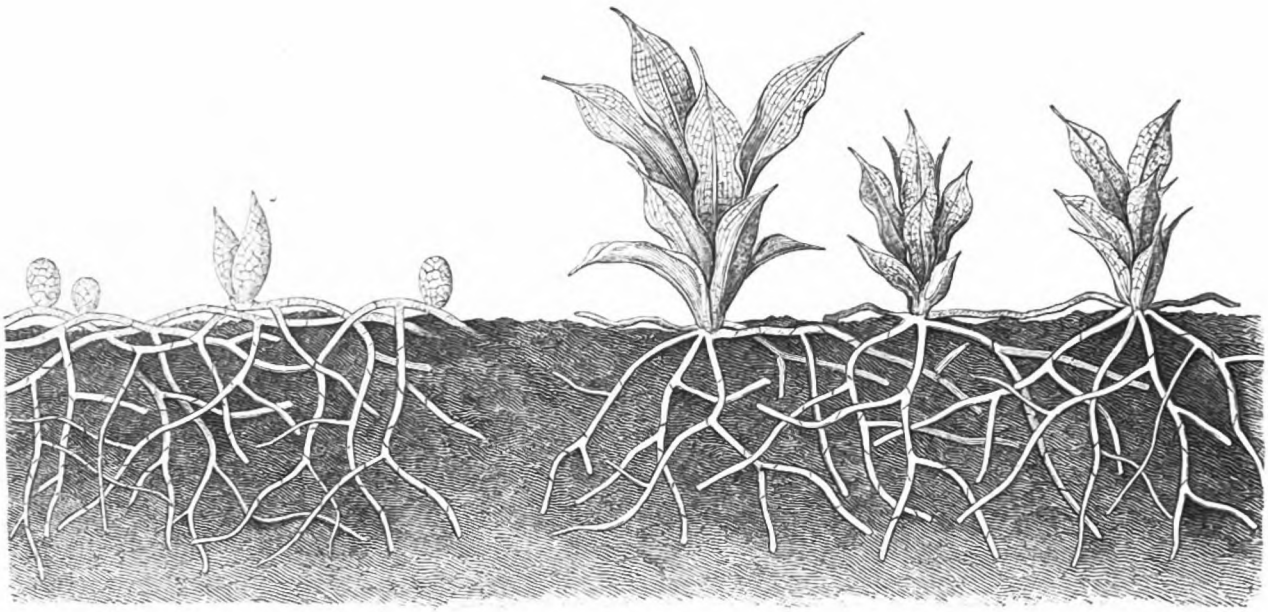
AROIDEEN (XANTHOSOMA SAGITTIFOLIA) im brasilischen Urwalde.

(Nach Aquarell von J. Selleny)





Dagegen zeigen die zeilen- und truppweise angeordneten Bestände aus den Ablegern oberirdisch sich verbreitender Protonemafäden, Ausläufer, Schößlinge und kriechender Stämme eine kaum erschöpfend darzustellende Mannigfaltigkeit. Es ist das auch leicht begreiflich. An den im Lichte und in freier Luft wachsenden Pflanzenteilen sind die Vorgänge, welche sich an die Gestaltung knüpfen, bei weitem reicher an Abwechselung als an jenen, welche sich unter dem Wasser und unter der Erde entwickeln; oder vielleicht besser gesagt, oberirdisch bedingt die größere Verschiedenheit des Lichtes, der Feuchtigkeit und der Luft auch zahlreichere Modifikationen der Lebensvorgänge. Auch zeigt die Unterlage alle erdenklichen Abstufungen, stellt sich hier als beweglicher Flugsand, dort als schwere Lehmerde, an dem einen Orte als steile Felswand, an dem anderen als Borke eines alten Baumstammes dar, was für die Ablegerbildung nichts weniger als gleichgültig ist. Als einer der bemerkenswertesten oberirdisch sich abspielenden und zur Entstehung truppförmig



Durchschnitt durch ein von den Protonemafäden des Mooses Pottia intermedia durchsponnenes Gelände (vergrößert). Vgl. Text, S. 728.

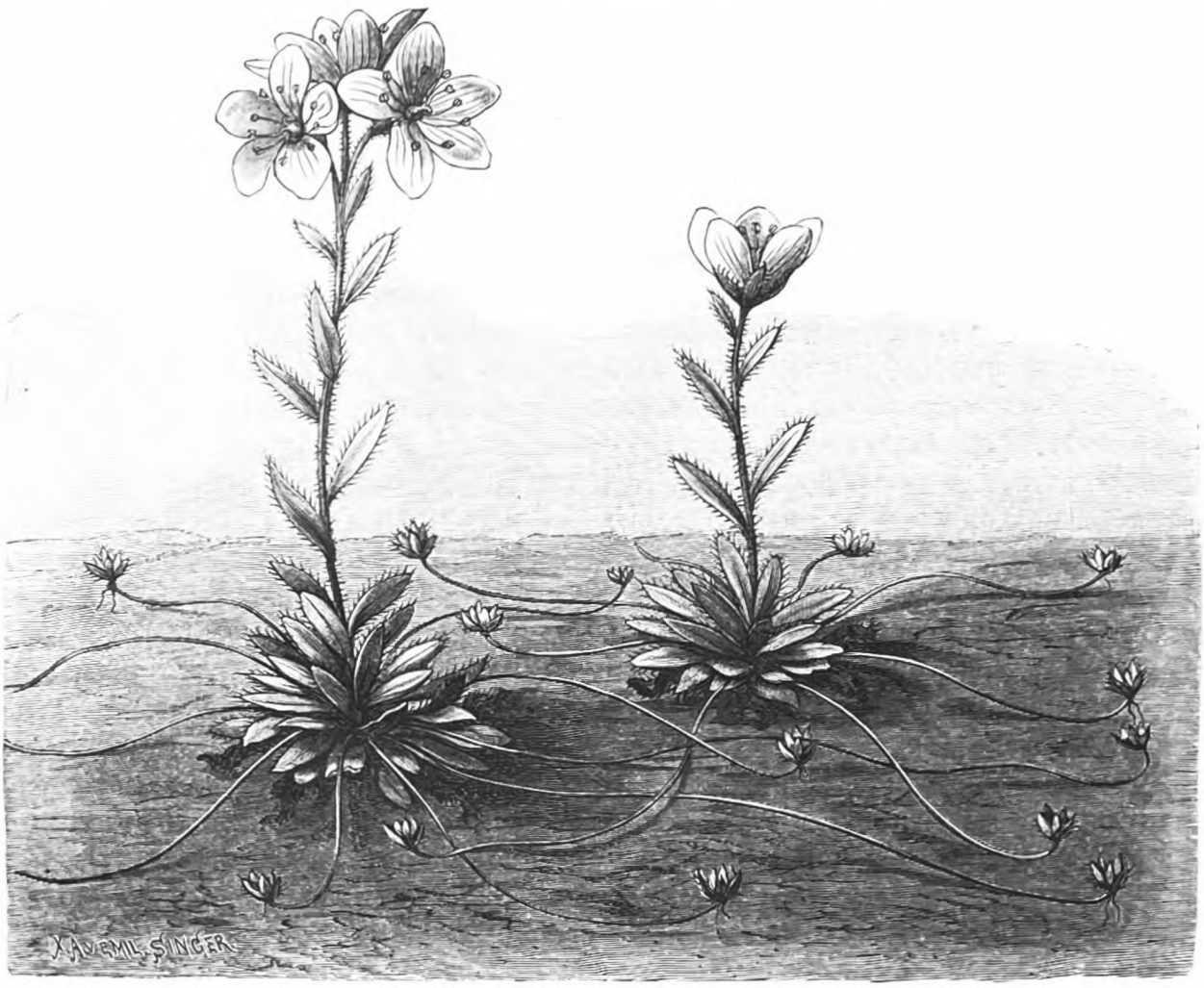
gruppierten Ableger führenden Vorgänge ist jener hervorzuheben, welcher an dem Protonema der Moose beobachtet wird. Unter Protonema versteht man ein Gespinst aus Fäden, welches sich bald als lockeres, offenes Netzwerk, bald als dichter Filz über Fels, Lehm, Sand, Erde, Humus, Borke, morsches Holz ausbreitet, und von welchem einzelne Zellen zu Ausgangspunkten von Moosstämmchen werden. Man könnte dieses Protonema mit dem Gespinste von Erdbeerschößlingen vergleichen, welches sich auf gereutetem Boden in einem Holzschlage ausgebreitet hat. Wie aus den fadenförmigen, dem Boden aufliegenden Erdbeerschößlingen kleine Pflanzenstöcke emporsprießen, welche Stamm und Laub dem Lichte zuwenden und sich mit Wurzeln versehen, die in das Erdreich eindringen, ebenso gehen aus dem Protonema Moospflänzchen hervor, die sich unter rechtem Winkel von dem betreffenden grünen Fadenstücke erheben. Das grüne Gefäde des Protonemas stirbt ab, die Moospflänzchen sind nun getrennt und stehen als Trupp nebeneinander. Bei manchen Moosen hat es auch bei dieser truppförmigen Anordnung sein Bewenden, so namentlich bei den winzigen kleinen Laubmoosen, welche als Pottiaceen zusammengefaßt werden, und von welchen eine Art, Pottia intermedia, obenstehend abgebildet ist. Dieses Moos hat folgende merkwürdige Geschichte: Im Laufe der Zeit, wo die meisten anderen Pflanzen grünen, blühen und fruchten, erhält es sich mit Rhizoiden und einem Teile der Protonemafäden in der Erde eingebettet. Auch unzählige

ausgeſtreute Sporen dieſes Mooſes erhalten ſich ruhend in der Erde, bis endlich die Periode der oberirdiſchen Entwickelung gekommen iſt. Das iſt aber ſeltſamerweiſe im Spätherbſte der Fall, zur Zeit, wann die Laubhölzer ihre Blätter abgeworfen haben und Herbſtnebel durch die kahlen Zweige der Bäume wehen. Da ſpinnen ſich oberflächlich über das nackte, feuchtkalte Erdreich grüne Fäden, anfänglich anzuſehen wie grüne Algenfäden; an dieſen bilden ſich kleine Knöſpchen aus (ſ. Abbildung, S. 727, Fig. links), und aus dieſen Knöſpchen wachſen im Verlaufe weniger Wochen Moospflänzchen empor, welche nach dem allmählichen Welken und Zerfallen der verbindenden Fadenſtücke ſelbſtändig werden, kugelige Sporengehäuſe erzeugen, aus dieſen die Sporen ausſtreuen und danach welken und abſterben. Dieſe Pflänzchen ſind nur wenige Millimeter hoch, aber zu vielen Tauſenden truppweiſe aneinander gereiht, bilden ſie ſamtartige Überzüge über dem Erdreiche, die durch ihre ſmaragdgrüne Farbe um ſo mehr auffallen, als ringsum die letzten Reſte von Gräſern und Kräutern ſowie das abgefallene Laub der Bäume die fahlgelbe oder braune Farbe der Verweſung angenommen haben. Das in den Höhlen und Klüften der Schiefergebirge heimiſche Leuchtmoos (Schistostega osmundacea), welches im erſten Bande beſprochen wurde, und deſſen Protonema auf der Tafel bei S. 22 dargeſtellt iſt, bildet gleichfalls aus den über dem lehmigen Boden in den Höhlen hinkriechenden grünen Fäden lockere Beſtände von getrennten Moospflänzchen aus, die abſterben, nachdem ſie abgeblüht und Früchte gereift haben. Allerdings verläuft hier die Entwickelung nicht ſo raſch und auch nicht im Spätherbſte wie bei Pottia intermedia. So wie an dieſen beiden, kommt es auch an jenen Mooſen, welche der Volksmund die Widerthone nennt (Pogonatum, Polytrichum), über die truppweiſe Anordnung der Ableger nicht hinaus. Bei den letzterwähnten gehen die Pflänzchen aus einem den nackten Lehmboden überziehenden, dichten, grünen Protonemafilz hervor. Dieſelben ſterben aber nach der Ausbildung der Sporen nicht ab, ſondern erhöhen ſich im nächſten Jahre um einen neuen Trieb, ſo daß jedes Stämmchen des raſenförmigen Trupps wie aus mehreren übereinander ſtehenden Stockwerken aufgebaut erſcheint (vgl. die Tafel bei S. 61). Die Torfmooſe (Sphagnaceen) bilden neben dem fadenförmigen auch noch einen laubartigen, dem Boden auflagernden, vielfach gelappten Vorkeim aus. Von dieſem entſpringen gerade ſo wie von dem fadenförmigen Protonema kleine Knöſpchen, die ſich zu Ablegern ausgeſtalten und eine truppweiſe Anordnung zeigen.

An dieſe Form ſchließt ſich weiterhin die Ablegerbildung durch blattbürtige Knoſpen von den Flächen oder Rändern wirklichen Laubes an. Sie iſt in der freien Natur ſehr ſelten. Da die Knoſpen, welche von den der Erde aufliegenden Laubblättern entſpringen, Wurzel ſchlagen, und das ſie bildende Blatt dann verweſt, ſo ſtellt die Geſamtheit der aus einem ſolchen Laubblatte entſpringenden Pflänzchen einen deutlichen Trupp dar. So verhält es ſich z. B. mit dem Wieſenſchaumkraute (Cardamine pratensis) und insbeſondere mit Pinguicula Backeri (ſ. S. 41). Bei der letzteren Pflanze, deren blattbürtige Knoſpen ſehr dicht beiſammen ſtehen, ſcheint es, daß nachträglich auch eine ſeitliche Verſchiebung und Verſetzung der einzelnen Pflänzchen und eine Lockerung des Beſtandes durch den Zug der Wurzeln ſtattfindet.

Eine eigentümliche Bildung von Ablegern bemerkt man an den über die Borke alter Bäume emporkletternden Überpflanzen, welche keine zur Erde herabwachſenden, ſondern nur kurze, an der ſtets feuchten Rinde angeſchmiegte bandförmige Wurzeln beſitzen, und deren Stämme und Blätter gleich einer Tapete der Unterlage aufgelagert ſind, wie namentlich an mehreren tropiſchen Aroideen aus den Gattungen Pothos und Marcgravia. Der fortwachſende Stamm gabelt ſich, und wenn dann ſpäter der ältere Stammteil bis zur Gabelungsſtelle abſtirbt, ſo ſind beide Äſte getrennt und iſoliert, jeder derſelben kann beim Weiterwachſen einen anderen Weg einſchlagen, der eine auf dieſen, der andere auf jenen Aſt

des zur Unterlage dienenden Baumstammes weiter emporklettern, und indem sich dieser Vorgang wiederholt, können in der Krone des Baumes mehrere getrennte Stöcke von Marcgravia und Pothos erscheinen, welche als natürliche Ableger anzusehen sind. Ähnlich verhält es sich auch mit zahlreichen auf der Baumborke sowie in den humusgefüllten Ritzen der Felsen gedeihenden Farnen und allen jenen Pflanzen, deren auf der Erde kriechende Stämme an dem einen Ende fortwachsen und sich verzweigen, während sie an dem anderen Ende um ein entsprechendes Stück absterben, wie das namentlich an zahlreichen kriechenden Kleearten



Bildung eines truppförmigen Bestandes mittels oberirdischer Ausläufer bei Saxifraga flagellaris.

beobachtet wird. Da der jährliche Zuwachs des Stammes dieser Pflanzen nur ein geringer ist, so rücken die gesonderten Stöcke auch nur sehr langsam auseinander, und es vergehen mehrere Jahre, bis die Ableger einen Trupp, der sich über den Raum von einem halben Meter im Gevierte ausbreitet, gebildet haben.

Vergleichsweise viel rascher ist der Erfolg, wenn die Ableger durch Ausläufer und Schößlinge gebildet werden. Bei einem Teile der hierher zu rechnenden Gewächse, für welche die obenstehend abgebildete, im arktischen Gebiete und in der Hochgebirgsregion des Himalaja, Altai und Kaukasus weitverbreitete Saxifraga flagellaris als Vorbild dienen soll, wird am Ende eines dünnen, fadenförmigen Langtriebes nur eine einzige Knospe angelegt, welche an der Stelle, wo sie dem Boden aufliegt, einwurzelt und zu einer Rosette heranwächst. Erst dann, wenn die Ernährung der Rosette durch die in den Boden eingesenkten Würzelchen gesichert ist, stirbt der lange Faden, dessen Abschluß die Knospe gebildet

hatte, ab, die Verbindung mit der Mutterpflanze ist unterbrochen, und die Rosette bildet nun einen selbständig gewordenen Stock. Da die Schößlinge gewöhnlich zahlreich sind und strahlenförmig auswachsen, so erscheint nach Jahr und Tag der Mutterstock mit einem förmlichen Kranze von rosettenförmigen Ablegern umgeben, und nach wenigen Jahren ist eine ziemlich große Fläche mit Hunderten größerer und kleinerer Rosetten bepflanzt, welche aber die kreisförmige Anordnung aus dem Grunde nicht mehr erkennen lassen, weil die Schößlinge benachbarter Rosetten sich vielfach kreuzen und dann auch die Kreise ineinander übergreifen. Auch an den Ausläufern, welche man die bogenförmigen nennt (vgl. Band I, S. 622), kommen, wenn anders nicht eine Verstümmelung des Triebes und dadurch eine Störung des gewöhnlichen Wachstums stattgefunden hat, nur die endständigen Knospen zur Entwickelung, d. h. nur das lichtscheue Ende des Ausläufers schlägt, wenn es einen geeigneten Platz gefunden hat, Wurzeln, verdickt sich und wächst im nächsten Jahre zu einem neuen Stocke aus, während der bogenförmige, mit grünen Laubblättern reich besetzte Stamm abstirbt, infolgedessen die Verbindung mit dem Mutterstocke unterbrochen wird. Als bekannte Beispiele für diese Ablegerbildung mögen der rotblaue Steinsame (Lithospermum purpureo-coeruleum), die verschiedenen Arten des Sinngrüns (Vinca herbacea, Libanotica und major) sowie jene Brombeeren (Rubus), deren seltsame Einwurzelung in Band I, S. 725, geschildert wurde, genannt sein. Da die Ausläufer dieser Pflanzen sehr lang sind, so können von ihnen in kurzer Zeit weite Strecken Landes mit Ablegern reichlichst bepflanzt werden. Von dem Stocke eines auf geeignetem Boden angesiedelten großblütigen Sinngrüns (Vinca major) kann nach zwei Jahren eine Fläche von 6 Schritt in die Länge und 6 in die Breite übersponnen sein. Und nun gar erst die Brombeersträucher! Im Grunde lichter Gehölze, wo insbesondere die Arten mit drüsentragenden Borsten ihren Standort haben, sind Plätze von 8—10 Schritt im Gevierte, welche binnen ein paar Jahren von den bogenförmigen, mit der Spitze anwurzelnden Ausläufern überwuchert wurden, keine Seltenheit. Die Länge eines Brombeerausläufers, dessen angewurzelte Spitze zu einem Ableger wurde, bestimmte ich mit 650 cm; dieser Ausläufer hatte sich in einem einzigen Sommer gebildet und war im Mittel jeden Tag um 6 cm in die Länge gewachsen. Würde man unter die fortwachsende Spitze ein weißes Papier gelegt haben, so wäre das Fortrücken des Sprosses gerade so wie das Fortrücken des Zeigers an einer Uhr, deren Kreisumfang 6 cm beträgt, mit den Augen zu verfolgen gewesen.

Daß auch die Erdbeerstöcke (Fragaria vesca) förmliche Wanderungen mittels ihrer langen Ausläufer vollziehen, ist allbekannt. Doch besteht im Vergleiche zu den bogenförmigen Ausläufern des Sinngrüns und der genannten Brombeersträucher der Unterschied, daß an der Erdbeere außer den Knospen am Ende der Ausläufer auch jene an den Zwischenknoten zu neuen Stöcken auswachsen, nachdem die fadenförmigen Verbindungsstücke zu Grunde gegangen sind. Wenn im Laufe des Sommers ein Erdbeerstock drei Ausläufer aussendet, jeder Ausläufer an fünf Knoten anwurzelt und aus jedem Knoten eine Knospe, beziehentlich ein Ableger zur weiteren Entwickelung kommt, so erscheint der Mutterstock im nächsten Jahre von 15 Tochterstöcken umgeben. Dabei ist zu bemerken, daß die Länge der Glieder an jedem Ausläufer eine ungleiche ist. An einem im Waldesschatten über den Boden hingestreckten Ausläufer zeigte z. B. das erste Glied 37, das zweite 34, das dritte 31, das vierte 30, das fünfte und letzte 22 cm; es waren demnach die Ableger unter sich um so mehr genähert, je weiter weg vom Mutterstocke sie sich ausgebildet hatten. Von jedem dieser 15 Ableger entstanden im nächsten Sommer wieder, in ähnlicher Weise gruppiert, 15 Ableger, und in der Waldlichtung, wo vor 2 Jahren ein einziger, den Raum von 50 qcm bedeckender Erdbeerstock gestanden hatte, waren jetzt 200 Stöcke über den Raum von ungefähr 3600 qcm verteilt.

Eine ebenſo ausgiebige Vermehrung und Verbreitung wie die Erdbeerpflanze zeigt auch der kriechende Hahnenfuß (Ranunculus reptans), die Gundelrebe (Glechoma hederacea) und das kriechende Fingerkraut (Potentilla reptans). Die nachſtehende Tabelle gibt eine Überſicht über die Länge der Ausläufer und Schößlinge einiger bekannter Pflanzenarten, bei welchen die Bildung der Ableger und die raſche Ausbreitung derſelben auf einer zuſagenden Unterlage beſonders auffallend hervortritt.

	Zentimeter		Zentimeter		Zentimeter
Saxifraga Aizoon	4	Lycopodium annotinum .	30—40	Vinca herbacea	70
- cuneifolia . . .	6	Saxifraga sarmentosa .	40	Fragaria Indica	85
- Geum	8	Ranunculus Flammula .	50	Potentilla anserina . .	110
- flagellaris . . .	10	Geum reptans		Glechoma hederacea . .	126
Sempervivum stenopetalum	12	Glyceria fluitans . . .		Potentilla reptans . . .	130
Viola odorata	13	Lithospermum purpureo-		Rubus saxatilis	140
Arabis procurrens	16	coeruleum	56	Fragaria vesca	150
Androsace sarmentosa . .	18	Ranunculus reptans . .	60	Vinca major	200
Ajuga reptans	20	Tiarella cordifolia . .	65	Rubus Radula	300
Hieracium flagellare . . .	30	Vinca Libanotica . . .	66	- bifrons	650

Den bisher beſprochenen, durch Ableger gebildeten Beſtänden ſind noch die *buſchförmigen*, *raſenförmigen* und *polſterförmigen* anzureihen. Die ring- und kranzförmigen, gleichwie die zeilen- und truppförmig angeordneten Beſtände erheben ſich aus Hyphenſträngen, Protonemafäden und Sproſſen, welche von einem Punkte ausgehend, parallel zur Unterlage weiterwachſen. Wenn dagegen nicht nur die zu Ablegern werdenden Zellen, Zellgruppen und Knoſpen, ſondern auch die ihnen zum Ausgangspunkte dienenden Gebilde in ihrer Wachstumsrichtung ſenkrecht gegen die Fläche der Unterlage ſtehen, ſo zeigt der Beſtand weſentlich andere Formen. Man kann ſich das Entſtehen ſolcher Beſtände am beſten an einem vielverzweigten Weidenſtrauche vorſtellen, deſſen Hauptſtamm, deſſen Äſte und deſſen Reiſer aufrecht ſtanden, und der infolge einer Überſchwemmung ſo tief unter erdigem Schlamme und Gerölle begraben wurde, daß nur die Spitzen ſeiner Reiſer über die Schlammablagerung emporragen. Wenn das Überſchwemmungswaſſer abgelaufen iſt, gleichen ſolche Reiſer dem jungen Weidenanfluge auf der Inſel eines Fluſſes; man glaubt ebenſo viele ſelbſtändige junge Weidenſtöcke vor ſich zu haben, wie ſich einzelne Reiſer und Reiſergruppen aus dem Schlamme erheben. Und was anfänglich nur ſcheint, das iſt nach kurzer Zeit wirklich der Fall. Der unter dem Schlamme begrabene Hauptſtamm ſowie deſſen Äſte erſticken, ſie ſterben ab und können den Reiſern keine Nahrung aus dem Boden zuführen; die Reiſer müſſen daher, wenn ſie nicht zu Grunde gehen ſollen, ſich die Nahrung aus dem Boden auf andere Weiſe verſchaffen, und das geſchieht dadurch, daß ſie eigne Wurzeln in dem Schlamme treiben, ſich durch ein kallöſes Gewebe von dem eingeſchlammten und erſtickten Teile des Weidenbuſches trennen und ſich nun aus eignen Mitteln erhalten. So ſind in der That aus den Reiſern, welche früher einem Weidenſtrauche angehörten, ſelbſtändige Stöcke geworden, deren jeder nach kurzer Zeit als Strauch erſcheint. Sie bilden zuſammen einen Beſtand, deſſen Geſchichte aber von jener der früher geſchilderten Beſtände in weſentlichen Dingen abweicht. Noch iſt zu bemerken, daß der erſtickte, in Moder übergegangene Stamm und deſſen Äſte mit den zu Ablegern gewordenen Reiſern noch einige Zeit im Zuſammenhange bleiben können, ja daß ſich dieſe abgeſtorbenen Teile des eingeſchlammten Weidenſtrauches als humusreiche Einſchlüſſe des von den Ablegerwurzeln durchſetzten Bodens noch recht nützlich machen können.

Was hier an dem Beiſpiele eines von Überſchwemmung betroffenen Weidenſtrauches dargeſtellt wurde, vollzieht ſich ohne derartige Kataſtrophe von ſelbſt an unzähligen Pflanzen der verſchiedenſten Familien. *Der Ableger bildende Pflanzenteil erhebt ſich*

ſenkrecht über die Fläche ſeiner Unterlage, auch die von ſeinen Seiten entſpringenden Ausäſtungen ſtreben dem gleichen Ziele zu, werden aber, zumal dann, wenn ihrer viele ſind, teilweiſe gezwungen, eine ſchräge Richtung einzuhalten. Die Ausäſtungen ſtehen infolge dieſer Wachstumsweiſe zonenförmig gruppiert in Stufen oder Stockwerken übereinander, ſowie aus demſelben Grunde die ganze Maſſe nicht nur in die Höhe, ſondern auch in die Breite wächſt. Die neueſte oberſte Stufe umfaßt immer eine größere Zahl von Ablegern als die vorhergegangene, welche inzwiſchen abgeſtorben und zur Unterlage für das neueſte, oberſte Stockwerk geworden iſt. Sind die aufwärts ſtrebenden Triebe gering an Zahl, ſind ſie locker geſtellt und haben ſie genügend Raum zur Entfaltung, ſo entſteht eine Ablegergruppe, welche, ſoweit ſie oberirdiſch ſichtbar iſt, ein büſchelförmiges Ausſehen zeigt und Büſchel genannt wird. Als Beiſpiele für dieſe Form der Ablegerbildung können verſchiedene Arten der Gattung Pfingſtroſe (Paeonia), Nießwurz (Helleborus) und ähnliche Staudengewächſe vorgeführt werden, welche im Laufe des Sommers an ihren unterirdiſchen Stammteilen nur zwei, höchſtens drei Stockknoſpen ausbilden, und deren oberirdiſche Teile am Ende der Vegetationszeit abdorren. Nach Ablauf der Winterruhe wachſen die Stockknoſpen zu oberirdiſchen Sproſſen aus und ſenken lange Wurzeln in die Erde hinab. Iſt dies geſchehen, ſo ſtirbt das Stammſtück, an welchem die Stockknoſpen geſeſſen hatten, vollends ab, verweſt, und nun ſtehen ſo viele getrennte Stöcke nebeneinander, wie ſich Stockknoſpen im abgelaufenen Jahre angelegt hatten. Da häufig die eine oder die andere Stockknoſpe verkümmert, ſo zeigen die aus ihnen hervorgegangenen Sproſſe eine lockere Stellung, und die neuen Stöcke nehmen auch nach vielen Jahren nicht viel mehr Raum ein, als die alten, von welchen die verweſten Reſte zwiſchen den friſchen Wurzelfaſern meiſtens noch zu ſehen ſind. Inwiefern an ſolchen Beſtänden auch durch den Zug der Wurzeln eine Lockerung zu ſtande kommt, wird ſpäter noch erörtert werden. Vermehrt ſich die Zahl der aus einem Pflanzenteile hervorgehenden, nach oben wachſenden und zu Ablegern werdenden Ausäſtungen, ſo nimmt auch der Umfang und die Dichte des Beſtandes von Jahr zu Jahr in rapidem Verhältniſſe zu. Geſetzt den Fall, ein Stamm entſende im erſten Sommer fünf aufſtrebende Triebe, und jeder dieſer Triebe wiederhole dieſe Wachstumsweiſe im nächſten Jahre, ſo werden nach 10 Jahren ungefähr 10 Millionen Triebe nebeneinander zu ſtehen kommen. Vorausgeſetzt, daß die alten Triebe nicht verweſen und zerfallen, ſondern in Form und Lage unverändert erhalten bleiben, und vorausgeſetzt, daß alle Teile von einem gleichmäßigen Wachstum beherrſcht ſind, müßte ſich infolge dieſes Entwickelungsganges eine Maſſe herausbilden, welche die Geſtalt eines umgekehrten Kegels beſitzt. Der nach abwärts gerichteten Spitze des Kegels würde der Stamm entſprechen, welcher den Ausgangspunkt für das Ganze bildete, dann folgen nach aufwärts ſtockweiſe übereinander die Triebe des zweiten, des dritten, des vierten u. ſ. f. Jahres, jede Altersſtufe immer mehr in die Breite gehend als ihre Vorgängerin und jede den Moder aller vorhergehenden überdeckend und mit Rhizoiden oder Wurzeln durchſpinnend. Nur ſelten wird wohl eine ſo ſtrenge Regelmäßigkeit eingehalten; zumeiſt verwandeln ſich die älteren abgeſtorbenen Glieder des Beſtandes in einen braunen, zuſammengedrückten Mulm, der eine breite Unterlage für die oberen Schichten bildet und nichts weniger als die Geſtalt eines umgekehrten Kegels zeigt, häufig verkümmern einzelne der aufſtrebenden Ausäſtungen infolge des ſeitlichen gegenſeitigen Druckes, oder es kommen auch noch beſondere Verhältniſſe der Unterlage dazu, welche ſtörend auf den Entwickelungsgang einwirken. In den meiſten Fällen ſind die einer Altersſtufe angehörenden, dicht zuſammengedrängten, in der oben geſchilderten Weiſe entſtandenen Ableger in einer Ebene gruppiert. Man nennt dann die Anordnung derſelben raſenförmig und die ganze Gruppe von Ablegern einen Raſen. Aber es kommt auch vor, daß die in der Mitte des Beſtandes ſtehenden Ableger kräftiger emporwachſen als

jene an der Peripherie; letztere bleiben etwas zurück, ſind auch genötigt, eine ſchräge Wachstumsrichtung einzuhalten, und der ganze Beſtand erhält dann in ſeinen Umriſſen die Geſtalt einer Halbkugel. Dieſe Anordnung wird polſterförmig genannt, und die ganze Gruppe von Ablegern wird als Polſter angeſprochen.

Lockere Büſchel, Raſen und Polſter ſehen den zeilen- und truppweiſe angeordneten Beſtänden mitunter ſehr ähnlich, und ohne nähere Unterſuchung der vermoderten Grundlage des Ablegerbeſtandes iſt es in manchen Fällen gar nicht möglich, zu entſcheiden, ob der Beſtand als lockerer Raſen oder als Trupp zu gelten hat. Auch die Unterſcheidung von Raſen und Polſtern iſt nicht immer ſo leicht, wie man nach den obigen Auseinanderſetzungen glauben möchte, und es darf überhaupt nicht verſchwiegen werden, daß es Fälle gibt, wo alle angegebenen Unterſcheidungsmerkmale im Stiche laſſen, oder mit anderen Worten, daß es nicht an Mittelſtufen fehlt, welche ſich zwiſchen die von den Botanikern künſtlich abgegrenzten Formen einſchieben.

Büſchelförmig, raſenförmig und polſterförmig gruppierte Ableger kommen faſt in allen Abteilungen des Pflanzenreiches vor. Beſonders hervorhebenswert ſind die Polſter der im erſten Bande wiederholt beſprochenen und auf der Tafel bei S. 22 abgebildeten Vaucheria clavata, und zwar darum, weil hier die Ableger aus Ausſackungen einer ſchlauchförmigen Zelle hervorgehen, welche, wenn ſie ſich verlängern und von hintenher abſterben, unter der fortwachſenden Spitze ſelbſt wieder neue Ausſackungen bilden. Die jüngſten bleiben mit den alten abgeſtorbenen und abgebleichten Teilen in feſter Verbindung, und der ganze Raſen beſteht dann obenauf aus einer Unzahl grünender Spitzen, welche als Ableger aufzufaſſen ſind, während darunter ein Gewirre aus bleichen Fäden zu ſehen iſt, welches die abgeſtorbene Unterlage für die fortwachſenden Ableger bildet. Ähnliche Verhältniſſe beobachtet man an den Arten der Gattungen Euactis, Dasyactis und Mastichonema, ſeltſamen, zu den Noſtocaceen gehörenden Waſſerpflanzen, welche in kleinen, dunkeln Polſtern auf Steinen im Rinnſale der Bäche und auf den vom Giſchte der Waſſerfälle fortwährend feucht gehaltenen Felſen ihren Standort haben. Hier ſind es allerdings nicht Ausſackungen einer Zelle, welche zu Ablegern werden, ſondern peitſchenförmige, büſchelig gruppierte Zellenreihen, welche ſich ſtockweiſe übereinander aufbauen. Nur die oberſten Büſchel ſind lebendig, die tieferſtehenden, welche für jene den Ausgangspunkt bildeten, ſind tot. Allerdings kann man ſie noch nach Jahren deutlich erkennen, zumal dann, wenn ſie ſich mit Kalktuff inkruſtiert haben. An mehrerer Arten, wie z. B. an Euactis Heeriana, ſieht man bisweilen 10—20 abgeſtorbene Schichten von Jahrestrieben übereinander zu kompakten Maſſen verbunden und zu oberſt eine Unzahl getrennter und voneinander unabhängiger Büſchel aus beſcheideten Zellenreihen. Unter den Flechten, namentlich unter den Cladonien, gibt es gleichfalls viele, welche von Jahr zu Jahr förmliche Stockwerke übereinander bauen, ſich zugleich nach oben zu gabelförmig oder wirtelig verteilen und verbreitern und demzufolge ein raſen- oder polſterförmiges Anſehen zegen. Die unteren Teile erhalten ſich noch lange Zeit, auch wenn ſie ſchon längſt abgeſtoirben ſind, und werden zu toten Trägern für die lebendigen, voneinander unabhängig gewordenen oberen Teile, welche als Ableger bezeichnet werden müſſen.

Ähnliche Verhältniſſe beobachtet man auch bei vielen Mooſen. Zumal die Laubmooſe zeigen die weiteſt gehende Mannigfaltigkeit in der Bildung raſen- und polſterförmig gruppierter Ableger, und man trifft im Bereiche dieſer Pflanzengruppe alle Abſtufungen von den ausgedehnten, die Ränder der Quellbäche überwuchernden Raſen der Hypnaceen zu den kleinen, halbkugeligen Polſtern von Grimmia und Andreaea, welche den Steilwänden der Felſen in der Gletſcherregion der Hochgebirge aufſitzen, ſowie von den weichen, lockeren, ſchwellenden Raſen im ſchattigen Grunde der Fichtenwälder zu den feſten, dicht geſchloſſenen Polſtern, welche zwiſchen die Gräſer und Kräuter der Alpenmatten eingeſchaltet ſind. Lockere

Moosrasen kommen zu stande, wenn sich nur wenige, aber verhältnismäßig weitschweifige, dem Wedel eines kleinen Farnes vergleichbare Jahrestriebe ausbilden. Bei dem häufigsten unserer Laubmoose, dem zierlichen Hylocomium splendens (s. Abbildung, S. 16, Fig. 11), bildet die Hauptachse des Jahrestriebes ähnlich der Spindel eines Farnwedels einen nach oben konvexen Bogen, und beiläufig in der Mitte dieses Bogens entspringen im nächsten Jahre ein oder zwei neue Triebe, die wieder genau dasselbe Verhalten zeigen, d. h. sich wieder bogenförmig zur Seite krümmen. So baut sich dieses Moos im Laufe der Zeit aus lauter über- und aufeinander gestellten Bogen auf, was zur Folge hat, daß die Rasen locker und weich sind, gleich einem Kissen, das man mit gekrümmten Flaumfedern gefüllt hat. Gedrungene Rasen bilden jene Moose, in deren Eigenart es liegt, aus jedem der geraden, aufrechten Jahrestriebe nahe der Spitze mehrere wirtelig gestellte Knöspchen anzulegen. Nur diese Knöspchen wachsen im nächsten Jahre weiter und werden zu ebenso vielen neuen Jahrestrieben; der alte Trieb dagegen, aus dessen oberem Ende sie hervorgegangen sind, bleibt zurück und stirbt ab. Es bildet so jeder Trieb einen ganzen Büschel von neuen Trieben, welche über seinem Scheitel weiterwachsen. Indem sich diese Wachstumsweise von Jahr zu Jahr wiederholt, ist eine rasche Vermehrung und Häufung der Triebe unvermeidlich. In wenigen Jahren sieht man Hunderte, ja Tausende der aufrechten Triebe knapp nebeneinander eine dichtgefügte Masse von rasenförmigem Ansehen bilden. In den Hochgebirgen der Zentralalpen wächst ein Moos, Namens Dicranum elongatum, dessen Rasen ein so dichtes Gefüge zeigen, daß man Mühe hat, sie zu spalten oder zu zerklüften. Unter günstigen Verhältnissen, insbesondere an der Schneide von Bergrücken, welche von Föhnwinden bestrichen werden, erreichen diese Rasen 1 m im Gevierte, und da auf 1 qcm im Mittel 324 Stämmchen zu stehen kommen, so umfassen solche Rasen nicht weniger als 3,240,000 Stämmchen, beziehentlich Ableger.

Gewöhnlich sterben an den Moospflanzen die Jahrestriebe sofort ab, nachdem die von ihnen angelegten neuen Triebe ihre volle Größe erreicht haben; aber sie erhalten sich auch abgestorben noch geraume Zeit mit allen ihren Stämmchen und Blättchen und gehen weit langsamer als die toten Teile von Gräsern, Stauden und Sträuchern in Verwesung über. 3—5 Jahre hindurch erscheinen sie gebleicht oder gebräunt wie Mumien und häufig durch Rhizoiden wie von einem Filze zusammengehalten; endlich aber bewältigt auch sie der Zerfall und die Verwesung, und nach 6—10 Jahren ist alles in einen dunkeln Mulm umgewandelt. Daher die regelmäßige Schichtung und Zonenbildung, welche der Längsschnitt eines Moosrasens aufweist: zu unterst schwarzer Mulm, darüber eine braune Zone aus zerfallendem Gewebe, weiterhin eine Zone aus bleichgelben oder grauen toten Stämmchen und Blättchen und zu oberst die lebendigen grünen neuesten Jahrestriebe. An besonderen Standorten können sich unter dem Einflusse fäulniswidriger Humussäuren in den Mooren und infolge von Inkrustation mit kohlensaurem Kalke die abgestorbenen Teile der Moose allerdings auch sehr viele Jahre erhalten, und es lassen sich dann die in der Form unveränderten Teile noch in bedeutenden Tiefen erkennen. In den Hochmooren kann man die Stämmchen des spitzblätterigen Torfmooses (Sphagnum acutifolium) nicht selten bis in die Tiefe von 1 m, und an den Kalktuff absetzenden Quellen jene des Trichostomum tophaceum bis zu 2 und 3 m nach abwärts verfolgen. In Südsteiermark kennt man Kalktuffbänke in der Mächtigkeit von 9 m, durch deren ganze Höhe das rasenbildende Moos Gymnostomum curvirostre in ununterbrochenem Zuge verfolgt werden kann, so daß man berechtigt ist, zu sagen, die ganze Tuffmasse sei eigentlich nichts anderes als ein riesiger verkalkter Moosrasen. Es wurde berechnet, daß zur Bildung solcher Rasen, beziehentlich solcher 9 m hoher Kalktuffbänke über 2000 Jahre notwendig waren, und es ist gewiß interessant, hier den Rasen eines obenauf noch fort und fort grünenden, sich verzweigenden und

vermehrenden Mooses vor sich zu haben, dessen unterste, vor 2000 Jahren gebildete Stämmchen sich deutlich erkennbar bis auf den heutigen Tag erhalten haben.

Ungemein abwechselungsreich ist die Bildung rasen- und polsterförmiger Bestände bei den Gräsern und Riedgräsern und noch verschiedenen anderen Gewächsen, welche der Volksmund zufolge ihrer physiognomischen Ähnlichkeit unter dem Namen Gräser zusammenfaßt. Zumal auf Moorgründen sind solche Grasrasen und Graspolster eine sehr häufige Erscheinung. Manche derselben heben sich wie Maulwurfshügel über die Umgebung empor, wie z. B. das auf den Hochmooren weitverbreitete bescheidete Wollgras (Eriophorum vaginatum), die verschiedenen Arten der Gattung Schoenus und die besonders auf den Flachmooren in der ungarischen Niederung häufige steife Segge (Carex stricta). Die zuletzt genannte Pflanze, welche weiten Strecken im Stromgelände der Donau und Theiß ein eigentümliches Gepräge verleiht, und deren Rasen bei den Magyaren Zsombék genannt werden, erscheint auf der Tafel bei S. 645 abgebildet. Die Rasen, wie sie auf dem Bilde dargestellt sind, ragen im Frühlinge und Vorsommer über das seichte Wasser nur mit ihrem oberen Ende empor. Besucht man zu dieser Zeit eines der Moore, in welchem diese Segge die vorherrschende Pflanze ist, so erscheint es von einiger Entfernung wie eine üppige Wiese. Man sieht eben nur die vom Scheitel der Rasen nach allen Seiten abstehenden Halme und Blätter, während das Wasser, das unten die Rasen umgibt, von dem dichtgedrängten Blattwerke verhüllt wird. Tritt man aber näher heran, so bemerkt man, daß die Rasen isoliert und zwischen ihnen kleine Tümpel ausgebreitet sind, die sich durch ein förmliches Wassernetz miteinander verbinden. Meist stehen die Rasen so nahe, daß man selbst mit dem schmalsten und kleinsten Kahne sich nicht durchzuwinden vermöchte; man ist daher, um in das Innere eines solchen Moores zu gelangen, gezwungen, von dem Scheitel des einen Rasens mit Vorsicht auf den eines benachbarten den Fuß zu setzen, will man nicht in das unten sich ausbreitende Wasser gleiten. Manchmal aber rücken die Rasen wieder so weit auseinander, daß man sie nur springend erreichen kann, und dann ist das Vorwärtsdringen mit einigen Schwierigkeiten verbunden. Die ungarischen Hirten fürchten und meiden die Sümpfe, in welchen die Zsombék-Rasen die Oberhand bekommen haben; denn wenn sich eines ihrer Rinder zwischen den aus dem Wasser ragenden Rasen verirrt hat, so kommt es häufig nicht mehr zurück. Da nämlich das Rind unfähig ist, auf den Kuppen der Rasen fortzuschreiten, so watet es unten im Wasser fort und fort, ohne mehr den Rückweg zu finden, und geht endlich, nachdem es sich auch noch durch die scharfen Halme und Blätter die Haut der Füße zerschneidet, im Sumpfe jämmerlich zu Grunde. Wenn bei sinkendem Grundwasserstande das labyrinthische Wassernetz in den Zsombék-Mooren verschwindet, dann bemerkt man mit Staunen, daß jeder grüne Rasenschopf eigentlich den Abschluß einer schwarzbraunen Säule bildet, welche die Höhe von $^1/_2$, ja selbst nahezu 1 m erreichen kann. Die untere Hälfte dieser Säule besteht aus einem Geflechte von abgestorbenen Wurzelfasern, Blättern und Stengeln und ist bereits in Torf umgewandelt, während der Scheitel noch fortgrünt und einen Schopf aus grünen, starren, schneidigen, bogenförmig nach auswärts gekrümmten Blättern und Halmen trägt. Dieser Schopf aber besteht aus Hunderten von Ablegern, welche senkrecht emporwachsen und selbst wieder Ableger in die Höhe schicken. Bemerkenswert ist an diesem Riedgrase auch die Eigentümlichkeit, daß die scheidenförmige Basis jedes Blattes am Rande in feine, schlingenförmige Fasern aufgelöst ist, durch welche die einem Sprosse angehörenden Blätter zusammengehalten werden. Die in den Achseln der Blätter sich entwickelnden neuen Sprosse, welche später zu Ablegern werden, erhalten dadurch gewissermaßen eine Führung, und es wird das Einhalten der Wachstumsrichtung nach oben wesentlich gefördert. Indem aber alle neuen Sprosse nahezu parallel aufwärts wachsen, bekommen im Verlaufe vieler Jahre die Rasen das absonderliche säulenförmige Ansehen, von welchem oben die Rede war.

Auch die Steppen der Alten und Neuen Welt beherbergen auffallend viele phyſiognomiſch hervortretende grasartige Gewächſe mit raſigem Wachstum. Auf dem Bilde, welches die ſüdruſſiſche Steppenvegetation zur Anſchauung bringt (Band I, Tafel bei S. 576), treten als raſenbildende Gewächſe insbeſondere das Federgras oder die Tyrſa der Südruſſen (Stipa pennata) und eine blau bereifte Art des Schwingelgraſes (Festuca vaginata) hervor. Auf den braſiliſchen Steppen gedeiht das 1820 bei Montevideo entdeckte, unter dem Namen Pampasgras in unſere Gärten eingeführte prächtige Gynerium (Gynerium argenteum), und auch die nordamerikaniſchen Prärien beherbergen eine Reihe von Gräſern, deren Ableger eine raſenförmige Anordnung haben, wie namentlich Andropogon provincialis und scoparius, Eatonia obtusata, Sporobolus asper und Chrysopogon nutans. Kein Gebiet dürfte aber eine ſolche Fülle raſenbildender Gewächſe enthalten, und nirgends treten die Raſen in der Vegetationsdecke ſo auffallend hervor wie in der alpinen Region der mittel- und ſüdeuropäiſchen Hochgebirge. Allerdings gibt es dort auch viele Raſen, welche nur ausnahmsweiſe Ableger bilden. Mehrere zu den Kreuzblütlern, Plumbaginaceen u. ſ. f. gehörende Hochalpenpflanzen, wie beiſpielsweiſe Draba aizoides, Armeria alpina, Cherleria sedoides, Phyteuma hemisphaericum, zeigen ein ausgeſprochenes raſiges Wachstum, aber ihre einzelnen, zahlreichen Sproſſe beziehen ſämtliche Nahrung aus dem Boden durch Vermittelung einer einzigen gemeinſamen Wurzel, ihre Stämmchen verſehen ſich nicht mit beſonderen Wurzelfaſern, und ſie werden daher auch nicht ſelbſtändig. Hebt man ſolche Raſen aus der Erde, ſo überzeugt man ſich, daß Hunderte von Sproſſen, die zu einem dichten Ballen zuſammengedrängt ſind, einem einzigen zuſammenhängenden Stock mit einer mittleren, meiſt ſehr dicken und tief in die Erde eindringenden Pfahlwurzel angehören. Bei der Mehrzahl der alpinen raſenbildenden Pflanzen findet aber eine unzweifelhafte Ablegerbildung ſtatt, und zwar laſſen ſich ſchon dem äußeren Anſehen nach zweierlei Formen unterſcheiden. Ein Teil der hier in Betracht kommenden Gewächſe, für welche von Steinbrechen Saxifraga muscoides, androsacea und Seguieri, und von Korbblütlern die Goldraute (Senecio Carniolicus) und das Edelweiß (Gnaphalium Leontopodium) als Vorbilder gelten können, entwickeln aus ihren jungen Sproſſen reichliche Wurzelfaſern, welche die obere humusreiche Schicht des Bodens ganz durchſpinnen, aber in das darunter liegende Erdreich nicht tief eindringen. Die Raſen dieſer Pflanzen ſind mehr oder weniger gewölbt, haben häufig das Anſehen von kleinen Maulwurfshügeln und können ſich über einer ſehr dünnen Erdkrume, ſelbſt über Felsplatten, die nur mit 1 oder 2 cm Humus überdeckt ſind, anſiedeln. Ein anderer Teil der alpinen raſenbildenden Gewächſe entwickelt gleichfalls an den jungen Sproſſen Wurzeln, welche zur Selbſtändigkeit befähigen; dieſe aber ſenken ſich tief in das unterliegende Erdreich ein, verkürzen ſich, nachdem ihr Wachstum beendet iſt, und ziehen dadurch den unteren Teil der ſelbſtändig gewordenen Stämmchen unter die Erde. Die ſo gebildeten Ableger ſtehen in ziemlich gleicher Höhe, und man könnte ſolche Raſen wohl auch *Flachraſen* nennen. Als Beiſpiele von Pflanzen, welche dieſe Art der Ablegerbildung zeigen, können mehrere Primeln (z. B. Primula minima und glutinosa) und der Speik (Valeriana celtica) angeführt werden. Die von Primula glutinosa gebildeten Ableger ſind häufig ſo locker geſtellt, daß man verſucht ſein könnte, ihre Anordnung als eine truppförmige zu bezeichnen; verfolgt man aber die ganze Entwickelungsgeſchichte dieſer Beſtände, ſo kann es nicht zweifelhaft ſein, daß auch in dieſem Falle eine raſenförmige Anordnung vorliegt. Sehr häufig kommt es vor, daß die Raſen irgend einer Art, namentlich jene von Seggen und Gräſern, zu Tauſenden und aber Tauſenden aneinanderſchließend in der ganzen Vegetationsdecke vorherrſchen und gewiſſermaßen das Grundgewebe in dem über die Gehänge ausgebreiteten Pflanzenteppiche bilden. Zwiſchen die Raſen ſolcher tonangebender Arten ſind dann die Raſen anderer Gewächſe, welche

die Gewohnheit haben, mehr zerstreut zu wachsen, eingepfercht, und hier und da sind auch noch Arten, welche truppweise angeordnete, und auch solche, die gar keine Ableger hervorbringen, in der zusammenhängenden Pflanzendecke eingeschaltet. Der Volksmund nennt eine solche vorherrschend aus rasenförmig wachsenden Pflanzen gebildete Pflanzendecke Wasen. Ernst Heyn hat die schwierige Aufgabe gelöst, einen solchen Wasen der Hochalpenregion, in welchem das starre Riedgras (Carex firma) die tonangebende Art bildet, in einem farbigen Bilde festzuhalten, welches bei S. 193 eingeschaltet ist. Das Bild bedarf keiner weiteren Erläuterung als jener, welche auf dem Deckblatte durch die Namen der Arten gegeben ist, und ich möchte nur noch die Bemerkung beifügen, daß auf jener Höhe, wo E. Heyn das Bild unter meiner Leitung ausgeführt hat, nämlich auf dem Blaser in den Tiroler Zentralalpen, stundenweit ausgedehnte Hänge, Mulden und Rücken mit solchen Wasen überkleidet sind.

Wenn Ortsveränderungen der Pflanzen dadurch zu stande kommen, daß die zu Ablegern gewordenen Teile an der einen Seite in die Länge wachsen, während sie an der gegenüberliegenden Seite absterben und dabei von den Unterlagen sich nicht vollständig trennen, so ist der zurückgelegte Weg stets nur ein beschränkter. Die Ableger rücken in diesem Falle von ihrem Ausgangspunkte nur langsam, sozusagen schrittweise, in die Umgebung vor, und es vergehen viele Jahre, bis auf diese Weise eine Wegstrecke von 100 m durchmessen wird. Bei weitem rascher erfolgt die Ortsveränderung dann, wenn die Ableger, von ihrer Bildungsstätte abgelöst, durch besondere Schleudervorrichtungen oder als ein Spiel der Wasser- und Luftströmungen oder endlich durch Mitwirkung der Tiere und Menschen einem neuen Ansiedelungspunkte zugeführt werden. Da kann es geschehen, daß abgelöste einzelne Zellen, Zellgruppen, Knospen und Sprosse binnen wenigen Minuten weit über 100 m, durch langgestreckte Thäler, über steile Felswände, ja selbst über hohe Gebirgsrücken verschleppt werden. Freilich bietet diese rasche Verbreitung in ihren Erfolgen nicht jene Sicherheit wie das langsame Vorrücken. Es kann leicht geschehen, daß der Wind oder die Wasserwelle den erfaßten losen Ableger an einem Punkte absetzt, wo für ihn kein Fortkommen möglich, wo er rettungslos verloren ist. Augenscheinlich ist dieser Nachteil aber durch die ungeheure Menge solcher loser Ableger wieder ausgeglichen. Auch fehlt es nicht an Gewächsen, welche zweierlei Ableger ausbilden, solche, welche langsam, aber sicher, und solche, welche rasch, aber unsicher verbreitet werden, erstere in spärlicher, letztere in reichlicher Anzahl.

Nur ein sehr kleiner Teil der gegenwärtig die Welt bevölkernden Pflanzen entwickelt Ableger, welche sich nach erfolgter Ablösung aus eigner Kraft und mittels besonderer Bewegungsorgane die neuen Wohnsitze aufsuchen. Durchgehends sind es im Wasser lebende Formen von sehr geringer Größe und in ihrer Entwickelung nur unter dem Mikroskop zu verfolgen. Als die bekanntesten Beispiele sollen hier die chlorophyllosen Saprolegniaceen und Chytridiaceen, die dunkelgrünen Vaucheriaceen und die roten Sphaerella-Arten vorgeführt werden. Die Saprolegniaceen sind Verwesungspflanzen, wuchern auf und in den Leichen der im Wasser verendeten Tiere und zwar nicht nur der Fische, Krebse und Insektenlarven, sondern auch der Vögel, welche durch irgend ein Ereignis im Wasser ihren Tod gefunden haben oder nach ihrem auf dem Lande erfolgten Tode in das Wasser geschwemmt wurden. Sie bilden schlauchförmige, dem freien Auge als zarte Fäden erscheinende Hyphen, welche sich vielfach aussacken, und von welchen ein Teil wie ein Wurzelgeflecht die Leiche durchsetzt, während der andere Teil in Gestalt weißlicher oder grauer Flocken sich über die Leiche erhebt und im Wasser flottiert. Einzelne der schlauchförmigen, aufrechten Hyphen nehmen eine kolbenförmige oder keulenförmige Gestalt an, und das Protoplasma derselben sondert sich in zahlreiche Teile, welche, soweit man durch die

Zellhaut hindurch sehen kann, eckige Formen besitzen. Bald darauf öffnet sich der kolbenförmige Schlauch an seinem Scheitel, und die gesonderten Teile quellen aus der Öffnung als rundliche Protoplasmakörper hervor (vgl. Abbildung, S. 17). Was nun weiter geschieht, ist je nach den Arten verschieden. Bei der Gattung Saprolegnia zeigen die einzelnen gesonderten Protoplasten nach ihrem Ausschlüpfen aus dem Schlauche zwei Wimperfäden, mit welchen sie sofort schwimmend enteilen (s. Abbildung, S. 17, Fig. 6 und 7), bei Achlya dagegen gruppieren sich die hervorquellenden, rundlich gewordenen Protoplasten vor der Mündung des Schlauches zu einem rundlichen Ballen (s. Abbildung, S. 17, Fig. 1—4) und haben anfänglich keine Wimpern. Sie umgeben sich dort mit einer zarten Hülle, welche wahrscheinlich aus Zellstoff besteht, erhalten sich aber in diesem Zustande nicht sehr lange. Schon nach einigen Stunden verlassen sie diese Hülle, zeigen jetzt eine bohnenförmige Gestalt und sind nun auch mit Wimpern versehen, welche sie zum Herumschwimmen im Wasser befähigen. Das Herumschwimmen dauert nur verhältnismäßig kurze Zeit. An irgend einem Punkte gelandet, verlieren sie die Wimpern, umgeben sich mit Zellhaut, werden zum Ausgangspunkte für eine neue Pflanze und sind unbedingt als Ableger aufzufassen. Eine ähnliche Ablegerbildung zeigen die Chytridiaceen. Auch diese sind chlorophyllfrei, aber keine Verwesungspflanzen wie die Saprolegniaceen, sondern echte Schmarotzer. Sie benutzen vorwaltend grüne Wassergewächse als Wirte, dringen in die Zellen derselben ein, töten und verzehren das Protoplasma und entwickeln dann dicke, sich über die Wirtpflanzen erhebende Schläuche, deren Protoplasma in zahlreiche, kugelige Teile zerstückt wird. Die Schläuche öffnen sich an ihrem Scheitel, bald durch Abheben eines förmlichen Deckels (s. Abbildung, S. 17, Fig. 5), bald durch Zerfließen einer beschränkten Stelle der Zellhaut, wodurch ein Loch entsteht, aus dem die gesonderten Protoplasten als Ableger ausgeschieden werden. Nach dem Ausschlüpfen stellt sich jeder Ableger als ein kugeliges oder eiförmiges Protoplasmaklümpchen mit einem einzigen langen Wimperfaden dar. Scheinbar wird dieser Wimperfaden wie ein Schwanz nachgeschleppt, in Wirklichkeit dient derselbe aber als Hilfsmittel der schwimmenden Bewegung, die bei manchen Arten in ein Hüpfen und Springen übergeht. In betreff der Vaucheriaceen und Sphärellen kann, um Wiederholungen zu vermeiden, auf die Darstellung der Ablegerbildung in Band I, S. 28 hingewiesen werden.

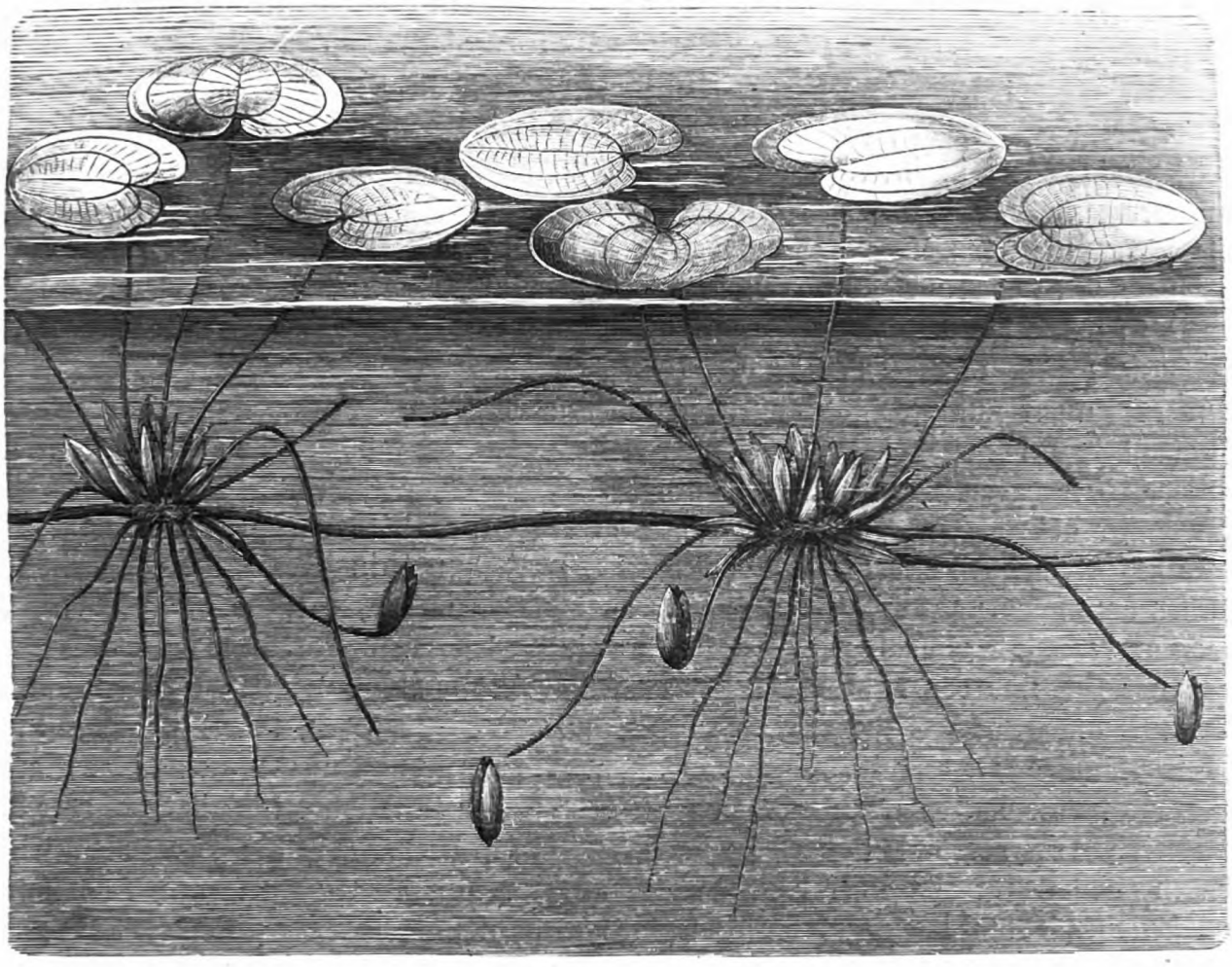
Im ganzen genommen ist, wie schon gesagt, das Entstehen solcher Ableger, welche selbstthätig im Wasser herumschwimmen und geeignete Punkte zur neuen Ansiedelung aufsuchen, auf einen sehr kleinen Kreis von Wasserpflanzen beschränkt. Bei weitem häufiger sind jedenfalls *Ableger, welche nach Ablösung von ihrer Bildungsstätte durch die Strömungen des Wassers passiv fortgeführt* und, ohne selbst darauf einen maßgebenden Einfluß zu üben, an irgend einem entfernten Punkte abgesetzt werden. In erster Linie sind von solchen Wassergewächsen die fadenförmigen, grün gefärbten Algen zu nennen, welche in Gestalt schlammiger Massen die Oberfläche langsam fließender Gewässer bedecken oder Steine und Holzwerk am Grunde rasch fließender Bäche überziehen. Bei vielen dieser Pflanzen findet mehrmals im Jahre eine Verschleimung der die einzelnen Zellen trennenden Wände statt, welche so weit geht, daß die Zellen frei und vom rasch strömenden Wasser weitergeführt werden. Durch fortgesetzte Teilung kann aus jeder fortgeschwemmten Zelle wieder ein neuer Faden entstehen. Es läßt sich daher nicht leicht eine einfachere Vermehrung und Verbreitung denken, als wie sie bei diesen Pflanzen beobachtet wird. Weniger einfach ist die Ablegerbildung bei den Florideen. Sind es Zellenreihen oder offene Zellennetze, aus welchen sich die ganze Pflanze aufbaut, so entstehen im Inneren jener Zellen, welche den Abschluß der zu Ästchen gruppierten Reihen bilden, vier Protoplasmaballen, die sogenannten Tetrasporen; diese werden entbunden, gelangen in das umspülende Wasser, werden von den Strömungen des Meeres erfaßt und fortgetrieben, haften an irgend einem

festen Punkte unter Wasser an und wachsen dort zu einer neuen Pflanze heran. An den Florideen, welche sich flächenförmig ausbreiten und laubähnliche Gestalten annehmen, entstehen die Tetrasporen gewöhnlich in den Endzellen kleiner Ästchen, welche sich von der Fläche erheben, oder aber in einzelnen der zu Platten aneinander gereihten Zellen. In den meisten Fällen findet in jener Zelle, wo sich die Ablegerbildung vollzieht, eine Vierteilung des Protaplasmas statt, seltener sind zwei oder acht Klümpchen, welche durch Furchung und Zerstückelung des Protoplasmas entstehen, und am seltensten wird das ganze ungeteilte Protaplasma einer Zelle als einziger Ableger entlassen.

Eine eigentümliche Ablegerbildung zeigt jene kleine Gruppe von Wasserpflanzen, welche man unter dem Namen der Hydrodiktyaceen begreift. An dem zierlichen Wassernetze (Hydrodictyon utriculatum), dessen cylindrische, zu sechseckigen Maschen zusammenschließende Zellen ein geschlossenes Netz bilden, werden diese Zellen nacheinander zum Bildungsherde eines Ablegers, welcher gleichsam eine Wiederholung des ganzen Netzes im kleinen darstellt. Das Protoplasma in einer der zur Ablegerbildung sich vorbereitenden Zellen sondert sich in mehrere tausend Teilchen, welche in auffallender Weise zittern, durcheinanderfahren und die sogenannte wimmelnde Bewegung erkennen lassen (s. Band I, S. 34). Das dauert ungefähr eine halbe Stunde; danach kommen die wimmelnden Teilchen, an welchen man trotz ihrer Kleinheit die stäbchenförmige Gestalt erkennt, zur Ruhe, ordnen sich zu sechseckigen Rahmen, beziehentlich zu Netzen mit sechseckigen Maschen (s. Abbildung, S. 24, Fig. 3—5), und es enthält nun jede solche Zelle ein winziges Wassernetz. Die äußere Schicht der Zellhaut, in welcher sich diese Gruppierung vollzogen hat, löst sich teilweise auf, das Netzchen, anfänglich noch von der inneren Zellhautschicht umschlossen, schlüpft aus und schwimmt jetzt im Wasser als Ableger. In 3—4 Wochen hat dieser Ableger die Größe des Wassernetzes, aus dessen einer Zelle er hervorgegangen war, erreicht, und in jeder seiner cylindrischen Zellen kann sich die gleiche Ablegerbildung wiederholen. Einen ähnlichen Vorgang beobachtet man an den mit dem Wassernetze verwandten kleinen Wasserpflänzchen, die man Pediastrum genannt hat, und von welchen eine Art in der Abbildung auf S. 24, Fig. 6—8 dargestellt ist. Die ausgewachsene ganze Pflanze besteht nur aus 8—32 Zellen, welche zusammen eine scheibenförmige breite Platte bilden. Nacheinander kommen nun einzelne Zellen dieser Platte zur Ablegerbildung. Das Protoplasma der betreffenden Zelle sondert sich in 8, 16 oder 32 ellipsoidische Körper, welche, nachdem sie kurze Zeit hindurch wimmelnde Bewegung gezeigt haben, umschlossen von einer dünnen Hülle aus der inzwischen aufgerissenen Zellkammer ausschlüpfen. Nun ordnen sich die Protoplasmateilchen innerhalb der zarten Hülle in zwei oder drei Kreise (s. Abbildung, S. 24, Fig. 7); nachdem das geschehen ist, wird in die Zwischenräume Zellstoff ausgeschieden, und das Gebilde stellt sich jetzt als eine winzige Zellenplatte dar, welche in der Form ganz mit jener übereinstimmt, aus deren einer Zelle sie hervorgegangen ist.

Die Verbreitung knospen- oder sproßförmiger Ableger wird insbesondere bei den Wasserlinsen, Alismaceen, Potamogetonaceen, Utriculariaceen, Droseraceen und Primulaceen beobachtet. Die meisten während des Sommers auf der Oberfläche ruhender Gewässer schwimmenden Wasserlinsen (z. B. Lemna polyrrhiza und arrhiza) bilden gegen den Herbst zu an ihrem platt gedrückten, linsenförmigen Stamme Glieder aus, welche sich von der Sommerpflanze ablösen, auf den Grund des Teiches hinabsinken und dort überwintern. Jedes dieser Glieder hat eine taschenförmige Gestalt und zeigt in der Aushöhlung bereits den Trieb des nächsten Jahres angelegt, allerdings als ein winziges Gebilde, welches mit seinen halbkreisförmigen freien Ende über die fest anliegenden Taschenränder kaum hervorragt. Das Hinabsinken dieser abgegliederten Überwinterungsknospen wird dadurch herbeigeführt, daß sich in den Zellen ihres Gewebes, und zwar selbst in jenen der Oberhaut,

große Stärkemehlkörner ausbilden, welche, gedrängt nebeneinander liegend, die Zellenräume förmlich vollpfropfen. Luftgefüllte Hohlräume, mittels welcher sich die Sommerpflanzen auf der Wasseroberfläche schwimmend erhalten, fehlen, die Spaltöffnungen sind geschlossen, und der ganze von der Außenwelt hermetisch abgeschlossene Körper hat nun ein spezifisches Gewicht, welches ihn auf den frostfreien Grund der Wasseransammlung hinabsinken macht. Dort erhält er sich über Winter im ruhenden Zustande. Mit Beginn der wärmeren Jahreszeit erwacht die Knospe aus ihrem Winterschlafe; die Stärkemehlkörner werden zum Aufbaue des angelegten Stammgliedes verwendet, und infolge der Entleerung jener Zellen, welche

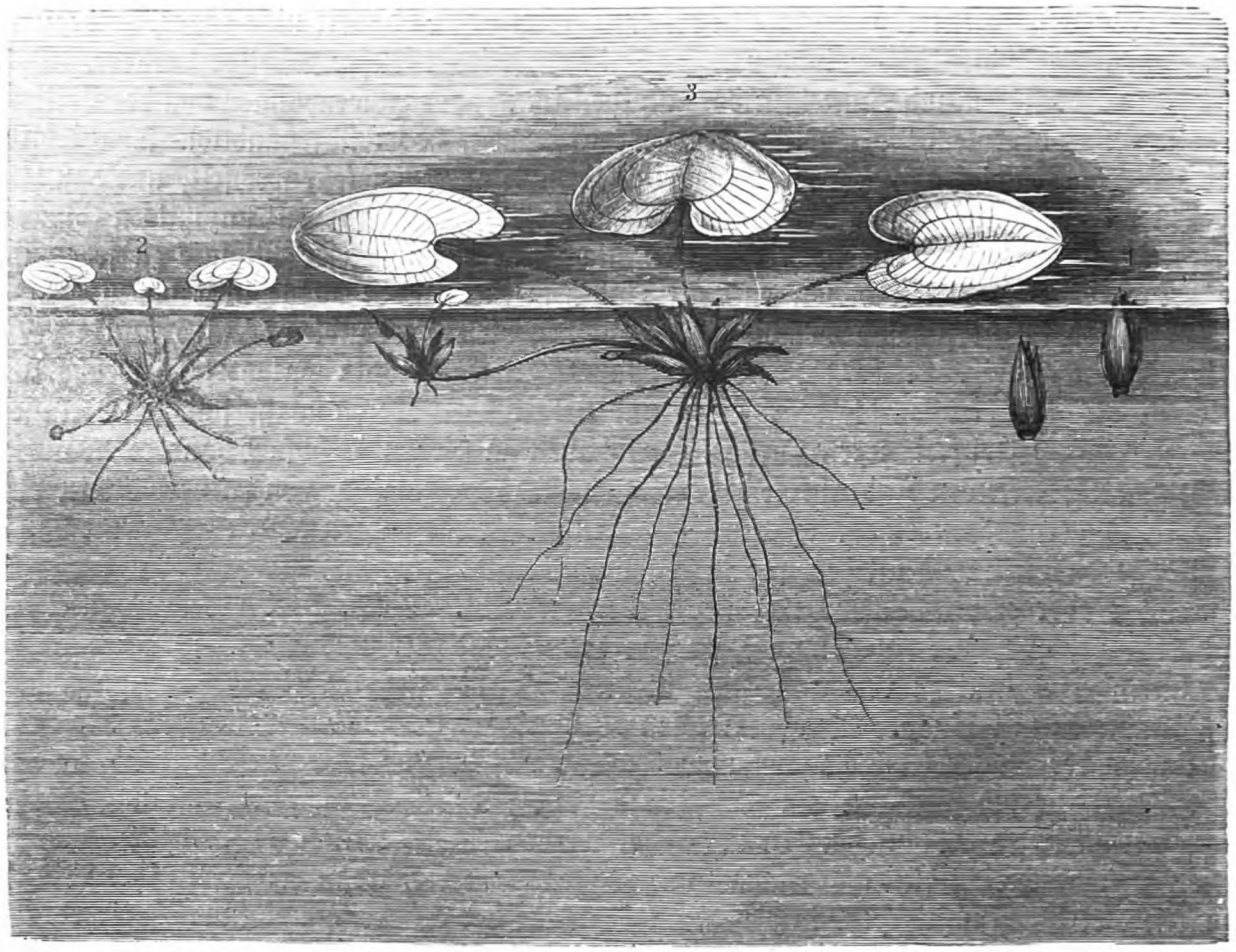


Froschbieß (Hydrocharis Morsus ranae). Von den Enden der Schößlinge lösen sich die Knospen ab, welche zur Überwinterung in den Grund des Wassertümpels hinabsinken. Vgl. Text, S. 741.

zur Aufspeicherung der Stärke gedient hatten, sowie infolge der Bildung luftgefüllter Hohlräume in den neugebildeten Geweben steigen die auswachsenden Knospen der genannten Arten von Lemna wieder zur Wasseroberfläche empor.

Derselbe Wechsel des Standortes im Verlaufe des Jahres wird auch an den Ablegern des in ruhigen Gewässern durch ganz Europa und einem großen Teil Asiens verbreiteten Froschbieß (Hydrocharis Morsus ranae) beobachtet. Diese Pflanze ist zwar mit reichlichen Wurzeln versehen, befestigt sich aber mit denselben niemals an den schlammigen Grund der Teiche, in welchen sie angesiedelt ist, sondern erhält sich den Sommer hindurch schwimmend an der Oberfläche, breitet ihre Laubblätter ähnlich wie die Seerosen auf dem Wasserspiegel aus und flutet mit ihren Wurzeln in der obersten Wasserschicht. Ihre Vermehrung geht im Sommer ungemein rasch durch Schößlingsbildung vor sich. Die Schößlinge entspringen in den Achseln der Laubblätter aus dem sehr kurzen, schwimmenden, aufrechten Stamme, sind

ziemlich lang, gleichen dicken Fäden, die ſich nahe unter dem Waſſerſpiegel halten und auch eine zu dieſem parallele Richtung bei ihrem Wachstum einhalten. Jeder Schößling ſchließt mit einer Knoſpe ab, die ſich raſch aufthut, grüne, dem Waſſerſpiegel aufliegende Laubblätter hervortreibt und gebüſchelte Wurzeln in das Waſſer hinabſenkt. In kürzeſter Zeit gleicht der ſo gebildete Stock demjenigen, der den Schößling ausgeſendet hatte, und iſt auch wie dieſer befähigt, ſelbſt wieder Schößlinge zu entwickeln. So kommt es, daß binnen einigen Wochen die Waſſeroberfläche mit unzähligen ſchwimmenden Stöcken des Froſchbießes beſetzt iſt, von welchen je 10—20 wie durch horizontale Schnüre miteinander verbunden



Froſchbieß (Hydrocharis Morsus ranae): 1. Knoſpen, welche am Grunde des Waſſertümpels überwinterten und im Frühlinge an die Oberfläche emporgeſtiegen ſind. — 2. Junge ſchwimmende Pflanze, welche ſich aus einer emporgeſtiegenen Knoſpe entwickelt hat. — 3. Ältere ſchwimmende Pflanze. Vgl. Text, S. 742.

ſind. Aus den kräftigeren Stöcken erheben ſich nun die anmutigen Blüten über den Waſſerſpiegel. Aber das Blühen iſt nur von kurzer Dauer und hat auch nur ſelten einen Erfolg, d. h. nur ſelten werden Früchte mit keimfähigen Samen ausgebildet. Iſt die Blütezeit abgelaufen und rückt der Herbſt heran, ſo kommen neuerdings Schößlinge zum Vorſchein, welche mit Knoſpen abſchließen; dieſelben ſind aber kürzer als jene des Frühlinges, auch ſenken ſie ſich infolge des größeren Gewichtes der von ihnen getragenen Knoſpe mehr nach abwärts, und auch die Knoſpen ſelbſt haben eine etwas abweichende Form, ſie ſind ſehr feſt, nach außen von knapp anliegenden Niederblättern umſchloſſen und erreichen beiläufig die Größe eines kleinen Dattelſamens. Sobald der Stamm dieſer Knoſpe mit der hinreichenden Menge von Mehl und anderen Reſerveſtoffen ausgeſtattet iſt, löſt er ſich von dem fadenförmigen Träger ab, die Knoſpe ſinkt in die Tiefe (ſ. Abbildung, S. 740) und kommt

auf den Schlamm im Grunde des Teiches zu liegen. Die oben ſchwimmende Pflanze aber, von welcher ſie ausgebildet wurde, ſtirbt vollends ab und verweſt. Es iſt auch höchſte Zeit, oben das Feld zu räumen, denn bald darauf überzieht ſich der Waſſerſpiegel mit Eis, welches monatelang jede Lebensthätigkeit unmöglich machen würde. Iſt der Frühling wieder ins Land gekommen, und ſind die Teiche und Tümpel vom Eiſe befreit, ſo regt ſich auch im Schlamme der Tiefe neues Leben. Die Knoſpen des Froſchbießes, welche dort überwintert haben, lockern ſich, einzelne Zellenräume füllen ſich mit Luft, und das ganze Gebilde hebt ſich zum Waſſerſpiegel empor (ſ. Abbildung, S. 741). Hier angekommen, gehen die Niederblätter raſch auseinander, grüne Laubblätter legen ihre Spreiten auf die ſonnige Waſſerfläche, Wurzeln ſenken ſich abwärts in die laue Flut, und es dauert nicht lange, ſo beginnt auch ſchon wieder die Entwickelung von Schößlingen, wie ſie früher geſchildert wurde. Daß bei dem Niederſinken und Aufſteigen der Knoſpen im Waſſer Abweichungen von der Lotlinie und mitunter bedeutende Ortsveränderungen vorkommen, iſt ſelbſtverſtändlich. Thatſächlich wird auch beobachtet, daß der Froſchbieß in ſeinen Standorten ſehr wechſelt, und daß bisweilen an der Stelle, wo in dem einen Jahre die Waſſeroberfläche mit unzähligen Stöcken beſetzt war, im darauf folgenden Sommer nicht eine Spur dieſer Pflanze zu ſehen iſt, während ſich 100 Schritt davon entfernt einige neue Beſtände ausgebildet haben.

Auch die Waſſerſchlauchgewächſe (Utricularia), die Aldrovandien (Aldrovandia vesiculosa, ſ. Band I, S. 141) ſowie die Waſſerfeder (Hottonia palustris), welche mit Eintritt des Spätherbſtes die erkaltenden und erſtarrenden oberen Waſſerſchichten verlaſſen und ſich in die froſtfreie Tiefe zurückziehen, bilden zu dieſem Behufe beſondere Winterknoſpen aus; dieſelben ſind aber nicht, wie jene des Froſchbießes, von Niederblättern eingehüllt, ſondern ſtellen eigentlich nur ſehr verkürzte Triebe dar, deren kleine, grüne Laubblätter ſo dicht beiſammenſtehen und ſo feſt zuſammenſchließen, daß der ganze Trieb als ein rundlicher oder elliptiſcher dunkelgrüner Ballen erſcheint. Solche Ballen bleiben mit einem Stücke des ſchwimmenden Stammes, der ſie ausgebildet hat, verbunden. Dieſer welkt im Spätherbſte, beginnt zu verweſen, ſinkt in die Tiefe und zieht dabei auch den ihm anhaftenden Ballen mit hinab. Manchmal löſen ſich übrigens die grünen Ballen auch ſchon von dem nahe der Waſſeroberfläche ſchwimmenden und dort im Herbſte verweſenden Stamme ab und ſinken für ſich allein in den Teichgrund hinab, wobei es nicht fehlen kann, daß ſie nach verſchiedenen Richtungen hin verbreitet werden. Die Blätter dieſer ballenförmigen Ableger ſind nicht verdickt und wachſen im nächſten Sommer, wenn die Ballen ihre Winterquartiere verlaſſen und wieder in die oberen Schichten der Waſſeranſammlung emporgetaucht ſind, zu grünen Laubblättern aus. Daß die mit dem Froſchbieß verwandte Waſſerſchere (Stratiotes aloides) ähnliche Wanderungen im Laufe des Jahres ausführt, wurde bei anderer Gelegenheit bereits in Band I, S. 70 und 628 erzählt, und es iſt hier nur noch darauf aufmerkſam zu machen, daß die Waſſerſchere ihre Winterquartiere nicht in Knoſpenform bezieht, ſondern in Form offener Roſetten zum Teichgrunde hinabſinkt, um im darauf folgenden Frühlinge bei günſtigem Wetter wieder emporzuſteigen.

Abweichend von den bisher beſprochenen Sumpf- und Waſſerpflanzen verhalten ſich die Laichkräuter Potamogeton crispus, obtusifolius, pusillus und trichoides. Gegen den Herbſt zu bilden ſie zwar gleichfalls Ableger in Geſtalt dicker Sproſſe mit abſtehenden, kurzen Blättern (ſ. Abbildung, Band I, S. 515) oder lange, ſchmale, mit Niederblättern umhüllte Knoſpen, welche ſich von dem verwelkenden alten Stamme ablöſen und in den Teichgrund hinabſinken, aber dieſe Ableger heben ſich im nächſten Sommer nicht mehr in die oberen Waſſerſchichten empor, ſondern bleiben an dem Punkte, wo ſie hingefallen ſind, im Schlamme ſtecken, treiben dort Wurzeln und entwickeln aus den kleinen Knoſpen, welche ſchon im Herbſte in den Achſeln der hornartigen Blätter des Ablegers angelegt wurden,

beblätterte, vielverzweigte Stengel, welche rasch gegen den Wasserspiegel hinaufwachsen. Diese im Grunde der Wasseransammlung festgewurzelten Laichkräuter vermehren sich nicht nur durch die erwähnten, das Wasser durchteufenden Ableger, sondern auch noch durch Stocksprosse, welche im Schlamme weit und breit herumkriechen. Durch die im Herbste an den oberen Stengelgliedern ausgebildeten, sich dann ablösenden und im Wasser schwimmenden Sprosse oder Knospen wird aber jedenfalls eine Verbreitung auf viel größere Entfernungen erzielt, als dies durch die im Schlamme kriechenden Stocksprosse möglich wäre.

Eine sehr merkwürdige Verbreitung der Ableger wird bei der südlich vom Wendekreise an der Küste von Australien sehr häufigen Seegrasart Cymodocea antarctica beobachtet. Dieses Gewächs besitzt einen aufrechten Stamm, der dicht mit zweizeilig gestellten Laubblättern von trübgrüner Färbung besetzt ist. Die unteren Blätter fallen schon frühzeitig ab, und der entblößte, narbige Stamm trägt dann nur an seiner Spitze ein Büschel bandförmiger Blätter. Gegen Ende des Winters sieht man oberhalb dieser bandförmigen Blätter die Spitze des Stammes eigentümlich ausgestaltet. Die Stengelglieder sind dort sehr verkürzt, und an dem untersten Gliede erscheint ein in vier Lappen gespaltenes Niederblatt, welches wie ein Becher die von den weiter aufwärts folgenden Gliedern ausgehenden Blätter umfaßt. Aus den Achseln eines oder zweier dieser Blätter entstehen Knospen, während die Blätter selbst absterben und verwesen. Auch das Parenchym des becherförmigen, in vier Lappen gespaltenen Niederblattes verwest, und es bleiben von demselben nur die starren Stränge zurück, so daß nun an Stelle des Bechers kammförmige Schuppen erscheinen. Nachdem sich diese Veränderung vollzogen hat, zerklüftet das Gewebe des Stammes unterhalb der kammförmigen Schuppen, und der ganze Sproßgipfel wird durch die Bewegungen des Wassers von dem längst entblätterten unteren Stammteile abgetrennt und fortgetrieben. Es hängt von den örtlichen Verhältnissen am Meeresufer ab, wie weit und wie lange dieses Forttreiben stattfindet. Früher oder später kommt der abgelöste schwimmende, zu einem wandernden Ableger gewordene Sproß wieder zur Ruhe, wobei die nachschleifenden kammförmigen vier Schuppen die Rolle eines Ankers übernehmen. Hat der Anker gefaßt, so entwickeln sich aus den untersten Stengelgliedern des Sprosses 2—4 Wurzeln, welche, zwischen den Zähnen des kammförmigen Ankers hindurchdringend, in den schlammigen Boden wachsen und dort den Ableger unverrückbar festigen. Das alles geschieht am Ende des Winters. Im Laufe des folgenden Sommers wächst der ungefähr 8 cm lange, im Schlamm verankerte und eingewurzelte Sproß wieder zu einem Stamme von der Höhe eines Meters heran, und im nächsten Winter löst sich sein Gipfel neuerdings in der angegebenen Weise ab. Bei früherer Gelegenheit (S. 452) wurde bereits erwähnt, daß diese seltsame Meerespflanze nur äußerst selten blüht und fruchtet, ein Umstand, welcher zu der Annahme berechtigt, daß die von ihr gebildeten unübersehbaren Bestände, welche längs der Küste Neuhollands vorkommen, den von Meeresströmungen verbreiteten Ablegern ihre Entstehung verdanken.

Weit einfacher als an diesen Wassergewächsen vollzieht sich die Verbreitung von Ablegern durch das Meereswasser bei Tangen, Ulvaceen und Floridеen. Wenn das Meer durch heftige Stürme bis in seine Tiefen aufgewühlt war und die Springflut weiter als gewöhnlich den Küstensaum unter Wasser gesetzt hatte, lassen die ablaufenden Wellen immer Bruchstücke der genannten Pflanzen in Hülle und Fülle am Strande zurück. Dieselben wurden durch den Anprall des bewegten Wassers von den in der Tiefe festgewachsenen Bändern, Netzen und Fäden abgerissen und werden nun von den Wogen fortgetragen. Nicht wenige derselben spült das Wasser in das Geklüft der felsigen Küste oder bettet sie in den Sand und Schlamm des Strandes ein, und siehe da, die Mehrzahl derselben wächst an solchen Stellen fröhlich weiter, allerdings unter der Bedingung, daß dort das

Waſſer ſich niemals ganz zurückzieht, und daß die neue Verbindung, welche die Bruchſtücke mit der Unterlage eingegangen ſind, nicht durch eine neue Springflut zerſtört wird.

An den Ufern der Flüſſe und Ströme ſpielt ſich übrigens ähnliches ab. Die Pflanzenreſte, welche das Hochwaſſer mitführt, und die bei ſinkendem Waſſerſtande als wüſtes Haufwerk eingeſchlammt und eingeſandet in ſtillen Buchten des Ufergeländes zurückbleiben, verfallen nur zum Teile der Verweſung; ein großer Teil erhält ſich friſch und lebendig, ſchlägt Wurzeln und treibt kräftige Sproſſe empor. Im Stromgebiete der Donau ſind es neben den häufigen Stockſproſſen des Rohres, verſchiedener Binſen und Schilfe (Phragmites, Scirpus, Typha) abgebrochene Reiſer der Bruchweide (Salix fragilis), Wurzelſtücke des Sanddornes (Hippophaë rhamnoides), Rhizomſtücke des Waſſerfenchels und Kalmus (Phellandrium aquaticum und Acorus Calamus), beblätterte Zweige und Stockſproſſe verſchiedener Arten von Laichkraut, Tauſendblatt und Waſſerranunkel (Potamogeton, Myriophyllum, Ranunculus aus der Gruppe Batrachium), deren Verbreitung auf die angegebene Weiſe ſtattfindet. Die Gewächſe werden mitunter an Orten angeſiedelt, wo früher in meilenweitem Umkreiſe kein Stock derſelben zu ſehen war, und man kann ſich auch durch den Augenſchein überzeugen, daß thatſächlich durch ſtrömendes Waſſer die Verbreitung ihrer Ableger in kürzeſter Zeit auf weite Entfernungen und im großen Maßſtabe ſtattfindet. Der größte Teil ſolcher im neuen Schwemmlande angeſiedelter Gewächſe ſtammt von den durch die hochgehenden Fluten unterwaſchenen Ufern, ein anderer Teil aus ſumpfigen Gräben, Mulden und Rinnen unweit des Ufers, in welche die angeſchwollenen Gewäſſer eingedrungen waren, und die von ihnen gründlich aufgewühlt, ausgeſchwemmt und auch des Pflanzenwuchſes teilweiſe beraubt wurden.

Auf weniger ſtürmiſche Weiſe findet die Verbreitung von Ablegern durch kleine, klare Bäche ſtatt, welche zwiſchen Röhricht und Binſen mit mäßigem Gefälle dahinfließen und kaum jemals über die Ufer treten. Lebhaftere Strömung findet da nur in der Mitte des Rinnſales ſtatt; dagegen hält ſich das Waſſer am Ufer, zumal in den kleinen Ausbuchtungen desſelben, faſt ſo ſtill und ruhig wie in einem ringsum abgeſchloſſenen Tümpel. An ſolchen ruhigen Stellen finden ſich auch, durch Waſſervögel eingeſchleppt, ſchwimmende Pflanzen ein, deren Wurzeln am Untergrunde nicht feſthaften, ſondern im Waſſer fluten, oder die überhaupt der Wurzeln ganz entbehren, wie z. B. Riccia fluitans und natans, Lemna und Wolffia, in tropiſchen Gebieten auch Azolla und Pistia. Alle dieſe Gewächſe vermehren ſich ungemein raſch. Während ſie an der einen Seite fortwachſend ſich gabeln und ſpreizende Läppchen und Sproſſe bilden, ſterben ſie von der anderen Seite her ab, was natürlich eine Trennung in mehrere Stücke, beziehentlich in Ableger zur Folge hat. Dieſe Stücke reihen und ordnen ſich moſaikartig zu einem Beſtande, welcher wie ein grüner Teppich über die Waſſeroberfläche gebreitet iſt. Nimmt die Zahl der Ableger und damit auch der Umfang des Teppiches zu, ſo werden einzelne Teile des Beſtandes aus der ruhigen Ausbuchtung des Ufers in das fließende Waſſer des mittleren Bachrinnſales vorgeſchoben, dort werden ſie von der Strömung erfaßt und entführt und oft erſt in weiter Ferne wieder an irgend einer ruhigen Stelle des Ufers zurückgelaſſen, wo ſie dann den Ausgangspunkt für eine neue Kolonie von Ablegern bilden können.

Auch das Regenwaſſer ſpielt bei der Verbreitung der Ableger eine wichtige Rolle. In dieſer Beziehung ſind insbeſondere die Ableger des weitverbreiteten, auf feuchter Erde ungemein häufigen Lebermooſes (Marchantia polymorpha) erwähnenswert, deren Entwickelung in den Abbildungen auf S. 23 dargeſtellt iſt. Auf dem dunkelgrünen, laubähnlichen Lager dieſes Lebermooſes erheben ſich Ringwälle, die allmählich zu förmlichen Bechern heranwachſen (Fig. 1). In der Tiefe eines jeden Bechers ſieht man papillenförmige Zellen, deren jede ſich durch eine Querwand in zwei Hälften, eine obere und eine untere, teilt. Aus

der oberen Hälfte entſteht durch weitere Teilungsvorgänge eine grüne Zellplatte (Fig. 3), aus der unteren ein kurzer Träger derſelben. Aber nur ein Teil der Papillen am Boden des Bechers zeigt dieſe Entwickelung, an einem anderen Teile wird die obere Hälfte nur unbedeutend vergrößert und erhält die Geſtalt eines Köpfchens. Die äußeren Hautſchichten dieſer köpfchenförmigen Zellen quellen nun auf, bilden eine gallertartige Maſſe, und indem dieſe an Umfang zunimmt, hebt ſie die grünen Zellplatten aus dem Grunde des Bechers immer höher und höher empor (Fig. 2). Endlich ſind dieſe nahe dem Becherrande angekommen und werden von da durch das niederträufelnde und überquellende Regenwaſſer mit Blitzesſchnelle fortgeſpült. Auch die Ableger anderer Lebermooſe, namentlich die kugeligen Zellenballen, welche in den halbmondförmigen Taſchen der Lunularia und in den flaſchenförmigen Ausſackungen der Blasia pusilla entſtehen, die Zellenpaare, die an der oberen Fläche der Aneura multifida hervorkommen, die einzelnen Zellen, welche vom Rande der Blättchen ſo vieler Lebermooſe ſich ablöſen, die mehrzelligen Ableger, die von der auf Baumborke ſo häufigen Radula complanata abgeſchieden werden, die rundlichen Zellenplatten, die am Saume des laubförmigen Thallus der Metzgeria pubescens hervorwachſen, endlich auch die ballenförmigen und ſcheibenförmigen Zellgruppen, welche ſich auf der Fläche der Blättchen zahlreicher Laubmooſe (z. B. verſchiedener Arten der Gattungen Leucobryum, Grimmia, Zygodon, Orthotrichum, Barbula, Calymperes) ausbilden, werden vorwaltend durch Regenwaſſer verbreitet. In manchen dieſer Fälle wird nicht nur die Verbreitung, ſondern auch die Ablöſung der kleinen Ableger durch die Regentropfen veranlaßt; in anderen Fällen dagegen erfolgt die Ablöſung ſchon vor dem Beginne des Regens, und es werden nicht nur bei der oben geſchilderten Marchantia, ſondern auch bei Blasia und Aneura die Ableger zuerſt durch Zellhautſchichten, welche zur Gallerte aufquellen, abgetrennt und aus ihrem Verſtecke emporgehoben und dann erſt durch den fallenden Regen weggeſpült und verbreitet. Daß dieſe kleinen Ableger auch durch heftige Windſtöße von ihren Urſprungsſtätten entführt werden können, iſt allerdings richtig. Man kann das Ablöſen und Abſpringen der oberſten kleinen Zellenſcheiben der Marchantia durch heftiges Anblaſen bewirken, aber bei trockener Luft und auf trockenem Boden ſchrumpfen die ſcheibenförmigen Ableger raſch zuſammen und gehen in kurzer Zeit zu Grunde, ſo daß alſo die Verbreitung durch Luftſtrömungen nicht von Erfolg begleitet iſt, während die durch Regengüſſe fortgeſpülten Ableger der genannten Leber- und Laubmooſe dort, wo ſie abgeſetzt werden, ſofort anwachſen und auch raſch zur weiteren Entwickelung gelangen. Eine wichtige Rolle ſpielen dieſe durch Regenwaſſer fortgeſpülten Ableger insbeſondere bei der Überkleidung der Baumborke mit Leber- und Laubmooſen. Es braucht ſich nur einmal ein kleiner Raſen von Radula, Metzgeria und dergleichen angeſiedelt zu haben; wenn dann bei einem Ungewitter das Regenwaſſer über die Baumſtämme herabrieſelt, ſo ſchwemmt es Mengen von einzelligen, ballenförmigen und ſcheibenförmigen Ablegern fort, um ſie an vorſpringenden Leiſten und Höckern wieder abzuſetzen, und thatſächlich erfolgt die raſche Überkleidung dicker, alter Baumſtämme mit den grünen Teppichen und Vlieſen aus Leber- und Laubmooſen zum größten Teile durch Vermittelung des Regenwaſſers.

Ganz ähnlich wie bei Marchantia findet die Verbreitung der Ableger bei dem auf Seite 605, Fig. 6 und 7 abgebildeten Pilze Cyathus striatus ſtatt. Die Ableger ſind hier einzellige Sporen, welche im Inneren kleiner eiförmiger Gehäuſe gebildet werden. Zahlreiche ſolche Gehäuſe ſind am Grunde des becherförmigen Pilzes mit fadenförmigen Strängen befeſtigt. Bei Befeuchtung durch niederfallenden Regen quellen die äußeren Schichten der eiförmigen Gehäuſe bedeutend auf, ſo daß ſie ſich gegenſeitig über den Rand des Bechers emporheben, von wo ſie dann durch das abfließende Regenwaſſer weggeſpült werden.

Vergleichsweiſe ſelten werden durch das Regenwaſſer knoſpen- und ſproßförmige Ableger verbreitet. Doch gibt es auch hierfür ein ſehr intereſſantes Beiſpiel, nämlich das weitverbreitete, auf lehmigem, ebenem Boden mit beſonderer Vorliebe wachſende Scharbockkraut (Ficaria ranunculoides), von welchem ein einzelner Stock auf S. 456, Fig. 3 abgebildet iſt. Dieſe Pflanze entwickelt in den Achſeln der grünen Laubblätter Ableger, welche die Form kleiner Knollen haben und nicht nur durch die Geſtalt, ſondern auch durch die bleiche Färbung mit den jüngſten Entwickelungsſtufen der Kartoffelknollen einige Ähnlichkeit beſitzen (Fig. 6). Sobald die Blätter und Stengel des Scharbockkrautes zu vergilben und zu welken beginnen, was ſchon im Frühſommer der Fall iſt, löſen ſich die Knöllchen vom Stamme ab und kommen auf die Erde zu liegen. Für gewöhnlich entgehen ſie dort der Beobachtung, da ſie von dem vergilbten ſommerlichen Laubwerk verdeckt ſind; kommt es aber bei Gelegenheit eines Gewitters zu einem heftigen Regen, ſo werden die welken Laubblätter durch die Gewalt der anprallenden Tropfen auf den Boden niedergedrückt und die kurz vorher abgefallenen Knöllchen werden ſichtbar. Bisweilen wird durch die fallenden Regentropfen auch die Ablöſung der Knöllchen von der Mutterpflanze beſchleunigt. Iſt das Regenwaſſer ſo reichlich, daß es in Form kleiner Waſſeradern abfließt, ſo werden die loſen Knöllchen häufig weggeſpült. Wenn nun gar ein Platzregen über dem mit Scharbockkraut reichlich bewachſenen Gelände niedergeht, ſo kann eine große Zahl der kleinen Knollen fortgeſchwemmt und, wenn das Waſſer ſich verläuft, am Rande der Rinnſale abgeſetzt und aufgehäuft werden. An ſolchen Stellen iſt die Menge der zuſammengeſchwemmten Knöllchen manchmal ſo groß, daß man Hände voll davon aufſammeln kann. Es darf nicht überraſchen, wenn das Landvolk, welches die unter Laub verſteckten Knöllchen früher nicht bemerkte und nun nach dem Gewitter ganz unerwartet ſo große Mengen derſelben aufgehäuft ſieht, die Meinung hegt, daß die beſagten Gebilde mit dem Regen vom Himmel gefallen ſeien, und daß ſich ſo die Sage von dem Kartoffelregen ausbildete.

Die kleinen Knöllchen, welche in den Achſeln der Blätter der auf S. 456, Fig. 1 abgebildeten, in den ſüdruſſiſchen Steppengebieten heimiſchen Gagea bulbifera entſtehen, werden in ganz ähnlicher Weiſe wie jene des Scharbockkrautes durch Regenwaſſer verbreitet. Damit komme ich aber auch zu dem vielbeſprochenen Mannaregen in den Steppen und Wüſten, der ja im Grunde auch nichts anderes als die Wanderung von Ablegern einer Flechte, nämlich der Mannaflechte, iſt. Die Mannaflechte, welche von den älteren Botanikern Lichen esculentus genannt, von den neueren zu verſchiedenen Zeiten in die Gattungen Urceolaria, Lecanora, Chlorangium und Sphaerothallia eingereiht wurde, und die, wie es ſcheint, in drei Arten, nämlich in Lecanora esculenta, L. desertorum und L. Jussufii gegliedert iſt, erſcheint über ein ungeheures Gebiet im ſüdweſtlichen Aſien verbreitet und dehnt ihren Verbreitungsbezirk bis in das ſüdöſtliche Europa und nördliche Afrika aus. Man kennt dieſe Flechte aus der Umgebung Konſtantinopels, aus der Krim und dem Kaukaſus, der Kirgiſenſteppe und den tatariſchen Wüſten, aus Perſien, woher die Abbildung in Band I, Seite 518 ſtammt, ferner aus Kurdiſtan, der Umgebung des Wanſees, von den Hochebenen Lykaoniens, aus der Umgebung Diarbekrs, aus Meſopotamien und dem anatoliſchen Hochlande vom Bulgar Dagh im Taurus, wo ſie noch in der Seehöhe von 2700 m ungemein häufig angetroffen wird, endlich auch aus der Sahara und zwar am Wüſtenſaume entlang der Grenze Algeriens. Sie bildet zuerſt auf den Steinen, und zwar mit Vorliebe auf kleinen, loſe herumliegenden Kalkſteinen, dicke, gefurchte und warzige Kruſten, deren Farbe oberflächlich einer Miſchung von Grau und Ockergelb entſpricht, während der Anbruch wie der eines zerdrückten Weizenkornes rein weiß erſcheint. Im Alter werden dieſe Kruſten riſſig und heben ſich von ihrer Unterlage teilweiſe oder ganz ab. Schon bei dieſem Abheben rollen ſich die Ränder des abgelöſten Stückes

etwas zurück; ſpäter geht die Rollung noch weiter, und die abgelöſte Mannaflechte bildet nun einen ellipſoidiſchen oder kugeligen, warzigen Körper mit einem auf das äußerſte beſchränkten zentralen Hohlraum. Bisweilen werden hierbei kleine Steinchen in den Hohlraum des kugeligen Körpers eingepferchт, in welchem Falle das Gewicht der loſen Mannaflechte ſich entſprechend erhöht; gewöhnlich aber iſt der Hohlraum mit Luft gefüllt, und ſolche Stücke haben dann ausgetrocknet ein ſehr geringes Gewicht. Zehn loſe Mannaflechtenſtücke, jedes von der Größe einer Haſelnuß, wogen 3,36 g, und das Gewicht eines einzelnen Stückes beträgt daher im Mittel nur 0,34 g. Da iſt es begreiflich, daß die loſen Mannaflechten durch den Anprall des Windes ins Rollen kommen, ja, daß ſie mitunter durch Stürme von ihrer Lagerſtätte emporgehoben und ſtreckenweiſe durch die Lüfte geführt werden. In jenen Gebieten, wo die Regenzeit keine ausgiebigen Waſſermengen ſpendet, und wo zeitweilig furchtbare Stürme die Wüſtenthäler durchbrauſen, ſcheint dieſe Art der Verbreitung die vorherrſchende zu ſein, wofür insbeſondere der Umſtand ſpricht, daß in dieſen Gebieten die Mannaflechte nach den Stürmen vorzüglich hinter dem niederen Geſtrüpp und Buſchwerk aufgeſchichtet liegt, alſo gerade dort, wo die Gewalt des Sturmes einigermaßen gebrochen und auch der Flugſand in Form kleiner Hügel angehäuft wird. In jenen Gegenden aber, wo dem langen, regenloſen Sommer eine Periode mit reichlichen Niederſchlägen folgt, wo auf das monatelang ausgetrocknete Land ſo große Regenmengen niederfallen, daß das Erdreich ſie auf einmal aufzunehmen gar nicht im ſtande iſt, ſammelt ſich ein Teil des Regenwaſſers zu kleinen Adern, welche alles, was beweglich und ſchwimmfähig iſt, mit ſich fortſpülen. Es fließen die trüben Waſſeradern über den geneigten Boden hin, den tiefſten Stellen des Geländes zu und vereinigen ſich dort zu größeren Gerinnen, oder es erhält ſich das Waſſer, wenn es keinen Abfluß findet, eine Zeitlang in den Vertiefungen in Form kleiner Pfützen und Lachen und lagert dort den mitgeführten Schlamm und die fortgeſpülten Pflanzenteile ab. Das letztere iſt insbeſondere der Fall auf dem mit kleinen Steinen beſäeten Steppenboden, wo zwiſchen den ſanften Höhen ein Labyrinth ſeichter Mulden und gewundener Thälchen eingeſenkt iſt, ebenſo in Landſchaften, welche den Charakter des Karſtes zeigen, wo nämlich die felſigen Plattformen von unzähligen keſſelförmigen Gruben unterbrochen werden. In ſolchen Gegenden wird die Mannaflechte vorzüglich durch das Regenwaſſer in die Vertiefungen zuſammengeſchwemmt und zwar in manchen Jahren in ſo großer Menge, daß ſie Haufen in der Höhe von 4—6 Zoll bildet, und daß ein einzelner Mann im Laufe eines Tages leicht 4—6 kg (beiläufig 12,000—20,000 Stück von Erbſen- bis Haſelnußgröße) zu ſammeln vermag. Das iſt insbeſondere in den Steppengebieten und in den Hochländern des ſüdweſtlichen Aſien der Fall, wo die Mannaflechte in Hungerjahren als Erſatz für Getreide genommen, gleich dieſem vermahlen und zu Brot (allerdings einem wenig ſchmackhaften Brot) gebacken wird. Daß in dieſen Gebieten der Transport der Mannaflechte vorzüglich durch das Regenwaſſer erfolgt, geht auch daraus hervor, daß die in den Gruben aufgeſchichteten Flechten an ihrer Außenſeite nicht im geringſten abgerieben ſind, was doch der Fall ſein müßte, wenn ſie auch nur auf kurze Entfernungen über ſteinigen Boden gerollt und geſchleift worden wären. Auch iſt bemerkenswert, daß alle größeren ſogenannten Mannaregen, von welchen die Kunde aus dem Orient nach Europa gedrungen iſt, alſo ſpeziell jene in den Jahren 1824, 1828, 1841, 1846, 1863 und 1864, zu Beginn des Jahres, im Januar bis März, alſo zur Zeit, wo dort heftige Gußregen niedergehen, ſtattfinden. Wenn die dortige Bevölkerung der Meinung huldigt, es ſei die Manna vom Himmel gefallen, und wenn ſie ganz überſieht, daß dieſes pflanzliche Gebilde in unmittelbarer Nähe der Sammelorte, wenn auch nur zerſtreut und vorwaltend als Kruſte den Steinen anhaftend, wächſt und ſich entwickelt, ſo darf es ebenſowenig überraſchen, wie die Anſicht unſerer Bauern, daß die Knöllchen des Scharbockkrautes

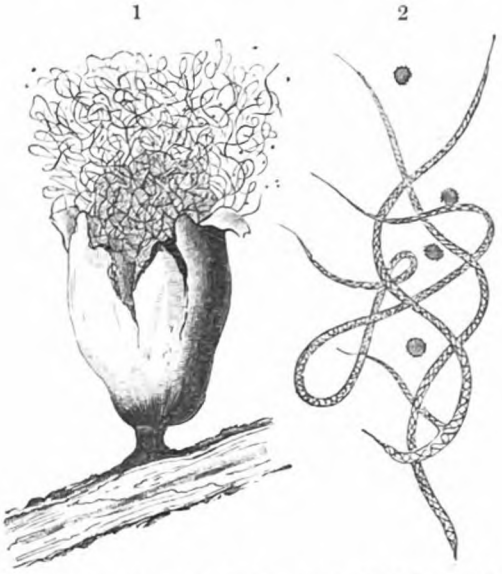
mit dem Regen aus der Atmosphäre gekommen seien. Einschaltungsweise sei hier noch erwähnt, daß die Manna der aus Ägypten nach dem Gelobten Lande wandernden Juden und die hier besprochene und in Band I, S. 518 abgebildete Flechte ein und dasselbe sind, und daß die ältere Ansicht, wonach die Manna der Wüste der infolge des Einflusses schmarotzender Schildläuse ausfließende und erhärtende Saft einer Tamariske (Tamarix gallica mannifera) sei, jeder Begründung entbehrt.

Unter den Ablegern, welche durch Luftströmungen verbreitet werden, nehmen die Sporen den ersten Rang ein. Mehrere Lepromyceten und Ascomyceten entwickeln einen Teil ihrer Sporen durch Abgliederung von den freien Enden besonderer Träger. Diese Träger erheben sich über die von dem Mycelium durchwucherte oder übersponnene Unterlage in die freie Luft, so daß die abgegliederten und nur noch lose zusammenhängenden Sporen durch die geringste Bewegung in der Atmosphäre entführt werden können. Bei den unter den Namen Aspergillus und Penicillium bekannten Schimmeln werden an dem Ende eines jeden fadenförmigen Trägers ganze Reihen von Sporen abgegliedert (s. Abbildung, S. 18, Fig. 4, 5, 8 und 9), und da gewöhnlich viele Träger dicht gedrängt nebeneinander stehen, so vermag ein einziger Windstoß unzählbare Mengen von Sporen zu entführen. Bläst man die in Beständen wie ein kleiner Wald vereinigten Träger der Sporen nur ganz leicht an, so wirbeln die Sporen in Form von Staub in die Luft, und da sie ein sehr geringes Gewicht haben, erhalten sie sich nicht nur lange Zeit schwebend in der Atmosphäre, sondern werden auch in scheinbar ganz ruhiger Luft durch jene Ausgleichsströmungen, die aus Anlaß geringer Temperaturverschiedenheiten fortwährend stattfinden, bald gehoben, bald gesenkt, bald wieder in wagerechter Richtung oder im Wirbel fortgetrieben, bis sie endlich an irgend einem festen Punkte stranden und dort zum Ausgangspunkte für eine neue Schimmelbildung werden. Die von den Hymenomyceten am Ende der sogenannten Sterigmen abgegliederten Sporen (s. Abbildung, S. 608, Fig. 1 und 2) können gleichfalls durch den Anprall des Windes abgelöst und entführt werden, aber erfahrungsgemäß lösen sich bei diesen Pilzen die meisten Sporen bei ruhiger Luft von selbst ab, fallen auf die Erde, überdecken diese als eine zarte Staubschicht und werden erst von dieser Ablagerungsstätte durch die bewegte Luft entführt.

Die Sporen der Brandpilze sowie jene in den Äcidien der Uredinaceen (s. S. 606) sind anfänglich von zarten Häuten überdeckt und bisweilen in besonderen Behältern eingebettet. Sobald sie die volle Reife erlangt haben, stellen sie eine pulverige Masse dar, die verhüllende Haut birst, und die nun zu Tage liegenden Sporen werden durch den Wind als Staub fortgeblasen. Hatten sie sich in vertieften Behältern entwickelt, so geht dem Fortblasen eine Erschütterung des Behälters voraus, welche ein Ausfallen der pulverförmigen Sporen aus der Mündung des Behälters in die bewegte Luft zur Folge hat. Bei den meisten Schleimpilzen und Bauchpilzen (s. Abbildung, S. 485 und 605 und S. 749, Fig. 2) werden gleichzeitig mit den Sporen zarte, gewundene Fäden ausgebildet, die man Kapillitium genannt hat. Das Gewirre dieser Fäden mit den dazwischenliegenden Sporen ist von einer Haut umschlossen (s. Abbildung, S. 749, Fig. 1). Wenn diese Haut zur Zeit der Reife aufspringt und dadurch eine Öffnung des Sporenbehälters hergestellt wird, so können zunächst doch nur jene Sporen vom Winde fortgeblasen werden, welche sich in unmittelbarer Nähe der Öffnung befinden; die tiefer liegenden werden durch das Kapillitium zurückgehalten. Nun bauschen sich aber bei dem Wehen trockener Winde auch tiefere Schichten des Kapillitiums empor, und dadurch werden immer wieder neue Mengen von Sporen aus der Tiefe an die Öffnung gebracht. So kommt es, daß die Sporen dieser Pflanzen nur in gemessenen Absätzen und nur zur geeigneten Zeit, nämlich nur dann, wenn trockene Winde wehen, verbreitet werden. Eine ähnliche Einrichtung zeigen auch die dem Stamme

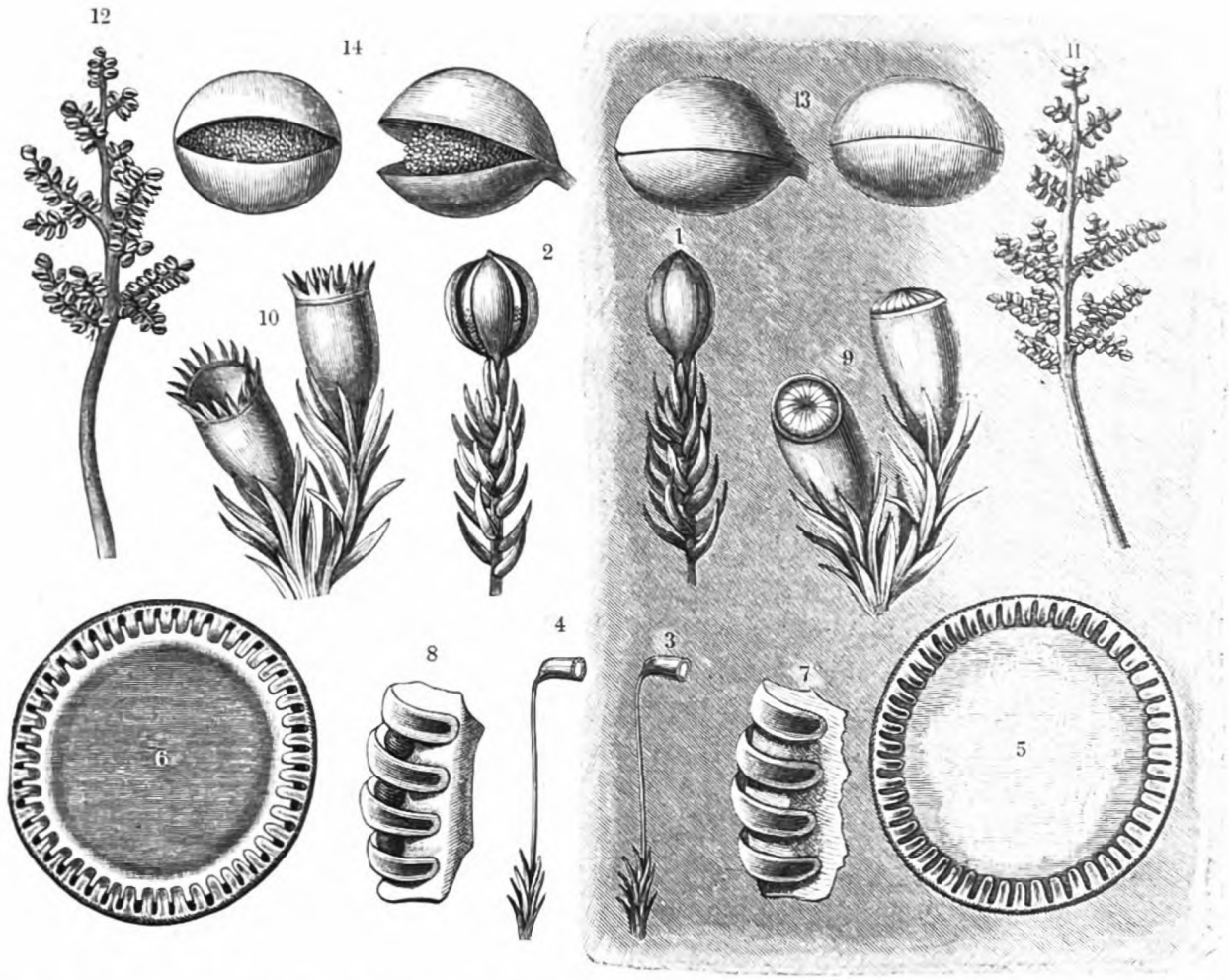
der Mooſe angehörenden Marchantiaceen, Anthocerataceen und Jungermanniaceen. In den Sporengehäuſen dieſer Pflanzen finden ſich neben den Sporen eigentümliche fadenförmige, ſehr hygroſkopiſche Zellen mit ſchraubig verlaufenden Verdickungsleiſten der Zellwände (ſ. S. 628). Man hatte dieſelben Schleudern (Elateren) genannt, weil man der Anſicht huldigte, daß durch ihre Bewegungen ein Ausſchleudern der Sporen bewirkt werde. Ihre Bedeutung liegt aber weniger im Ausſchleudern, als vielmehr darin, daß durch ſie auch nach der Eröffnung der Gehäuſe die Sporen noch zuſammengehalten und nur allmählich den Winden preisgegeben werden. Auch ſind ſie bei dem Aufſpringen der Sporengehäuſe beteiligt, was jedoch hier nicht weiter in Betracht kommt.

Von den mannigfachen Einrichtungen, welche bei den der Elateren entbehrenden Mooſen zum Behufe der Verbreitung der Sporen durch den Wind getroffen ſind, ſollen hier nur drei der auffallendſten erläutert werden. Zunächſt jene, welche man an den Andreäaceen beobachtet (ſ. Abbildung, S. 750, Fig. 1 und 2). Das Sporengehäuſe öffnet ſich bei dieſen Mooſen mit vier Längsſpalten. Doch reichen die Spalten nicht bis zum freien Ende des Gehäuſes, und die vier Stücke, in welche ſich die Wand des Gehäuſes geſpalten hat, und welche mit den Dauben eines Faſſes verglichen werden könnten, bleiben am freien Ende des Sporengehäuſes verwachſen. Bei feuchtem Wetter liegen die Wandſtücke dicht aneinander, und dann ſind auch die Spalten geſchloſſen (ſ. Abbildung, S. 750, Fig. 1). Bei trockenem Wetter findet dagegen eine Krümmung der Wandſtücke ſtatt, die Spalten klaffen dann weit auseinander, und die Sporen können in dem Maße, wie ſie ausgereift ſind, von den trockenen Winden aus dem Inneren des Gehäuſes herausgeblaſen werden (ſ. Abbildung, S. 750, Fig. 2). Ganz anders erfolgt das Ausſtreuen der Sporen bei den Widerthonmooſen (Polytrichum), von welchen eine Art durch die Abbildung auf S. 750, Fig. 3—7 zur Anſchauung gebracht iſt. Nachdem der Deckel, welcher dem Sporengehäuſe früher aufgeſeſſen hatte, abgefallen iſt, bekommt man ein zartes, weißliches Häutchen zu ſehen, das von den Spitzen zahlreicher derber Zähne feſtgehalten und wie die Haut einer Trommel über die mit einer Ringleiſte verſehene Mündung des becherförmigen Gehäuſes ausgeſpannt iſt. Wenn Regen und Tau die Mooſe benetzten, ſieht man die Zähne ſtark einwärts gekrümmt, das Häutchen liegt dann der Ringleiſte auf und bildet einen vollſtändigen Verſchluß des Sporengehäuſes (Fig. 4 und 5). In trockener Luft dagegen, zumal bei dem Wehen trockener Winde, richten ſich die Zähne etwas auf, heben das Häutchen über die Ringleiſte empor, und dadurch entſtehen zwiſchen den Zähnen kleine Löcher, durch welche die Sporen entlaſſen werden können (Fig. 6 und 7). Derſelbe trockene Wind, welcher die Änderung in der Stellung der Zähne veranlaßte, ſchüttelt nun aus dem von einer elaſtiſchen Borſte getragenen, mit zahlreichen kleinen Löchern verſehenen Sporengehäuſe wie aus einer Streubüchſe die Sporen aus. Als Vorbild für eine dritte Einrichtung, welche bewirkt, daß die ausgereiften Sporen nur bei trockenem Wetter dem Winde preisgegeben, bei feuchtem Wetter aber in den Gehäuſen zurückbehalten und dort gegen die nachteiligen Einwirkungen der Näſſe geſchützt werden, möge hier die zu den Bryaceen



Trichia clavata: 1. Die Haut des Aethaliums iſt geborſten, das Kapillitium hat ſich aufgebauſcht, hebt die zwiſchen den Fäden eingebetteten Sporen empor und gibt dieſe den Winden preis. — 2. Fäden des Kapillitiums mit den dazwiſchen eingebetteten Sporen. — Fig. 1: 20fach, Fig. 2: 250fach vergrößert. Vgl. Text, S. 748.

gehörende Grimmia ovata (ſ. die untenſtehende Abbildung) gewählt ſein. Die kreisrunde Mündung des büchſenförmigen Sporengehäuſes iſt hier mit Zähnen beſetzt, deren jeder in eine freie Spitze ausläuft. Das Gewebe dieſer Zähne iſt ſehr hygroſkopiſch, und ihre Richtung und Lage ändert ſich je nach dem Feuchtigkeitszuſtande der Luft in ſehr auffallender Weiſe. Bei feuchtem Wetter erſcheinen die Zähne ſo zuſammengelegt, daß ſie einen vollſtändigen Verſchluß des Sporengehäuſes herſtellen (Fig. 9); bei trockenem Wetter dagegen richten ſie ſich auf (Fig. 10), und die ausgereiften Sporen werden bei dem An-



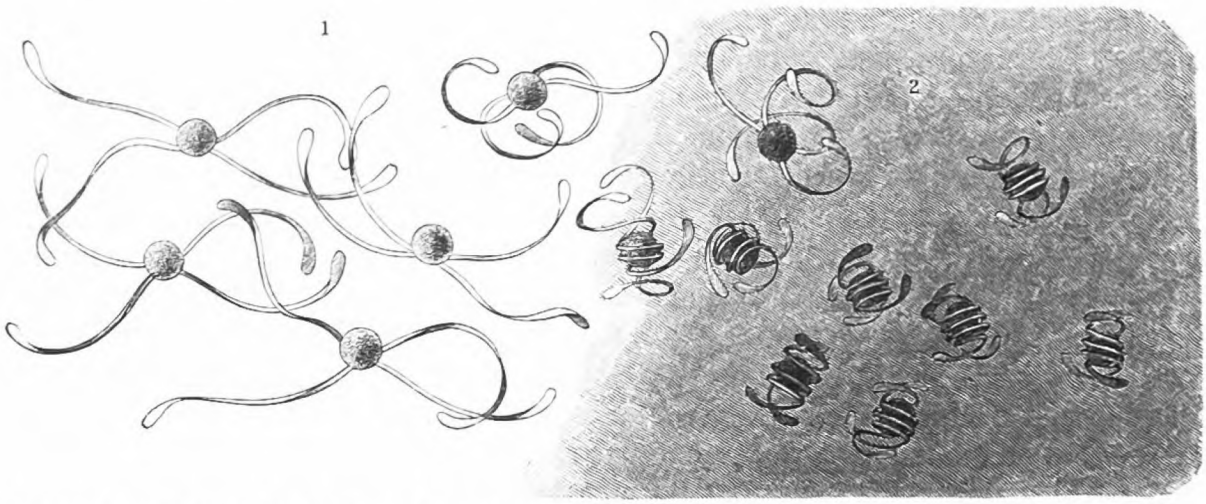
Verbreitung der Sporen durch den Wind: 1. Sporengehäuſe einer Andreaea bei feuchtem, — 2. bei trockenem Wetter. — 3. Sporengehäuſe eines Polytrichum bei feuchtem, — 4 bei trockenem Wetter. — 5. Die mit einem Häutchen überſpannte und am Rande mit Zähnen beſetzte Mündung des Sporengehäuſes eines Polytrichum bei feuchtem, — 6. bei trockenem Wetter. — 7. Ein Stück des Randes dieſer Mündung, ſtärker vergrößert, bei feuchtem, — 8. bei trockenem Wetter. — 9. Sporengehäuſe einer Grimmia bei feuchtem, — 10. bei trockenem Wetter. — 11. Traubig gruppierte Sporengehäuſe eines Botrychium bei feuchtem, — 12. bei trockenem Wetter. — 13. Einzelne Sporengehäuſe dieſes Botrychium, vergrößert, von vorn und von der Seite geſehen bei feuchtem, — 14. bei trockenem Wetter. — Fig. 3, 4, 11 und 12 in natürlicher Größe, die anderen Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 749 und 751.

pralle der austrocknenden Winde aus der weiten Mündung des Sporengehäuſes ausgeſchüttelt und fortgeblaſen.

Es wird ſpäterhin zu ſchildern ſein, daß die Sporengehäuſe der meiſten Farne plötzlich aufſpringen, und daß bei dieſer Gelegenheit die Sporen ausgeſchleudert werden. Die Sporengehäuſe ſolcher Farne entwickeln ſich an der unteren Seite der Wedel, und dieſe Lage ſchützt ſie vortrefflich gegen die Nachteile, welche durch eine Benetzung mit Regen und Tau herbeigeführt werden könnten. Man kennt aber auch Farne, deren Sporengehäuſe dem Regen und Tau ausgeſetzt ſind, und deren Sporen bei dem Aufſpringen der Sporengehäuſe nicht plötzlich ausgeſchleudert werden. Zu dieſen merkwürdigen Farnen gehört unter anderem

auch die Gattung Mondraute (Botrychium), deren traubenförmig gruppierte Sporengehäuse auf S. 750, Fig. 11 und 12 abgebildet sind. Die ellipsoidischen Sporengehäuse der Mondraute öffnen sich mittels eines quer verlaufenden Risses, aber die beiden durch den Riß entstehenden Klappen rücken nur bei trockenem Wetter auseinander (Fig. 12 und 14), in welchem Falle die Sporen durch den Wind ausgeschüttelt und fortgeblasen werden können. Sobald die Sporengehäuse befeuchtet werden, schließen die beiden Klappen sofort wieder zusammen (Fig. 11 und 13), und von einem Ausschütteln der Sporen kann dann selbstverständlich nicht mehr die Rede sein. Ein ähnliches mit Befeuchtung und Austrocknung zusammenhängendes Schließen und Öffnen der Sporengehäuse, das sich natürlich in der freien Natur im Laufe eines Tages mehrmals wiederholen kann, wird auch bei den Lycopodiaceen (s. Abbildung, S. 632, Fig. 4) beobachtet.

Auch an den Sporengehäusen der Schachtelhalme (s. Abbildung, S. 14, Fig. 4) kennt man diese Erscheinung. Bei den Schachtelhalmen bieten übrigens nicht nur die Sporengehäuse, sondern auch die Sporen selbst in trockenem und befeuchtetem Zustande ein auf-



Sporen des Schachtelhalmes Equisetum Telmateja, 1 in trockenem, 2 in befeuchtetem Zustande. 25fach vergrößert.

fallend verschiedenes Aussehen. Die Zellhaut dieser Sporen besteht aus zwei Schichten, von denen sich die äußere in Form zweier spiraliger Bänder ablöst und abhebt, während die innere geschlossen bleibt und ihre kugelige Gestalt beibehält. In trockener Luft rollen sich die zwei kreuzweise gestellten spiraligen Bänder auf (s. obenstehende Abbildung, Fig. 1) und bilden vier Flügel, welche dem Winde eine hinreichende Angriffsfläche bieten, um die verhältnismäßig große und schwere Spore forttragen zu können. Fällt die Spore an einer Stelle zu Boden, welche wegen Trockenheit für die Ansiedelung nicht günstig ist, so bleiben die Flügel weit ausgesperrt. Der nächste Windstoß hebt sie wieder auf und überträgt sie an eine andere Stelle. Ist dagegen die Ablagerungsstätte feucht und sind dort die Bedingungen für das Wachstum der Schachtelhalme günstig, so rollen sich die Bänder spiralig zusammen (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2). Bei dieser Gelegenheit wird die Spore gewöhnlich an irgend einen vorspringenden Gegenstand befestigt, und sollte das nicht der Fall sein, so hat das Einrollen der Bänder doch eine Verringerung des Umfanges zur Folge, und die Spore wird von dem wegen der Feuchtigkeit günstigen Ansiedelungspunkte schwerlich mehr durch den Wind fortgeblasen.

Zu den im ausgedehntesten Maße durch Luftströmungen verbreiteten Ablegern gehören auch die unter dem Namen Sorebien bekannten Thallidien der Flechten. Dieselben erscheinen dem freien Auge als ein kleienartiger Überzug oder als ein Pulver, welches

dem Flechtenkörper ſtellenweiſe aufgelagert iſt. Dieſe pulverigen Maſſen ſind gebildet aus einzelnen oder gruppenweiſe vereinigten, von farbloſen Hyphenfäden umſponnenen grünen Zellen. Sie entſtehen im Inneren des Flechtenkörpers, indem ſie ſich von dem anderen Gewebe trennen, bleiben dort eine Zeitlang noch eingebettet, vermehren ſich auch durch Teilung, werden aber endlich durch Riſſe, Klüfte und Aufbruchsſpalten an die Oberfläche befördert. Wenn ſie, durch Winde abgehoben und fortgetrieben, endlich in die Ritze eines Felſens oder in die Furchen der Borke eines Baumes gelangen, wachſen ſie dort ſofort zu einem neuen Flechtenkörper heran, welcher mit der Stammpflanze in allen Stücken übereinſtimmt und ſelbſt wieder Soredien zu erzeugen im ſtande iſt. Durch beſonders reichliche Soredienbildung ſind insbeſondere die Gattungen Stereocaulon, Evernia und Pertusaria ausgezeichnet. Das ſtrauchförmig veräſtelte Stereocaulon coralloides iſt oft ſo dicht mit Soredien beſetzt, daß man glauben könnte, es ſei die ganze Flechte mit grobem Mehle beſtaubt worden, und die auf der Rinde alter Bäume wachſende Evernia furfuracea hat ihren Namen dem Umſtande zu verdanken, daß ſie ausſieht, als wäre ſie mit Kleie beſtreut.

Daß die mehrzelligen Ableger oder Thallidien der Laub- und Lebermooſe nicht nur durch Regenwaſſer, ſondern auch durch Luftſtrömungen verbreitet werden können, wurde bereits auf S. 745 erwähnt. Aulacomium androgynum, Calypogeia Trichomanes, Scapania nemorosa, Jungermannia bicuspidata und Blasia pusilla, deren Ableger an beſonderen aufrechten Trägern (ſ. Abbildung, S. 23, Fig. 15—18), oder das in Zentralamerika einheimiſche Syrrhopodon scaber, deſſen Thallidien an der Spitze der Blättchen ausgebildet werden (ſ. Abbildung, S. 23, Fig. 12—14), mögen als Beiſpiele hervorgehoben ſein. Auch das auf morſchen Baumſtämmen in den Nadelwäldern der Gebirgsgegenden häufige Moos Tetraphis pellucida (ſ. Abbildung, S. 23, Fig. 4) iſt hier nochmals zu nennen. Dasſelbe entwickelt am Scheitel beſonderer aufrechter Stämmchen mehrzellige, ſcheibenförmige Ableger, welche einigermaßen an jene der Marchantia (ſ. Abbildung, S. 23, Fig. 2 und 3) erinnern. Die ſcheibenförmigen Gebilde werden von ungemein zarten Zellfäden getragen und ſind in einem Becher aus dicht zuſammengedrängten Blättchen eingebettet (ſ. Abbildung, S. 23, Fig. 5—8). Nachdem die zarten, fadenförmigen Träger verwelkt und die kleinen, vielzelligen Scheiben abgelöſt ſind, genügt eine mäßige Erſchütterung durch den Wind, um das Herausfallen und Ausſtreuen der Ableger zu bewirken. Derſelbe Luftſtrom, welcher die Erſchütterung des Stämmchens veranlaßte, wirbelt nun auch die winzigen grünen Scheibchen weithin durch den Waldgrund und überträgt ſie auf anderes morſches Holzwerk, wo ſie anhaften und ſich weiter entwickeln.

An einigen Laubmooſen, deren Blättchen im trockenen Zuſtande ungemein brüchig ſind, ſo namentlich an Campylopus (ſ. Abbildung, S. 23, Fig. 11), werden die Blättchen ſelbſt zu Ablegern. Durch welchen Anlaß das Ablöſen dieſer Blättchen erfolgt, iſt einigermaßen rätſelhaft, wahrſcheinlich werden ſie von ſelbſt abgetrennt und abgeworfen, nicht unähnlich den Laubblättern, welche im Herbſte von den Zweigen der Bäume fallen. Für die hier zu erörternde Frage iſt das übrigens gleichgültig; ſo viel iſt gewiß, daß man in den abgelegenſten Gebirgsſchluchten und auf den Geſimſen der ſteilſten Felswände, wo Stoß und Druck von ſeiten vorüberwandernder Tiere vollſtändig ausgeſchloſſen ſind, an den raſenförmig gehäuften Stämmchen von Campylopus immer abgelöſte, teilweiſe auch geſplitterte Blättchen loſe anhängen ſieht. Wenn dann nach mehreren trockenen Tagen ein Sturm durch die Schluchten fegt, ſo werden dieſe loſen Blättchen mit fortgeriſſen, und erſt weit entfernt von jener Stelle, wo ſie abgehoben wurden, kommen ſie wieder zur Ruhe. Die von den Mooſen ausgebildeten Ableger aus reihenweiſe, ballenartig und ſcheibenförmig geordneten Zellen, ebenſo die zuletzt erwähnten abgelöſten und zu

Ablegern gewordenen Blättchen wachſen nicht ſofort zu einem neuen Moospflänzchen aus, ſondern entwickeln zunächſt Zellenreihen von fadenförmigem Anſehen, und erſt von dieſen entſpringen dann die jungen Moospflanzen.

Es kommt auch vor, daß ganze Moospflänzchen mit geſtreckter Achſe, zahlreichen Blättchen und reichlichen Rhizoiden durch Luftſtrömungen verbreitet werden. Der Fall iſt noch dazu gar nicht ſo ſelten und wurde an Laubmooſen der verſchiedenſten Gattungen (z. B. Leucodon sciuroides, Thuidium abietinum, Hypnum rugosum, Myurella julacea, Conomitrium Julianum, Anoectangium Sendtnerianum) beobachtet. Die Entwickelung dieſer Form von Ablegern iſt in der Abbildung auf S. 23, Fig. 9 und 10 an dem auf der Borke alter Bäume häufigen Leucodon sciuroides dargeſtellt. In den Winkeln, welche die Blättchen mit der Achſe an alten Trieben bilden, entſtehen zuerſt Knöſpchen, dann winzige Triebe, die in ihrer Geſtalt den Trieb, aus dem ſie hervorgegangen ſind, im kleinen wiederholen. Nun löſen ſich dieſe winzigen Triebe an ihrer Baſis ab und ſchieben ſich gegen die Spitze der ſie tragenden Blätter vor. Das geſchieht insbeſondere bei Regenwetter. Bei trockenem Wetter liegen die Blättchen der Achſe an, durchnäßt ſträuben ſie ſich, krümmen ſich zurück und heben ſich dadurch aus der tiefen Niſche, in der ſie bisher geſeſſen hatten, empor. Manche dieſer loſe gewordenen winzigen Triebe werden ohne Zweifel durch das Regenwaſſer fortgeſpült und ſo auf geringe Entfernungen verbreitet, die meiſten aber entführt der Wind und trägt ſie weithin über Berg und Thal.

Knoſpenförmige Ableger, welche ſich von den oberirdiſchen Teilen der Pflanzenſtöcke ablöſen und deren Verbreitung durch Luftſtrömungen vermittelt wird, ſind verhältnismäßig ſelten. Ein bemerkenswerter Fall wird an dem Bärlappe Lycopodium Selago (ſ. Abbildung, S. 456, Fig. 2) beobachtet. Dieſe in den Gebirgsgegenden der nördlichen Halbkugel in der Alten und Neuen Welt und noch weit hinauf bis Grönland verbreitete Pflanze bildet in den Achſeln ihrer ſteifen, dunkelgrünen Blätter, und zwar ganz beſonders in der Nähe des Sproßgipfels, Knoſpen aus, welche man beim erſten Anblicke für kleine Flügelfrüchte halten könnte. An jeder ſolchen Knoſpe ſieht man zu unterſt 5—6 winzige, ſchuppenförmige Blättchen, auf dieſe folgen zwei kleine, einander gegenüberſtehende, längliche, verdickte Blättchen, weiterhin zwei verhältnismäßig große, flügelförmige Blätter, welche ſich ſo gedreht haben, daß ihre Flächen in eine Ebene zu liegen kommen, und über dieſen folgen nochmals zwei einander gegenüberſtehende, den Scheitel der Achſe zwiſchen ſich faſſende, dicht zuſammenſchließende kleine Blättchen. Die beiden großen flügelförmigen Blättchen der Knoſpe ſind auf der einen Seite vertieft, auf der anderen gewölbt, bieten dem Winde eine gute Angriffsfläche und haben die Bedeutung einer Flugvorrichtung. Sobald die Knoſpe vollſtändig ausgebildet iſt, löſt ſie ſich oberhalb der winzigen Schüppchen an der Baſis ab, ſchiebt ſich bei der Erſchütterung des ſie tragenden Sproſſes vor und hängt loſe zwiſchen den Spitzen der ſteifen, grünen Laubblätter des Sproßgipfels. Bläſt nun ein Wind über das mit dieſem Bärlappe bewachſene Gelände, ſo werden die leichten, loſen Knoſpen wie Spreu entführt, gelangen auf irgend eine nahe oder ferne Felsterraſſe, ſetzen ſich dort feſt, und jede derſelben wächſt zu einem neuen Bärlappſtocke aus. Genau ſo wie das Lycopodium Selago verhalten ſich auch die nordamerikaniſchen Lycopodium lucidulum, reflexum, Haleakala, serratum, erubescens, und es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß auch noch einige andere verwandte Arten dieſelbe Ablegerbildung zeigen.

Von den meiſten ablösbaren knoſpenförmigen Ablegern, welche ſich in den Achſeln von Mittelblättern und Hochblättern an größeren Pflanzenſtöcken ausbilden, und für die ich als Vorbild die zwiebeltragende Zahnwurz (Dentaria bulbifera; ſ. Abbildung, S. 457) hinſtelle, kann man nicht eigentlich ſagen, daß ſie durch Luftſtrömungen verbreitet werden.

Sie sind nicht platt zusammengedrückt, wie jene der Bärlappe, sondern kugelig oder eiförmig, sie sind auch nicht federleicht, sondern plump und schwer und daher zum Transport auf den Flügeln des Windes ganz und gar nicht geeignet. Und dennoch spielt der Wind bei der Verbreitung dieser Ableger eine wichtige Rolle. Um diese Rolle zum richtigen Verständnis zu bringen, ist es nötig, daran zu erinnern, daß die in Betracht kommenden Stengel in der Mittelblattregion nicht verzweigt sind, daß sie kerzengerade aufrecht stehen und zudem eine große Biegungsfestigkeit besitzen. Wenn die Stengel absterben, wird ihre Biegungsfestigkeit nicht verringert. Durch Windstöße werden sie in starkes Schwanken gebracht, kehren aber bei ruhiger Luft in ihre aufrechte Ruhelage wieder zurück. Das lebhafte Hin- und Herschwanken der Stengel im Winde ist aber für die Verbreitung der in den Blattachseln sitzenden kugelförmigen Gebilde von größter Bedeutung. Würde das Schwanken nicht stattfinden, so müßten die von ihrer Ursprungsstätte abgetrennten kugeligen Knospen früher oder später nach dem Abdorren des Stengels lotrecht zur Erde herabfallen, und es würden so die Ableger an Stellen angesiedelt, welche von der Stammpflanze nur wenig entfernt sind. Von dem schwankenden, als eine *ballistische Vorrichtung* wirksamen Stengel werden dagegen die kugeligen Knospen wie Bälle fortgeschleudert und kollern dann, auf abschüssigen Boden gelangt, noch eine Strecke weit über Felsplatten, Erde, dürre Blätter und dergleichen nach abwärts. Je weiter nach oben am Stengel diese kugeligen Ableger entstanden sind, desto weiter ist der Bogen, in welchem sie fortgeschleudert werden.

Es lassen sich dreierlei durch ballistische Vorrichtungen verbreitete Ableger unterscheiden. Zunächst jene, welche die Gestalt von *geschlossenen Knospen oder kleinen Zwiebeln* haben, und die aus einem sehr kurzen Stamme, beziehentlich sehr kleinem Zwiebelkuchen und einigen wenigen, sehr verdickten, mit Reservestoffen erfüllten und fest zusammenschließenden Niederblättern bestehen. Diese finden sich an der als Vorbild hingestellten, in den mitteleuropäischen Buchenwäldern häufigen Zahnwurz (Dentaria bulbifera), an dem auf Wiesen im östlichen Europa weitverbreiteten zwiebeltragenden Steinbrech Saxifraga bulbifera, an mehreren Lilien (z. B. Lilium bulbiferum, tigrinum und lancifolium) und an dem persischen Gelbsterne (Gagea Persica) in den Achseln der oberen Mittelblätter, an der auf den Antillen heimischen Foucroya gigantea und einer ziemlichen Anzahl von Laucharten (z. B. Allium Moly, vineale, oleraceum, carinatum, arenarium, Scorodoprasum, sativum) über den scheidenförmigen Deckblättern am obersten Teile des Stengels. Eine zweite Form kugeliger Ableger in den Achseln von Deckblättern am oberen Teile des Stengels zeigen die im hohen Norden, in der alpinen Region der mittel- und südeuropäischen Hochgebirge und im Himalaja heimischen Knöteriche Polygonum bulbiferum und viviparum (s. Abbildung, S. 755, Fig. 1—8). Da sind es keine zwiebelförmigen Gebilde, sondern *kleine Knollen* mit einer winzigen endständigen, als ein Hörnchen hervorragenden Knospe, und das Gewebe des Knollens ist reichlich mit Mehl und anderen Reservestoffen erfüllt (s. Abbildung, S. 755, Fig. 9 und 10). Die dritte Form endlich beobachtet man an den zu den Ingueren gehörenden Arten der Gattung Globba, und zwar namentlich an der ostindischen Globba bulbifera und der auf Borneo heimischen Globba coccinea. Diese seltsamen Pflanzen entwickeln in den Achseln von Deckblättern am obersten Teile des biegungsfesten Stengels Ableger, die aus einem kleinen Knöspchen bestehen, aus dessen winziger Achse eine dicke, fleischige, mit Reservestoffen erfüllte Wurzel hervorgewachsen ist, *so daß eigentlich die Hauptmasse des Ablegers aus einem Wurzelgebilde besteht.*

Mögen nun von dem durch Windstöße ins Schwanken gebrachten Stengel geschlossene zwiebelähnliche Ableger, Knöllchen oder Knospen mit einer verdickten Wurzel weggeschleudert werden, immer bleiben diese den ganzen Winter oder die ganze Trockenperiode des Sommers hindurch unverändert an der Stelle liegen, wo sie eine Ruhestatt gefunden haben.

Endlich kommen bei Eintritt der günſtigen Jahreszeit auf Koſten der aufgeſpeicherten Reſerveſtoffe Saugwürzelchen zum Vorſcheine (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 5), welche den Ableger an den Boden befeſtigen und ihm aus der Erde flüſſige Nahrung zuführen. Die Achſe des Ablegers verlängert ſich, wächſt zum Stamme aus, ſchiebt Blätter vor und geſtaltet ſich zu einem neuen, ſelbſtändigen Pflanzenſtocke.

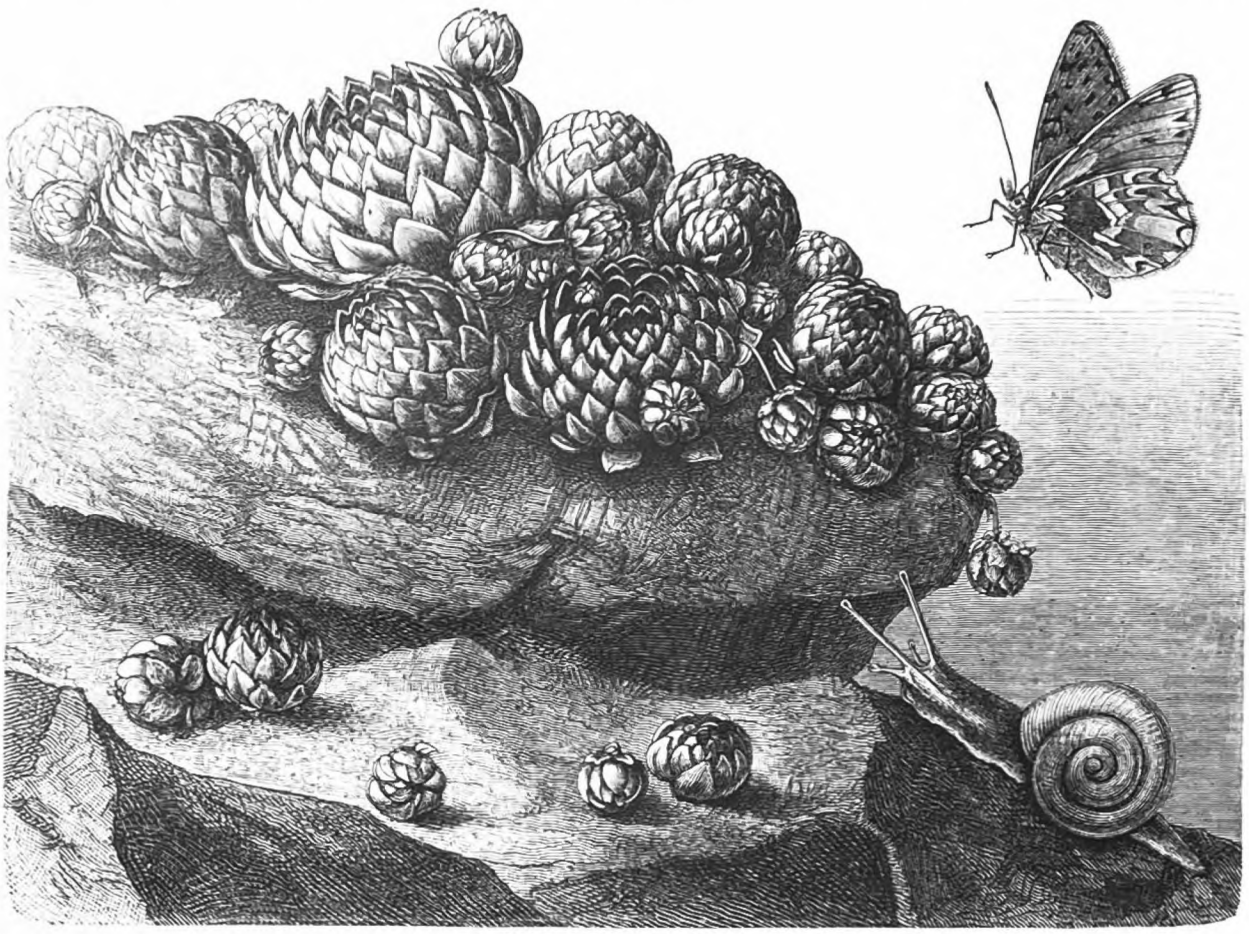


Polygonum viviparum: 1. Ganze Pflanze; eine Ähre trägt nur Blüten, die andere in der unteren Hälfte Knöllchen, in der oberen Blüten. — 2. Ganze Pflanze, deren Ähre nur Knöllchen trägt. An einem Teile der Knöllchen haben ſich bereits kleine Laubblätter entwickelt. — 3—8. Abgefallene Knöllchen in den aufeinander folgenden Entwickelungsſtufen, in natürlicher Größe. — 9. Ein abgefallenes Knöllchen vergrößert. — 10. Dasſelbe im Längsſchnitte. Vgl. Text, S. 754, 756 und 765.

Die von oberirdiſchen Stämmen abgelöſten und zu Ablegern werdenden ganzen Sproſſe können durch Luftſtrömungen begreiflicherweiſe nicht weit fortgetragen werden. Dieſelben ſind viel zu ſchwer und bieten den Winden auch keine entſprechenden Angriffsflächen. Luftſtröme gewinnen auf ſie nur inſofern Einfluß, als durch ſie die ſtützenden Stengel ins Schwanken gebracht oder die auf den Boden gefallenen Ableger ins Rollen verſetzt werden. In erſterer Beziehung verhält es ſich mit den ſproßförmigen Ablegern nicht anders wie mit den früher geſchilderten ballenförmigen; ſie werden nämlich durch den im Winde ſchwankenden Stengel weggeſchleudert, und die Wirkung des Windſtoßes iſt daher nur eine mittelbare. Es gibt Pflanzen, welche auf demſelben Stengel Knöllchen mit unentwickelter Knoſpe, teilweiſe aber auch ſolche, deren Knoſpe bereits zu einem Sproſſe auszuwachſen beginnt und grüne Laubblätter entwickelt hat, nebeneinander tragen, und die daher einen Übergang zwiſchen den früher beſprochenen und den nun zu beſprechenden Pflanzengruppen darſtellen. Zu dieſen gehört der ſchon erwähnte und auf S. 755 abgebildete, lebendig gebärende Knöterich (Polygonum viviparum), bei dem nicht ſelten im Bereiche einer Ähre alle möglichen Entwickelungsſtufen dicht nebeneinander vorkommen.

Daß ſämtliche ſich ablöſende Ableger die Geſtalt von ausgebildeten beblätterten Sproſſen haben, wird insbeſondere an Gräſern häufig beobachtet. Bei den der arktiſchen Flora angehörenden Gräſern aus den Gattungen Poa, Festuca und Aira iſt die Ausbildung beblätterter, zu Ablegern werdender Sproſſe etwas ſo Gewöhnliches, daß man ſtellenweiſe mehr Stöcke derſelben findet, welche Ableger, als ſolche, welche Blüten in den Riſpen tragen. Auch in unſeren Hochgebirgen wächſt ein Riſpengras, nämlich Poa alpina (ſ. Abbildung, S. 450, Fig. 8), welches ebenſo oft mit Ablegern wie mit Blüten in den Riſpen angetroffen wird. Auf den ungariſchen Pußten gedeiht eine Art des Riſpengraſes (Poa bulbosa), an welcher Ähnliches vorkommt, und zwar ſo regelmäßig, daß die vielen tauſend Stöcke, welche den Boden auf weithin bekleiden, ausſchließlich Ableger in ihren Riſpen entwickeln. Das Ablöſen erfolgt bei dieſen „lebendig gebärenden“ Gräſern in verſchiedener Weiſe. Gewöhnlich löſen ſich die Sproſſe von den aufrechten Riſpen des ſchwankenden Halmes ab und werden durch den Wind fortgeſchleudert, mitunter aber findet die Trennung erſt dann ſtatt, nachdem der Halm unter der Laſt der vielen in der Riſpe zuſammengedrängten ſproßförmigen Ableger auf den Boden hingeſunken iſt. In dieſem letzteren Falle kommt es vor, daß die Ableger an der Stelle, wo die Riſpe dem Boden auflagert, Wurzel ſchlagen, und daß dann Gruppen neuer Stöcke dicht gehäuft aus der Riſpe emporwachſen. Ähnliches wird auch an dem im Kaplande heimiſchen, von den Gärtnern unter dem Namen Cordyline vivipara als Ampelpflanze häufig kultivierten Chlorophytum comosum beobachtet. An Stelle der Blüten bilden ſich an dieſer Pflanze in der Hochblattregion ſehr regelmäßig belaubte Sproſſe aus, und in dem Maße, wie dieſe an Umfang zunehmen und ſchwerer werden, ſenkt ſich der ſie tragende lange, verhältnismäßig dünne und ſehr biegſame Stengel in die Tiefe, ſo daß die Sproſſe wie an einem grünen Faden aufgehängt erſcheinen. Wenn die Unterlage geeignet iſt, können ſich die herabhängenden Sproſſe, die inzwiſchen auch Wurzeln entwickelt haben, feſtſetzen. Kommen ſie mit keinem paſſenden Boden in Berührung, ſo verbleiben ſie lange Zeit ſchwebend in der Luft, wachſen heran, bilden ſelbſt wieder lange, dünne Stengel aus, in deren Hochblattregion neuerdings belaubte und bewurzelte Sproſſe entſtehen, und nach Jahren ſieht man dann drei, vier Sproßgenerationen, durch ſchlanke grüne Stengel verbunden, metertief herabhängen. Endlich faßt wohl doch der eine oder andere der ſchwebenden und vom Winde hin und her geſchwenkten Sproſſe feſten Boden, wurzelt an und trennt ſich von dem alten Stocke, oder er fällt ab wie die Frucht vom Baume, kollert in die Tiefe und findet möglicherweiſe erſt in bedeutender Entfernung vom alten Stocke eine Stätte zur Anſiedelung.

Auch unter den Simſen gibt es mehrere Arten, welche abfallende Sproſſe ausbilden. Eine Simſenart, welche in den Torfmooren des nördlichen Europa ſehr verbreitet iſt, nämlich Juncus supinus, trägt ſogar in der Hochblattregion weit häufiger ſproßförmige abfallende Ableger als Blüten. Ebenſo bilden ſich an mehreren Steinbrechen des hohen Nordens, ſo namentlich an Saxifraga stellaris, nivalis und cernua, ſehr verkürzte Sproſſe mit roſettig geſtellten kleinen Laubblättern an den letzten Verzweigungen des Hochblattſtammes aus, oder es entſtehen in den Achſeln der Deckblätter am oberen Teile des Stengels zwiebelartige Knoſpen, welche ähnlich jenen des lebendig gebärenden Knöterichs

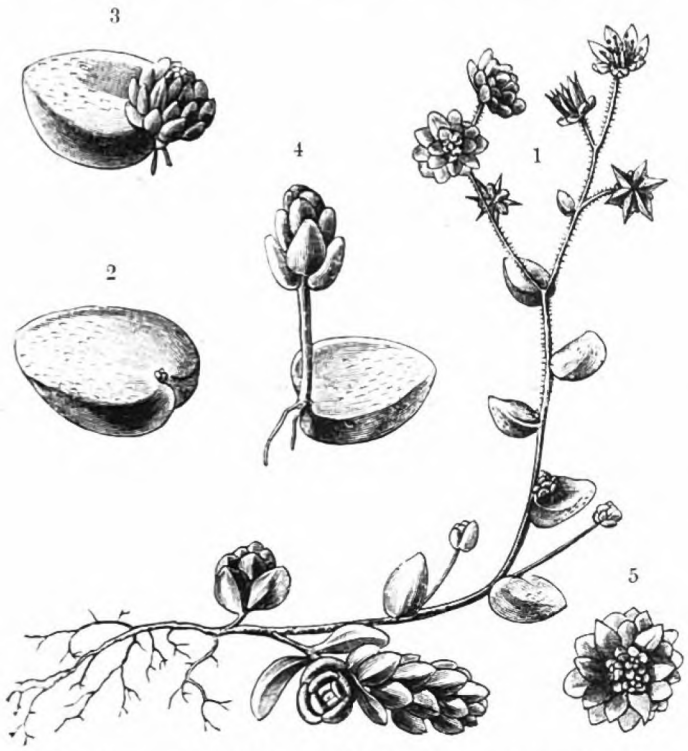


Sempervivum soboliferum: Auf der unteren Stufe des abgebildeten Felſens liegen fünf kugelförmige Ableger, welche ſich von der oberen Felſenſtufe abgelöſt haben und herabgekollert ſind. Der Schmetterling und die Schnecke ſind auf der Abbildung angebracht, um die wahre Größe der Ableger abſchätzen zu können. Vgl. Text, S. 758.

grüne Laubblättchen vorſchieben, bevor ſie ſich abgelöſt haben und abgeworfen wurden (ſ. Abbildung, S. 450, Fig. 1—7). Das auf Moorboden wachſende Sedum villosum entwickelt in den Achſeln der Stengelblätter kurze beblätterte Sproſſe mit fadenförmiger Achſe. Sobald der Stengel abzudorren beginnt, löſen ſich dieſe Sproſſe ab und werden durch Windſtöße auf geringe Entfernungen fortgeſchleudert. An der Stelle, wo ſie eine Lagerſtatt gefunden haben, treiben ſie alsbald zarte Wurzeln und werden zu neuen Stöcken.

Eine ſehr eigentümliche Ablöſung und Verbreitung ſproßförmiger Ableger findet man bei mehreren Arten der Gattung Hauswurz (Sempervivum), für welche das auf der obenſtehenden Abbildung dargeſtellte Sempervivum soboliferum als Beiſpiel gelten mag. Die dicken, fleiſchigen Blätter dieſer Pflanze ſind wie bei allen Hauswurzarten auf Kurztrieben roſettig geſtellt, und die neuen Roſetten werden ſtets in den Achſeln der Roſettenblätter als winzige Knoſpen angelegt. Aus dieſen Knoſpen gehen fadenförmige, mit kleinen

anliegenden Schuppen beſetzte Ausläufer hervor, welche mit einem Kurztrieb endigen. Die gehäuften Blätter dieſes Kurztriebes vergrößern ſich, bilden eine kleine Roſette und ſchließen ſo zuſammen, daß das ganze Gebilde die Kugelform annimmt. Eine Zeitlang wird die kugelige Roſette durch Vermittelung des fadenförmigen Ausläufers von ſeiten des alten Stockes ernährt, ſpäter aber verwelkt und verdorrt der fadenförmige Ausläufer, die kugelige Roſette löſt ſich von ihm ab und liegt nun loſe auf der Stammpflanze (ſ. die Abbildung, S. 757). Es genügt ein ſchwacher Luftſtrom, um die kleinen, abgelöſten Kugeln ins Rollen zu bringen, und da die genannten Hauswurzſtöcke auf ſchmalen Terraſſen und Geſimſen ſteil abſtürzender Felsgehänge ihren Standort haben, ſo iſt es unvermeidlich, daß ein Teil der abgetrennten Roſetten über die Steilwände hinabfällt und erſt in weiter Entfernung von der Mutterpflanze wieder zur Ruhe kommt. Bald darauf entwickeln ſich aus der Baſis der abgelöſten Roſetten Wurzeln, durch welche die Verbindung mit der Unterlage hergeſtellt wird. Die Zahl der kleinen kugelförmigen Roſetten, welche von einem einzigen alten Stocke ausgebildet wird, beträgt gewöhnlich 2—3, manchmal aber auch bis zu 6, und die Umgebung der mit der abgebildeten Hauswurzart ebenſo wie mit den anderen verwandten Arten (Sempervivum arenarium, Neilreichii, hirtum) überwucherten Terraſſen iſt oft weithin mit den kugelförmigen herabgekollerten Roſetten wie beſäet.



Die Bildung der Ableger bei Sedum dasyphyllum: 1. Ganze Pflanze in natürlicher Größe. — 2, 3 und 4. Ableger, welche ſich in den verſchiedenen Höhen des Stengels in der Achſel der Blätter ausgebildet haben. — 5. Ableger aus der Blütenregion.

Das in Felsritzen und in den Niſchen alter Steinmauern wachſende Sedum dasyphyllum (ſ. nebenſtehende Abbildung, Fig. 1) entwickelt Ableger zum Teile in der Hochblatt-, zum Teile in der Mittelblattregion. In der Hochblattregion entſtehen die Ableger durch Umwandlung der Blütenblätter in Laubblätter. Man ſieht dann an Stelle der Blüten kleine Roſetten (Fig. 5) aus dicklichen, eiförmigen, grünen Blättchen, ähnlich denjenigen, welche ſich an Stelle der Blüten bei Saxifraga nivalis und cernua ausbilden (vgl. S. 415). Dieſe Roſetten löſen ſich im Herbſte von den Blütenſtielen ab und verhalten ſich ganz ähnlich wie die Roſetten von Sempervivum. In der Mittelblattregion entſtehen die Ableger in dreifacher Weiſe. In den Achſeln der oberſten Mittelblätter bildet ſich eine mit freiem Auge kaum wahrnehmbare Knoſpe aus. Dieſelbe iſt in der ſeichten Ausbuchtung an der oberen Seite des dicken Blattes eingebettet und zeigt 2—3 Blättchen von 0,5 mm Durchmeſſer (Fig. 2). In der Achſel der tiefer ſtehenden Mittelblätter bilden ſich kurze Sproſſe aus, deren Achſe mit ziemlich großen, roſettenförmig gehäuften Blättern beſetzt iſt (Fig. 3), und in den Achſeln der unterſten Stengelblätter entſtehen Sproßanlagen mit einer verlängerten fadenförmigen Achſe, welche an ihrem Ende 8—14 dicht zuſammengedrängte Blättchen trägt (Fig. 4). Sobald der Blüten tragende Stengel abzudorren beginnt, löſen ſich von ihm die Mittelblätter mitſamt den aus ihren Achſeln entſpringenden Knoſpen, beziehungsweiſe Sproſſen ab und fallen zu Boden. Die

saftreichen, stark gedunsenen, fast halbkugeligen Blätter sind verhältnismäßig schwer, und wenn die Stelle, wo sie zunächst hinfallen, eine abschüssige Lage hat, so bleiben sie dort nicht liegen, sondern kollern so lange noch abwärts, bis sie durch eine vorspringende Steinkante oder einen aufgeböschten Moosrasen aufgehalten werden oder auf einer ebenen Stelle zur Ruhe gelangen. Dabei nehmen sie die in ihren Achseln ausgebildeten Knospen und Sprosse mit, bilden also gewissermaßen ein Transportmittel derselben. Sobald die Ableger zur Ruhe gekommen sind, entwickeln sich an ihrer Basis Würzelchen auf Kosten der Reservestoffe des abgelösten, saftigen Blattes. Häufig bilden sich übrigens die Würzelchen schon zu einer Zeit aus, wenn die Blätter noch an dem im Abdorren begriffenen Stengel haften. Es verdient hervorgehoben zu werden, daß bei der Ansiedelung dieser Ableger auch das Wassergewebe der abfallenden Blätter eine Rolle spielt. Ist der Punkt, an welchem der abgefallene Ableger zur Ruhe gelangte, ausnehmend trocken, was an den Orten, wo Sedum dasyphyllum wächst, als Regel gelten darf, so kann das Tragblatt für geraume Zeit das zur Erhaltung des Ablegers nötige Wasser liefern, und es ist so der Ableger vor dem Zugrundegehen geschützt.

Überaus merkwürdig ist die Bildung sproßförmiger Ableger bei den im Kaplande vorkommenden, zu den Korbblütlern gehörenden Kleinien. Einige Arten dieser Gattung, namentlich Kleinia neriifolia und articulata, erinnern in ihrer Form lebhaft an gewisse Nopale. Die fleischigen, auffallend verdickten, walzigen Zweige stehen durch dünne Stränge miteinander in Verbindung, und die ganze Pflanze sieht aus, als hätte man sie stellenweise durch Bindfaden abgeschnürt. Sind die Blätter abgefallen, so machen die Stöcke fast den Eindruck einer Gliederpuppe. Die Stränge, durch welche die einzelnen walzigen, schweren Zweige verbunden sind, brechen schon bei geringem Drucke ab, und namentlich die oberen Sprosse können schon durch den Anprall eines Windstoßes geknickt werden. Das Zerreißen der Verbindungsstränge an den Einschnürungsstellen hat aber ein Herabfallen der Zweige auf den Boden zur Folge. Steht die Pflanze an einem Abhange, so rollen die abgefallenen walzigen Sprosse so weit in die Tiefe, bis sie durch einen vorspringenden Stein oder irgend einen anderen Gegenstand aufgehalten werden. Zur Ruhe gekommen, entwickeln die Sprosse dort, wo sie der Erde aufliegen, zahlreiche Wurzeln, während an der gegenüberliegenden Seite neue Seitenzweige hervortreiben, wie das an der Abbildung auf S. 760 der Kleinia articulata zu sehen ist. Es verdient erwähnt zu werden, daß sich an dieser Art nicht selten die Wurzeln zu entwickeln beginnen, bevor die Zweige abgebrochen und abgefallen sind und zwar immer an der dem Boden zugewandten Seite der walzigen Sprosse, wie das auch durch die Abbildung auf S. 760 dargestellt ist.

In allen diesen Fällen werden die Ableger durch den Anstoß des Windes abgelöst. Es reiht sich an diese Ablösungs- und Verbreitungsform eine andere, bei welcher Luftströmungen als treibende Kraft nicht in Betracht kommen, und wo die Ablösung und Verbreitung der Ableger durch raschen Wechsel im Feuchtigkeitszustande der Gewebe, durch Quellung und Änderung des Turgors veranlaßt wird. Mehrere Schimmel aus der Gruppe der Peronosporeen, unter anderen der auf den Kartoffelpflanzen sich einstellende unliebsame Gast, welcher die Kartoffelfäule veranlaßt und den Namen Phytophthora infestans führt, vermehren sich durch Sporen, welche von zarten, aus den Spaltöffnungen der Wirtpflanze hervortreibenden Hyphenfäden ausgebildet werden. Diese Hyphenfäden verzweigen sich gabelig, und das Ende eines jeden Gabelastes schwillt zu einer Spore an. Unterhalb jeder Spore sackt sich der tragende Hyphenast neuerdings aus, streckt sich, wächst in die Höhe und drängt die Spore zur Seite. Das Ergebnis dieses sich mehrmals wiederholenden Vorganges ist ein Gebilde, das einem kleinen, vielfach verästelten und an den Ästen mit eiförmigen Früchten behangenen Bäumchen gleicht. Die Hyphenäste, an welchen die Sporen wie Früchte aufsitzen, sind in feuchter Luft, cylindrisch, prall und gedunsen, in trockener

Luft, zumal zur Zeit der Reife der Sporen, werden ſie bandförmig, drehen ſich ſchraubig um ihre Achſe und machen faſt den Eindruck von Zellen der Baumwolle. Sie ſind ungemein hygroſkopiſch, und es genügt die geringſte Veränderung im Feuchtigkeitszuſtande der ſie umgebenden Luft, um die ſchraubigen Drehungen zu vermehren oder zu verringern. Schon das Anhauchen veranlaßt eine Änderung in der Drehung, und wenn nun gar eine ausgiebige

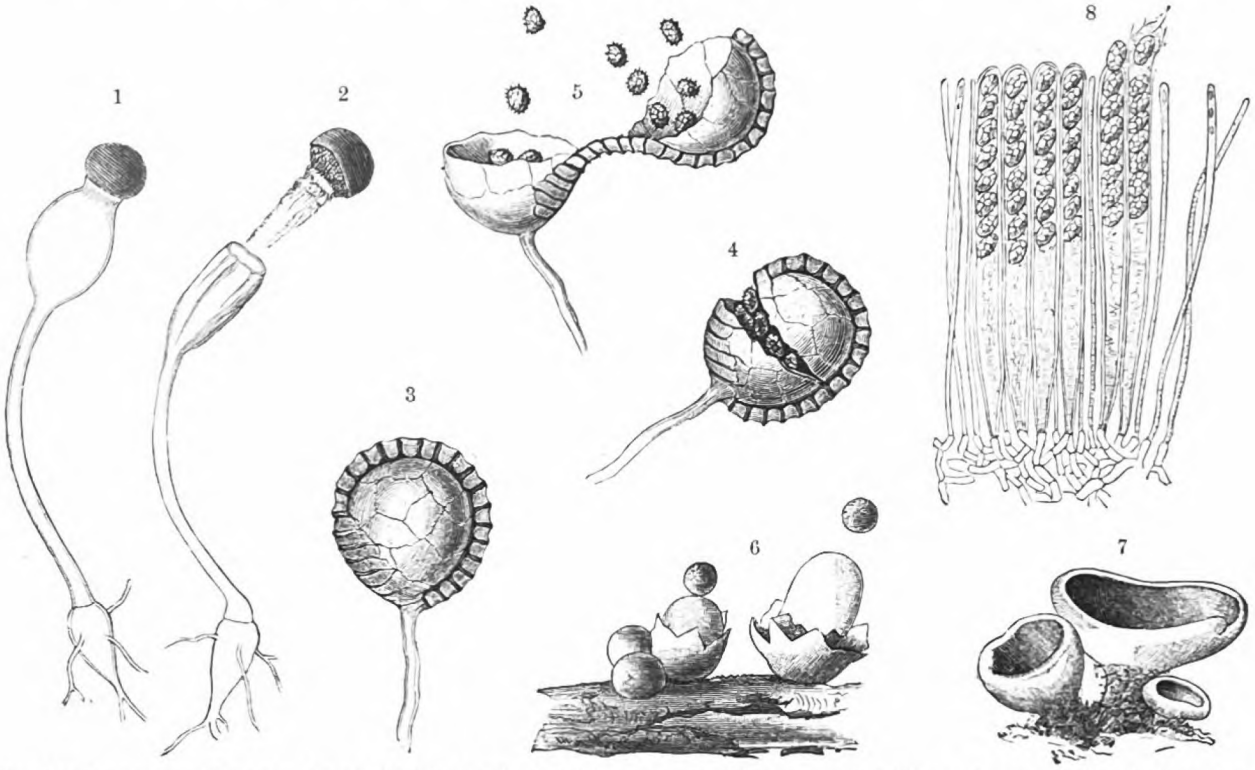


Die Bildung ſproßförmiger Ableger bei Kleinia articulata. Vgl. Text, S. 759.

und raſche Änderung im Feuchtigkeitszuſtande der Umgebung eintritt, ſo werden die mit Sporen behangenen Äſte hin und her gequirlt und die nur noch loſe anhängenden Sporen nach allen Seiten weggeſchleudert, was man bei der Kleinheit dieſer Gebilde freilich nur unter beſonders günſtigen Verhältniſſen zu ſehen bekommt.

Mit freiem Auge kann man das Ausſchleudern der Sporen an dem auf S. 761, Fig. 1 und 2 abgebildeten, zu den Mucoraceen gehörigen Schimmel Pilobolus cristallinus beobachten. Das Mycelium dieſes Schimmels beſteht aus farbloſen, fadenförmigen, vielfach

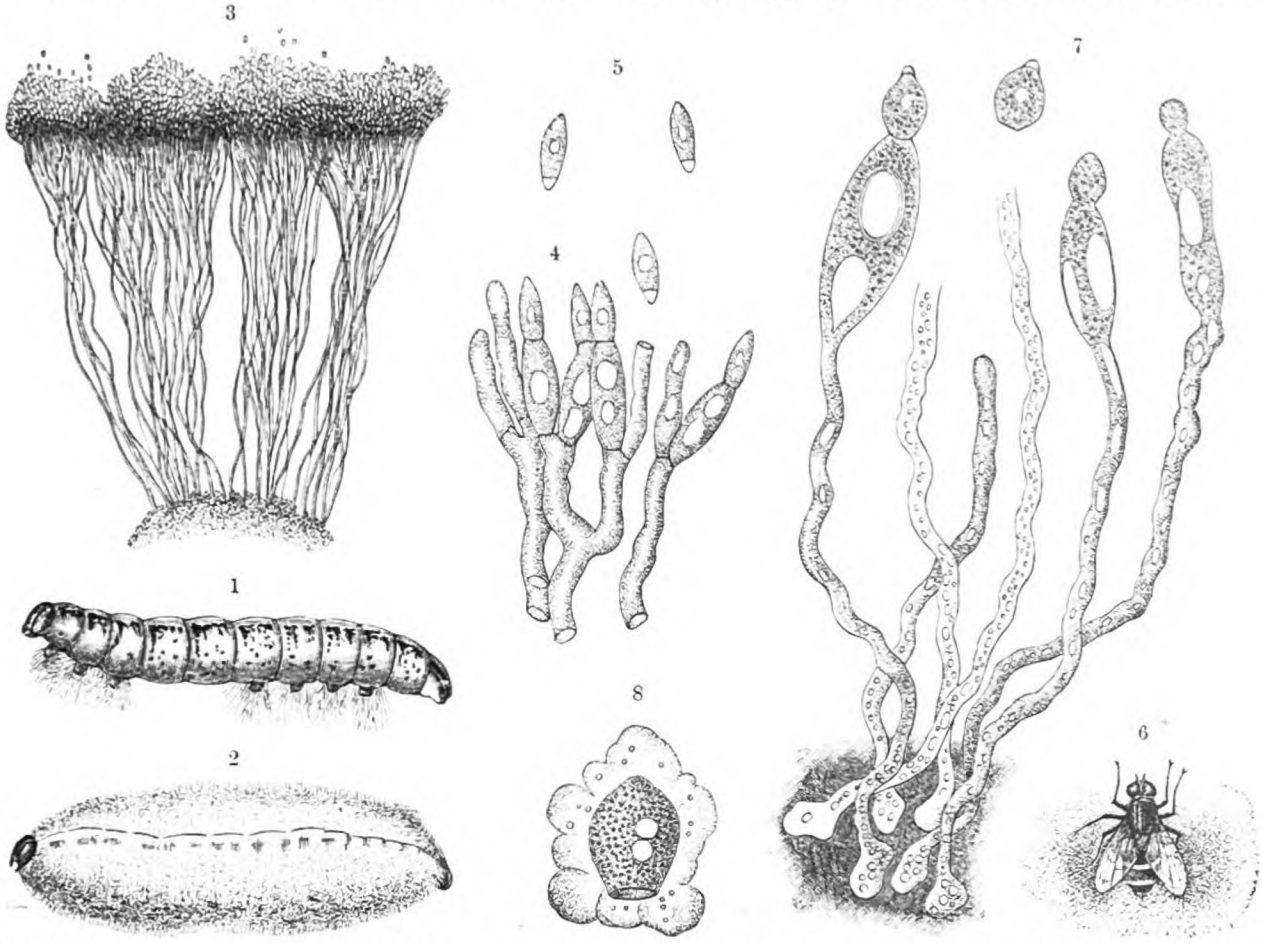
ausgesackten und verstrickten Zellen und wuchert auf dem Kote der Pferde und anderer Säugetiere. Im Bereiche desselben entstehen Aussackungen, welche die Gestalt einer Zwiebel oder Rübe haben, und von jeder dieser Aussackungen erhebt sich ein Sporenträger, welcher in zwei Teile, nämlich in eine farblose, tonnenförmig aufgetriebene Stielzelle und in ein dunkles Köpfchen, gegliedert ist. Das letztere enthält eine farblose, in Wasser quellbare Gallerte und zahlreiche Sporen und ist als Sporenbehälter anzusprechen. Die Wand dieses Sporenbehälters überzieht sich mit oxalsaurem Kalke, demzufolge sie ihre Elastizität vollständig einbüßt und spröde wird. Die Zellwand des tonnenförmig aufgetriebenen Stieles erhält sich dagegen dehnbar und elastisch. An der Grenze des dunkeln Sporenbehälters und seines farblosen Trägers bildet sich entsprechend einer Kreislinie eine Trennungsschicht



Verbreitung der Sporen durch Schleudervorrichtungen: 1. Pilobolus cristallinus, vor dem Abschleudern des Sporangiums. — 2. Derselbe, in dem Augenblicke, in welchem das Sporangium abgeschleudert wird. — 3. Sporangium von Nephrodium Filix mas; geschlossen. — 4 und 5. Dasselbe, aufspringend und die Sporen ausschleudernd. — 6. Sphaerobolus stellatus, in dem Augenblicke, in welchem die mit Sporen gefüllten Bälle abgeschleudert werden. — 7. Peziza aurantia. — 8. Längsschnitt durch diese Peziza. Aus zwei Schläuchen werden die Sporen ausgeschleudert. — Sämtliche Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 760, 763 und 764.

aus. Wenn nun infolge der Aufsaugung und Einpressung von Wasser aus dem Mycelium der Turgor des Trägers zunimmt, so wird die Spannung schließlich so groß, daß an der erwähnten Kreislinie eine Trennung des Zusammenhanges erfolgt. In demselben Augenblicke aber zieht sich die elastische Wand des darunter befindlichen Trägerteiles zusammen; der flüssige Inhalt wird mit großer Gewalt hinausgestoßen, der Stoß wird auf den dunkeln Sporenbehälter über der Rißstelle übertragen und beide zusammen, der flüssige Inhalt des keulenförmigen Trägers und der ganze Sporenbehälter, werden fortgeschleudert (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2). Die Kraft, mit welcher diese Explosion erfolgt, ist so bedeutend, daß die dunkle Masse bis zur Höhe von 1 m emporkommt. Der ganze Vorgang, den man, wie gesagt, mit freiem Auge beobachten kann, spielt sich gewöhnlich innerhalb 18—20 Stunden ab. Die Entwickelung der Träger beginnt am Mittage, im Laufe der Nacht werden die Sporen in der Blase ausgebildet, und am anderen Morgen, sobald die Sonne aufgegangen ist und helles Tageslicht ausstrahlt, findet die Explosion statt.

Ein nicht weniger interessantes Schauspiel gewährt das Abschleudern der einzelligen Ableger, beziehentlich Sporen bei dem im Leibe von Schmetterlingsraupen, Fliegen, Grillen, Blattläusen und anderen Insekten lebenden Arten der Gattung Empusa und Entomophthora, von welchen die auf der gewöhnlichen Stubenfliege schmarotzende Empusa Muscae die häufigste und bekannteste ist. Gelangt eine Spore von dieser Empusa auf den Körper der Fliege, so treibt sie einen Schlauch, der in die Leibeshöhle eindringt, sich dort wiederholt teilt und gliedert und zahlreiche kugelige, getrennte Zellen bildet. Die be-



Verbreitung der Sporen durch Schleudervorrichtungen bei den Entomophthoraceen: 1. Eine von Entomophthora radicans befallene Raupe des Kohlweißlings. — 2. Dieselbe, von den Hyphenfäden und Sporenträgern der Entomophthora ganz eingehüllt, in natürlicher Größe. — 3. Büschelförmig gruppierte Sporenträger von dem Rücken der Raupe, 80fach vergrößert. — 4. Die Enden mehrerer Sporenträger, von welchen Sporen abgegliedert werden; 300fach vergrößert. — 5. Abgeschleuderte Sporen. — 6. Eine von Empusa Muscae befallene Fliege in natürlicher Größe. — 7. Hyphen der Empusa Muscae, an deren Spitzen Sporen abgegliedert und abgeschleudert werden; 300fach vergrößert. — 8. Eine von klebrigem Schleim eingehüllte Spore; 630fach vergrößert. (Nach Brefeld.) Vgl. Text, S. 763.

fallene Fliege, unter dem verderblichen Einflusse des Schmarotzers dahinsiechend und dem Tode nahe gebracht, sucht irgend ein ruhiges Plätzchen zum Sterben. Nicht selten wählt sie die Glaswand eines Fensters an abgelegenen Stellen von Wohngebäuden als letzte Ruhestätte, in welchem Falle es dann möglich ist, die weitere Entwickelung des Schmarotzers eingehend zu studieren. Man sieht da nach dem Tode der Fliege runde, bisher in der Leibeshöhle geborgene Zellen der Empusa zu langen Schläuchen auswachsen, welche die Haut der Fliegenleiche durchbohren und als kurze keulenförmige Gebilde an die Oberfläche kommen. Von jedem keulenförmigen Schlauchende gliedert sich dann eine einzelne eiförmige Spore ab, und diese wird auf ganz ähnliche Weise wie der Sporenbehälter des Pilobolus fortgeschleudert (s. obenstehende Abbildung, Fig. 7). Auch hier bildet sich wieder eine Rißstelle aus, auch hier wird wieder durch plötzliches Zusammenziehen des keulenförmigen Schlauchendes der schleimige Inhalt gleichzeitig mit der Spore abgestoßen, und diese ist

immer mit einer gelatinöſen, klebrigen Maſſe umgeben (Fig. 8). Die Entfernung, bis zu welcher das Abſchleudern erfolgt, beträgt 2—3 cm, was in anbetracht der außerordentlichen Kleinheit der Sporen auf eine große Kraft ſchließen läßt. Die Umgebung der toten Fliege erſcheint dann mit einem förmlichen Kranze abgeworfener Sporen umgeben und zwar erſcheinen dieſe der Unterlage immer feſt angeklebt (Fig. 6). Das erklärt ſich daraus, daß, wie ſchon erwähnt, mit der Spore zuſammen auch ein Teil des ſchleimig-klebrigen Inhaltes aus dem keulenförmigen Schlauchende abgeſtoßen wird, welcher als Klebemittel dient und insbeſondere das Feſthaften der Sporen an den Glaswänden der Fenſtertafeln verurſacht. Wird eine lebende Fliege, die zufällig in die Nähe kommt, von abgeworfenen Sporen getroffen, ſo bleiben dieſe ſofort kleben und zwar ſo feſt, daß es dem getroffenen Tiere trotz aller Reinigungsverſuche nicht mehr gelingt, ſie abzuſtreifen und ſich von ihnen zu befreien. Jede angeklebte Spore treibt dann alsbald wieder einen Schlauch in die Leibeshöhle der Fliege, und es wiederholt ſich der Entwickelungsgang in derſelben Weiſe, wie er ſoeben geſchildert wurde. Ähnlich verhält es ſich mit der auf S. 762 abgebildeten Entomophthora radicans, welche in den Raupen des Kohlweißlinges (Pieris Brassicae) lebt. Zum Behufe der Ablegerbildung kommen aus dem Raupenkörper Büſchel von Hyphen hervor, welche ſich dem freien Auge als ungemein zarte Fäden darſtellen (Fig. 1). Dieſe bilden allmählich ein dichtes Geſpinſt um die dahinſiechende, todesmatte Raupe, und man iſt bei flüchtiger Betrachtung verſucht, zu glauben, die Raupe habe ſich verpuppt und eingeſponnen (Fig. 2). Die als feine Fäden erſcheinenden Schläuche ſind hier abweichend von jenen der Empusa vielfach ausgeſackt, und es entſtehen förmliche Büſchel von Hyphen, von deren letzten, etwas angeſchwollenen Enden die länglichen, klebrigen Sporen abgeſchnürt und abgeſchleudert werden (Fig. 3, 4 und 5).

In eigentümlicher Weiſe findet das Ausſchleudern der Sporen aus den Schläuchen der Ascomyceten ſtatt. Die Sporen finden ſich hier in den ſchlauchförmigen Hyphenenden in der Zahl 2, 4, 8, 16 oder 32 eingelagert, und zwiſchen den Schläuchen befinden ſich zahlreiche fadenförmige Hyphenenden, die ſogenannten Paraphyſen (ſ. Abbildung, S. 19, Fig. 2, und S. 761, Fig. 8). Die Schläuche enthalten außer den Sporen Protoplasma und Zellſaft und werden durch die große Menge des letzteren bedeutend ausgedehnt. Bei zunehmender Dehnung reißen die Schläuche auf, die Zellhaut derſelben, welche ſich in einem hohen Grade der Spannung befand, übt einen kräftigen Druck auf den Zellinhalt, und dieſer wird mit großer Gewalt ausgeſtoßen. Die Stelle, an welcher das Aufreißen der Schlauchwand ſtattfindet, iſt ſchon vorgebildet, daher erfolgt das Ausſtoßen des Zellinhaltes, beziehentlich der Sporen immer in ganz beſtimmter Weiſe. Bei manchen Arten hebt ſich der oberſte Teil der Schlauchwand wie eine Haube ab, bei anderen bildet ſich ein Querriß, bei wieder anderen werden die Sporen durch ein kleines kreisrundes Loch entleert. Den äußeren Anlaß zur Entleerung bildet eine ſchwache Erſchütterung oder ein trockener Lufthauch, und man kann beiſpielsweiſe bei der auf S. 718 abgebildeten Spatularia flavida oder der in der Abbildung S. 761, Fig. 7 dargeſtellten Peziza aurantia leicht beobachten, wie ſich über die Oberfläche des Sporenbehälters feine Wölkchen von ausgeſtoßenen Sporen erheben, ſobald man dieſe Schlauchpilze aus einem feuchten Raume in trockenere Luft bringt oder einen trockenen Lufthauch darüber ziehen läßt. Bei einigen Schlauchpilzen aus der Gattung Ascobolus, winzigen ſchwarzen oder wachsgelben, auf dem Kote von Tieren lebenden Pilzen, werden nicht allein die Sporen ausgeſpritzt, ſondern der Turgor des die Schläuche umgebenden Gewebes wird ſo groß, daß die ganze Schlauchſchicht mit den Sporen ausgeſchleudert wird.

Auch einige Bauchpilze zeigen beſondere Einrichtungen zum Ausſchleudern der Sporen. Bei den Arten der Gattung Geaster (ſ. Abbildung, S. 605, Fig. 4 und 5) entwickeln ſich die Fäden des Kapillitiums und die zwiſchen ihnen eingebetteten Sporen innerhalb einer

derben, lederigen, blasenförmigen Hülle, welche zur Zeit der Sporenreife in zwei Schichten gesondert erscheint. Die innere Schicht dieser Hülle behält die Form einer Blase und öffnet sich nur am Scheitel an beschränkter Stelle. Die äußere Schicht dagegen zerreißt in 4—12 strahlenförmig geordnete Lappen. Entsprechend dem Feuchtigkeitszustande der Luft ändert sich die Stellung dieser Lappen in auffallender Weise. Bei feuchtem Wetter schließen sie über die Blase zusammen, bei trockenem Wetter dagegen, zumal bei Sonnenschein und bei dem Wehen trockener Winde, schlagen sie sich mit solcher Kraft zurück, daß durch den Rückstoß ein Teil der Sporen aus der Mündung der Blase herausstäubt. Im zentralen Amerika sollen nach den Erzählungen der Reisenden riesige Bauchpilze vorkommen, welche bei Erschütterungen förmlich explodieren und dabei solche Mengen rötlicher Sporen in die Luft streuen, daß das Atmen in der Umgebung unmöglich wird. Im mittleren Europa wächst auf faulenden Stengeln, Blättern und Moosrasen ein winziger Bauchpilz, welcher den Namen Sphaerobolus stellatus führt (s. Abbildung, S. 761, Fig. 6). Die Haut des Sporenbehälters sondert sich ähnlich wie bei dem Erdsterne in zwei vollständig getrennte Schichten; die eine bleibt geschlossen und nimmt die Gestalt eines Balles an, die äußere dagegen teilt sich zur Zeit der Sporenreife durch strahlenförmige Risse in mehrere Lappen. Diese krümmen sich beim Austrocknen rasch zurück, und da sich gleichzeitig das von den Lappen umgebene Mittelfeld sehr stark emporwölbt, so wird der die Sporen enthaltende Ball mit großer Gewalt in weitem Bogen fortgeschleudert.

Das Ausschleudern der Sporen bei einem Teile der Farne ist durch die Fig. 3, 4 und 5 der Abbildung auf S. 761 ersichtlich gemacht. Die Sporangien entwickeln sich an der unteren Seite der Wedel und sind dort in mannigfaltiger Weise gruppiert. Jene des Nephrodium Filix mas, welche hier als Vorbild gewählt sind, gliedern sich in einen Stiel und ein bauchig erweitertes Gehäuse. Um das letztere verläuft ein Ring aus dunkel gefärbten Zellen, deren Seitenwandungen sehr verdickt sind, während ihre nach außen sehende Wand zart und dünn bleibt. Bei dem Austrocknen des Sporenbehälters wirken die Zellen des Ringes in ähnlicher Weise wie die auf S. 91 und 92 beschriebenen Griff- und Bankzellen. Die Krümmung des Ringes schlägt in die entgegengesetzte Richtung um, das Sporengehäuse wird aufgerissen, und die Sporen werden ausgeschleudert.

Was die Verbreitung der Ableger durch Tiere anbelangt, so ist zwischen jenen Fällen zu unterscheiden, wo die Ableger vorerst durch besondere Schleudervorrichtungen den Tieren aufgeladen werden, so daß zweierlei Verbreitungsmittel zusammenwirken, und jenen, wo bei der Übertragung der Ableger von einer Stelle zur anderen nur die Tiere beteiligt sind. Auf die ersteren wurde bereits wiederholt hingewiesen. Von den letzteren ist zunächst die Verbreitung der Sporen durch nahrungsuchende Tiere besonders hervorzuheben. Längst bekannt ist in dieser Beziehung jener Pyrenomycet, welcher das Mutterkorn bildet und den Namen Claviceps purpurea führt. Das dichte Gespinst aus Hyphenfäden, welches den Fruchtknoten des Roggens durchwuchert und ihn nach außen als Schimmel überzieht, ist von labyrinthischen Hohlgängen durchzogen, und die Wände dieser Hohlgänge werden von den Enden reihen- und büschelweise geordneter Hyphenfäden gebildet (s. Abbildung, S. 612, Fig. 2). Von diesen Enden, welche etwas keulenförmig verdickt sind, gliedern sich kugelige Sporen ab. Gleichzeitig mit dieser Abgliederung bildet sich aber aus der äußeren Zellhautschicht der Sporen und Hyphen infolge von Wasseraufnahme und nachfolgendem Zerfließen eine zuckerhaltige Flüssigkeit, welche die labyrinthischen Hohlgänge erfüllt, und in welcher die unzähligen abgegliederten Sporen eingebettet sind. Diese süßschmeckende Flüssigkeit quillt allmählich auch nach außen in Tropfenform hervor und kommt sogar zwischen den Blütenspelzen, welche den befallenen Fruchtknoten umfassen, an den Roggenähren, zum Vorscheine. Es ist das der „Honigtau", an welchem man das Vorhandensein des schmarotzenden

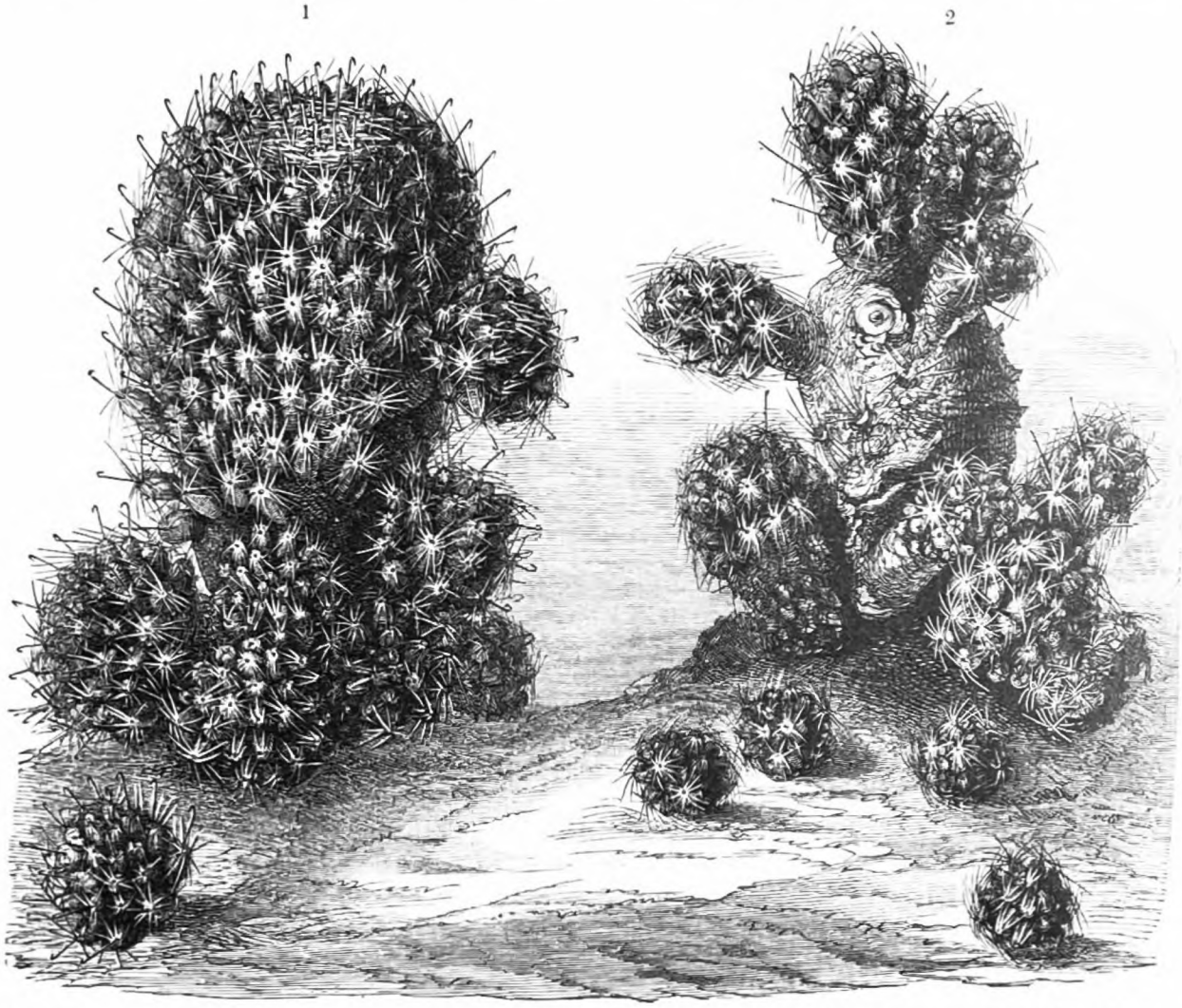
Claviceps im Inneren der Ähre erkennt, und der von den Landwirten ſo ungern geſehen wird. Die Inſekten, zumal Weſpen und Fliegen, ſuchen dieſe Quellen ſüßer Flüſſigkeit begierig auf und ſaugen und lecken an dem von unzähligen Sporen getrübten Safte, wobei es unvermeidlich iſt, daß kleine Mengen der Sporen an Teilen des Kopfes, der Bruſt und des Hinterleibes ſowie auch an den Beinen ankleben und hängen bleiben. Gelangen nun die mit Sporen beklebten Inſekten auf die Ähren anderer Roggenpflanzen, ſo werden die Sporen dort leicht abgeſtreift und können daſelbſt in kürzeſter Zeit neuerlich zu einem den Fruchtknoten durchwuchernden Mycelium auswachſen.

Ähnliches beobachtet man auch bei den zu den Bauchpilzen gehörenden Phalloidaceen, von welchen die bekannteſte Art, nämlich die Giftmorchel (Phallus impudicus), hier als Vorbild dienen mag. Der von einem weißen, walzenförmigen, gitterförmig durchbrochenen Strunke getragene Hut iſt verhältnismäßig klein, hat eine glockige Geſtalt und iſt mit einer grünlichſchwarzen, ſchmierigen Flüſſigkeit bedeckt, in welche zahlreiche Sporen eingelagert ſind. Dieſe Flüſſigkeit entwickelt einen weithin wahrnehmbaren Aasgeruch, der zahlreiche Inſekten, namentlich Aasfliegen, anlockt. Weſentlich trägt zur Anlockung auch der Umſtand bei, daß die Flüſſigkeit Zucker enthält, welcher den Inſekten zur Nahrung dient. Eine Fliege, welche ſich auf dem Hute der Giftmorchel niederläßt, kann denſelben nicht verlaſſen, ohne am ganzen Körper mit Sporen beklebt zu ſein. Ein Teil dieſer Sporen mag vielleicht ſchon abfallen, während die Inſekten von der Giftmorchel fortfliegen; der größere Teil derſelben wird aber erſt dort abgeſtreift, wo ſich die Inſekten wieder niederlaſſen und ſich von den unbequemen Anhängſeln reinigen.

Daß die fleiſchigen Sporenträger der Hymenomyceten zahlreichen Inſektenlarven zur Nahrung dienen, iſt allbekannt. Häufig findet man ſchon zur Zeit, wenn ſich die Sporenträger über die Erde erheben, das Fleiſch des Strunkes und Hutes von Hohlgängen durchſetzt, in welchen die Larven verſchiedener Mücken und Käfer leben. Bevor noch die Fäulnis und der Zerfall dieſer Pilze eingetreten iſt, verlaſſen die Larven ihre bisherigen Wohnſtätten, um ſich in der Erde zu verpuppen, und bei dieſer Gelegenheit werden zahlreiche, den Tieren anhaftende Sporen verſchleppt und verbreitet. Ohne Zweifel findet die Verbreitung der Sporen verſchiedener Pilze, namentlich der Hymenomyceten und Trüffeln, auch in der Weiſe ſtatt, daß die fleiſchigen, ſporentragenden Teile von Tieren verzehrt werden, daß die Sporen unverändert den Darmkanal paſſieren und dann in dem abgeſetzten Kote zum Keimen gelangen. Insbeſondere ſcheinen Regenwürmer und Schweine bei dieſer Verbreitung eine Rolle zu ſpielen.

Die Verbreitung abgelöſter knoſpenförmiger und ſproßförmiger Ableger durch die Vermittelung der Tiere kommt verhältnismäßig ſelten vor. Von den bekannt gewordenen Fällen ſind folgende beſonders hervorhebenswert. Erſtens jener, wo die Ableger von den Tieren als Nahrung aufgenommen, aber unverdaut wieder ausgeworfen werden und an der Ablagerungsſtätte zu neuen Stöcken erwachſen. Mit Sicherheit wurde dieſer Fall bei dem auf S. 755 abgebildeten, im hohen Norden und in den mitteleuropäiſchen Hochgebirgen häufigen Knöterich Polygonum viviparum beobachtet. Die knöllchenförmigen Ableger dieſer Pflanze ſind eine Lieblingsſpeiſe der Schneehühner und werden von dieſen mit großer Begierde aufgeſucht. Das Schneehuhn erfaßt die untere Hälfte der mit Knöllchen beſetzten Ähre des genannten Knöteriches mit dem Schnabel, zieht die Ähre der ganzen Länge nach mit raſcher Bewegung des Halſes zwiſchen beiden Kiefern durch und bringt auf einmal Dutzende der Knöllchen in den Kropf. Zahlreiche Unterſuchungen haben ergeben, daß in dem Kropfe der in den Alpen geſchoſſenen Schneehühner neben Preißelbeeren als häufigſte Nahrung die Knöllchen des Polygonum viviparum enthalten waren, und auch in den Kröpfen norwegiſcher Schneehühner fand ich jedesmal dieſe Knöllchen in großer

Menge. Was von denſelben aus dem Kropfe in den muskulöſen Magen kommt, wird nun freilich zermalmt und verdaut; es iſt aber vielfach beobachtet, daß ein Teil der von den Schneehühnern im Heißhunger verſchlungenen Nahrung aus dem Kropfe wieder ausgeworfen wird, und das gilt ganz beſonders von den beſagten Knöllchen, wenn ſie im Übermaße in den Kropf gebracht wurden. Die aus dem Kropfe ausgeworfenen Knöllchen haben die Fähigkeit, ſich weiter zu entwickeln, durchaus nicht verloren, ſie wachſen ſogar ſehr raſch zu neuen Pflanzenſtöcken heran, und da die Stellen, wo die überſchüſſige Nahrung aus dem Kropfe



Verbreitung abgelöſter ſproßförmiger Ableger durch Vermittelung der Tiere: 1. Mamillaria placostigma. — 2. Mamillaria gracilis.

ausgeworfen wurde, von jener, wo die Schneehühner die Knöllchen aufgenommen hatten, immer entfernt iſt, ſo wird durch den dargeſtellten Vorgang in der That das Polygonum viviparum verbreitet.

Die zweite Art der Verbreitung abgelöſter Ableger durch Tiere erfolgt durch Vermittelung widerhakiger Borſten und Haare. Sie iſt an den in der obenſtehenden Abbildung vorgeführten, in den mexikaniſchen Hochgebirgen heimiſchen Mamillarien (Mamillaria placostigma und gracilis) erſichtlich gemacht. Von den kugeligen, dicht gedrängt aus einem alten Stocke hervorwachſenden Seitenſproſſen löſt ſich ein Teil von ſelbſt ab und fällt zur Erde, ein anderer Teil bleibt zwar an den Urſprungsſtellen zurück, hängt dort aber nur loſe an, und eine flüchtige Berührung, ein leiſes Anſtreifen genügt, um die Abtrennung von dem alten Stocke zu vollziehen. Nun ſind aber an dem Scheitel jeder Papille der genannten Mamillarien Borſten ausgebildet, von welchen einige mit Widerhaken

endigen, so daß die kugeligen Sprosse lebhaft an Klettenköpfe erinnern. Wie diese hängen sie sich den behaarten Pfoten oder auch dem Pelze anstreifender Tiere an und werden von diesen unabsichtlich fortgeschleppt. Die Tiere suchen dann an ihren Rastplätzen der unbequemen Anhängsel ledig zu werden, streifen diese ab und lassen sie auf dem Boden zurück. Hier können sie anwurzeln und zu neuen Stöcken heranwachsen.

Die dritte Art der Verbreitung sproßförmiger Ableger durch Tiere betrifft die Wasserpflanzen, welche sich ganz oder stückweise den wandernden Wasservögeln anhängen. Gewisse Arten, die nur äußerst selten blühen und Früchte reifen, nichtsdestoweniger aber an unzähligen, weit entfernten Punkten vorkommen und oft ganz unerwartet in neu angelegten Teichen, in künstlich geschaffenen Tümpeln und in anderen Wasseransammlungen auftreten, werden größtenteils durch Wasservögel verschleppt. Ein Teil dieser Wassergewächse, wie z. B. der Froschbieß und die Wasserschlauchgewächse (Hydrocharis und Utricularia), entwickeln um ihre Knospen eigentümliche schleimige Hüllen, mittels welchen sie an das Gefieder der beim Schwimmen an sie anstreifenden Tiere ankleben, andere, wie die kleinen und vielwurzeligen Wasserlinsen (Lemna minor, gibba, polyrrhiza), hängen sich mit ihren langen, etwas gedrehten, im Wasser flottierenden Wurzeln an, und viele Fadenalgen, die Aldrovandie (Aldrovandia), die zarten Riccien (Riccia natans und fluitans), die dreilappige Wasserlinse (Lemna trisulca) 2c., bleiben in ganzen Stöcken an den durch die Teiche und Tümpel rudernden, dann rasch auffliegenden Wasserhühnern und Enten haften. Sobald diese Tiere in ein anderes Gewässer einfallen, trennen sich die anhängenden Pflanzenteile von selbst ab oder werden von den sich reinigenden Tieren abgestreift und so in kürzester Zeit ganz frisch und lebensfähig über weit entfernte Länderstrecken verbreitet. Es ist hier am Platze, auch an jene seltsame Verbreitung von Ulven, Florideen und Tangen durch Vermittelung der Krebse zu erinnern, welche bei anderer Gelegenheit (I. Band, S. 71) besprochen wurde.

Daß mehrere Nutzpflanzen mittels Ableger im großartigsten Maßstabe von den Menschen vermehrt und verbreitet werden, soll hier nur flüchtig Erwähnung finden. Die Bananen, deren Früchte keine keimfähigen Samen enthalten, die Kartoffel und Topinambur sowie mehrere andere Knollen- und Zwiebelgewächse werden fort und fort mit Hilfe von Stecklingen, Knollen, Brutzwiebeln 2c. vermehrt. Auf die Entwickelung eines natürlichen Verbreitungsbezirkes solcher Arten hat die absichtliche künstliche Vermehrung durch Ableger allerdings keinen ersichtlichen Einfluß gewonnen. Auch dort, wo sie massenhaft gepflegt und gezogen werden, haben sie sich nicht eingebürgert, und wenn die Menschen es unterließen, sie künstlich durch Ableger zu erhalten und zu vermehren, würden sie an den betreffenden Orten alsbald wieder spurlos verschwinden. Anders verhält es sich mit der unabsichtlichen Verschleppung der Ableger gewisser Pflanzen durch den Menschen. Der Kiel und die Planken der den Verkehr über weite Meere vermittelnden Schiffe ist gleich den Pfählen und Bojen in den Häfen und ähnlich den steilen, in das Meer abfallenden Mauern und Uferfelsen mit Meerespflanzen ganz überwachsen. Werden diese zufällig oder absichtlich von ihrer Unterlage abgelöst, so gehen sie nicht notwendig zu Grunde, sondern können sich im Meerwasser lebend erhalten und unter günstigen Umständen an irgend einem Punkte des festen Grundes anwachsen. Auf diese Weise können aber Gewächse von einer Küste zur anderen über weite Strecken verbreitet werden. Eine andere unabsichtliche Verbreitung von Pflanzenablegern durch den Menschen erfolgt auf bebautem Lande, in Weinbergen, auf Äckern und in Gärten und zwar dadurch, daß bei dem Pflügen, Aufgraben und Umwerfen des Erdreiches die in die Erde gebetteten, zwiebelförmigen oder knollenförmigen Ableger eine Veränderung ihrer Lage erfahren. Die Ableger gewisser Zwiebel- und Knollenpflanzen können auf diese Weise durch Spaten und Pflugschar im Laufe der Jahre so

gleichmäßig über das ganze Feld verbreitet werden, daß es aussieht, als hätte man dort die betreffende Pflanze absichtlich ausgepflanzt. Es gewährt einen eigentümlichen Anblick auf der Wanderung durch die mit Reben bepflanzten Gelände Oberitaliens, von mehreren angrenzenden, aber durch Steinmauern getrennten Weingärten den einen mit wilden Tulpen reichlich besetzt zu sehen, während in dem anderen kein einziges Exemplar dieser Pflanzen zu sehen ist. Im mittleren Europa verhält es sich ähnlich mit den auf Äckern wachsenden Gelbsternen (Gagea arvensis, stenopetala) und der knollenbildenden Platterbse (Lathyrus tuberosus). Das eine Feld ist mit den Gelbsternen wie besäet, das benachbarte entbehrt derselben vollständig. Auf der Günselhöhe bei Scheibs im niederösterreichischen Erlafthale sah ich einmal ein in regelmäßigem Gevierte sich ausdehnendes Ackerfeld von einem bis zum anderen Ende mit den Stöcken der zwiebeltragenden Feuerlilie (Lilium bulbiferum) bewachsen, während auf den angrenzenden Äckern nur vereinzelte Exemplare dieser Pflanze standen. Ohne Zweifel wurden hier die aus den Blattachseln auf den Boden geworfenen, knospenförmigen Ableger einiger weniger Stöcke bei Gelegenheit des Pflügens über das ganze Feld gleichmäßig verbreitet, obschon diese Verbreitung gewiß nicht in der Absicht des Pflügers gelegen hatte.

Man würde übrigens fehlgehen, wenn man die gleichmäßige Verteilung der Zwiebelgewächse über eine größere Strecke Landes ausschließlich aus dem Umpflügen und Verschieben der mit zwiebelförmigen Ablegern durchspickten Erdschollen erklären wollte. In vielen Fällen wird die Verbreitung solcher Ableger auch durch den Zug der Wurzeln veranlaßt. Dieser Vorgang ist so merkwürdig, daß es der Mühe lohnt, ihn hier etwas ausführlicher zu besprechen. Bekanntlich erfolgt die Vermehrung der unterirdischen Zwiebeln immer dadurch, daß in der Achsel der schuppenförmigen Niederblätter Knospen angelegt werden, welche im Laufe einiger Monate selbst wieder zu kleinen Zwiebelchen heranwachsen. Im ausgebildeten Zustande bilden diese Zwiebelchen den Abschluß eines dünnen Triebes, der allerdings niemals eine ansehnliche Länge erreicht, aber doch in vielen Fällen als ein Faden erscheint, wie es an der Abbildung der Zwiebel von Muscari racemosum auf S. 724, Fig. 1 zu sehen ist. Durch diesen fadenförmigen Trieb werden die kleinen Zwiebeln aus dem Bereiche des schuppenförmigen Niederblattes in die Umgebung der alten Zwiebel vorgeschoben, und dort entwickeln sie reichliche, lange Wurzelfasern. In anderen Fällen bleibt der Trieb äußerst kurz, und die kleinen Zwiebeln werden nicht vorgeschoben; dann zersetzt sich das schuppenförmige Niederblatt, aus dessen Achsel die jungen Zwiebeln entsprungen sind, und diese treiben ihre Wurzeln durch das zerfallende Gewebe hindurch in die umgebende Erde. In beiden Fällen findet am Schlusse jener Vegetationsperiode, in welcher die jungen Zwiebeln entstanden sind, eine Ablösung statt; die jungen Zwiebeln stehen nun mit der alten Zwiebel nicht mehr im Zusammenhange und sind selbständig geworden. Manche Arten bilden in der Achsel einer Zwiebelschuppe nur eine einzige, andere wieder ganze Reihen von Knospen aus, die sämtlich zu Zwiebelchen werden, und im letzteren Falle sieht man die alte Zwiebel im Herbste mit einem förmlichen Kranze aus kleinen, jungen Zwiebeln umgeben. Es gibt einen Lauch, Namens Allium pater familias, dessen alte Zwiebel in einem Jahre gegen hundert jungen Zwiebeln den Ursprung gibt. So viele selbständig gewordene junge Zwiebeln dicht gedrängt in unmittelbarer Nähe des Stockes, aus dem sie hervorgegangen, können sich dort unmöglich gut entwickeln; gegenseitiger Druck wäre bei dem weiteren Wachstume derselben unvermeidlich, und wenn nun gar im nächsten Jahre jede dieser Zwiebeln neue Ableger bilden und selbst wieder zum Ausgangspunkte von jungen Zwiebeln werden soll, so ist es dringend notwendig, daß Raum geschaffen wird, und daß die dicht gedrängte Schar sich lockert und auseinander rückt. Da alle Zwiebeln mit dem Scheitel ihres Stammes nach aufwärts gerichtet sind, so kann das Auseinanderrücken durch

eine Verlängerung des Stammes nicht erfolgen; der gegenseitige Druck der benachbarten, sich verdickenden jungen Zwiebeln wird zwar eine geringe Verschiebung zur Folge haben, aber doch nicht die nötige Abhilfe schaffen. Da kommt nun der merkwürdige Wurzelzug ins Spiel, welcher im I. Bande, S. 725 besprochen wurde. Die von der Basis der jungen Zwiebel ausgehenden Wurzeln senken sich nur zum geringsten Teile nach abwärts, die Mehrzahl wächst von der Achse der Zwiebel unter rechtem Winkel weg und hält eine Richtung parallel zur Erdoberfläche ein (s. Abbildung, S. 725, Fig. 1). Wenn dann diese auffallend langen Wurzeln ihr Wachstum abgeschlossen haben, verkürzen sie sich und ziehen dadurch die junge Zwiebel, der sie angehören, von der alten Zwiebel weg. Es bilden nun die jungen Zwiebeln einen weiten, gelockerten Kranz um die inzwischen zerstörte alte Zwiebel und haben genügend Raum, um sich weiter zu entwickeln. So verhält es sich nicht nur bei der abgebildeten Muscari, sondern auch bei Ornithogalum nutans, Tulipa silvestris und wohl bei den meisten Zwiebelgewächsen. Da sich der geschilderte Vorgang alljährlich wiederholt, so kann trotz der geringen Entfernung, um welche die Zwiebeln unterirdisch verschoben werden, im Laufe der Jahre doch eine ziemlich weite Strecke der Erde von ihnen besetzt sein. In einem Wiener Garten gelangten einmal mit zugeführter Erde einige Zwiebeln der Tulipa silvestris in die Mitte eines grasigen, von Ahornbäumen beschatteten Platzes. Da dort das Gras alljährlich vor der Entfaltung der Blüten gemäht wurde, so konnte eine Samenbildung nicht stattfinden, und die genannte Tulpenart war nur auf Vermehrung durch Ableger angewiesen. Nach etwa 20 Jahren zeigte sich der Grasplatz im Umfange von 30 Schritt ganz durchspickt von Tulpenblättern, welche von unterirdischen Zwiebeln ausgingen. Es hatten sich also innerhalb des genannten Zeitraumes die Zwiebeln infolge des von den verkürzten Wurzeln ausgehenden Zuges nach allen Seiten ungefähr um 10 Schritt verbreitet. Es ist mehr als wahrscheinlich, daß auch die Ableger mehrerer Staudenpflanzen mit aufrechtem Stengel und rübenförmigen oder knollenförmigen Wurzeln, so namentlich der blau blühenden Arten des Eisenhutes (Aconitum Napellus, Neubergense, variegatum), durch den Zug der von ihnen ausgehenden horizontalen Wurzelfasern eine Ortsveränderung erfahren, und daß die truppförmige Anordnung dieser Gewächse die Folge des Wurzelzuges ist (s. S. 732).

Ein Rückblick auf die so mannigfache Entstehungs- und Verbreitungsweise der Ableger führt zu dem Ergebnisse, daß an allen Teilen der Pflanze Ableger gebildet werden können, daß für jede Pflanzenart die Gestalt der Ableger eine unveränderliche ist, oder mit anderen Worten, daß die Form der einzelnen Teile des Ablegers in den aufeinander folgenden Generationen genau so wiederkehrt wie die Form der Blüten und Früchte, daß aber nicht selten eine und dieselbe Art zweierlei, ja selbst dreierlei Ableger ausbildet. So entwickelt der Schimmel, welcher den Namen Claviceps purpurea führt, Sporen, deren Verbreitung durch honigsuchende Tiere erfolgt, weiterhin die als „Mutterkorn" bekannten Sklerotien, welche durch die Bewegung der schwankenden Halme aus den dürren Ähren geschleudert werden, und drittens fadenförmige Sporen, welche aus den Schläuchen ausgestoßen und durch den Wind verbreitet werden. Das Lebermoos Blasia pusilla entwickelt Thallidien in besonderen flaschenförmigen Behältern, solche auf der Oberfläche des Lagers und Sporen in den Sporangien. Immer ist aber die Gestalt der gebildeten Ableger der Jahreszeit und den an der Bildungsstätte vorhandenen Verbreitungsmitteln angemessen. In dem einen Falle ist es passender, wenn die Ableger nur langsam und schrittweise, in dem anderen, wenn sie rasch und sprungweise verbreitet werden; im Frühlinge mag es vorteilhafter sein, wenn die Ableger durch den Wind, im Sommer, wenn sie durch Tiere, im Herbste, wenn sie durch Ausschleudern ihre Verbreitung finden. Steppengewächse werden andere Ableger ausbilden müssen als Pflanzen, die im schattig-feuchten, windgeschützten Waldgrunde ihren

Standort haben. Ebenſo iſt es ſelbſtverſtändlich, daß Ableger, welche unterirdiſch oder oberirdiſch fortkriechen, ohne ſich von dem Boden zu trennen, ganz anders ausgerüſtet ſind als jene, welche losgelöſt von der Stätte ihres Urſprunges, über die Erde fortrollend oder von Luftſtrömungen getragen oder als Anhängſel wandernder Tiere weite Reiſen auszuführen haben. Während es ſich bei den erſteren ganz vorzüglich darum handelt, daß etwaige durch das Erdreich gegebene Widerſtände überwunden werden, iſt es bei den letzteren von Wichtigkeit, daß ſie im Verlaufe ihrer Reiſe nicht infolge von Nahrungs- und Waſſermangel zu Grunde gehen. Losgelöſt von dem Boden, ſind ſie der Gefahr des Vertrocknens in hohem Grade ausgeſetzt, und auch dann noch, wenn ſie irgendwo geſtrandet ſind, iſt die Zufuhr der zur Ausbildung von Haft- und Saugorganen benötigten Waſſermenge aus der Umgebung nicht immer geſichert. Dergleichen Anſiedler müſſen entweder ſo eingerichtet ſein, daß ſie eine weitgehende Austrocknung ohne Nachteil vertragen, wie die Ableger der Laubmooſe und die Soredien der Flechten, oder ſie müſſen ſelbſt den nötigen Waſſervorrat mitbringen, und es muß Vorſorge getroffen ſein, daß ſie dieſen Vorrat nicht vorzeitig durch Verdunſtung verlieren. In der That ſind ſolche abgelöſte Ableger, wie beiſpielsweiſe jene von Sempervivum, Sedum, Kleinia und Mamillaria, nicht nur mit einem beſonderen Waſſergewebe ausgerüſtet, ſondern überdies mit einer Oberhaut verſehen, welche als ein vortreffliches Schutzmittel gegen zu weit gehende Tranſpiration wirkſam iſt. Alle von ihrer Bildungsſtätte losgelöſten Ableger ſind immer auch mit den nötigen Reſerveſtoffen, beziehentlich Bauſtoffen verſehen, damit ſie alsbald nach der Anſiedelung aus den eignen mitgebrachten Mitteln Saugwurzeln und grüne Blätter treiben, an dem neuen Standorte feſten Fuß faſſen und Nahrung aus der Umgebung gewinnen können. Bei den durch Waſſerſtrömungen verbreiteten Ablegern ſind die Ausrüſtungen mit einem Waſſergewebe ebenſo wie die Sicherung gegen das Austrocknen überflüſſig, und damit mag es wohl zuſammenhängen, daß Ableger, welche ſich ablöſen, bei Waſſerpflanzen verhältnismäßig häufiger vorkommen als bei den Erd- und Steinpflanzen.

Ein großes Gewicht iſt auch auf das Ergebnis zu legen, daß die Erneuerung und Verbreitung der Pflanzenarten mittels Ableger in ebenſo großartigem Maße und in ebenſo mannigfaltiger Weiſe erfolgt, wie die Erneuerung und Verbreitung durch Früchte und Samen, und daß ſich die Pflanzenwelt auch ohne Befruchtung und Fruchtbildung zu verjüngen und erhalten vermöchte (ſ. S. 479 und 581).

Die Verbreitung der Arten mittels Früchte und Samen.

Auf den Höhen des Kahlenberges bei Wien wächſt am Rande des Waldes ein kleiner Halbſtrauch, welcher den Namen Dorycnium herbaceum führt. Derſelbe gehört zu den Schmetterlingsblütlern und entwickelt kugelige, einſamige Früchte, die im Oktober zur Reife gelangen. Zum Behufe einer vergleichenden Unterſuchung hatte ich einmal mehrere fruchtbeladene Reiſer dieſes Halbſtrauches geſammelt, ſie mit nach Hauſe genommen und dort auf meinen Schreibtiſch gelegt. Als ich des anderen Tages neben dem Schreibtiſche ſitzend in einem Buche las, ſchnellte mir plötzlich ein Same des Dorycniums mit großer Heftigkeit in das Geſicht. Kurz darauf ſah ich einen zweiten, dritten, vierten und ſchließlich ungefähr ein halbes Hundert ſolcher Samen von den kleinen Fruchtſtänden emporſchnellen und hörte jedesmal ein eigentümliches Geräuſch, von welchem das Aufſpringen der Früchte und das Ausſchleudern der Samen begleitet war. Augenſcheinlich hatten die Sonnenſtrahlen, welche, durch das Fenſter einfallend, die Früchte erwärmten und austrockneten, dieſe überraſchende Erſcheinung hervorgebracht. Mich erinnerte dieſer Vorfall an ein

Erlebnis Goethes, über welches in der „Italieniſchen Reiſe“ Folgendes zu leſen iſt: „Ich hatte mehrere Samenkapſeln von Acanthus mollis nach Hauſe getragen und in einem offenen Käſtchen niedergelegt; nun geſchah es in einer Nacht, daß ich ein Kniſtern hörte und bald darauf das Umherſpringen an Decke und Wände wie von kleinen Körpern. Ich erklärte mir's nicht gleich, fand aber nachher meine Schoten aufgeſprungen und die Samen umher zerſtreut. Die Trockene des Zimmers hatte die Reife bis zu ſolcher Elaſtizität in wenigen Tagen vollendet.“

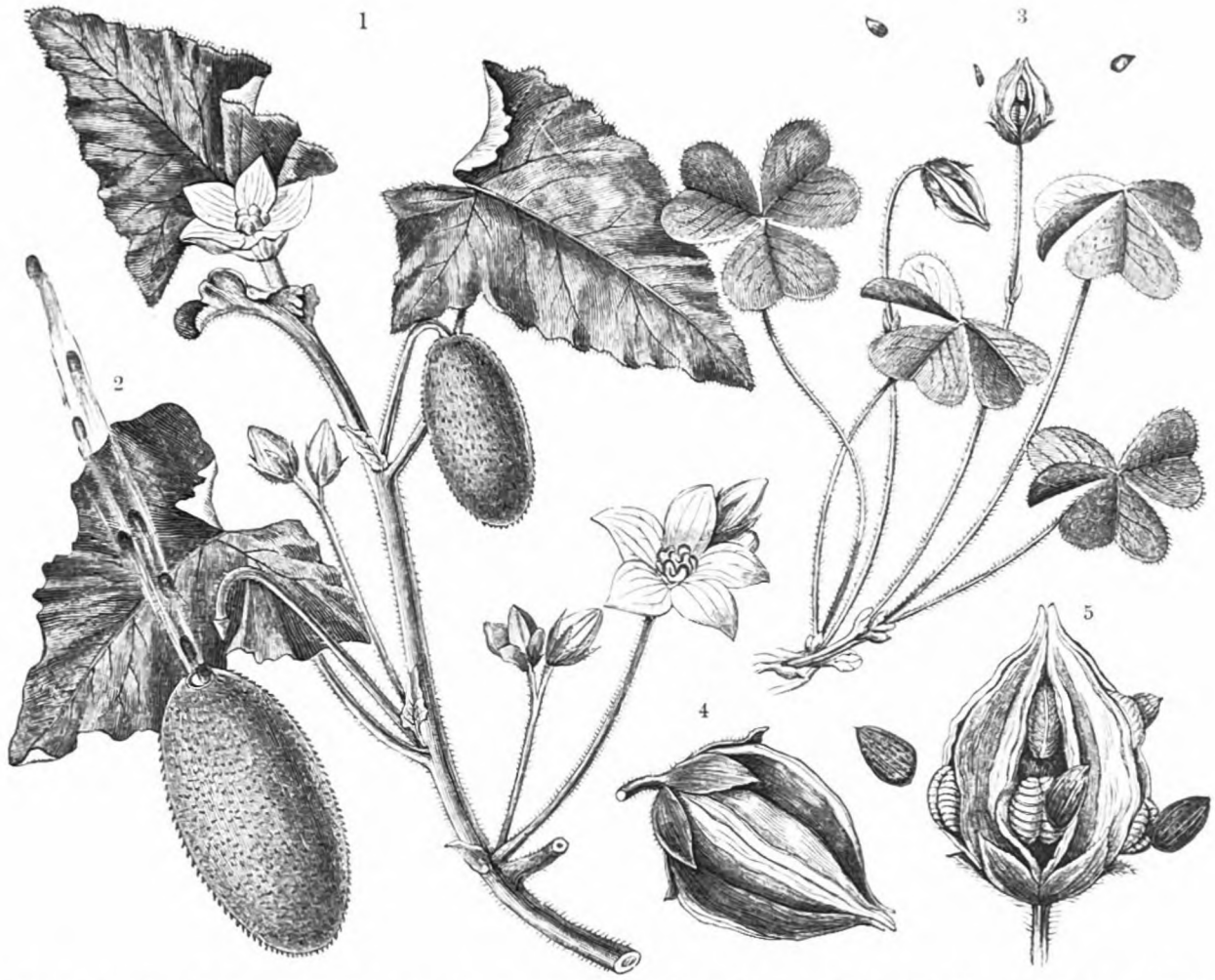
Die Früchte von Dorycnium und Acanthus können füglich als Vorbilder für eine umfangreiche Gruppe von Früchten angeſehen werden, welche man *Schleuderfrüchte* genannt hat. Es iſt bei ihnen die Einrichtung getroffen, daß das Gewebe in der Umgebung der Samen zur Zeit der Reife in eine hochgradige Spannung verſetzt wird. Die nächſte Folge der Spannung iſt die Trennung des Gewebes an beſtimmten, im voraus feſtgeſetzten Stellen und die weitere Folge ein *plötzliches Zuſammenziehen, Umbiegen und Rollen der getrennten Teile*, womit dann ein *Fortſchleudern der auf dieſen Teilen ruhenden Samen verbunden iſt*. Bisweilen werden gleichzeitig mit den Samen auch die gerollten Teile und in ſeltenen Fällen ſogar die ganzen Früchte fortgeſchleudert. Es herrſcht in dieſer Beziehung eine ſehr große Mannigfaltigkeit. In dem einen ſtimmen aber alle Schleudervorrichtungen miteinander überein, daß durch ſie die Samen an Orte gelangen, welche außerhalb des von der Mutterpflanze eingenommenen Gebietes liegen, oder mit anderen Worten, daß die Samen über dieſes Gebiet hinaus verbreitet werden.

Bei einem Teile der als Schleudervorrichtung ausgebildeten Früchte wird die hochgradige, mit Trennung und Rollung beſtimmter Gewebe endigende Spannung durch ſtarke Quellung der Zellhäute oder durch den Turgor der Zellen veranlaßt. Hierher gehört als einer der ſeltſamſten Fälle die Spritzgurke oder Eſelsgurke (Ecballium Elaterium), welche auf S. 772, Fig. 1 abgebildet iſt. Die Frucht dieſer zu den Kukurbitaceen gehörigen Pflanze hat die Geſtalt einer mit Borſten beſetzten, von einem hakenförmigen Stiele getragenen, grünen, fleiſchigen Gurke. Der Fruchtſtiel ragt mit ſeinem Ende wie ein Zapfen in den Hohlraum der Frucht hinein. Wenn die Samen ihre volle Reife erlangt haben, wird das ſie umgebende Gewebe in eine ſchleimige Maſſe umgewandelt. Auch das Gewebe in der Nachbarſchaft des eben erwähnten Zapfens wird zu dieſer Zeit aufgelöſt und dadurch die Verbindung des Fruchtſtieles mit der Gurke ſehr gelockert. In der Wand der Gurke befindet ſich eine ſtark geſpannte Schicht aus prallen Zellen, welche das Beſtreben hat, ſich auszudehnen. An dieſer Ausdehnung wird ſie, ſolange die Frucht nicht ganz reif iſt, durch das ſtraffe Gewebe in der Umgebung des Fruchtſtieles behindert. Sobald aber die Frucht ihre Reife erlangt hat, iſt dieſes Hindernis beſeitigt. Es trennt ſich dann die Gurke von dem zapfenförmigen Ende des Stieles; in demſelben Augenblicke findet auch die Ausdehnung der beſagten Gewebeſchicht ſtatt, es erfolgt eine ſtarke Preſſung des Fruchtinneren, und die Samen ſamt dem ſie umgebenden Schleim werden mit großer Gewalt aus den bisher von dem Ende des Stieles verſchloſſenen Loche herausgeſpritzt (ſ. Abbildung, S. 772, Fig. 2).

Nicht weniger merkwürdig verhalten ſich die zu den Grünblumigen gehörenden Dorſteniaceen. Ähnlich wie bei den Feigen ſitzen bei dieſen Pflanzen zahlreiche kleine Blüten einem Blütenlager auf, welches auch dann noch fleiſchig und ſaftreich bleibt, wenn ſich aus den Blüten kleine einſamige Früchte entwickelt haben. Der untere Teil eines jeden Früchtchens beſitzt dicke Wandungen und iſt in das Blütenlager, ähnlich wie ein Haarbalg in die Haut des Menſchen, eingeſenkt. Der obere dünnhäutige Teil ragt warzenförmig über das Blütenlager empor. Wenn der Same vollſtändig ausgereift iſt, ſteigert ſich der Turgor in der äußeren Zellenſchicht der dicken Fruchtwände; der dünnhäutige Scheitel reißt

auf, die dicken Fruchtwände ſchließen plötzlich zuſammen, und der von ihnen bisher umhüllte Same wird gewaltſam hinausgeſchleudert.

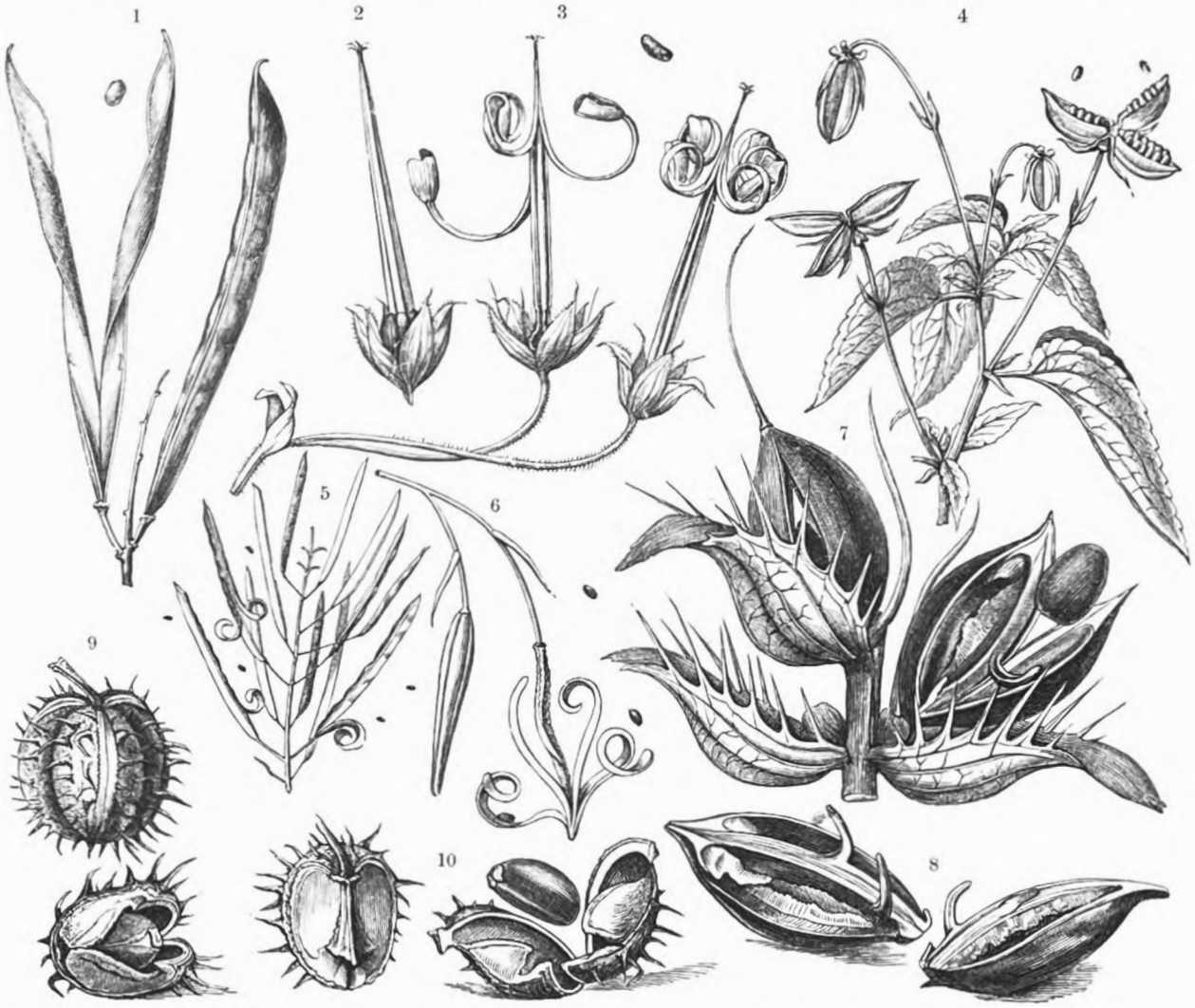
Ein eigentümliches Ausſchleudern der Samen findet man auch bei den Oxalidaceen, für welche der gewöhnliche Sauerklee oder Buchampfer (Oxalis Acetosella; ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 3, 4 und 5) als Beiſpiel vorgeführt ſein mag. Hier iſt es die Samenhaut, in welcher ſich ein beſonderes Schwellgewebe als Vorrichtung zum Ausſchleudern der Samen ausbildet. Eine der tieferen Schichten der Samenhaut beſteht nämlich aus prallen Zellen,



Schleuderfrüchte: 1. Ecballium Elaterium; Zweig mit Blüten und Früchten. — 2. Eine Frucht, welche ſich vom Stiele gelöſt hat und die Samen ausſpritzt. — 3. Oxalis Acetosella; ganze Pflanze mit einer unreifen Frucht an dem hakenförmig gekrümmten und einer reifen, die Samen ausſchleudernden Frucht am aufrechten Stiele, in natürlicher Größe. — 4. Unreife Frucht, — 5. reife, die Samen ausſchleudernde Frucht von Oxalis Acetosella; 6fach vergrößert. Vgl. Text, S. 771, 776 und 777.

und dieſe Schicht, welche eben das Schwellgewebe darſtellt, iſt ſehr ſtark geſpannt, während die äußerſten Zellenſchichten der Samenhaut nicht geſpannt ſind. Wenn nun der Same ausgereift iſt, findet eine ſtarke Quellung in den Zellhäuten des ohnehin ſchon ſtark geſpannten Schwellgewebes ſtatt, die äußere Schicht der Samenhaut kann dem Drucke nicht mehr widerſtehen, reißt auf, und die an den Riß grenzenden Ränder der äußeren Hautſchicht rollen ſich blitzſchnell zurück. Dadurch erhält der eingeſchloſſene Samenkern einen heftigen Stoß und wird durch den unmittelbar vor ihm befindlichen Spalt der Kapſel mit großer Gewalt hinausgepreßt und fortgeſchleudert (Fig. 5). Seit langer Zeit bekannt iſt auch das Ausſchleudern der Samen bei den Balſaminaceen. Die Frucht der hierher gehörigen Impatiens Nolitangere ſtellt eine aus fünf Fruchtblättern gebildete, länglich-lanzettliche Kapſel dar (ſ. Abbildung, S. 773, Fig. 6). Die Wände dieſer Kapſel ſind aus drei Zellenſchichten

aufgebaut. Eine Zellenſchicht, nämlich jene, die unmittelbar unter der Oberhaut liegt, beſteht aus großen, ſtark turgeszierenden Zellen und wird als Schwellſchicht angeſprochen. Sie befindet ſich in einem hohen Grade der Spannung, und wenn ſich zur Zeit der Samenreife der Verband der fünf Fruchtblätter entlang der vorgebildeten Trennungsſchichten lockert, ſo findet eine Auslöſung der Spannung ſtatt; das gelockerte Zellgewebe der Trennungsſchichten wird zerriſſen, die fünf Fruchtblätter rollen ſich ein, und infolge der raſchen Rollbewegung werden die in der Frucht enthaltenen Samen ausgeſchleudert. Die zu den



Schleuderfrüchte: 1. Orobus vernus. — 2 und 3. Geranium palustre.— 4. Viola elatior. — 5. Cardamine impatiens — 6. Impatiens Nolitangere. — 7 und 8. Acanthus mollis. — 9 und 10. Ricinus communis. Vgl. Text, S 772—776.

Kukurbitaceen gehörigen Cyclanthera explodens und Thladiantha dubia ſowie mehrere Kreuzblütler aus den Gattungen Dentaria und Cardamine, insbeſondere die obenſtehend abgebildete Cardamine impatiens (Fig. 5), zeigen ähnliche Verhältniſſe, nur findet bei dieſen Gewächſen die Rollung der Fruchtblätter nicht nach einwärts, ſondern nach auswärts ſtatt.

In den bisher beſprochenen Fällen iſt der Turgor der Zellen oder die Quellung der Zellhäute ſowie die hierdurch veranlaßte ſtarke Spannung einer beſonderen Gewebeſchicht in der Wand der Frucht die Urſache des Ausſchleuderns. In den nachfolgend aufgezählten Fällen iſt es die Austrocknung und die mit der Austrocknung verbundene Verkürzung einer beſonderen Schicht der Fruchtwand, welche eine Trennung und Zerreißung und weiterhin ein Umbiegen, Krümmen und Rollen beſtimmter Fruchtteile im Gefolge hat. Dieſe Veränderung vollzieht ſich ſehr raſch und

bewirkt, daß die Samen oder einzelnen Fruchtteile, ja selbst die ganzen Früchte abgeschleudert werden. Es sollen hier nur die bekanntesten der in diese Abteilung gehörenden Schleuderfrüchte vorgeführt werden.

Die Früchte des Sumpfreiherschnabels (Geranium palustre; s. Abbildung, S. 773, Fig. 2) zeigen eine fünfkantige Mittelsäule, um welche fünf Fruchtblätter im Kreise geordnet sind. Die Fruchtblätter sind an ihrem Grunde halbkugelig aufgetrieben und laufen weiter aufwärts in eine lange, der Mittelsäule anliegende Granne aus. In der Aushöhlung eines jeden Fruchtblattes ist ein Same geborgen. Wenn derselbe seine Reife erlangt hat, findet ein Austrocknen der die erwähnten Grannen bildenden Gewebe statt. Die Austrocknung ist eine ungleichmäßige; die äußere, aus mehreren Lagen saftreicher Zellen bestehende Schicht trocknet rascher aus als die innere, welche aus Zellen mit verdickten Wandungen zusammengesetzt ist. Das hat zur Folge, daß sich der grannenförmige Teil der Fruchtblätter von der Mittelsäule abhebt und wie eine Uhrfeder nach außen und oben krümmt. Das zarte ausgetrocknete Zellgewebe, durch welches die Fruchtblätter bisher miteinander verbunden waren, setzt dieser Krümmung keinen Widerstand entgegen, und da die Aushöhlung der Fruchtblätter an der inneren Seite geöffnet ist und der Same in der Aushöhlung wie in einer Hohlhand eingebettet liegt, so wird derselbe bei dem raschen Aufschnellen der Granne im weiten Bogen fortgeschleudert (s. Abbildung, S. 773, Fig. 3). Bei dem hier als Beispiel gewählten Sumpfreiherschnabel sowie bei den anderen großblütigen Arten der Gattung Geranium bleiben die Spitzen der Grannen mit der Mittelsäule verbunden, und die Mittelsäule, welche die aufgerollten entleerten fünf Fruchtblätter trägt, macht dann den Eindruck eines Armleuchters.

Die stengeltragenden Veilchen, für welche Viola elatior (s. Abbildung, S. 773, Fig. 4) als Vorbild gewählt sein mag, entwickeln eine mit drei Klappen aufspringende Kapselfrucht. Die Klappen haben das Ansehen eines Kahnes; die Ränder, welche den Seitenplanken des Kahnes entsprechen, sind dünn, der Kiel dagegen ist sehr dick und gewulstet. Auf der oberen Seite des Kieles sitzen in zwei Reihen geordnet die Samen. Die kahnförmigen Klappen zeigen einen sehr verwickelten Bau. Am Durchschnitte derselben sieht man eine Schicht aus dünnwandigen parenchymatischen Zellen, eine Schicht aus langgestreckten, in Bogenlinien verlaufenden Zellen und eine Schicht aus stark verdickten, in die Quere ausgedehnten Zellen. Das ungleiche Austrocknen dieser Zellenschichten ist die Ursache, daß die Seitenwände der kahnförmigen Klappen aufgebogen und so weit gegeneinander gerückt werden, daß auf die in der Mitte sitzenden Samen von zwei Seiten her ein starker Druck ausgeübt wird. Dieser Druck aber hat zur Folge, daß die glatten Samen fortgeschleudert werden, ungefähr so, wie Kirschenkerne, welche man durch den von Daumen und Zeigefinger ausgeübten Druck auf ziemliche Entfernung fortzuschnellen pflegt. Das Ausschleudern erfolgt in sehr regelmäßiger Reihenfolge. Zuerst wird der vorderste Same des ersten Fruchtblattes fortgeschleudert und ganz zuletzt die Samen an dem gegenüberliegenden Ende. Erst dann, wenn das erste Fruchtblatt vollständig entleert ist, kommt das zweite und schließlich das dritte Fruchtblatt an die Reihe. Immer beginnt aber das Zusammenziehen der beiden Seitenplanken am freien Ende des Fruchtblattes und dauert so lange, bis sämtliche Samen ausgeworfen sind.

Bei zahlreichen Mimosaceen, Cäsalpinaceen, Papilionaceen, Sterkuliaceen und Akanthaceen werden die Samen im Augenblicke des Öffnens der Hülse oder Kapsel durch die schraubige Drehung der Fruchtklappen ausgeschleudert. Man unterscheidet in der Fruchtwand dieser Pflanzen eine saftreiche weiche Schicht aus dünnwandigen parenchymatischen und eine Hartschicht aus stark verdickten, langgestreckten, von dem einen zum anderen Rande der Fruchtklappen in schräger Richtung verlaufenden Zellen. In diesen schräg verlaufenden

Zellen der Hartschicht liegt die Kraft, durch welche die Frucht gesprengt und die Fruchtklappen im Augenblicke des Auseinanderweichens schraubig gedreht werden. Jede einzelne dieser Zellen erfährt nämlich beim Austrocknen eine schraubige Drehung, und infolgedessen wird auch die ganze Hartschicht entsprechend gedreht. Die Gewebe aus dünnwandigen Zellen, welche mit der Hartschicht in Verbindung stehen, setzen der Drehung keinen Widerstand entgegen, und die Drehung erfolgt daher so rasch, so plötzlich und mit solcher Gewalt, daß die in der Hülse enthaltenen Samen in weitem Bogen ausgeschleudert werden. Wenn die Frucht kurz ist, beschränkt sich die Drehung der Klappen auf $^1/_2$—1 Schraubenumgang, wenn sie lang ist, bilden sich zwei, ja bisweilen sogar drei Schraubenumgänge, und die Klappen der entleerten Frucht erscheinen dann lockenförmig gerollt (z. B. Lotus corniculatus, s. Abbildung, S. 425, Fig. 3, und Orobus vernus, s. Abbildung, S. 773, Fig. 1). Die Wurfkraft richtet sich nach der Mächtigkeit der Hartschicht. Bei Castanospermum australe, einer Pflanze, deren Hülsenklappen die Dicke von 5 mm erreichen, werden bei der plötzlichen Drehung kugelige Samen im Durchmesser von 3,5 cm und im Gewichte von 16 g ausgeschleudert! In diesen Fällen bleiben die Klappen der Frucht nach dem Ausschleudern der Samen auf den Fruchtstielen stehen, und darin liegt der wesentlichste Unterschied von jenen *Schleuderfrüchten, deren Fruchtblätter zugleich mit dem Samen vom Fruchtstiele abspringen*. Auch zu dieser Gruppe der Schleuderfrüchte gehören wieder mehrere Papilionaceen, namentlich der eingangs dieses Kapitels erwähnte Backenklee (Dorycnium), dann die Malvacee Kitaibelia, die Liliacee Alströmeria, mehrere Akanthaceen, namentlich der durch Goethe bekannt gewordene Acanthus mollis (s. Abbildung, S. 773, Fig. 7 und 8), die merkwürdige, schmarotzende Lathraea clandestina und insbesondere viele Wolfsmilchgewächse (z. B. Euphorbia, Hura, Hyaenanthe, Mercurialis. Ricinus; s. Abbildung, S. 773, Fig. 9 und 10). Die Fruchtklappen sind bei allen diesen Pflanzen verhältnismäßig kurz, und aus diesem Grunde tritt die schraubige Drehung weniger deutlich hervor. Es wird aber der Stoß, welchen die Samen infolge der schraubigen Drehung der Fruchtklappen erfahren, noch durch verschiedene andere Einrichtungen, deren ausführliche Schilderung hier zu weit führen würde, unterstützt, und thatsächlich ist gerade bei dieser Abteilung der Schleuderfrüchte die Wurfweite verhältnismäßig bedeutend.

Eine eigentümliche Form der Schleuderfrüchte beobachtet man bei mehreren Diosmaceen, Rutaceen und Zygophyllaceen. Bei diesen Gewächsen findet innerhalb der Fruchtblätter oder Fruchtklappen eine vollständige Trennung der Hartschicht und Weichschicht statt. Die nach außen gelegene Weichschicht trocknet zur Zeit der Samenreife aus, spaltet sich dabei entlang der Bauchnaht und zieht sich stark zusammen. Infolge dieses Zusammenziehens wird die nach innen gelegene Hartschicht, welche die Gestalt eines Gehäuses hat und den Samen umschließt, aus dem Spalte hinausgepreßt. Sobald das Gehäuse der Hartschicht in Freiheit gesetzt ist, fahren die beiden Seitenwände desselben auseinander, nehmen die Form einer Schiffsschraube an und schleudern den Samen in weitem Bogen von sich. Ähnliche Vorgänge spielen sich auch bei der zu den Polemoniaceen gehörenden Gattung Collomia ab. Nur ist es da nicht die äußere weiche Schicht der Fruchtklappen, sondern der Kelch, welcher bei dem Austrocknen auf das von ihm umschlossene Gehäuse eine Pressung ausübt, und das ausgestoßene Gehäuse ist nicht nur die Hartschicht, sondern die ganze trockene Fruchtkapsel. Auch wird in diesem Falle das Abspringen des Gehäuses wesentlich dadurch unterstützt, daß die drei Klappen der Fruchtkapsel schon zur Zeit, wenn sie noch vom Kelche umschlossen sind, sich trennen und dabei einen Gegendruck auf den Kelch ausüben. Ist die Kapsel einmal aus der Umklammerung des Kelches befreit, so fahren ihre Klappen noch weiter auseinander und schleudern die von ihnen bisher umschlossenen Samen aus. Auch bei Eschscholtzia springt die ganze Frucht von dem

Fruchtboden ab, doch wird hier das Abſpringen dadurch bewirkt, daß die beiden Klappen der ſchotenartigen Frucht beim Austrocknen einen hohen Grad der Spannung erreichen und ſich nach außen zu krümmen ſuchen. Wenn die Spannung endlich ſo weit gediehen iſt, daß durch ſie die Verbindung der Fruchtklappen mit dem Fruchtboden gelöſt wird, ſchnellt die ganze Frucht in einem Bogen von dem Fruchtſtiele ab. Bei dem Storchſchnabel (Erodium; ſ. Abbildung, Band I, S. 577) und bei mehreren Doldengewächſen (z. B. Scandix) ſpringt bei dem Austrocknen zwar nicht die ganze Frucht, aber es ſpringen die Teilfrüchte mit dem von ihnen eng umſchloſſenen Samen von der Mittelſäule ab.

Dieſe überſichtliche Darſtellung dürfte genügen, um ein Bild von der großen Mannigfaltigkeit der Schleuderfrüchte zu gewinnen. Daß dieſe Früchte in allen Fällen eine Stellung einnehmen, welche ein unbehindertes Ausſchleudern der Samen möglich macht, iſt ſelbſtverſtändlich. Wenn die Früchte vor dem Abſpringen oder vor dem Ausſchleudern der Samen aus irgend einem Grunde unter den Laubblättern verſteckt ſind, oder wenn ſie von abwärts gekrümmten Stielen getragen werden, wie bei dem Sauerklee und dem Veilchen (ſ. Abbildung, S. 772, Fig. 3, und S. 773, Fig. 4), ſo ſtrecken ſich die Stiele kurz vor dem Ausſchleudern gerade und heben die Frucht über die Laubblätter empor. Das Abſpringen erfolgt in den meiſten Fällen unter einem Winkel von 45°, wodurch bekanntlich die größte Wurfweite erreicht wird. Die ausgeworfenen Samen haben die Form einer Kugel, eines Eies, einer Bohne oder Linſe. In letzterem Falle werden die Samen ſo ausgeſchleudert, daß ſie mit der Schmalſeite die Luft durchſchneiden. In allen Fällen iſt die Einrichtung getroffen, daß die geſchleuderten Samen einem möglichſt geringen Widerſtand in der Luft begegnen. Eine Führung des abgeſchleuderten Körpers wird nur ſelten beobachtet. Am eheſten könnte man von einer ſolchen bei dem Sauerklee (ſ. S. 772, Fig. 3) und bei dem Ricinus (ſ. S. 773, Fig. 10) ſprechen, wo die Samen durch eine Öffnung mit beſtimmtem Umriſſe ausgeſtoßen werden. Bei den Akanthaceen (Justicia, Acanthus ꝛc.) iſt die einzuhaltende Richtung dadurch vorherbeſtimmt, daß von der die Frucht durchziehenden Scheidewand feſte Bügel ausgehen, auf welchen die auszuſchleudernden Samen aufruhen (ſ. S. 773, Fig. 8). In den meiſten Fällen iſt das Aufſpringen und Ausſchleudern mit einem eigentümlichen Geräuſche verbunden, welches an das Platzen einer Blaſe erinnert. Die Früchte der Hura crepitans ſpringen ſogar mit einem deutlichen Knalle auf. Die Wurfweite iſt bei den kleinen, leichten Samen am geringſten, bei den großen, ſchweren Samen am größten, wie aus der nachfolgenden Tabelle hervorgeht.

Name der Pflanze	Form des Samens	Längſter Durchmeſſer des Samens	Kürzeſter Durchmeſſer des Samens	Gewicht des Samens	Wurfweite
Cardamine impatiens . . .	ellipſoidiſch	1,5 mm	0,7 mm	0,005 g	0,9 m
Viola canina	eiförmig	1,6 -	1 -	0,008 -	1,0 -
Dorycnium decumbens . . .	kugelig	1,5 -	1,5 -	0,003 -	1,0 -
Geranium columbinum . . .	kugelig	2,0 -	2,0 -	0,004 -	1,5 -
Geranium palustre	walzig	3,0 -	1,5 -	0,005 -	2,5 -
Lupinus digitatus	würfelförmig	7,0 -	7,0 -	0,08 -	7,0 -
Acanthus mollis	bohnenförmig	14,0 -	10,0 -	0,4 -	9,5 -
Hura crepitans	linſenförmig	20,0 -	17,0 -	0,7 -	14,0 -
Bauhinia purpurea	linſenförmig	30,0 -	18,0 -	2,5 -	15,0 -

Aus dieſer Tabelle iſt zu erſehen, daß die durch Schleuderfrüchte erreichte Verbreitung der Pflanzen eine ſehr beſchränkte iſt. Die Wurfweite von 15 m, welche durch die kräftigſten Schleudervorrichtungen erreicht wird, iſt im Vergleiche zu den Entfernungen, welche durch andere Verbreitungsmittel, namentlich durch den Wind, erzielt werden, eine

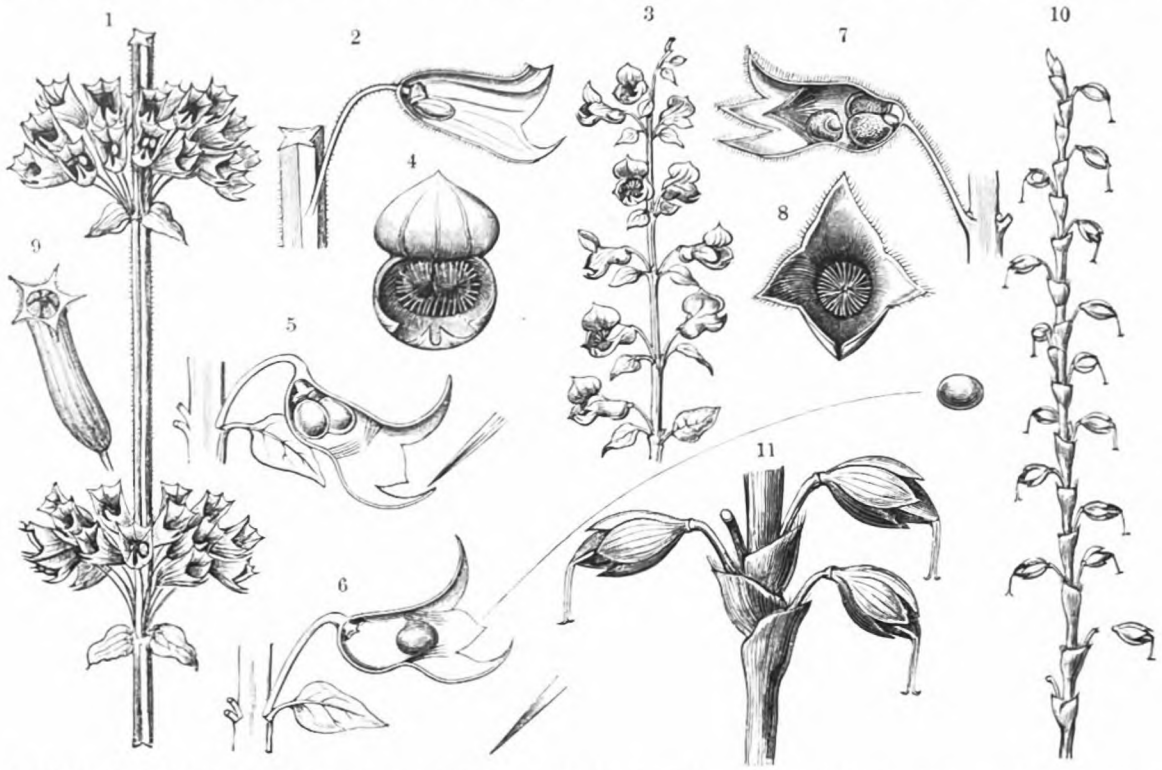
verſchwindend kleine. Daraus dürfte ſich auch erklären, daß die Ausbildung von Schleuderfrüchten auf verhältnismäßig wenig Pflanzen beſchränkt iſt, und daß dieſe Pflanzen vorwaltend Bewohner von Orten ſind, wo die Gewalt des Windes gebrochen und abgeſchwächt iſt, und wo daher die Bedingungen für die Verbreitung durch den Wind nichts weniger als günſtig ſind. Cardamine impatiens, Dentaria, Impatiens, Lathraea clandestina, Mercurialis perennis, Orobus vernus, Oxalis Acetosella, Viola canina und silvatica haben ihre Heimat in einſamen, ſchattigen, windgeſchützten Waldgründen, und andere, wie z. B. Geranium palustre und Lathyrus silvester, klettern an den Gebüſchen und Hecken am Rande des Waldes. Es darf auch nicht unerwähnt bleiben, daß in vielen Fällen mit dem Ausſchleudern eine zweite Art der Verbreitung der Früchte und Samen verbunden ſein kann, auf welche der Name Impatiens Nolitangere, zu deutſch „Rühr' mich nicht an", hinweiſt. Bei jenen Schleuderfrüchten, bei welchen die hohe Spannung auf der Quellung und dem Turgor beſonderer Zellenſchichten beruht, iſt nämlich die Einrichtung getroffen, daß die Spannung, in welcher ſich die Wände der Frucht befinden, durch die leiſeſte Berührung von außen gelöſt wird, und daß dem Berührenden die Samen entgegen- oder nachgeſchleudert werden. Tiere, welche durch die ſchattigen Waldgründe wandernd an Impatiens, Cardamine, Dentaria, Oxalis ꝛc. vorüberkommen, werden infolge des Anſtreifens an die Früchte dieſer Pflanzen mit deren Samen beworfen, und es iſt kaum zweifelhaft, daß ein Teil dieſer Samen an dem Pelze oder Gefieder der Tiere hängen bleibt. Daß die Tiere, welche über die mit Elaterium (ſ. Abbildung, S. 772, Fig. 1) bewachſenen Plätze ſchreiten und dabei die an hakenförmig umgebogenen Stielen hängenden Früchte ſtreifen, mit den ausgeſpritzten und in eine ſchleimige Maſſe eingebetteten Samen beſudelt werden, iſt längſt bekannt, ſowie es nachgewieſen iſt, daß ſich dieſe Tiere der unbequemen Laſt zu entledigen ſuchen, ſobald ſie am Ende ihrer Wanderung an einem Ruheplatze angelangt ſind.

Es ſind hier noch mehrere der Verbreitung der Früchte und Samen dienende Vorrichtungen zu ſchildern, welche, was den Erfolg anbelangt, die größte Ähnlichkeit mit den Schleuderfrüchten haben, in den der Erſcheinung zu Grunde liegenden Urſachen aber weſentlich abweichen. Bei den Schleuderfrüchten beruht das Wegſchleudern der Früchte und Samen auf Quellung und Turgor oder auf Bewegungen, welche durch das Austrocknen hygroſkopiſcher Zellenſchichten zu ſtande kommen; in den nun zu beſchreibenden Fällen *beruht das Auswerfen der Früchte und Samen lediglich auf der Elaſtizität der Stengel und Fruchtſtiele*. Dieſe Stengel und Fruchtſtiele ſind in hohem Grade biegungsfeſt und werden *durch eine von außen her wirkende Kraft* geſpannt und gebogen. In dem Augenblicke, wo dieſe Kraft zu wirken aufhört, kehren ſie zufolge der Biegungsfeſtigkeit in die frühere Lage zurück und werfen bei dieſer Gelegenheit die von ihnen getragenen Früchte und Samen in weitem Bogen fort. Von dieſen Vorrichtungen, welche im Hinblicke auf die Ähnlichkeit mit Wurfmaſchinen oder Balliſten *balliſtiſche Verbreitungsmittel der Früchte und Samen* genannt werden, ſollen fünf Formen beſonders hervorgehoben werden. Die einfachſte derſelben trifft man an den Korbblütlern, deren Fruchtköpfchen von einem aufrechten, verhältnismäßig langen, elaſtiſch biegſamen Stengel getragen werden. Die Früchtchen ſind zur Zeit der Reife von ihren kurzen Stielchen bereits abgelöſt, und als Lagerſtätte derſelben dient das von Hüllſchuppen umgebene Mittelfeld des ehemaligen Blütenlagers oder der Grund des aus dem Blütenköpfchen hervorgegangenen körbchenförmigen Fruchtköpfchens. Sie ſind hier ſo gebettet, daß ein Ausfallen ohne äußere Veranlaſſung nicht möglich iſt. Sobald aber durch einen Windſtoß oder ein anſtreifendes Tier der das Fruchtköpfchen tragende, aufrechte, biegungsfeſte Stengel ſeitwärts gebogen wird und dann wieder zurückſchnellt, werden die auf dem ſchüſſelförmigen oder körbchenförmigen Fruchtköpfchen liegenden Früchte ausgeworfen. Bei vielen Korbblütlern

neigen die Hüllſchuppen, welche das Körbchen bilden, oben dachförmig zuſammen; dabei ſind ſie aber elaſtiſch biegſam und an der Innenſeite ſehr glatt, ſo daß die Früchtchen, welche ausgeworfen werden, an ihnen leicht abgleiten und durch die zuſammenneigenden elaſtiſchen Spitzen der Schuppen eine Art Führung erhalten. Bei anderen Korbblütlern, für welche die Gattung Telekia als Vorbild gelten kann, iſt das Blütenlager mit ſogenannten Spreublättchen dicht beſetzt, und die auszuwerfenden Früchtchen, welche, nebenbei bemerkt, keine Haarkrone haben, erſcheinen zwiſchen dieſen Spreublättchen eingebettet. Die Spreublättchen ſind aufrecht, ſtarr und am Rande mit aufwärts gerichteten Zäckchen verſehen. Bei jeder noch ſo leichten Erſchütterung rücken die Früchtchen zwiſchen den Spelzen ein wenig in die Höhe, können dann aber nicht mehr zurück, weil ſich ihnen die ſtarren Zäckchen am Rande der Spelzen entgegenſtemmen. Es macht den Eindruck, als ob die Früchtchen zwiſchen den Spelzen wie auf einer Leiter ſchrittweiſe emporſteigen würden. Endlich ſind ſie nahe bei der Spitze der Spreublättchen angelangt. Wenn nun bei dem Anpralle eines heftigen Windſtoßes die Stiele der Fruchtköpfchen ſtärker hin und her ſchwanken, ſo werden die zwiſchen den elaſtiſchen Spitzen der Spreublättchen eingelagerten Früchtchen in weitem Bogen fortgeworfen. Wieder eine andere Gruppe von Korbblütlern, für welche Centaurea Pseudophrygia und stenolepis als Vorbilder dienen können, zeigt folgende Einrichtung: Das Blütenlager entbehrt der Spreublättchen, die Hüllſchuppen bilden einen Korb, und die Früchte ſind im Grunde des Korbes eingebettet. Bei feuchtem Wetter ſchließen die Spitzen der Deckſchuppen dicht zuſammen, und die kurzen Borſten des die Früchtchen krönenden Pappus ſind genähert und aneinander gelegt. Bei trockenem warmen Wetter, zumal unter dem Einfluſſe trockener Winde und im Sonnenſchein, weichen die Deckſchuppen auseinander, und das Körbchen iſt nun weit geöffnet. Gleichzeitig ſträuben ſich die den Pappus bildenden Borſtenhaare, und durch dieſe Bewegung werden die Früchtchen bis zur weiten Mündung des Körbchens emporgehoben. Sobald jetzt der biegungsfeſte Stengel, welcher das Körbchen trägt, ins Schwanken gerät, werden die Früchtchen wie Federbälle aus dem Körbchen hinausgeworfen. Die borſtenförmigen Pappushaare haben hier nicht die Bedeutung von Flugvorrichtungen; ſie ſind kurz und ſtarr und dienen, abgeſehen davon, daß ſie die Früchtchen zur Mündung des Körbchens emporheben, dazu, die Richtung bei dem Falle der ausgeworfenen Früchte zu beſtimmen. Balliſtiſche Vorrichtungen, welche den eben geſchilderten ſehr ähnlich ſehen, trifft man auch bei mehreren Iridaceen, Liliaceen, Caryophyllaceen, Primulaceen und Skrofulariaceen; nur wird hier von dem aufrechten, biegungsfeſten Stengel nicht ein Fruchtköpfchen, ſondern eine Kapſel getragen, und was ausgeworfen wird, ſind nicht Früchte, ſondern Samenkörner. Die Samen ſind verhältnismäßig groß und ſchwer und entbehren der häutigen und haarförmigen Anhängſel. Die Kapſel iſt in allen dieſen Fällen ſo geſtellt, daß ihre Mündung nach oben ſieht, und öffnet ſich nur bei trockenem Wetter. Da ſie verhältnismäßig tief ausgehöhlt iſt, ſo hat nur ein ſtarkes Schwanken des ſie tragenden biegungsfeſten Stengels ein Auswerfen der Samen zur Folge.

Überaus merkwürdig iſt das Auswerfen der Früchte bei den Lippenblütlern. Die Früchte dieſer Pflanzen haben die Geſtalt kugeliger, eiförmiger oder ellipſoidiſcher Nüßchen und ſind zur Zeit der Reife im Grunde des Fruchtkelches geborgen. Der Fruchtkelch iſt glocken- oder röhrenförmig, mit ſeiner Mündung nach der Seite gerichtet und wird von einem biegungsfeſten, meiſtens bogenförmigen Stiele getragen (ſ. Abbildung, S. 779, Fig. 1, 2, 3 und 6). Wenn man mit einem feſten Körper, etwa einem Holzſtäbchen, auf die ſtarren Spitzen des Fruchtkelches von obenher ein Druck ausübt (Fig. 5), ſo wird der Stiel des Fruchtkelches wie eine Feder geſpannt; ſobald dann der Druck aufhört, ſchnellt der Stiel in ſeine frühere Lage zurück, und die in der Höhlung des Fruchtkelches geborgenen Nüßchen werden mit großer Gewalt ausgeworfen (Fig. 6). Die Führung bei dieſem Ausſchleudern

wird von den beiden gleich Schlittenkufen aufwärts gekrümmten unteren Kelchzähnen übernommen (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 2). In vielen Fällen, beiſpielsweiſe bei Teucrium flavum und Euganaeum und Monarda fistulosa (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 3—9), iſt überdies eine zweite Führung durch ſteife, elaſtiſch biegſame, in die Kelchröhre eingeſchaltete und mit ihren Spitzen zuſammenneigende Haare hergeſtellt, und man könnte die Bedeutung, welche dieſen Haaren im Hinblicke auf die ausgeworfenen Nüßchen zukommt, mit jener der Züge in den Gewehrläufen vergleichen. Bei Scutellaria hinwiederum bilden die Lappen des an einen geſchloſſenen Turnierhelm erinnernden Kelchſaumes eine entſprechende Führung der ausgeſchleuderten Samen. Was nun künſtlich durch Biegen und Aufſchnellenlaſſen der Stiele des Fruchtkelches erreicht wird, erfolgt in der freien

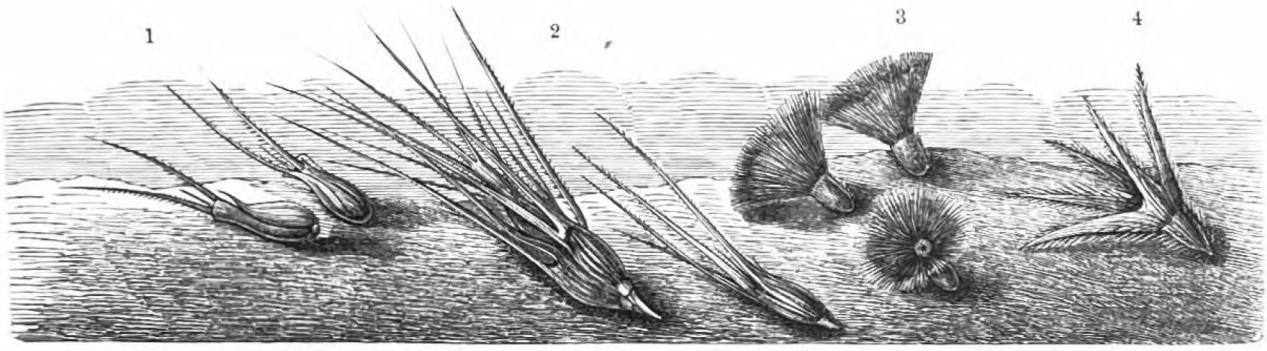


Balliſtiſche Früchte: 1 und 2. Salvia verticillata. — 3, 4, 5 und 6. Teucrium Euganaeum. — 7 und 8. Teucrium flavum. — 9. Monarda fistulosa. — 10 und 11. Polygonum Virginicum. — Fig. 1, 3 und 10 in natürlicher Größe; die anderen Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 778.

Natur infolge heftiger Erſchütterung der Fruchtſtände durch Windſtöße, durch Anprallen von fallenden Regentropfen und ganz vorzüglich durch Anſtreifen vorüberwandernder Tiere an die ſtarren Fruchtkelche. Im letzteren Falle mag wohl das eine oder andere ausgeworfene Nüßchen auch auf den Pelz des anſtreifenden Tieres gelangen und ſodann auf viel größere Entfernung verbreitet werden. Abgeſehen von den Lippenblütlern kommt dieſe Wurfvorrichtung nur ſelten vor. Am eheſten ließe ſich das Auswerfen der Samen aus den S-förmig gebogenen, von ſteifen Stielen getragenen und mit der Mündung ſchräg nach aufwärts gerichteten Früchten mehrerer Arten der Gattung Hornkraut, z. B. Cerastium macrocarpum (ſ. Abbildung, S. 443, Fig. 4), vergleichen.

Eine der ſeltſamſten balliſtiſchen Vorrichtungen wird an dem nordamerikaniſchen Polygonum Virginicum (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 10 und 11) beobachtet. Die Früchte ſitzen bei dieſer Pflanze auf kurzen Stielen und ſind an langen, gertenförmigen Stengeln ährenförmig geordnet. Die kurzen Fruchtſtiele zeichnen ſich dadurch aus, daß die Zellen des mächtig entwickelten Rindenparenchyms ſchwach verdickte, aber ſtark verholzte Wandungen beſitzen. Auch iſt bemerkenswert, daß an der Grenze von Stiel und Frucht eine

Trennungsschicht entsteht, welche dem freien Auge als Gelenk erscheint. Der Griffel hat sich in einen abwärts gerichteten, mit zwei abstehenden Häkchen endigenden, der Frucht aufsitzenden Schnabel umgewandelt. Wenn ein vorüberwanderndes Tier mit diesen Früchten in Berührung kommt und auf sie einen Druck ausübt, so sieht man, daß sofort eine Lösung in der vorgebildeten Trennungsschicht stattfindet, und daß die betroffenen Früchte in weitem Bogen abspringen. Der auf die Frucht ausgeübte Druck wird augenscheinlich auf den kurzen Stil übertragen, und es wird das Gewebe dieses Stieles in eine Spannung versetzt, welche der Spannung einer Uhrfeder vergleichbar ist. Sobald der Druck aufhört, wird die Spannung in dem Gewebe des Fruchtstieles gelöst und die Frucht mit großer Kraft abgeworfen. Lange Zeit hindurch blieb es rätselhaft, wie das Abwerfen dieser Früchte erfolgt, wenn keine vorüberwandernden Tiere anstreifen. Vor einigen Jahren hatte ich endlich Gelegenheit zu sehen, wie bei heftigem Winde die langen, mit Früchten besetzten Gerten hin und her geschwenkt werden, und wie sie bei dieser Gelegenheit aneinander und an die Äste benachbarter Sträucher streifen, wodurch das Abwerfen der Früchte gerade

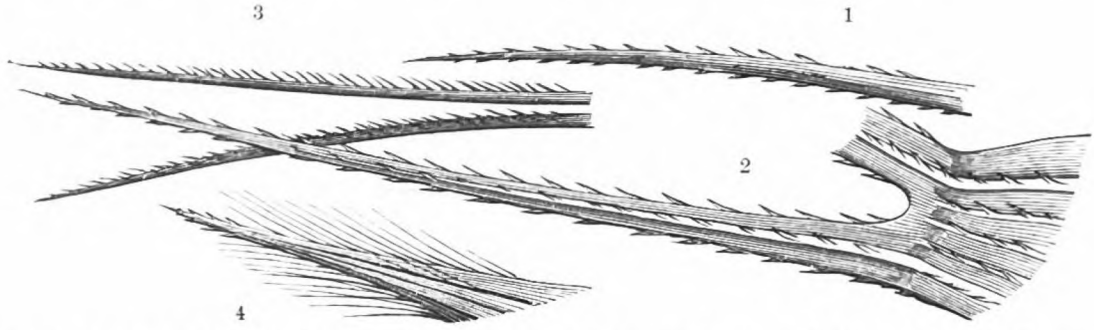


Kriechende und hüpfende Früchte: 1. Aegilops ventricosa. — 2. Aegilops ovata. — 3. Crupina vulgaris. — 4. Trifolium stellatum. Vgl. Text, S. 781.

so stattfindet, als ob vorbeiwandernde Tiere angestreift wären. Das Anstreifen der Tiere bietet aber insofern einen Vorzug, als die abgeworfenen Früchtchen mit dem verhärteten Griffel am Pelze des anstreifenden Tieres leicht hängen bleiben, wodurch eine Verbreitung auf weit größere Entfernungen ermöglicht wird. Wenn die Tiere nicht ins Spiel kommen und die abgeworfenen Früchte auf die Erde fallen, beträgt die Wurfweite nur 2—3 m, ein verhältnismäßig sehr geringer Abstand von dem Platze, an welchem die Früchte ausgereift sind.

Noch beschränkter als die Verbreitung der ausgeschleuderten und ausgeworfenen Früchte ist jene der **kriechenden und hüpfenden Früchte**. Unter diesem Namen werden Früchte zusammengefaßt, von deren Umhüllungen einseitig steife und dabei sehr hygroskopische Borsten ausgehen, welche bei dem Wechsel im Feuchtigkeitszustande der Umgebung fort und fort ihre Lage ändern und dabei die eingehüllte Frucht oder den eingehüllten Samen nach einer bestimmten Richtung fortschieben. Bei den Gräsern (z. B. Elymus crinitus, Secale fragile und verschiedenen Arten von Aegilops; s. obenstehende Abbildung, Fig. 1 und 2) sind es die von den Spelzen ausgehenden Grannen, bei den Restiaceen (z. B. dem südafrikanischen Hypodiscus aristatus) die in starke Grannen auslaufenden Deckschuppen der Blüten, bei den Skabiosen und Korbblütlern (z. B. Crupina vulgaris; s. obenstehende Abbildung, Fig. 3) die Kelchborsten und steifen Haare des Pappus und bei den Papilionaceen (z. B. Trifolium stellatum; s. obenstehende Abbildung, Fig. 4) die sparrig abstehenden Kelchzähne, welche durch abwechselndes Auseinander- und Zusammenrücken eine Bewegung veranlassen, welche am besten mit dem Kriechen verglichen werden kann. In allen diesen Fällen erscheinen die hygroskopischen Gebilde auf beiden Seiten oder einseitig oder wenigstens an der Spitze mit

kleinen Zäckchen verſehen (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 1—4), welche eine rückgängige Bewegung von dem einmal erreichten Platze unmöglich machen und inſofern die Richtung des Wegs beſtimmen. Bei Arrhenatherum elatius, Avena pratensis und mehreren anderen Gräſern ſind die Grannen, welche von der Baſis der einhüllenden Spelzen ausgehen, knieförmig gebogen. Der Teil unterhalb des Knies iſt ſchraubig gedreht und außerordentlich hygroſkopiſch. Je nach dem Feuchtigkeitszuſtande der Luft dreht ſich derſelbe wie ein Strick bald auf, bald zuſammen. Durch dieſe Drehung wird jener Teil der Granne, welcher ſich über dem Knie befindet, wie ein Uhrzeiger bald nach der einen, bald nach der anderen Seite bewegt. Begreiflicherweiſe kann dieſe Bewegung nur ſtattfinden, wenn der uhrzeigerförmige Teil der Granne nicht unverrückbar irgendwo eingeklemmt iſt. Für den Fall, daß ſich auf dem Boden ein feſter Körper erhebt und ſich an dieſen der eine Hebelarm anſtemmt, ſo kann es geſchehen, daß die Spitze der Granne bei fortgeſetzter Drehung des unteren Teiles über den feſten Körper mit einem kräftigen Rucke hinweggleitet, wobei das begrannte Gebilde in ſchiefer Richtung emporgeſchleudert wird. Beſonders in die Augen fallend iſt dieſe Er-



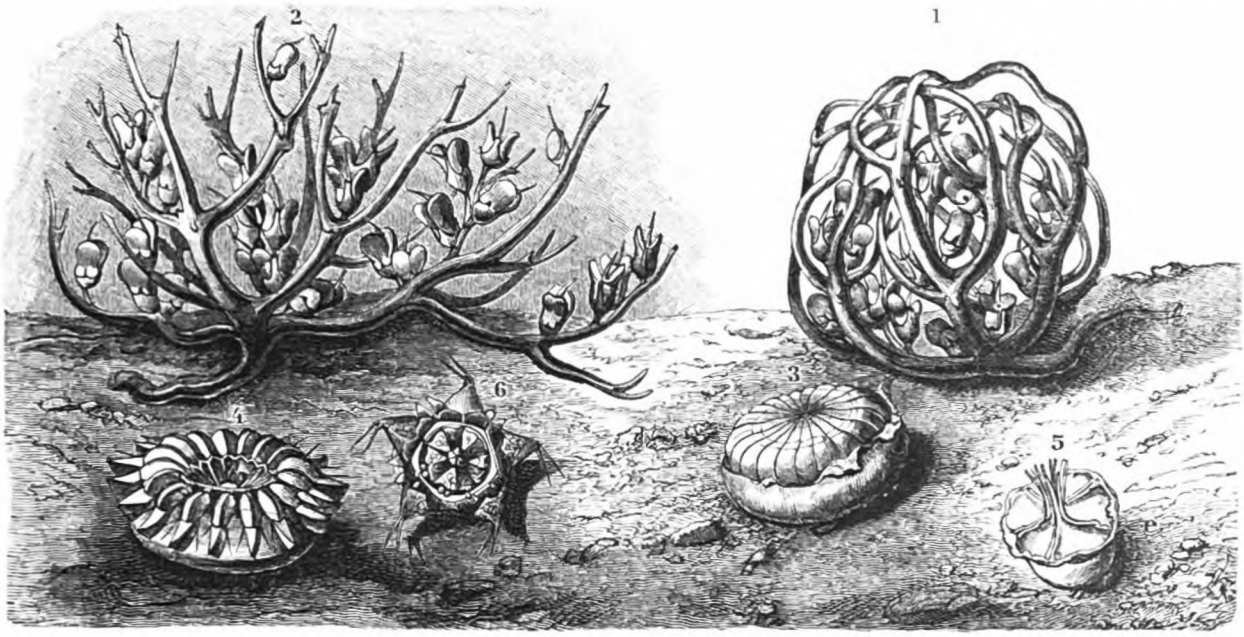
Kriechende und hüpfende Früchte: 1. Granne von Aegilops ventricosa. — 2. Granne von Aegilops ovata. — 3. Borſten des Pappus von Crupina vulgaris. — 4. Kelchzahn von Trifolium stellatum. — Sämtliche Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 780.

ſcheinung bei Avena sterilis. Hier zeigt das abgefallene Fruchtährchen zwei mit ſtarker, knieförmig gebogener Granne beſetzte Spelzen. Bei der Änderung im Feuchtigkeitszuſtand drehen ſich die beiden Grannen in entgegengeſetzter Richtung, kreuzen ſich, drücken aufeinander und gleiten ſchließlich mit einem heftigen Rucke voneinander ab, was ein Emporſpringen der ganzen Frucht zur Folge hat. Dieſe Bewegung macht weit mehr den Eindruck des Hüpfens oder Springens als den des Kriechens.[1]

Der Weg, welchen die kriechenden, hüpfenden und ſpringenden Früchte zurücklegen, erſtreckt ſich ſelten weiter als einige Dezimeter. Die Früchte gelangen nämlich infolge der von ihnen ausgeführten Bewegungen alsbald in irgend eine Sackgaſſe, wo ſie feſtgehalten werden, oder ihre Grannen verſchränken ſich mit dem über das Erdreich aufragenden Stengeln und Blättern, und die Bewegungen haben dann zur Folge, daß die in den Fruchtſchuppen geborgenen Samen in die Erde eingeſenkt werden (ſ. Band I, S. 574). Gewiß iſt auch bei den in Rede ſtehenden Pflanzen die Befeſtigung an das Keimbett das wichtigſte durch die kriechenden und hüpfenden Bewegungen angeſtrebte Ziel, aber anderſeits läßt ſich nicht in Abrede ſtellen, daß auch eine in beſcheidenen Grenzen ſich haltende Verbreitung der betreffenden Gewächſe durch dieſe Bewegungen erreicht werden kann und thatſächlich erreicht wird.

[1] Das Hüpfen und Springen, welches an den Früchten der mexikaniſchen Sebastiania Pavoniana und an jenen der dem mittelländiſchen Florengebiete angehörenden Tamarix Gallica beobachtet wird, iſt nicht die Folge von Spannungsänderungen in einzelnen Teilen der Fruchthülle, ſondern wird durch Inſektenlarven veranlaßt, welche im Inneren dieſer Früchte leben und zwar bei der „mexikaniſchen Springbohne“ durch die Larve des Kleinſchmetterlinges Carpocapsa saltitans und bei Tamarix Gallica durch die Larve des Käfers Nanodes Tamarisci.

Die Verbreitung der Früchte durch Vermittelung des Waſſers findet bei allen jenen Pflanzen ſtatt, welche ſich unter Waſſer befruchten, und deren Früchte ſich zur Zeit der vollen Reife von der Mutterpflanze ablöſen. Zu dieſen gehören die Waſſerſchimmel (Saprolegniaceen) und die meiſten unter dem Namen Algen zuſammengefaßten Kryptogamen (Jochalgen, Gametophyceen, Siphonaceen, Tange und Armleuchtergewächſe). Was über die Verbreitung der Früchte dieſer Pflanzen im Waſſer zur Kenntnis der Botaniker gelangte, wurde bereits bei früherer Gelegenheit mitgeteilt (ſ. S. 46—60). Von geringerer Bedeutung iſt dieſe Verbreitungsweiſe für die an der Luft ſich befruchtenden und an der Luft die Früchte ausreifenden Phanerogamen. Bei oberflächlicher Betrachtung könnte man zwar mutmaßen, daß das Regenwaſſer, welches von den Pflanzen abläuft und über den Boden dahinrieſelt, ein ſehr wirkſames Verbreitungsmittel der Früchte, beziehentlich der



Früchte, welche ſich nach Benetzung mit Waſſer öffnen: 1. Anastatica Hierochuntica, trocken. — 2. Dieſelbe befeuchtet. — 3. Frucht von Mesembrianthemum Candolleanum, trocken — 4. Dieſelbe Frucht befeuchtet. — 5. Frucht von Mesembrianthemum annuum, trocken. — 6. Dieſelbe Frucht befeuchtet Vgl. Text, S. 783.

Samen ſei, aber bei näherem Eingehen überzeugt man ſich, daß dieſe Verbreitung doch nur verhältnismäßig ſelten vorkommt, und daß in jenen Fällen, wo ſie ſtattfindet, immer noch für eine zweite Art der Verbreitung Vorſorge getroffen iſt. Als die bekannteſten hierher gehörigen Fälle ſeien zunächſt zwei Pflanzen hervorgehoben, welche unter dem Namen „Roſe von Jericho“ ſchon im Mittelalter von Kreuzfahrern und Pilgern ihres ſeltſamen Verhaltens wegen aus dem Orient nach Europa gebracht und mit den verſchiedenſten Fabeln ausgeſchmückt wurden. Die eine iſt Anastatica Hierochuntica, eine Crucifere, welche in den Steppen Ägyptens, Arabiens und Syriens verbreitet und dadurch ausgezeichnet iſt, daß ſich ihre Äſte zur Zeit der Fruchtreife bogenförmig einwärts krümmen, wodurch die zahlreichen, an den Enden der Veräſtelungen ſitzenden geſchloſſenen, birnförmigen Schotenfrüchte wie von einem feſten Gitter umgeben und gegen alle möglichen Angriffe geſchützt werden (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 1). Sie hat jetzt die Form eines Knäuels oder einer geſchloſſenen „Roſe“ und verharrt in dieſem Zuſtande ſo lange, wie ſie trocken bleibt. Sobald ſie befeuchtet wird, öffnet ſich die Roſe, d. h. die Äſte gehen auseinander und ſtrecken ſich gerade (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 2). Auch die Früchtchen öffnen ſich dann, und die Samen können durch auffallende Waſſertropfen aus den Fruchtklappen fortgeſpült werden. In der freien Natur verharrt die Anastatica während der langen Dürre, welche der

Fruchtreife folgt, in geſchloſſenem Zuſtande, erſt bei dem Eintritte der Winterregen öffnet ſich der Knäuel ihrer Äſte, und die Samen werden aus den geöffneten Früchten durch das abfließende Regenwaſſer fortgeſpült. Die zweite „Roſe von Jericho", Asteriscus pygmaeus, iſt ein niederer Korbblütler, deſſen Verbreitungsgebiet ſich von der nördlichen Sahara bis Paläſtina erſtreckt, und der insbeſondere in der Umgebung von Jericho häufig angetroffen wird. Bei dieſer Pflanze ſchließen ſich nach der Fruchtreife nicht die Äſte, ſondern die roſettenförmig gruppierten Hüllblätter über die Fruchtköpfchen zuſammen und bleiben ſo lange geſchloſſen, bis die Winterregen eintreten, welche die „Roſe" öffnen und die Früchtchen fortſpülen.

Ähnliche Beziehungen zu dem Regen zeigen die Früchte und Samen der in der Kapflora in großer Mannigfaltigkeit entwickelten Kriſtallkräuter oder Mittagsblumen (Mesembrianthemum). Die Kapſelfrüchte dieſer Pflanzen bleiben bei trockenem Wetter geſchloſſen. Sobald ſie aber befeuchtet werden, ſchlagen ſich die über die Bauchnähte der Fruchtfächer gedeckten Klappen zurück, die Bauchnähte klaffen auseinander, und die durch doppelten Verſchluß bisher zurückgehaltenen Samen werden durch den Regen aus den Fruchtfächern fortgeſpült (ſ. Abbildung, S. 782, Fig. 3, 4, 5 und 6). Unter den Pflanzen der europäiſchen Flora zeigt der Mauerpfeffer (Sedum acre) ein Verhalten gegen den Regen, welches lebhaft an jenes der Kriſtallkräuter erinnert. Die ſtrahlenförmig geordneten Fruchtblätter ſind am Grunde mit flügelförmigen Leiſten verſehen, und das Mittelfeld der Frucht hat die Geſtalt eines ſeichten Beckens. Bei trockenem Wetter ſind die Fruchtfächer geſchloſſen, ſobald aber Regentropfen auf dem erwähnten beckenförmigen Mittelfelde haften bleiben, öffnen und weiten ſich ſofort die fünf Fruchtfächer, die folgenden Regentropfen ſpülen die kleinen Samen aus den geöffneten Fächern heraus und übertragen ſie auf das umgebende Erdreich. Da das herabrieſelnde Regenwaſſer in die feinſten Ritzen und Klüfte des Geſteins und der Mauern eindringt, ſo werden die Samen auch in die Spalten ſenkrechter, ja ſelbſt überhängender Wände eingeführt, in welche durch ein anderes Verbreitungsmittel kaum jemals ein Same gelangen könnte. Bei der im ſüdlichen Europa auf Mauern wachſenden Veronica Cymbalaria, deren Früchte gleichfalls bei trockenem Wetter geſchloſſen bleiben und nur in durchnäßtem Zuſtande ſich öffnen, werden die Samen ähnlich wie jene des Mauerpfeffers in die Ritzen und Spalten der ſenkrechten Wände durch das einſickernde Regenwaſſer geführt. Ebenſo werden bei den auf bebautem Lande häufig vorkommenden Ehrenpreisarten Veronica agrestis und Veronica serpyllifolia die Samen aus den bei Regenwetter weit aufklaffenden Kapſeln fortgeſpült und an Stellen geführt, wo ſie die günſtigen Bedingungen zum Keimen finden. Merkwürdig iſt, daß auch die Kapſeln der an den Ufern ſtehender und fließender Gewäſſer heimiſchen Veronica Anagallis, Beccabunga und scutellata ſich nur dann öffnen, wenn ſie vom Regen ganz durchnäßt ſind. Es dürfte dieſe auffallende Erſcheinung am richtigſten in folgender Weiſe erklärt werden: Würde der Wind als Verbreitungsmittel zur Geltung kommen, ſo laufen die Samen Gefahr, daß ſie an trocknen Orten abgeſetzt werden, wo ſie zu Grunde gehen müßten. Das Regenwaſſer dagegen führt die ausgeſpülten Samen auf das feuchte Erdreich des Sumpfes oder in das ſeichte Gewäſſer des Baches oder Tümpels, welches den günſtigſten Standort dieſer Pflanzen bildet.

Ich wiederhole nochmals, daß Einrichtungen zum Fortſpülen der Samen aus den geöffneten Früchten vermittelſt des Regenwaſſers verhältnismäßig ſelten ſind. Das ſchließt freilich nicht aus, daß Früchte und Samen, welchen die geſchilderten Einrichtungen abgehen, dennoch durch Vermittelung des Regenwaſſers und der aus dem Regenwaſſer ſich entwickelnden Zuflüſſe der Bäche verbreitet werden können, wenn ſie auf irgend eine Weiſe in das Rinnſal ſolcher Gewäſſer gelangen. Wenn ſich z. B. aus einem heftigen Gußregen Waſſeradern entwickeln, welche mit raſchem Gefälle über den Boden ablaufen, ſo werden dieſe nicht nur den Sand und die Erde, ſondern auch die auf der Erde liegenden und ſchon früher

durch den Wind dort abgesetzten Samen mit fortspülen und nachträglich mit dem Schlamme am Rande des Gewässers wieder absetzen. Auch die Früchte und Samen, welche, von Luftströmungen entführt, gelegentlich in das fließende Wasser der Bäche, Flüsse und Ströme fallen, können fortgeschwemmt und im Unterlaufe des Gewässers abgesetzt werden. Auf den Sandbänken der Gebirgsbäche, am Strande der Flüsse und Ströme findet man, nachdem das Hochwasser abgelaufen ist, regelmäßig zahlreiche Früchte und Samen der verschiedensten Pflanzen abgelagert. Viele derselben haben dort allerdings keine Zukunft und gehen zu Grunde, weil die Bedingungen für ihre weitere Entwickelung fehlen, oder weil sie während des Transportes ihre Keimfähigkeit eingebüßt haben; manche aber keimen, und einige gedeihen sogar in üppiger Weise. Von dergleichen Früchten und Samen darf man aber nur sagen, daß sie gelegentlich durch strömendes Wasser verbreitet werden können, nicht aber, daß sie der Verbreitung durch strömendes Wasser eigens angepaßt sind.

Dasselbe gilt von den meisten Früchten und Samen der Landpflanzen, welche gelegentlich in das Meer gelangen. Sie können durch die Meeresströmungen weit fortgeführt werden, monatelang herumschwimmen, um endlich bei hochgehender See an einer fernen Küste zu stranden. Wiederholt wurden Untersuchungen ausgeführt, um zu ermitteln, welche Früchte und Samen trotz des längeren Verweilens im salzigen Wasser ihre Keimfähigkeit bewahren. Als Ergebnis dieser Untersuchungen hat sich herausgestellt, daß die Samen des Asparagus officinalis, Hibiscus speciosus und noch mehrerer anderer Pflanzen, welche länger als ein Jahr im Meerwasser lagen, ihre Keimfähigkeit nicht eingebüßt hatten, was an und für sich gewiß von hohem Interesse ist. Aber für die Verbreitung der Früchte und Samen durch Meeresströmungen sind solche Ergebnisse ohne Belang, wenn nicht auch nachgewiesen wird, daß diese Früchte und Samen sich schwimmend an der Oberfläche des Wassers erhalten. Denn die meisten Früchte und Samen sinken sofort unter, wenn sie auf die Oberfläche des Wassers gelegt werden, und gehen auf dem Meeresgrunde früher oder später in Verwesung über. Die Zahl der Früchte und Samen, welche befähigt sind, sich lange Zeit auf der Wasseroberfläche schwimmend zu erhalten, ist eine äußerst beschränkte. Von solchen, welche auf dem Meere schwimmend angetroffen werden, sind zunächst die gepanzerten Früchte der unter dem Namen Lepidocarynae zusammengefaßten Palmen hervorzuheben. Sie zeigen eine glatte, schuppige, rings geschlossene, für Wasser undurchdringliche Hülle, welche lebhaft an ein Panzerhemd erinnert, und da diese Hülle nicht dicht der Frucht anliegt, sondern ein luftgefüllter Zwischenraum übrigbleibt, so erhalten sich die gepanzerten Palmenfrüchte als treffliche Schwimmer auf der Wasseroberfläche. Auch die großen Früchte der Kokospalmen sind durch eine mächtige, luftführende Faserschicht und eine über diese gelagerte, wegen ihres Fettgehaltes für Wasser undurchdringliche Hautschicht schwimmfähig gemacht. Wenn nun solche Früchte in das Meer gelangen und bei hochgehender Brandung an das Ufer geworfen werden, so können die in denselben eingeschlossenen Keimlinge, vorausgesetzt, daß es die klimatischen und die Bodenverhältnisse der Ablagerungsstätte zulassen, sich entwickeln und zu Ansiedlern an der Küste werden. In der That wurde beobachtet, daß sich in den Tropen aus solchen gestrandeten Früchten auf einsamen Eilanden ohne Zuthun des Menschen Pflanzenstöcke entwickelten.

Mit der Verbreitung der Früchte und Samen in stehenden Gewässern verhält es sich ganz eigentümlich. Strömungen, welche durch die Neigung des Bodens veranlaßt werden, kommen in solchen Gewässern nicht vor. Die Strömungen, welche mit der Ausgleichung ungleich erwärmter Wasserschichten zusammenhängen, bewegen sich vorwaltend in auf- und absteigender Richtung, und durch sie können die Früchte und Samen in horizontaler Richtung nur wenig fortgetrieben werden. Nur der Wind vermag hier als treibende Kraft mit Erfolg in Wirksamkeit zu treten und die Früchte und

Samen, welche zum Schwimmen eingerichtet sind, von einem zum anderen Ufer treiben. Von solchen Früchten und Samen sind aber drei Gruppen besonders hervorzuheben. Erstens Trockenfrüchte, welche durch luftführende Hüllen schwimmfähig gemacht werden, wie beispielsweise die mit einem aufgeblasenen Schlauche umgebenen Früchte der sumpfbewohnenden Riedgräser (Carex ampullacea, vesicaria 2c.), zweitens die mit einem luftgefüllten mächtigen Rindenparenchym versehenen Früchte der Wasserliesche und Schilfe (Alisma, Butomus, Sagittaria, Sparganium 2c.), und drittens die Samen einiger Seerosen. Die Samen der mit vier Kelchblättern ausgestatteten Seerosen sind von einem Samenmantel umgeben, welcher der äußeren Samenhaut nur locker anliegt, so daß zwischen beiden eine Luftschicht eingeschaltet ist. Bei den Arten der Gattung Nuphar wird zwar kein Samenmantel ausgebildet, aber es trennen sich bei ihnen die Fruchtblätter zur Zeit der Fruchtreife in zwei Schichten, in eine äußere, grüne, saftreiche und eine innere weiße, luftreiche, welch letztere zahlreiche Samen umschließt. In allen diesen Fällen werden die Samen durch Vermittelung ihrer Umhüllungen schwimmfähig gemacht und durch die auf den Wasserspiegel einfallenden Winde fortgetrieben.

In ähnlicher Weise veranlaßt der Wind das Fortrollen loser, auf dem ebenen Boden liegender Früchte und Fruchtstände. Dieser Vorgang wird insbesondere in Gegenden beobachtet, wo auf die kurze Entwickelungsperiode des Sommers eine längere Periode der Dürre folgt, und auffallend reich an hierher gehörigen Pflanzen sind daher die Länder in der Umgebung des Mittelländischen Meeres und die Steppengebiete. Mehrere in den Hochsteppen des Orients heimische Doldenpflanzen entwickeln ellipsoidische glatte Früchte von dem Umfange einer Haselnuß. Wenn man jemand, der die Augen geschlossen hat, mehrere dieser Früchte auf die flache Hand legt, so hat derselbe nicht im entferntesten das Gefühl der Belastung und wird das Vorhandensein der Früchte erst gewahr, wenn er die Augen öffnet. Diese Früchte haben eben ein überraschend kleines Gewicht, was davon herrührt, daß sich in ihnen eine an Holundermark erinnernde Schicht ausgebildet hat. Ein Diachenium der Cachrys alpina ist 13 mm lang, 10 mm dick und wiegt 0,07 g, eine andere Cachrys aus Schiras ist 15 mm lang, 10 mm dick und wiegt doch nur 0,06 g! Begreiflicherweise werden dergleichen Früchte, wenn sie abgefallen sind, durch den Wind über die Steppe fortgerollt und kommen erst dann zur Ruhe, wenn sie irgendwo in eine Spalte des ausgetrockneten Lehmbodens oder in eine Felsritze gelangt sind. Auch einige Schmetterlingsblütler entwickeln solche Rollfrüchte. Eine Gruppe von Arten der Gattung Schneckenklee, für welche Medicago scutellata (s. Abbildung, S. 786, Fig. 5) als Vorbild dienen mag, besitzt schraubig gewundene kugelige Hülsen, welche sich zur Zeit der Samenreife von ihren Stielen trennen und bei jedem kräftigen Windstoße eine kleine Strecke über den Boden fortgerollt werden. Dasselbe gilt von der zu den Loasaceen gehörigen, in Südamerika heimischen Blumenbachia Hieronymi, deren kugelige Früchte trotz des nicht unbedeutenden Durchmessers von 2,5 cm in ausgetrocknetem Zustande nur 0,34 g wiegen. Wenn die Samen ausgereift sind, verwelkt der Fruchtstiel, und die dann lose auf der Erde liegenden Kugeln werden durch den leisesten Luftstrom fortgerollt. Werden sie irgendwo in ihrem Laufe aufgehalten und vom Regen genetzt, so erweitern sich die an ihnen schon vorhandenen Spalten, und eine Fülle von runzeligen Samen fällt heraus. Die auf dürrem, felsigem Boden im pontischen Florengebiete weitverbreitete Paronychia Kapella (s. Abbildung, S. 791, Fig. 6) reift im Hochsommer kleine Früchte aus, deren jede von trockenhäutigen silberweißen Deckblättern umwallt ist. Wenn für diese Früchte die Zeit der Verbreitung gekommen ist, löst sich der Fruchtstand, welcher die Gestalt eines kugeligen Knäuels hat, als Ganzes vom Zweige ab; die leichten Knäuel liegen dann lose auf dem Boden und rollen beim leisesten Anstoße des Windes mit großer Schnelligkeit dahin. Bisweilen

geht dieſes Rollen auf unebenem Boden in ein Hüpfen und Springen über, und ab und zu werden dergleichen Fruchtſtände auch von einem ſehr kräftigen Windſtoße erfaßt und auf ziemlich weite Entfernungen durch die Lüfte getragen. Bei mehreren Arten des Klees, namentlich bei Trifolium globosum, subterraneum und nidificum (ſ. Abbildung, S. 791, Fig. 10), ſind an den Enden der Stiele nur wenige wirtelig geſtellte, vollkommen entwickelte Blüten zu ſehen; deſto größer iſt die Zahl verkümmerter Blüten, welche ſich in der Mitte des ganzen Blütenſtandes dicht zuſammengedrängt als ein Schopf erheben. Wenn aus den vollkommen entwickelten Blüten Hülſenfrüchte entſtehen, vergrößern ſich die Kelchzähne der verkümmerten Blüten, nehmen die Geſtalt langer behaarter Borſten an, krümmen ſich nach außen und bilden einen lockeren, kugeligen Ballen, in welchem die kleinen Hülſenfrüchte

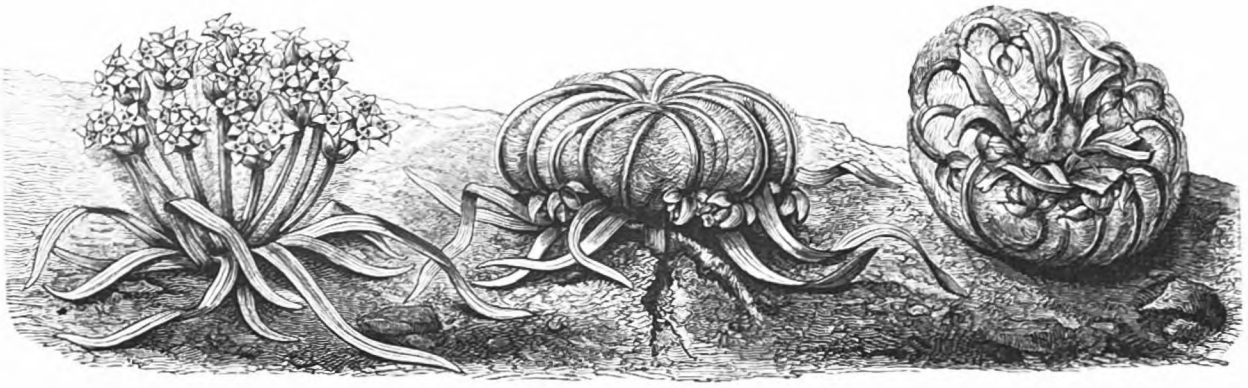


Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind: 1. Anthyllis Vulneraria, von welchem zwei Fruchtkelche abgefallen ſind. — 2 Längsſchnitt durch einen Fruchtkelch dieſer Pflanze; im Inneren des Fruchtkelches die Hülſe ſichtbar. — 3. Trifolium tomentosum; ein abgelöſter und ein noch mit dem Stiele verbundener Knäuel aus aufgeblaſenen Fruchtkelchen. — 4. Längsſchnitt durch einen Fruchtkelch dieſer Pflanze. — 5. Medicago scutellata. — 6. Ostrya carpinifolia; Zweig mit zwei Fruchtſtänden. — 7. Längsſchnitt durch eine ſackartige, das Nüßchen einhüllende Cupula dieſer Pflanze. Vgl. Text, S. 785, 791 und 792.

ganz verſteckt ſind. Dieſe Ballen löſen ſich dann vom Stiele ab und werden durch den Wind fortgerollt.

Es kommt übrigens auch vor, daß ganze fruchttragende Pflanzenſtöcke entwurzelt oder am unterſten Teile ihrer Stengel von der im Boden zurückbleibenden Wurzel abgelöſt und dann vom Winde als loſe Kugeln und Ballen fortgerollt werden. Die merkwürdigſte Pflanze in dieſer Beziehung iſt die auf S. 787 abgebildete Plantago Cretica. Dieſelbe iſt einjährig und zeigt einen Büſchel ſteif aufrechter, aus dem ſehr kurzen Hauptſtamme entſpringender, blütentragender Stengel. Wenn die Früchte zu reifen beginnen, krümmen ſich dieſe Stengel nach allen Seiten wie Uhrfedern abwärts und üben dadurch einen kräftigen Zug auf den kurzen Hauptſtamm und die ſenkrecht in der Erde ſteckende einfache Pfahlwurzel aus. Da der Boden, auf welchem Plantago Cretica wächſt, im Hochſommer ausgetrocknet und riſſig iſt, ſo genügt der erwähnte Zug, um die Verbindung des Pflanzenſtockes mit der Erde zu trennen. Die fruchttragenden Pflanzenſtöcke haben aber die Form eines von zwei Seiten her zuſammengedrückten Balles, ſind ſehr leicht und werden durch die Windſtöße über den Boden

fortgerollt. Plantago Cretica ist auch ein Vorbild der sogenannten Steppenhexen und Windhexen, durch welche die Reisenden in den Steppengebieten in gerechtes Erstaunen versetzt werden. Auf den persischen Hochsteppen wächst ein Korbblütler, Namens Gundelia Tournefortii. Derselbe bildet kugelige, stachlige, lockere Rasen und besitzt eine tief in die Erde dringende Pfahlwurzel. Zur Zeit der Fruchtreife fault der Wurzelhals ab, und die kugeligen Rasen ruhen dann nur vermittelst der unteren starren Äste auf dem Boden. Erhebt sich ein Wind, so beginnen diese unzähligen fruchttragenden Rasen zu schwanken und zu rollen und werden so über die Hochsteppe verbreitet. Die Staudenpflanzen, in den Steppengebieten des südlichen Rußland, an welchen das Abfaulen des Stengelgrundes und das Fortrollen des abgelösten, ausgetrockneten und fruchttragenden Stockes beobachtet wird, gehören den verschiedensten Familien an. Die gewöhnlichsten sind Alhagi camelorum, Centaurea diffusa, Phlomis herba venti, Rapistrum perenne und Salsola Kali. Es kommt häufig vor, daß sich bei dem Fortrollen mehrere der dürren, vieläftigen Stauden verschränken und verhäkeln und daß dadurch Ballen von der Größe eines Heuwagens ent-



Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind: Plantago Cretica. Vgl. Text, S. 786.

stehen. Auch wurde beobachtet, daß bei Wirbelwinden solche Ballen von dem Boden emporgehoben werden und in weiten Sprüngen über die Steppe dahinjagen. Es darf nicht wundernehmen, wenn diese überraschende Erscheinung die Einbildungskraft der Steppenbewohner lebhaft in Anspruch nahm, wenn sich auch der Hexenglaube der Sache bemächtigte und auf diese Weise der Name Windhexe und Steppenhexe entstand.

Von einem kleinen Teile der rollenden Früchte, Fruchtstände und Windhexen werden die Samen während des Laufes über den Boden ausgesäet und zwar vorzüglich an jenen Stellen, wo durch Unebenheiten des eingehaltenen Weges die rollenden Kugeln und Ballen einen kräftigen Stoß erleiden. Bei der Mehrzahl ist aber die Einrichtung getroffen, daß die Samen erst dort aus ihren Gehäusen entlassen werden, wo die rollenden Körper infolge des Anlangens an unüberwindlichen Hindernissen zur Ruhe kommen. Diese Einrichtung besteht darin, daß die Gehäuse, in welchen die Samen geborgen sind, sich nur öffnen, wenn sie benetzt werden. Damit komme ich aber nochmals zu den schon auf S. 782 und 783 besprochenen Früchten und Fruchtständen von Mesembrianthemum und Anastatica zurück. Auch diese werden bisweilen zu rollenden Früchten. Die Kapseln der Mesembrianthemum trennen sich von ihren Stielen, die Stöcke der Anastatica werden teilweise entwurzelt und liegen in der trockenen Jahreszeit lose auf der Erde. Ein Spiel des Windes, gelangen sie in die Vertiefungen des Bodens oder in Klüfte und Spalten des Gesteines und werden dort festgehalten. Noch immer sind aber die Gehäuse, in welchen die Samen liegen, geschlossen. Endlich kommen die Winterregen, die Kapseln öffnen sich, die Samen werden herausgespült und keimen nach kurzer Zeit auf dem durchfeuchteten Erdreiche, dem sie der Regen zugeführt hat.

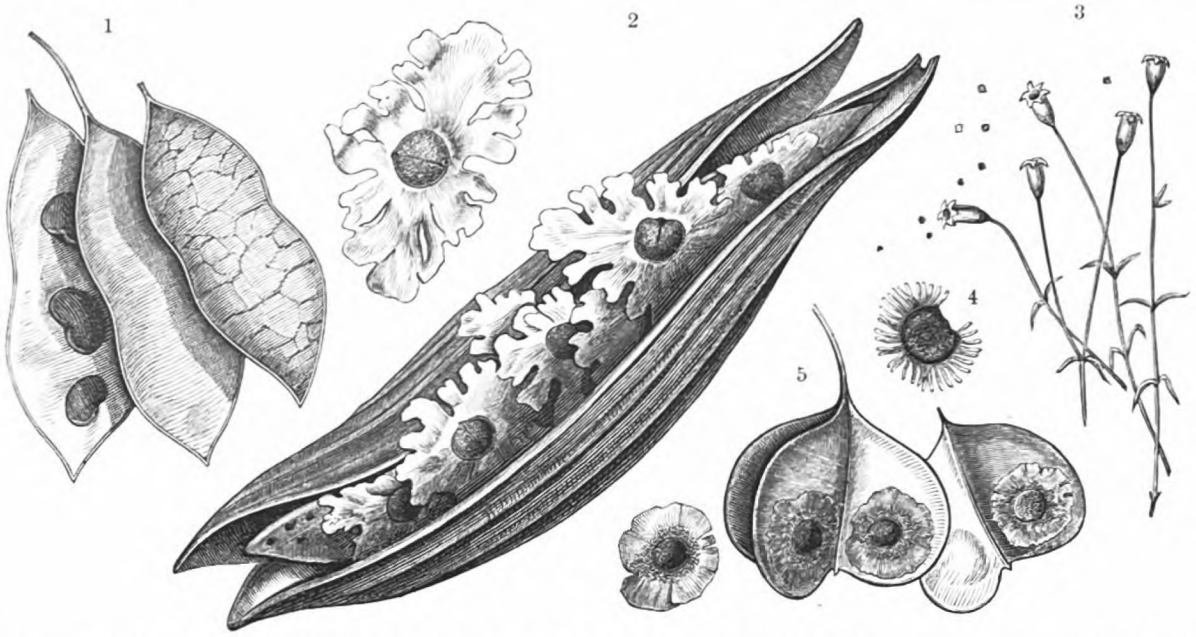
Unzählbar sind die Fälle, wo durch den Wind Früchte und Samen verbreitet werden, die sich nach Ablösung von der Mutterpflanze längere oder kürzere Zeit schwebend in der Luft erhalten, und deren freier Fall durch eigentümliche Einrichtungen sehr verlangsamt wird. Dergleichen Früchte und Samen müssen so gestaltet sein, daß die Luft ihrem Falle einen großen Widerstand entgegensetzt, und es ist von Wichtigkeit, daß sie ein im Verhältnisse zum Umfange möglichst geringes Gewicht besitzen. Bekanntlich erhalten sich die Sporen von Pilzen als Bestandteile des Staubes oft lange Zeit schwebend in der Luft. Auch einige Samen sind so außerordentlich leicht, daß sie wie die Pilzsporen den Eindruck von Staub machen und sich verhältnismäßig ziemlich lange schwebend in der Luft erhalten können. Als solche staubförmige Samen sind vor allem jene der Orchideen anzuführen. So wiegt z. B. ein einzelner Same von Goodyera repens nur 0,000,002 g! Auch mehrere andere Gewächse, namentlich Schmarotzer und solche, welche auf tiefem Humus als Verwesungspflanzen leben, besitzen ungemein leichte Samen, wie aus der nachfolgenden Tabelle hervorgeht.

Name der Pflanze	Gewicht des Samens	Name der Pflanze	Gewicht des Samens
Stanhopea oculata	0,000003 g	Sempervivum acuminatum . .	0,00002 g
Monotropa glabra	0,000003 -	Parnassia palustris	0,00003 -
Pirola uniflora	0,000004 -	Sedum maximum	0,00004 -
Umbilicus erectus	0,000006 -	Lepigonum marginatum . . .	0,00007 -
Gymnadenia conopea	0,000008 -	Spiraea Aruncus	0,00008 -
Orobanche ionantha	0,00001 -	Veronica aphylla	0,0001 -

Damit sich diese winzigen Samen möglichst lange schwebend in der Luft erhalten, sind sie mehr oder weniger abgeplattet, und ihr Schwerpunkt ist so gelagert, daß sie sich im Luftraume mit der Breitseite gegen die Falllinie einstellen müssen. Dieselbe Einrichtung ist auch bei jenen Früchten und Samen getroffen, welche die Gestalt von Blättchen, Schuppen und dünnen Scheiben haben. Gewöhnlich ist der plattgedrückte Same mit einem verdünnten Rande, einem häutigen Saume oder einem Strahlenkranze aus unendlich zarten Fortsätzen eingefaßt, wie bei Funkia, Lilium, Tulipa, Fritillaria, Rhinanthus, Veronica, Lepigonum, Cinchona, Bignonia, Dioscorea und Heliosperma (s. Abbildungen, S. 457, Fig. 5, 7 und 8, und S. 789, Fig. 2, 4 und 5). Mitunter hat das ganze Fruchtgehäuse dergleichen Formen angenommen, wie bei Hymenocarpus, Mattia, Peltaria, Ptelea und Ulmus (s. Abbildungen, S. 790, Fig. 4, und S. 141, Fig. 2). Bei einigen Umbellaceen, Mimosaceen, Papilionaceen und Kreuzblütlern kommt es auch vor, daß die Diachenien, die Stücke zerfallender Schötchen und Gliederhülsen und die sich ablösenden, mit Samen beklebten Klappen gewöhnlicher Hülsen und Schoten die Form von Schuppen und Blättchen zeigen, wofür Artedia squamata, Megacarpaea laciniata, Mimosa hispidula, Aeschinomene glabrata und Lunaria rediviva (s. Abbildungen, S. 790, Fig. 1, 5 und 11, S. 439, Fig. 1, und S. 789, Fig. 1) als Beispiele gewählt sein mögen.

An diese Formen reihen sich jene Früchte und Samen an, welche mit flügelförmigen Fortsätzen ausgerüstet sind. Die Flügel gehen entweder aus der Samenhaut hervor, wie bei den Kiefern, Fichten und Tannen (s. Abbildung, S. 435, Fig. 5), oder sie entspringen von den Fruchtblättern. An den Hülsen einiger tropischer Leguminosen (z. B. Securidaca virgata und Centrolobium robustum; s. Abbildung, S. 439, Fig. 5) sowie an den Teilfrüchten der Ahorne und der zu den Malpighiaceen gehörenden Banisterien (z. B. Acer Monspessulanum und Banisteria Sinemariensis; s. Abbildung, S. 790, Fig. 7 und 10) entwickelt sich nur ein einziger, seitlich abstehender Flügel, die Schließfrüchte der Birken

und Götterbäume (z. B. Betula verrucosa und Ailanthus glandulosa; ſ. Abbildung, S. 790, Fig. 2 und 12) ſind von zwei ſeitlichen Flügeln eingefaßt. Die Diachenien vieler Doldenpflanzen (z. B. Opoponax Cretica und Laserpitium latifolium; ſ. Abbildung, S. 790, Fig. 6 und 13) ſind am Rücken mit leiſtenförmig vorſpringenden Flügeln beſetzt; die Früchte einiger Knöteriche (z. B. Polygonum dumetorum und Sieboldi; ſ. Abbildung, S. 790, Fig. 3) weiſen drei Flügel auf, und jene der zu den Malpighiaceen gehörigen Triopteris bifurca ſind mit zwei größeren und zwei kleineren Flügeln (ſ. Abbildung, S. 790, Fig. 9) ausgeſtattet. Wieder in anderen Fällen haben ſich die Blumenblätter teilweiſe in Fruchtflügel umgeſtaltet, wie z. B. bei Dryobalanops aus der Familie der Dipterocarpeen, wo ſich fünf Kelchblätter, und bei Gyrocarpus aus der Familie der Kombre-

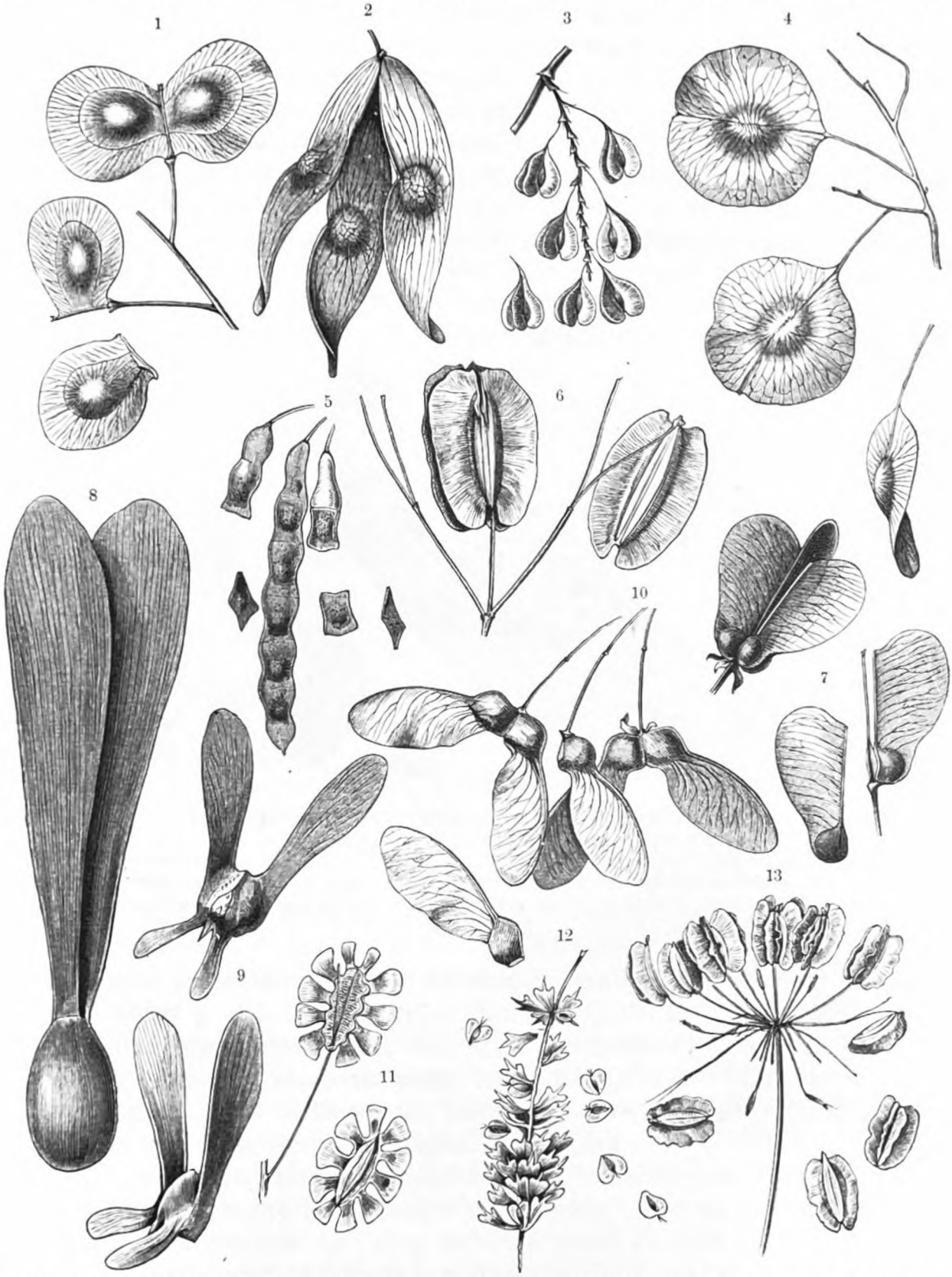


Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind: 1. Schotenfrucht der Lunaria rediviva; die beiden Klappen der Frucht haben ſich abgelöſt; an der Innenſeite der beiden Klappen haften die Samen. — 2. Aufgeſprungene Kapſel einer Bignonia, aus welcher die geflügelten Samen durch den Wind entführt werden. — 3. Aufgeſprungene Kapſeln von Heliosperma quadrifidum, aus welchen die Samen durch den Wind ausgeſchüttelt werden. — 4. Ein Same dieſes Heliosperma, vergrößert. — 5. Aufgeſprungene Kapſel einer Dioscorea, aus welcher die geflügelten Samen durch den Wind fortgeblaſen werden. Vgl. Text, S. 788.

taceen, wo ſich von 4—7 ungleichen Zipfeln des Kelches zwei als lange Flügel ausgebildet haben (ſ. Abbildungen, S. 791, Fig. 5, und S. 790, Fig. 8). Häufig kommt es auch vor, daß die Früchte durch ſtehenbleibende, nach dem Abblühen fortwachſende und ſchließlich austrocknende Deckblätter geflügelt werden, wofür der Hopfen (Humulus Lupulus), die orientaliſche Hainbuche (Carpinus Orientalis) und die Linde (Tilia intermedia) (ſ. Abbildung, S. 791, Fig. 9, 1 und 2) als Beiſpiele dienen können. Bei manchen Arten, ſo namentlich bei dem Götterbaum (Ailanthus), zeigen die beiden Flügel eine leichte, ſchraubenförmige Krümmung, wodurch eine eigentümliche, drehende Bewegung der vom Winde erfaßten, ſchwebenden Frucht veranlaßt wird. Wo nur ein einſeitig vorgeſtreckter Flügel ausgebildet iſt, hat der Schwerpunkt eine exzentriſche Lage, und ſolche Früchte und Samen drehen ſich bei dem freien Falle in der Luft wirbelnd herum, was man beſonders ſchön an den Ahornfrüchten und Kiefernſamen ſehen kann.

Was in den ſoeben geſchilderten Fällen durch Ausbildung flügelförmiger Fortſätze erreicht wird, kommt bei anderen Pflanzen dadurch zu ſtande, daß von trockenen Deckblättern und Blumenblättern leichte, lockere, ſackartige oder blaſenförmige Hüllen um die Früchte und Samen gebildet werden. Dieſe Hüllen ſind im ausgetrockneten Zuſtande

ungemein dünn und zart, und bisweilen wird ihr Gewicht noch dadurch verringert, daß ein Teil des Gewebes bei dem Austrocknen zerriſſen wird, in welchem Falle ſie ein ſiebartiges



Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind: 1. Megacarpaea laciniata. — 2. Ailanthus glandulosa. — 3. Polygonum Sieboldi. — 4. Ptelea trifoliata. — 5. Aeschinomene glabrata. — 6. Opoponax Cretica. — 7. Banisteria Sinemariensis. — 8. Gyrocarpus Asiaticus. — 9. Triopteris bifurca. — 10. Acer Monspessulanum. — 11. Artedia squamata. — 12. Betula verrucosa. — 13. Laserpitium latifolium. Vgl. Text, S. 788 und 789.

oder gitterförmiges Anſehen erhalten. Die kleine, von der Hülle umgebene Frucht bildet den Schwerpunkt und beſtimmt dadurch die für die Verbreitung durch den Wind geeignetſte

Lage des ganzen Gebildes. Bei mehreren Papilionaceen, namentlich bei Callipeltis cucullata und den gelbblühenden Arten des Klees (z. B. Trifolium agrarium und badium; ſ. Abbildung, S. 792, Fig. 1—5), geſtalten ſich die ausgetrockneten Blätter der ſchmetterlingsartigen Blumenkrone und bei mehreren Arten des Wundklees (z. B. Anthyllis tetra-

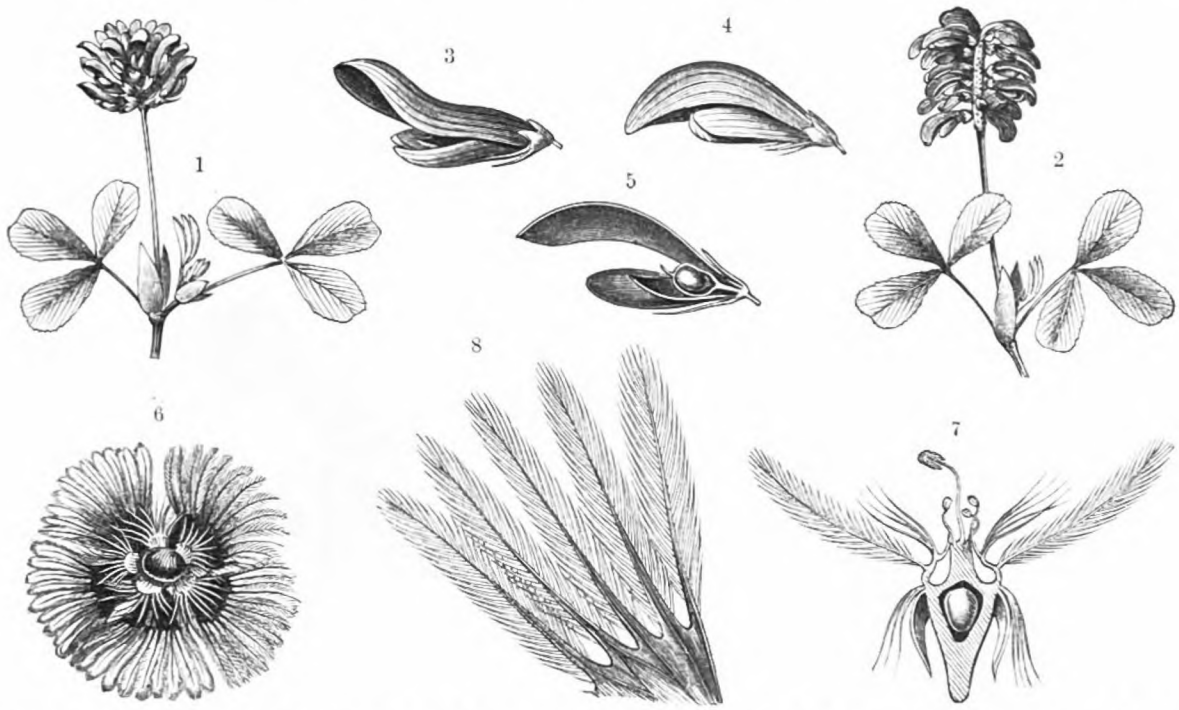


Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind: 1. Carpinus Orientalis. — 2 Tilia intermedia. — 3. Armeria alpina. — 4. Melica altissima. — 5. Dryobalanops. — 6. Paronychia Kapella. — 7. Briza maxima. — 8. Scabiosa graminifolia. — 9. Humulus Lupulus. — 10. Trifolium nidificum. Vgl. Text, S. 785, 786, 789 und 792.

phylla und Vulneraria; ſ. Abbildung, S. 786, Fig. 1 und 2) ſowie bei einigen Kleearten aus der Rotte Vesicastrum (z. B. Trifolium fragiferum und tomentosum; ſ. Abbildung, S. 786, Fig. 3 und 4) der blaſig aufgetriebene Kelch zu einer Hülle der kleinen, einſamigen Hülſenfrucht. Auch bei vielen Lippenblütlern (z. B. Calaminta, Salvia, Thymus) wird der Kelch zu einer ſackartigen, trockenen Hülle, trennt ſich infolge irgend eines äußeren Anſtoßes von ſeinem Stiele und dient dann als Verbreitungsmittel der in ſeinem Grunde

ausgereiften Nüßchen. Bei der Hopfenbuche (Ostrya; ſ. Abbildung, S. 786, Fig. 6 und 7) wird die kleine Nuß von dem Deckblatte wie von einem Sacke eingehüllt und bei zahlreichen Gräſern, ſo namentlich bei Briza maxima und Melica altissima (ſ. Abbildung, S. 791, Fig. 4 und 7), bilden die trockenen Spelzen eine der Verbreitung durch den Wind angepaßte Umhüllung der kleinen Kornfrucht.

Zu den verbreitetſten Einrichtungen, durch welche Früchte und Samen ſchwebend erhalten werden, gehören die Fallſchirme. Sie ſind entweder als Haarbüſchel oder als häutige Säume ausgebildet. Bei den Weidenröschen (Epilobium; ſ. Abbildung, S. 795, Fig. 6), den Asklepiadaceen (z. B. Cynanchum; ſ. S. 794, Fig. 6) und mehreren Bromeliaceen (z. B. Tillandsia; ſ. S. 798, Fig. 2) iſt nur ein Pol der Samen, bei dem in die Familie der Apocynaceen gehörigen Adenium (ſ. Abbildung S. 794, Fig. 2) ſind beide Pole



Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind: 1. Blütenſtand, — 2. Fruchtſtand, — 3. Blüte, — 4. Frucht, von den vertrockneten Blumenblättern umhüllt, — 5. Längsſchnitt durch die von den vertrockneten Blumenblättern umhüllte Frucht von Trifolium badium. — 6. Frucht, — 7. Längsſchnitt durch die Frucht, — 8. fünf Federchen der Frucht von Verticordia oculata. Die Figuren 3, 4, 5 und 8 vergrößert. Vgl. Text, S 791.

mit einem Haarbüſchel beſetzt. Bei den Valerianaceen (z. B. Valeriana; ſ. S. 794, Fig. 3) und den Synantheraceen (z. B. Senecio und Taraxacum; ſ. S 794, Fig. 1, 8 und 9) nimmt das als Fallſchirm wirkſame Haarbüſchel an der oberen Seite der Schließfrucht (Achenium) ſeinen Urſprung. Bisweilen iſt der Fallſchirm und der in Schwebe zu erhaltende Körper mittels eines dünnen Stieles verbunden (z. B. bei Tillandsia und Taraxacum); gewöhnlich aber ſitzt er dem einen Pole des Samens oder der Frucht unmittelbar auf. Bei der zu den Myrtaceen gehörigen Verticordia (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 6, 7 und 8) wird von fünf Blumenblättern, welche die Geſtalt kleiner, aus je zehn Federn zuſammengeſetzter Fächer angenommen haben, ein ebenſo zierlicher wie ſeltſamer Fallſchirm hergeſtellt, und bei einigen Lippenblütlern, ſo namentlich bei Micromeria nervosa (ſ. Abbildung, S. 794, Fig. 7) ſind die ſpreizenden und ſtrahlenförmig abſtehenden, mit Haaren beſetzten Zipfel des Fruchtkelches als Fallſchirm ausgebildet. Bei mehreren anderen Lippenblütlern (z. B. Ballota acetabulosa), dann bei vielen Plumbaginaceen (z. B. Armeria; ſ. Abbildung, S. 791, Fig. 3) und mehreren Dipſaceen (z. B. Scabiosa; ſ. Abbildung, S. 791, Fig. 8) iſt dagegen der Fallſchirm aus dem zarten, trockenhäutigen Kelche oder Außenkelche hervorgegangen.

Den mit haarigen Fallſchirmen ausgerüſteten Früchten und Samen ſchließen ſich jene an, welche, in eine wollige Flocke oder in eine Hülle aus ſeidigen Haaren eingebettet, ſich ſchwebend in der Luft erhalten. Die Haare gehen entweder von der äußeren Samenhaut aus, wie bei dem Wollbaume und der Baumwollſtaude (Bombax und Gossypium; ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 1 und 3), oder ſie entſpringen an der Baſis des Samens, wie bei den Pappeln und Weiden (Populus und Salix; ſ. Abbildungen, S. 417, Fig. 3 u. 4, S. 418 und S. 794, Fig. 10). Bei den Rohrkolben (Typha; ſ. Abbildung, S. 794, Fig. 4) nehmen ſie von dem Stielchen der Frucht, und bei mehreren Ranunkulaceen (z. B. Anemone silvestris; ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 2) von der Oberhaut der Schließfrüchte ihren Urſprung. Wieder in anderen Fällen gehen ſie aus Blumenblättern hervor, ſo z. B. ſind bei Eriophorum (ſ. Abbildung, S. 704, Fig. 5) die Perigonblätter in zarte



Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind: 1. Bombax. — 2. Anemone silvestris. — 3. Gossypium Barbadense.

Haare umgewandelt, und bei Trifolium plumosum ſieht man die Fruchtkelche wie in eine Wollflocke eingehüllt. Bei vielen Gräſern ſind die Spelzen mit ungemein zarten Haaren beſetzt (z. B. Melica und Calamagrostis; ſ. Abbildung, S. 795, Fig. 1, 2 und 3), bei dem Korbblütler Micropus erheben ſich von den Schuppen des Hüllkelches lange Haare, welche das ganze Fruchtköpfchen in eine Flocke einhüllen, und bei dem Perückenſtrauche (Rhus Cotinus) gehen von dem Trägern der Früchte haarige Zweiglein aus, welche als metamorphoſierte Blütenſtiele angeſehen werden. Schließlich iſt noch jener Fälle zu gedenken, wo die Früchte und Samen mittels eigentümlicher Haarſchwänze kürzere oder längere Zeit ſchwebend in der Luft erhalten werden. Entweder ſind die Samen doppelt geſchwänzt, wie bei dem zu den Cyrtandraceen gehörigen Aeschinanthus (ſ. Abbildung, S. 795, Fig. 5), wo von jedem der winzigen Samen zwei gegenüberſtehende einfache Haare ausgehen, oder es hat ſich der nach dem Abblühen verlängerte Griffel in einen ſchraubig gekrümmten haarigen Schwanz umgewandelt, welcher der Schließfrucht ähnlich einem Fallſchirm einſeitig aufſitzt, wie bei Siversia, Atragene, Pulsatilla und Clematis (ſ. Abbildung, S. 795, Fig. 4 und 7). Bei einigen Gräſern, namentlich bei Stipa (ſ. Abbildung, Band I, S. 577, Fig. 1), kommt es

auch vor, daß eine Granne als lange, über die feſt zuſammenſchließenden, die Frucht umhüllenden Spelzen ſich erhebende Feder ausgebildet wird.

Mehrere im Vorhergehenden geſchilderte Früchte und Samen ſind dem Anpralle



Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind: 1. Senecio vulgaris. — 2. Adenium Honghel. — 3. Valeriana tripteris. — 4. Typha Schuttleworthii. — 5. Eriophorum angustifolium. — 6. Cynanchum fuscatum. — 7. Micromeria nervosa. — 8 und 9. Taraxacum officinale. — 10. Salix Myrsinites. Vgl. Text, S. 792, 793 und 796.

des Windes unmittelbar ausgeſetzt. Da bei dem Austrocknen der Fruchthüllen und Fruchtſtiele zur Zeit der Reife gewiſſe Gewebeſchichten brüchig und mürbe werden, findet ſchon bei mäßigem Anſtoße des Windes eine Trennung des Zuſammenhanges, beziehentlich ein Abfallen der ausgereiften Gebilde ſtatt, und derſelbe Windſtoß, welcher die Trennung

veranlaßt, treibt die ſchwebende Frucht in wagerechter Richtung dahin. Erſt bei dem Nachlaſſen des Windes oder dem Zuſammentreffen mit einem unüberwindlichen Hinderniſſe kommt die fortgeblaſene Frucht zu Falle.

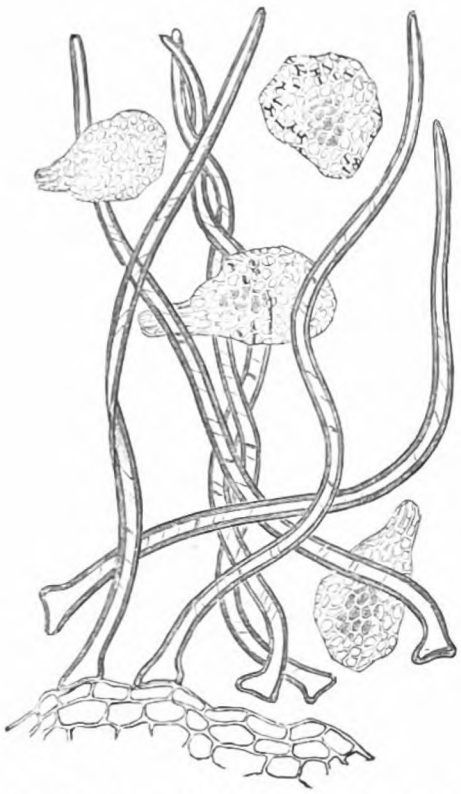
Viele andere Früchte und Samen löſen ſich zwar zur Zeit der Reife von ſelbſt von der Mutterpflanze, werden aber dadurch dem Anpralle des Windes nicht unmittelbar ausgeſetzt. Bei dieſen findet man mannigfaltige Einrichtungen, deren Zweck darin beſteht, daß die zu verbreitenden Teile aus ihren Verſtecken rechtzeitig in den Bereich des Windes gebracht werden. Einige als Überpflanzen auf der Borke alter Bäume wachſende tropiſche Orchideen (Aerides, Angrecum, Sarcanthus, Saccola-



Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind: 1. Melica Balansae. — 2. Calamagrostis Epigeios, in natürlicher Größe. — 3. Dieſelbe, vergrößert. — 4. Geum montanum. — 5 Aeschynanthus speciosus. — 6. Epilobium collinum. — 7. Clematis Flamula. Vgl. Text, S. 792 und 793.

bium ꝛc.), für welche die auf S. 798, Fig. 1, abgebildete Vanda teres als Vorbild dienen kann, enthalten in ihren Kapſelfrüchten neben den kleinen Samen auch Zellen, welche das Ausſehen von Haaren beſitzen, und deren Wand ſchraubig geſtreift und von ſchräg verlaufenden Spalten durchſetzt iſt (ſ. Abbildung, S. 796). Dieſe haarförmigen, zu einer Art Filz verwobenen Zellen ſind ungemein hygroſkopiſch und drehen und wenden ſich bei der geringſten Veränderung des Feuchtigkeitszuſtandes in wunderlicher Weiſe. Wenn unter dem Einfluſſe trockener Winde die Kapſelklappen dieſer Orchideen auseinanderweichen, ſo beginnt gleichzeitig auch eine lebhafte Bewegung in den verfilzten Haaren. Der Filz bauſcht ſich gewiſſermaßen auf, drängt aus den Spalten zwiſchen den Kapſelklappen hervor und befördert auf dieſe Weiſe die zwiſchen den Haaren eingebetteten Samen aus dem Inneren der Kapſel an die Oberfläche, wo ſie von dem ſchwächſten Luftſtrome weggeblaſen werden können. Das geſchieht, wie geſagt, unter dem Einfluſſe trockener Winde. Bei feuchter Witterung ſchließen ſich die Kapſeln; Haare und Samen ſind dann wieder in der Höhlung geborgen. Ähnliche Vorgänge beobachtet man auch an den Fruchtköpfchen einiger

Korbblütler, deren Früchtchen ſich zur Zeit der Reife von ſelbſt vom Blütenlager trennen. Bei feuchtem Wetter ſind die loſen Schließfrüchte im Grunde des Hüllkelches wie in einem geſchloſſenen Korbe geborgen, und die auf den Schließfrüchtchen ſitzenden Haarkronen erſcheinen zuſammengelegt. Bei trockenem Wetter öffnen ſich die aus hygroſkopiſchen Schuppen zuſammengeſetzten Hüllkelche, die bisher zuſammengelegten Haarkronen der im Grunde des Hüllkelches geborgenen Früchte ſpreizen auseinander und wirken dadurch als Hebelarme. In kürzeſter Zeit ſieht man die Früchte über den Rand des geöffneten Hüllkelches ſo weit emporgehoben, daß ſie von dem anprallenden Winde erfaßt werden können. Bei anderen Korbblütlern, für welche als Vorbild der Löwenzahn (Taraxacum) dienen kann, löſen ſich die Früchtchen zur Zeit der Reife von dem Blütenlager nicht von ſelbſt ab. Die Blätter des Hüllkelches ſchließen in feuchter Luft ebenſo wie die Haare oder Federchen des Pappus zuſammen. Bei trockenem Wetter öffnet ſich der Hüllkelch; die Federchen der Haarkrone ſpreizen auseinander, erhalten die Geſtalt eines Fallſchirmes und bieten jetzt dem Winde eine verhältnismäßig große Angriffsfläche. Nun ſind ſelbſt mäßige Windſtöße im ſtande, die mit dem ausgebreiteten Fallſchirme beſetzten Früchte von dem Blütenlager abzuheben und zu entführen (ſ. Abbildung, S. 794, Fig. 9). Herrſcht völlige Windſtille, ſo bleiben ſie auf dem Blütenlager zurück; die Fallſchirme legen ſich in der feuchten Luft des Abends wieder zuſammen, die Hüllkelche ſchließen ſich, und erſt am nächſten Tage bei Sonnenſchein und trockener Luft beginnt das Spiel von neuem. An Andropogon Ischaemum, Avena pratensis und noch vielen anderen Gräſern erfährt die aus ſchraubig geſtreiften, ſehr hygroſkopiſchen Zellen zuſammengeſetzte und knieförmig gebogene Granne der Vorſpelze in trockener Luft eine ſehr kräftige ſchraubige Drehung und zugleich eine leichte Krümmung nach abwärts. Dabei wirkt das uhrzeigerförmige Ende der Granne, ſobald es auf irgend eine Unterlage aufdrückt, wie ein Hebelarm, und es werden auf dieſe Weiſe in trockener Luft die von Deck- und Vorſpelzen umſchloſſenen Früchtchen über die Hüllſpelzen emporgehoben. Hier können ſie als ein Spiel des trockenen Windes leicht fortgetragen werden. Auch bei mehreren Skabioſen wird durch das Sträuben der hygroſkopiſchen Kelchborſten eine Lockerung des Fruchtköpfchens und ein Emporheben der zur Verbreitung durch den Wind geeigneten Früchtchen veranlaßt. Den Früchtchen der Baldriane ſitzt eine aus zarten Federchen gebildete Haarkrone auf. In feuchter Luft ſind dieſe Federchen eingerollt, in trockener Luft rollen ſie ſich auf und ſpreizen ſtrahlenförmig auseinander (ſ. Abbildung, S. 794, Fig. 3). Nun findet der Wind eine ausgiebige Angriffsfläche, und bei dem geringſten Anſtoße werden die Früchtchen von ihrem Anſatzpunkte abgelöſt und fortgeblaſen. Ähnlich verhält es ſich auch bei Dryas und noch einigen anderen Pflanzen, deren ausführliche Schilderung aber hier zu weit führen würde.

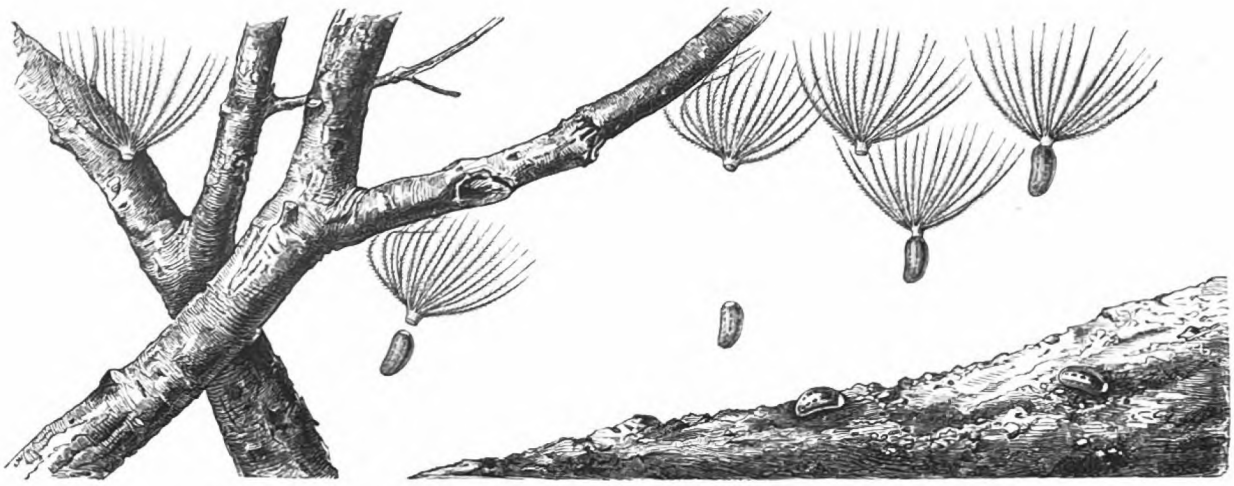


Samen der Orchidee Vanda teres, welche durch hygroſkopiſche haarförmige Zellen aus dem Inneren der Kapſel an die Oberfläche befördert und dort den Luftſtrömungen ausgeſetzt werden. 100fach vergrößert. Vgl. Text, S. 795.

Bei den Weidenröschen (Epilobium) und einigen Kiefern (Pinus nigricans, silvestris ꝛc.) kommt es vor, daß ſich die über die Samen gedeckten Fruchtklappen und Fruchtſchuppen nur unter dem Einfluſſe der wärmenden Sonnenſtrahlen am hellen Tage in

trockener, mäßig bewegter Luft lösen, abheben und zurückkrümmen, und daß derselbe Luftstrom, welcher diese Trennung und diese Veränderung in der Lage der Klappen und Schuppen veranlaßte, sofort auch die entblößten, mit Flügeln und Haarschöpfen versehenen Samen entführt. In welcher Weise durch den Anprall trockener Winde zugleich ein Öffnen der Löcher und Spalten an den trockenen Kapselfrüchten, ein Ausschütteln der im Inneren dieser Früchte gegen die Nässe geschützten Samen durch Hin- und Herschwenken der elastischen Fruchtstiele und eine Verbreitung der ausgeschüttelten, für die Luftfahrt eingerichteten Samen stattfindet, wurde bereits auf S. 442 geschildert.

Wie weit die durch Flügel, haarige Schwänze, Fallschirme, blasenförmige und flockige Hüllen zu Luftfahrten geeigneten Früchte und Samen durch den Wind verbreitet werden, hängt von der Vollkommenheit der Schwebeeinrichtungen, von dem Feuchtigkeitszustande der Luft und von der Gewalt der Luftströmungen ab. Beim Schweigen der Winde werden

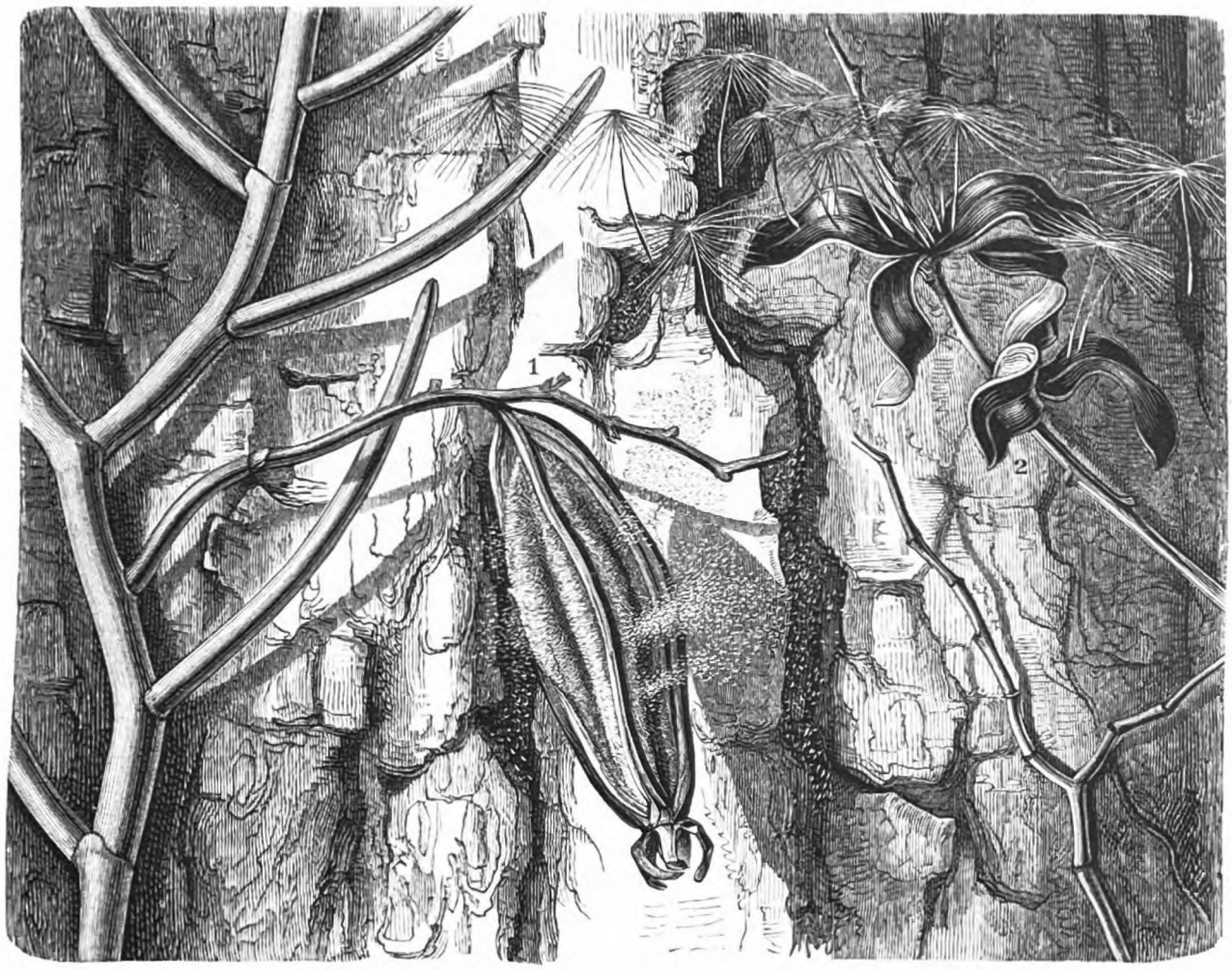


Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind: In der Luft schwebende Früchte der Distel Cirsium nemorale, welche sich von dem sie tragenden Fallschirme sofort ablösen und zur Erde fallen, wenn sie bei ihrem Fluge an einen festen Gegenstand anprallen. Vgl. Text, S. 798.

an sonnigen Tagen unzählige Früchte und Samen durch den sich entwickelnden aufsteigenden Luftstrom in bedeutende Höhen emporgeführt, sinken aber in der Regel nach Untergang der Sonne in geringer Entfernung von jener Stelle, wo sie aufgehoben wurden, wieder in die Tiefe zurück. Solche Luftfahrten haben nicht so sehr die Bedeutung einer Verbreitung der Pflanzen über weite Strecken Landes, als vielmehr der Ansiedelung auf den Gesimsen und in den Ritzen steiler Gehänge und Felswände, wohin die Samen auf andere Weise nicht leicht gelangen könnten. Die in wagerechter Richtung dahinflutenden Luftmassen vermögen die schwebenden Früchte und Samen allerdings über weite Strecken Landes zu führen, doch macht man sich von den Entfernungen gewöhnlich sehr übertriebene Vorstellungen. Die Untersuchungen der durch Sturmwinde zu den Höhen der Alpen gebrachten und dort auf den Firn der Gletscher abgesetzten zahlreichen Früchte und Samen haben ergeben, daß unter diesen nicht eine einzige war, welche aus fernen Gegenden stammte, und man gelangt auf Grund dieses Ergebnisses zu der Überzeugung, daß in den Gebirgen selbst durch kräftige Luftströme die Früchte und Samen kaum weiter als von einer Thalwand zur anderen übertragen werden.

Es verdient hier noch bemerkt zu werden, daß bei mehreren Pflanzen die Flügel und Fallschirme nur für die Zeit der Luftfahrt mit den Samen und Früchten in Verbindung bleiben. Wenn der geflügelte Same der Kiefer irgendwo strandet, so löst sich der häutige Flügel sofort ab, und der Same ist nicht mehr flugfähig. Noch auffallender tritt diese

Erſcheinung bei den Früchten der Diſteln (z. B. Carduus und Cirsium; ſ. Abbildung, S. 797) hervor. Die von dem Fallſchirme getragenen, verhältnismäßig großen Achenien ſchweben in der Luft ruhig dahin; ſobald ſich ihnen aber ein Hindernis in den Weg ſtellt und ein Anprall erfolgt, trennt ſich augenblicklich das Achenium ab und fällt zu Boden. Es iſt kaum zu bezweifeln, daß mit dieſer Art der Verbreitung das häufige Vorkommen der Diſteln entlang der Mauern und Zäune im Zuſammenhange ſteht, inſofern nämlich, als an dieſen Mauern und Zäunen das Anprallen ſchwebender Früchte beſonders häufig ſtattfindet. In anderen Fällen bleibt die Frucht oder der Same mit dem Fallſchirme allezeit



Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind: 1. Kapſel der Vanda teres, aus deren Spalten die Samen durch hygroſkopiſche Haare an die Luft befördert wurden, und die nun durch den Wind fortgeblaſen werden. — 2. Aufgeſprungene Kapſel einer Tillandsia, aus welcher die von Fallſchirmen getragenen Samen durch den Wind abgehoben werden. Die Samen bleiben, wenn ſie durch den Wind zur Borke eines Baumes geführt werden, mit den Haaren des Fallſchirmes an dieſer hängen. Vgl. Text, S. 792 und 795.

feſt verbunden, und es dient der Fallſchirm dazu, den getragenen Gegenſtand an einer Stelle zu befeſtigen, wo die Bedingungen des Keimens gegeben ſind. So z. B. heften ſich die Samen der Tillandsia (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 2), wenn ſie von dem Winde in wagerechter Richtung fortgeblaſen, mit den Äſten alter Bäume in Berührung kommen, der Borke dieſer Äſte an, wo ſie alsbald zum Keimen gelangen. Dieſelbe Haarkrone, welche die Samen flugfähig machte, dient ſpäterhin zur Befeſtigung derſelben an das Keimbett.

Die Verbreitung der Früchte und Samen durch Vermittelung der Tiere iſt faſt ebenſo mannigfaltig wie jene durch Luftſtrömungen. In vielen Fällen kommt ſie dadurch zu ſtande, daß Früchte und Samen von den Tieren als Nahrung benutzt und die unverdauten Teile derſelben mit dem Kote abgeſetzt werden, und daß aus dieſem die im Darmkanale nicht zerſtörten Keimlinge hervorſprießen. Da dieſe

Art der Verbreitung von seiten der Botaniker ebenso oft behauptet als bestritten wurde, und eine endgültige Lösung dieser Streitfrage nur auf dem Wege des Versuches gefunden werden konnte, entschloß ich mich, verschiedene Tiere mit ausgewählten Früchten und Samen zu füttern und zunächst zu untersuchen, ob die Keimlinge, nachdem sie den Darmkanal der Tiere passiert hatten, noch lebensfähig waren oder nicht. Es wurden zu diesem Zwecke Früchte und Samen von 250 verschiedenen Pflanzenarten verwendet und folgende Tiere mit denselben gefüttert. Von Vögeln: Amsel, Singdrossel, Steindrossel, Rotkehlchen, Dohle, Rabe, Tannenhäher, Zeisig, Stieglitz, Girlitz, Meise, Gimpel, Kreuzschnabel, Taube, Huhn, Truthahn und Ente; von Säugetieren: Murmeltier, Pferd, Rind und Schwein. Der mit Rücksicht auf seinen Gehalt an Samen untersuchte Kot wurde nach jeder Fütterung in ein besonderes Keimbett gegeben. Gleichzeitig wurden in einem benachbarten Keimbette Früchte und Samen derselben Pflanzen, welche nicht zur Fütterung gedient hatten, zur Kontrolle angebaut. Es ist hier nicht der Ort, die vielen Vorsichtsmaßregeln, welche sonst noch bei diesen mühsamen Versuchen notwendig waren, auseinanderzusetzen, und ich beschränke mich darauf, die aus 520 Einzelversuchen gewonnenen wichtigsten Ergebnisse mitzuteilen.

Was die Säugetiere anbelangt, so kann ich mich kurz fassen. Fast sämtliche von diesen Tieren gutwillig als Nahrung angenommenen oder in ihre Nahrung eingeschmuggelten Früchte und Samen wurden entweder schon beim ersten Angriffe oder beim Wiederkäuen zerstört. Aus dem Kote des Rindes hatten allerdings einige der Zermalmung beim Wiederkäuen entgangene Hirsekörner, aus jenem des Pferdes vereinzelte Linsensamen und Haferfrüchte und aus jenen des Schweines Cornus alba, Hippophaë rhamnoides, Ligustrum vulgare, Malva crispa, Raphanus sativus und Robinia Pseudacacia gekeimt, doch war die Zahl dieser Keimlinge im Verhältnisse zur Zahl der gefütterten keimfähigen Samen eine kaum nennenswerte, und die Früchte und Samen von ungefähr 60 anderen Pflanzenarten hatten sämtlich auf dem Wege durch den Darmkanal ihre Keimkraft vollständig eingebüßt. Die Vögel können mit Rücksicht auf die in Rede stehende Frage in drei Gruppen geschieden werden: Erstens in solche, welche alle, auch die härtesten Früchte und Samen in ihrem muskulösen, mit Reibeplatten versehenen und gewöhnlich auch mit Sand und kleinen Steinchen erfüllten Magen zermalmen, und von denen einige schon beim Ergreifen die Früchte und Samen enthülsen und zu Grunde richten. In diese Gruppe gehören von den Versuchstieren der Truthahn, das Huhn, die Taube, der Kreuzschnabel, der Gimpel, der Stieglitz, Zeisig, Girlitz, Meise, Tannenhäher und die Ente. In dem Kote dieser Tiere ist unter gewöhnlichen Verhältnissen kein keimfähiger Same enthalten, nur bei den Enten und dem Huhne, welchen die Nahrung einigemal zwangsweise beigebracht wurde, bei welcher Gelegenheit der Magen eine Überladung erfahren haben dürfte, fanden sich einige nicht zerriebene, keimfähige Samen (Arenaria serpyllifolia, Papaver Rhoeas, Sisymbrium Sophia, Ribes rubrum, Ligustrum vulgare, Fragaria Indica ꝛc.) im Kote. Eine zweite Gruppe bilden die Raben und Dohlen, bei welchen die Steinkerne und hartschaligen Samen der als Nahrung angenommenen Fleischfrüchte den Darmkanal unbeschädigt passierten, während die weichschaligen Samen und Früchte insgesamt zerstört wurden. Besonders hervorzuheben ist, daß sich in dem Kote dieser Vögel nach der Fütterung mit Kirschen Kirschenkerne im Durchmesser von 15 mm befanden, welche sämtlich keimfähig waren. In die dritte Gruppe gehören von den Versuchstieren die Amsel, die Singdrossel, der Steinrötel und das Rotkehlchen. Unter diesen zeigte sich die Amsel in betreff der Nahrung am wenigsten wählerisch. Sie verschlang selbst die Früchte der Eibe, ohne die Kerne wieder aus dem Kropfe auszuwerfen, und lehnte überhaupt keine einzige ihrem Futter beigemengte Frucht ab. Die Singdrossel verschmähte alle Trockenfrüchte, welche einen Durchmesser von 5 mm erreichten, und zwar selbst dann, wenn diese dem fein zerschnittenen,

als Futter benutzten Fleische beigemengt waren. Auch mehrere stark duftende Früchte, wie z. B. jene der Schafgarbe, wurden von ihr gemieden. Die aromatischen Früchte der Doldenpflanzen (z. B. Bupleurum rotundifolium und Carum Carvi) wurden dagegen mit großer Begierde gefressen. Die Samen von Tabak, Bilsenkraut und Fingerhut, welche der anderen Nahrung beigemengt waren, wurden nicht verschmäht und hatten ebensowenig nachteilige Folgen, wie die mit großer Gier verzehrten Beeren der Tollkirsche. Dagegen erkrankte eine Singdrossel nach dem Genusse der Schminkbeere (Phytolacca). Die Fleischfrüchte, deren Samen einen Durchmesser von über 5 mm besitzen, namentlich jene von Berberis, Ligustrum, Opuntia und Viburnum, wurden in den Kropf gebracht, das Fruchtfleisch gelangte von dort in den Magen, aber sämtliche Samen wurden aus dem Kropfe wieder ausgeworfen. Manche Samen, wie z. B. jene von Lychnis flos Jovis, wurden von dem anderen Futter, dem ich sie beigemengt hatte, sorgfältig entfernt. Von den sehr begierig gefressenen Fleischfrüchten wurden die Samen der Steinkerne, welche einen Durchmesser von 3 mm besaßen, aus dem Kropfe wieder ausgeworfen. Die Zeit zwischen Fütterung und Entleerung war bei den Tieren der dritten Gruppe eine überraschend kurze. In dem Kote einer Drossel, welche um 8 Uhr morgens mit Ribes petraeum gefüttert wurde, fanden sich bereits nach $^3/_4$ Stunde zahlreiche Samen in dem Kote, und die Samen von Sambucus nigra hatten schon nach $^1/_2$ Stunde den Darmkanal passiert. Die meisten Samen brauchten zu dieser Wanderung $1^1/_2$—3 Stunden. Am längsten wurden merkwürdigerweise die kleinen, glatten Früchte von Myosotis silvatica und Panicum diffusum zurückbehalten. Von den Früchten und Samen, welche durch den Darmkanal gegangen waren, keimten bei der Amsel 75, bei der Drossel 85, bei dem Steinrötel 88 und bei dem Rotkehlchen 80 Prozent. Im Vergleiche zu den gleichartigen Früchten und Samen, welche bei der Fütterung keine Verwendung fanden und nur zur Kontrolle angebaut wurden, war das Keimen der durch den Darmkanal gegangenen Früchte und Samen meistens verzögert (bei 74—79 Prozent). Nur bei einigen Fleischfrüchten (z. B. Berberis, Ribes, Lonicera) war das Keimen früher eingetreten. Aus den Samen jener Pflanzen, welche ihren Standort auf gut gedüngtem Boden haben (z. B. Amaranthus, Polygonum, Urtica), entwickelten sich, wenn sie unverletzt durch den Darmkanal der Tiere gegangen waren, Keimlinge, welche üppiger waren als jene, welche nur zur Kontrolle angebaut wurden und nicht zur Fütterung gedient hatten.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß die Verbreitung der zur Nahrung dienenden Früchte durch Drosseln und Sänger nicht nur, wie man früher meinte, ausnahmsweise bei den Misteln, sondern bei sehr vielen anderen Pflanzen stattfinden kann und, wie zahlreiche andere Beobachtungen lehren, auch thatsächlich stattfindet. Insbesondere sind es die Pflanzen mit fleischigen Früchten, welche auf diese Art verbreitet werden. Das Vorkommen solcher Pflanzen als Überpflanzen auf der Borke der Bäume sowie das plötzliche Auftreten derselben auf hochragenden Felsen und alten Mauern läßt sich auf diese Weise naturgemäß erklären.

Hiermit hängt auch zusammen, daß sich an den fleischigen Früchten zur Zeit, wann ihre Verbreitung erfolgen soll, Veränderungen vollziehen, welche die Bedeutung einer Anlockung der zur Verbreitung berufenen Tiere haben, und daß auch Einrichtungen getroffen sind, welche verhindern, daß die betreffenden Früchte vor dem Eintritte dieses Zeitpunktes, beziehentlich vor dem Eintritte der Reife von den Tieren abgeholt werden. Auf diese letzteren Einrichtungen wurde bereits auf S. 348—441 hingewiesen; was aber die Anlockung der zur Verbreitung der reifen Früchte berufenen Tiere anbelangt, so sind hier folgende Erfahrungen besonders hervorzuheben: Die Früchte und Samen, welche noch nicht abgeholt werden sollen, weil sie ihre Reife noch nicht erlangt haben, sind zwischen dem Laube der Mutterpflanze versteckt, haben eine grüne, mit dem Laube übereinstimmende Farbe

und entbehren des Duftes. Sobald aber die Zeit der Reife gekommen ist, werden die betreffenden Gebilde zur Schau gestellt; die Fruchthüllen erhalten an den schon von der Ferne sichtbaren Stellen eine recht auffallende Farbe und entwickeln häufig auch einen weithin wahrnehmbaren Duft. Dort, wo nur die Samen verbreitet werden und die Fruchtgehäuse zurückbleiben sollen, wie z. B. bei Paeonia Russi, Evonymus verrucosus, Magnolia grandiflora, springen die Kapseln oder Bälge auf, und die lebhaft gelb und rot gefärbten, bisweilen stahlblau und schwarz gefleckten Samen sind schon von weitem sichtbar. Bei den genannten Arten von Evonymus und Magnolia treten sie aus dem Fruchtgehäuse hervor und erscheinen wie an Fäden aufgehängt, wodurch sie noch mehr in die Augen fallen. Die Farbe, welche die Früchte oder Samen zur Zeit der Reife annehmen, richtet sich nach der Farbe des neben ihnen vorhandenen Laubes. Von Grün heben sich die verschiedenen Töne des Rot am besten ab. Für die Gewächse mit immergrünem Laube (z. B. Ardisia, Gaulteria, Ilex, Taxus, Arbutus Unedo, Arctostaphyllos uva ursi, Vaccinium Vitis Idaea) ist darum die rote Farbe der Früchte die vorteilhafteste. Auch für jene Pflanzen, deren Laub zwar sommergrün, aber zur Zeit der Fruchtreife noch nicht herbstlich gefärbt ist (z. B. Erdbeere, Himbeere, Johannisbeere, Vogelbeere, Kirschen, Hirschholder [Sambucus racemosa]), ist die rote Farbe der Früchte sehr günstig. Wenn dagegen das Laub zur Zeit der Fruchtreife eine herbstliche rote oder gelbe Färbung angenommen hat, würden sich rote Früchte nur wenig von dem umgebenden Laube abheben, und die Früchte von Ampelopsis hederacea, Cornus sanguinea, Prunus Padus, Arctostaphyllos alpina, Vaccinium Myrtillus und uliginosum ꝛc. sind auch in der That blau oder schwarz gefärbt. Bisweilen sind die Früchte schwarz und die Fruchtstiele rot gefärbt, wie bei Sambucus nigra, oder die Früchte sind nur an der von fern sichtbaren Seite bunt bemalt, wie jene der Apfel- und Birnbäume. Die Früchte der Quitten und der Ananas stechen mit ihrer gelben Farbe von dem blaugrünen Laube ab. Weiße Beeren, z. B. jene von Cornus alba und Symphoricarpus, kommen insbesondere an jenen Pflanzen vor, welche das Laub zur Zeit der vollen Fruchtreife bereits abgeworfen haben. Auf dem braunen und grauen Hintergrunde, der von den entlaubten Zweigen und den abgefallenen Blättern im Spätherbste gebildet wird, sind die weißen Früchte schon von fern gut sichtbar. Wie sehr sich auch der Duft der Früchte zur Zeit der vollen Reife geltend macht, ist genügend bekannt, und es mag in dieser Beziehung auf die Erdbeere, Himbeere, Quitte und Ananas hingewiesen sein.

Da die Samen und Steinkerne der von den Drosseln und Sängern gefressenen Fleischfrüchte nur kurze Zeit im Kropfe und Darmkanale verweilen, so ist es wahrscheinlich, daß die betreffenden Pflanzen durch die genannten Tiere im Laufe eines Jahres höchstens im Umkreise einiger Stunden und nur im Laufe vieler Jahre, sozusagen schrittweise, über weite Landstrecken verbreitet werden. Auch liegt es nahe, anzunehmen, daß die Verbreitung vorwaltend nach jener Weltgegend erfolgt, welcher die Drosseln und Sänger bei Eintritt des an reifen Fleischfrüchten so reichen Herbstes in kleinen Tagereisen zusteuern.

Es ist bekannt, daß sich Nußhäher, Eichelhäher, Eichhörnchen und Hamster in Steinklüften, Erdhöhlen und an anderen versteckten Stellen Vorratskammern anlegen und die dorthin verschleppten Früchte und Samen aus irgend einem Grunde nachträglich nicht mehr abholen. Entweder wird das Versteck vergessen, oder, was wahrscheinlicher ist, das Tier, welches die Vorratskammer anlegte, wurde die Beute eines Raubvogels. Genug, die zurückgebliebenen Früchte und Samen gelangen in den Verstecken zum Keimen, und da die Verstecke von den Stellen, wo die Früchte und Samen ausreifen, stets mehr oder weniger weit entfernt sind, so kommt auch auf diesem seltsamen Wege eine Verbreitung der betreffenden Pflanzen zu stande. Selbst beobachtet habe ich diese Verbreitung bei der Arve oder Zirbelkiefer (Pinus Cembra) durch

den Tannenhäher, bei den Buchen, Eichen und Haſelnüſſen durch den Eichelhäher und bei der Haſelnuß auch durch das Eichhörnchen.

Es iſt hier die geeignetſte Stelle, um auch auf die *Verbreitung der Samen durch Inſekten* hinzuweiſen. O. *Kuntze* ſah, wie ſich Ameiſen an das Fruchtfleiſch, welches die Samen der Carica Papaya umgibt, anhängten und zu je dreien dieſe Samen vorwärtsſchoben, und *Lundſtröm* erzählt, daß die ausgefallenen Samen des Wachtelweizens (Melampyrum) von den Ameiſen in ihre Baue geſchleppt werden. Angeregt durch dieſe Angaben, habe ich der Verbreitung der Samen durch Ameiſen in jüngſter Zeit meine beſondere Aufmerkſamkeit zugewendet und gefunden, daß dieſelbe im ausgedehnteſten Maße ſtattfindet. Insbeſondere iſt es die Raſenameiſe (Tetramorium caespitum), welche im Laufe des Sommers unermüdlich damit beſchäftigt iſt, Samen in ihre Baue zu ſchleppen und ſie dort in Vorratskammern aufzuſpeichern. Auch andere in Erdlöchern, ausgehöhlten Bäumen und dergleichen lebende Arten (Lasius niger, Formica rufibarbis ꝛc.) ſind in dieſer Weiſe thätig, aber bei weitem wähleriſcher als die Raſenameiſe. Die Samen mancher Pflanzen, über welche die Raſenameiſe ſofort herfällt, wenn ſie ihr auf den Weg geſtreut werden, bleiben von den anderen unberührt. Soweit meine Beobachtungen reichen, ſind es insbeſondere die Samen mit glatter Schale, aber großer Samen- und Nabelſchwiele (ſ. S. 419), welche in die Erdlöcher geſchleppt werden, wie namentlich jene von Asarum Europaeum und Canadense, Chelidonium majus, Cyclamen Europaeum, Galanthus nivalis, Möhringia muscosa, Sanguinaria Canadensis, Viola Austriaca und odorata, Vinca herbacea und minor und verſchiedene Arten der Gattung Euphorbia. Eine beſondere Vorliebe zeigte die Raſenameiſe für die Samen von Sanguinaria Canadensis, welche eine ſehr auffallende Nabelſchwiele beſitzen. Da dieſe Samen verhältnismäßig groß und ſchwer ſind, ſo vereinigen ſich gewöhnlich 3—4 kleine Raſenameiſen, um ſie in das nächſte Erdloch zu bringen. Daß es die fleiſchige Schwiele iſt, welche als eine leicht zugängliche Nahrung die Ameiſen anlockt und ſie veranlaßt, die betreffenden Samen zu verſchleppen, iſt zweifellos. Die glatte, feſte Schale der Samen und auch der Inhalt derſelben wird von den Ameiſen nicht berührt. Nur ſo iſt es erklärlich, daß die von den Ameiſen unter die Erde oder in die Mauerritzen geſchleppten Samen im nächſten Jahre dort zum Keimen gelangen. Es kommt auch vor, daß einzelne der verſchleppten Samen auf den von den Ameiſen eingehaltenen Wegen liegen bleiben, in welchem Falle die Schwiele gewöhnlich abgefreſſen iſt. Aber auch dieſe Samen keimen im darauffolgenden Jahre, und daraus erklärt ſich, daß die Straßen der Ameiſen mit gewiſſen Gewächſen förmlich bepflanzt ſind. So iſt z. B. im Wiener botaniſchen Garten Chelidonium majus eine ſtete Begleiterin der Ameiſenſtraßen!

Die von den Tieren mit einer beſtimmten Abſicht vollführte Übertragung der Früchte und Samen an abgelegene, von dem Standorte der Mutterpflanzen mehr oder weniger weit entfernte Plätze kommt im ganzen wohl nur ſelten vor und beſchränkt ſich auf verhältnismäßig wenige Arten. Deſto häufiger erfolgt die Verbreitung der Früchte und Samen durch Vermittelung der Tiere *unabſichtlich* und zwar dadurch, *daß die zu verbreitenden Gegenſtände an die wandernden Tiere angeklebt, angeheftet, angehäkelt oder auf irgend eine andere Weiſe befeſtigt werden, und daß ſich die Tiere der ihnen unbequemen Anhängſel früher oder ſpäter wieder entledigen.* Die Stelle aber, wo von den Tieren die angeklebten oder angehäkelten Früchte und Samen abgelagert werden, iſt jedesmal von der Stelle, wo das Ausreifen ſtattgefunden hat, mehr oder weniger weit entfernt, und gewöhnlich finden die abgeſtoßenen und abgeſtreiften Früchte an der Ablagerungsſtätte ein vortreffliches Keimbett.

Das Anhaften der Früchte und Samen an die Haut, den Pelz oder das Gefieder der Tiere erfolgt entweder mittels Waſſer, Schlamm und feuchter Erde oder

mittels beſonderer, von den Pflanzen abgeſchiedener Klebſtoffe. Die Früchte und Samen vieler Waſſer- und Sumpfpflanzen, namentlich der Gattungen Alisma, Batrachium, Butomus, Carex, Myriophyllum, Phellandrium, Polygonum, Potamogeton, Sagittaria und Sparganium, beſitzen weder beſondere Organe zum Anhäkeln, noch ſcheiden ſie klebrige Stoffe aus, aber ſie haben, wie ſchon früher (ſ. S. 785) erwähnt wurde, die Fähigkeit, ſich auf der Waſſeroberfläche ſchwimmend zu erhalten. Hält man in das Waſſer eines Teiches, deſſen Oberfläche mit ſolchen ſchwimmenden Früchten bedeckt iſt, die Hand, und zieht man dieſe raſch heraus, ſo hängen der Haut durch Vermittelung des haftenden Waſſertropfens immer auch zahlreiche der genannten Früchte an. Dasſelbe geſchieht, wenn Waſſervögel an dergleichen Stellen ſich herumtreiben und plötzlich auffliegen. Man findet an den geſchoſſenen Tieren den Schnabel, die Beine und ſelbſt das Gefieder, über welches das Waſſer doch ſofort ablief, gar nicht ſelten mit Früchten der genannten Pflanzen behaftet. Hätten ſich dieſe Tiere in einem anderen Teiche niedergelaſſen, ſo würden die Früchte zweifellos dorthin verſchleppt worden ſein. Für die Verbreitung der Früchte auf geringe Entfernungen iſt daher das Anhaften durch Vermittelung des Waſſers gewiß nicht ohne Bedeutung.

Mittels Schlamm und feuchter Moorerde werden insbeſondere den zur Tränke an das Ufer der Gewäſſer kommenden Vögeln zahlreiche kleine Früchte und Samen angeheftet. Dohlen, Reiher und Schnepfen, welche nicht ſehr viel auf Reinlichkeit halten, findet man regelmäßig mit Krümchen von Schlamm und Erde beklebt. Beſonders erwähnenswert ſind auch die Schwalben, zumal die rauhfüßigen Arten, welche ſich bei Gelegenheit ihres Aufenthaltes am Ufer der Flüſſe und Teiche kleine Schlammklümpchen ankleben. Dort, wo ſie längere Zeit verweilen, ſuchen ſie ſich derſelben zwar wieder zu entledigen, aber wenn die Wanderzeit heranrückt, werden ſie unruhig und aufgeregt und vergeſſen ſogar die ſonſt mit großer Sorgfalt behandelte Morgentoilette. Auch die ſonſt ſo reinlichen Waſſervögel verſäumen auf ihren Wanderzügen die ſorgfältige Entfernung anhängender Schlammteile. Wie groß aber die Zahl der im Schlamme eingebetteten Samen iſt, lehren die Unterſuchungen Darwins. Aus $6^3/_4$ Unzen Schlamm keimten 537 Pflanzen! Meine eignen Unterſuchungen des von den Schnäbeln, den Füßen und dem Gefieder der Schwalben, Schnepfen, Bachſtelzen und Dohlen abgelöſten Schlammes lieferten eine ungefähr um die Hälfte geringere Ausbeute an keimfähigen Samen. Aber auch das iſt noch ausgiebig genug, und wer bedenkt, daß Tauben und Kraniche 60—70 und Schwalben und Wanderfalken ſogar 180 km in einer Stunde auf ihren Wanderungen zurücklegen, kommt zur Überzeugung, daß durch dieſe Tiere in kürzeſter Zeit die angeklebten Früchte und Samen über mehrere Breitengrade verſchleppt werden können. Allerdings iſt die Zahl der auf dieſe Weiſe verbreiteten Pflanzenarten eine beſchränkte. Meiſtenteils ſind es Ufer- und Sumpfpflanzen und unter dieſen wieder vorwaltend kleine, einjährige Gewächſe, wie aus dem folgenden Verzeichniſſe der von mir beſonders häufig in dem angeklebten Schlamme geſehenen Früchte und Samen hervorgeht:

Centunculus minimus	Heleocharis acicularis	Lythrum Salicaria
Cyperus flavescens	Isolepis setacea	Nasturtium amphibium
- fuscus	Juncus buffonius	- palustre
Elatine Hydropiper	- compressus	- silvestre
Erythraea pulchella	- lamprocarpus	Samolus Valerandi
Glaux maritima	Limosella aquatica	Scirpus maritimus
Glyceria fluitans	Lindernia pyxidaria	Veronica Anagallis.

Die meiſten dieſer Arten ſind über alle Weltteile verbreitet, erhalten ſich aber ſelten längere Zeit hindurch auf demſelben Standorte. Oft tauchen ſie ganz unerwartet an Stellen auf, wo die Vögel auf ihren Wanderzügen Raſt hielten und zur Tränke gingen. Das merkwürdige Vorkommen des winzigen, in Indien heimiſchen Coleanthus subtilis an den

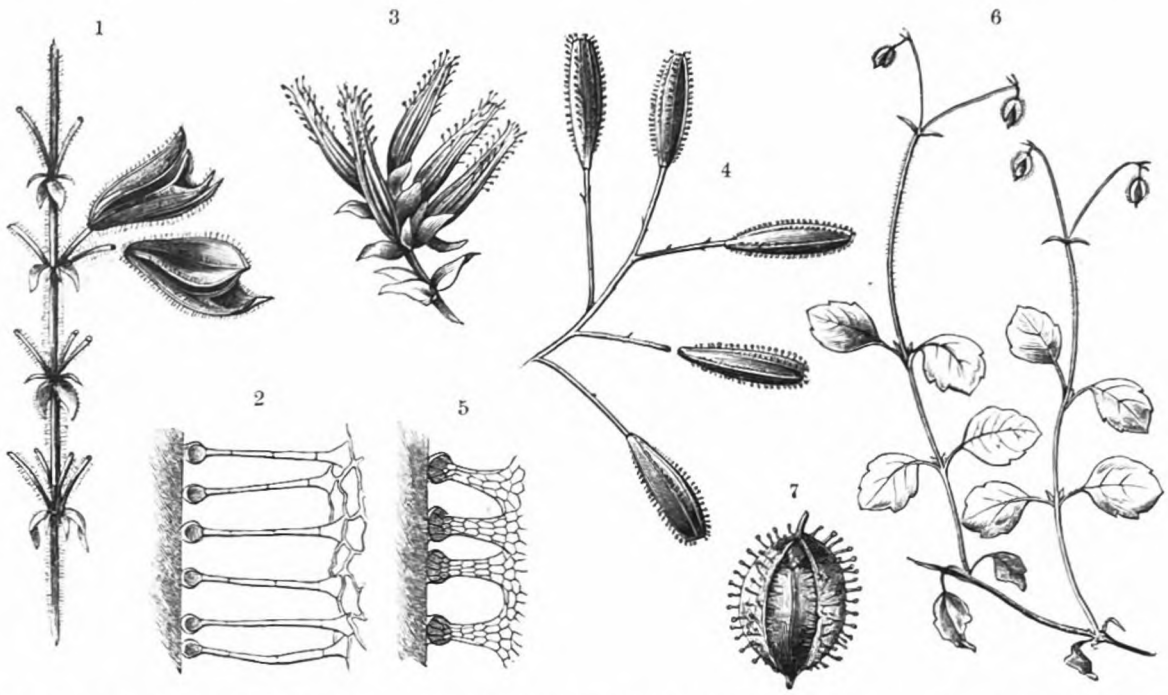
Teichrändern im ſüdlichen Böhmen und das plötzliche Erſcheinen dieſes Graſes vor zwei Jahrzehnten im weſtlichen Frankreich ſowie das Vorkommen des tropiſchen Scirpus atropurpureus am Ufer des Genfer Sees und der ſüdlichen Anagallis tenella am Ufer des Schwarzſees bei Kitzbüchel in Nordtirol iſt wohl unbedenklich auf die hier angedeutete Weiſe zu erklären.

Daß durch Vermittelung der vom Regen durchweichten Erde auf den Steppen und Äckern und an den Wegen zahlreiche Früchte und Samen an die Hufe, Klauen, Zehen und Füße ſowie an die Haare, Borſten und Federn der wandernden Tiere angeheftet werden, hat man vielfach beobachtet. Darwin fand in $6^1/_2$ Unzen hart gewordener Erde, welche von dem Fuße eines Rebhuhnes abgenommen wurde, zahlreiche Samen, von welchen 82 zum Keimen gelangten. Viele ſogenannte Unkräuter, welche auf Feldern und an Straßenrändern wachſen (Brunella vulgaris, Malva rotundifolia, Potentilla anserina, reptans, supina, Ranunculus Sardous ꝛc.), werden vorwiegend auf dieſe Weiſe verbreitet. Zufolge einer Mitteilung meines Freundes C. Heller findet man auch die Haftlappen an den Zehen der Geckonen (Eidechſen, welche an den glatten Felſen und Mauern herumzulaufen geeignet ſind) bisweilen mit feinen Samen beſetzt, und es iſt nicht zu bezweifeln, daß durch dieſe Tiere gewiſſe Pflanzen über felſige Steilgehänge verbreitet werden können.

Daß klebrige, von den Früchten und Samen ausgeſchiedene Stoffe dieſes Anheften an die wandernden Tiere weſentlich befördern, iſt ſelbſtverſtändlich. Wenn die in Band I, S. 175 erwähnten Ausſcheidungen von Klebemitteln aus den befeuchteten Früchten und Samen bei verſchiedenen Korbblütlern, Kreuzblütlern, Lippenblütlern, Wegerichen ꝛc. zunächſt auch nur die Befeſtigung an das Keimbett bezwecken, ſo wird doch häufig auch noch ein zweiter Vorteil, nämlich das Ankleben an wandernde Tiere, durch dieſe Einrichtung bezweckt. Ganz beſonders hervorzuheben iſt an dieſer Stelle die Zeitloſe (Colchicum), deren Samen mittels einer verhältnismäßig großen, bei Befeuchtung klebrig werdenden Fleiſchwarze (caruncula) an die Klauen und Hufe der Rinder, Schafe und Pferde ankleben und vorzüglich auf dieſe Weiſe von einer Trift zur anderen verbreitet werden. Auch iſt hier noch des Falles zu gedenken, daß ein Steinkauz (Athene noctua), welcher beim Fange von Mäuſen an das Geſtrüpp von Wermut (Artemisia) anſtreifte, beim Fortfliegen mit den infolge eines vorhergegangenen Regens klebrig gewordenen Früchtchen dieſer Pflanze über und über behaftet war. Bisweilen werden die Samen der überreifen, bei leiſeſtem Drucke platzenden ſaftreichen Beeren von Bryonia, Lycium, Solanum und verſchiedenen anderen Kukurbitaceen und Solanaceen an die Borſten und Haare der vorbeiwandernden und anſtreifenden Tiere geklebt, und es iſt nach den Erzählungen der Reiſenden nicht unwahrſcheinlich, daß auch die fleiſchigen Raffleſien, welche vorzüglich an den von großen Dickhäutern begangenen Wegen gefunden werden, auf die angedeutete Weiſe ihre Verbreitung finden. Sehr merkwürdig iſt auch die Verbreitung der Samen von Nuphar und Nymphaea. Wie dieſelbe durch die Strömung des Waſſers erfolgt, wurde bereits auf S. 785 erzählt. Es kommt aber auch vor, daß ſolche Samen durch die Waſſerhühner von Teich zu Teich verſchleppt werden. Um die nahrhaften Samen zu gewinnen, hacken die genannten Tiere die Früchte der Seeroſen mit ihrem Schnabel auf, wobei faſt unvermeidlich einige der von ſchleimigen Maſſen eingehüllten Samen an den Borſtenfedern der Mundwinkel kleben bleiben. Wenn nun die Waſſerhühner von ihrer Mahlzeit plötzlich aufgeſchreckt werden und nicht mehr Zeit finden, den Schnabel früher zu reinigen, ſo tragen ſie die angeklebten Samen mit fort und ſtreifen ſie erſt wieder in einem anderen Teiche ab.

Die Früchte und Samen mehrerer Pflanzen haften an den vorüberſtreifenden Tieren mittels eigner Drüſenhaare und Stieldrüſen, d. h. mittels rundlicher Zellen und Zellengruppen, die von ſtielförmigen, aus der Oberhaut entſpringenden Gebilden getragen werden, und an deren Oberfläche ſich klebrige, ſchleimige und harzige Stoffe ausgebildet haben (ſiehe

untenſtehende Abbildung, Fig. 2 und 5). Die Stieldrüſen entſtehen an den verſchiedenſten Teilen der Pflanzen. Bei Boerhavia, Adenocarpus und Pisonia (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 4) iſt es die Frucht, bei Salvia glutinosa (Fig. 1) und den verſchiedenen Arten der Gattung Plumbago, namentlich Plumbago Capensis (Fig. 3), der Kelch, und bei der nordiſchen Linnäa (Linnaea borealis; Fig. 6 und 7) ein der Frucht dicht anliegendes Deckblattpaar, welches mit Stieldrüſen beſetzt iſt. Bei allen dieſen Pflanzen iſt eine Trennungsſchicht in dem Gewebe des Fruchtſtieles vorgebildet, und ſobald das Ankleben erfolgt iſt, findet ſofort auch eine Ablöſung im Bereiche dieſer Trennungsſchicht ſtatt. Manche Pflanzen, beiſpielsweiſe das einjährige Cerastium glutinosum, ſind allerwärts mit Drüſenhaaren beſetzt, und wenn ſie zur Zeit der Reife halb verdorrt ſind und nur noch loſe im Boden wurzeln, genügt ein leichtes Anſtreifen der vorüberwandelnden Tiere, damit ſie mit

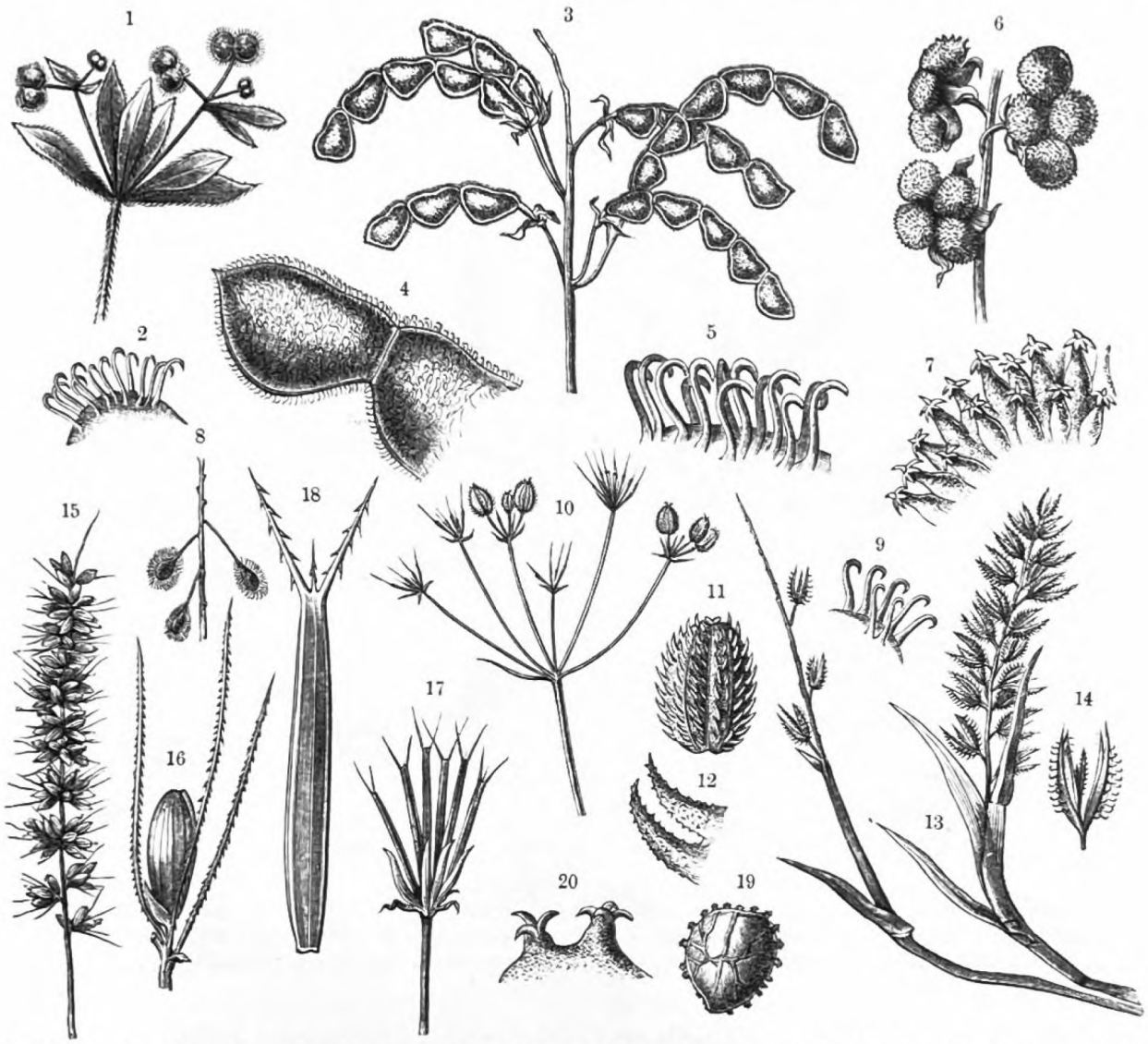


Anklebende Früchte: 1. Salvia glutinosa. — 2. Die von den Fruchtkelchen dieſer Pflanze ausgehenden anklebenden Stieldrüſen; 60fach vergrößert. — 3. Plumbago Capensis. — 4. Pisonia aculeata. — 5. Die von den Früchten dieſer Pflanze ausgehenden anklebenden Stieldrüſen, 60fach vergrößert. — 6. Linnaea borealis. — 7. Frucht dieſer Pflanze, 5fach vergrößert.

Blättern, Stengeln und Fruchtkapſeln dem Gefieder oder den Haaren ankleben. Hierzu ſei nur noch bemerkt, daß dieſes Ankleben am wandernden Tiere bei allen hier beiſpielsweiſe vorgeführten Pflanzen nicht nur vermutet, ſondern thatſächlich beobachtet worden iſt.

Ungefähr der zehnte Teil der Phanerogamen beſitzt Früchte oder Samen, welche mittels krallenförmiger oder widerhakiger Fortſätze verbreitet werden. Die Verbreitung iſt jener der anklebenden Früchte ſehr ähnlich. Sobald ein Säugetier oder ein Vogel bei ſeinen Wanderungen mit den Krallen oder Widerhaken in Berührung kommt, findet ſofort ein Anhäkeln an die Haare, Borſten oder Federn ſtatt, der Pflanzenteil, von welchem die Krallen oder Widerhaken ausgehen, wird abgeriſſen und von dem betreffenden Tiere fortgeſchleppt. Dieſe Verſchleppung iſt ſelbſtverſtändlich von den Tieren nicht beabſichtigt; im Gegenteil, es werden ihnen die Anhängſel ſehr unbequem und unangenehm, und ſie ſuchen ſich von denſelben nach Möglichkeit zu befreien. Das geſchieht freilich in vielen Fällen erſt dann, wenn die Tiere eine weite Strecke Weges zurückgelegt haben, und bisweilen bleibt der Pelz, die Mähne oder die Haut wochenlang mit den peinigenden Gebilden behängt. Die zum Anhäkeln dienenden Organe ſind an ihrer Spitze entweder krallenförmig gebogen oder mit

Widerhäkchen beſetzt (vgl. untenſtehende Abbildung, Fig. 2 und 18). In letzterem Falle werden die Widerhäkchen von beſonderen ſteifen Borſten oder Nadeln getragen und ſitzen dieſen entweder an der Spitze auf, wie bei einer Harpune, oder bilden Zeilen und Längsreihen, wie an einer Hechel. Nur in wenigen Fällen (z. B. bei Polygala glochidiata, Stellaria glochidiata und Villarsia nymphaeoides) gehen dieſe Fortſätze, welche man unter dem Namen Hakenborſten und Hakenſtacheln zuſammenfaßt, von den Samen aus; meiſtens



Anhäkelnde Früchte: 1. Galium Aparine. — 2. Hakenborſten dieſer Frucht. — 3. Hedysarum Canadense. — 4. Ein Stück der Gliederhülſe dieſer Pflanze. — 5. Hakenborſten von Hedysarum Canadense. — 6. Cynoglossum pictum. — 7. Hakenſtacheln an den Früchten dieſer Pflanze. — 8. Circaea Lutetiana. — 9. Hakenborſten an den Früchten dieſer Pflanze. — 10. Torilis Anthriscus. — 11. Einzelne Frucht dieſer Torilis. — 12. Gekrümmte Stacheln an dieſer Frucht. — 13. Lappago racemosa. — 14. Einzelnes Fruchtährchen dieſer Pflanze. — 15. Setaria verticillata. — 16. Fruchttragendes Äſtchen mit Hüllborſten aus der Ähre von Setaria verticillata. — 17. Bidens bipinnata. — 18. Einzelne Frucht dieſer Pflanze. — 19. Frucht der Caccinia strigosa. — 20. Hakenſtacheln an der Frucht dieſer Caccinia. — Fig. 2, 4, 5, 7, 9, 11, 12, 14, 16, 18 und 20 vergrößert. Vgl. Text, S. 807, 808, 810 und 811.

entſpringen ſie von dem Fruchtgehäuſe und zwar in allen möglichen Abſtufungen der Größe, von den zarten Hakenborſten an den kleinen Nüßchen des Hexenkrautes (Circaea; ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 8 und 9) angefangen, bis zu den dicken, feſten Krallen an den Früchten des afrikaniſchen Harpagophyton procumbens. Die Hakenſtacheln der zuletzt genannten Früchte erreichen die Größe bekrallter Krähenfüße und ſind als Plage der zahmen und wilden Wiederkäuer berüchtigt. Wenn die in Transvaal und am Oranjefluß heimiſchen Springböcke unverſehens ihre Füße auf dieſelben ſetzen, ſo werden die Hufe von den ſpitzen Krallen umklammert, und die armen Tiere laufen, vom Schmerze getrieben, wie raſend dahin, ohne

ſich doch von den Marterwerkzeugen befreien zu können. Es dauert oft mehrere Tage, bis die Kapſel zerbricht und, morſch geworden, abfällt. Es würde übrigens zu weit führen, die zahlloſen Früchte, deren Gehäuſe mit Hakenborſten und Hakenſtacheln beſetzt ſind, ſelbſt nur oberflächlich zu ſchildern, und es ſollen daher nur einige wenige, beſonders merkwürdige Formen aufgezählt werden. Zunächſt die kugeligen Kapſelfrüchte von Krameria Ixina und Triumfetta Plumieri (ſ. untenſtehende Abbildung, Fig. 10 und 11), die Schließfrüchte mehrerer Arten von Callogonium und Rumex, z. B. Rumex Burchelii (Fig. 3), weiterhin die Hülſen zahlreicher Schmetterlingsblütler (z. B. Medicago agrestis und radiata, Onobrychis



Anhäkelnde Früchte: 1. Marrubium vulgare. — 2. Medicago agrestis. — 3. Rumex Burchelli. — 4. Scorpiurus sulcata. — 5. Agrimonia odorata. — 6. Orlaya grandiflora. — 7. Pteranthus echinatus. — 8. Rochelia Persica. — 9. Onobrychis aequidentata. — 10. Triumfetta Plumieri. — 11. Hakenborſten dieſer Frucht, vergrößert. — 12. Medicago radiata. — 13. Xanthium spinosum. — 14. Ceratocephalus falcatus. — 15. Geum urbanum. — 16. Einzelne abgefallene Frucht dieſer Pflanze. — 17. Lappa major. Vgl. Text, S. 808 und 809.

aequidentata und Desmodium Canadense; ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 2 und 9, und die Abbildung auf S. 806, Fig. 3, 4 und 5), die Nüßchen mehrerer Aſperifoliaceen (z. B. Echinospermum, Cynoglossum und Caccinia; ſ. S. 806, Fig. 6, 7, 19 und 20), die abfallenden Stücke der Gliederhülſen von Aeschinomene patula, die Gliederſchoten von Tauscheria lasiocarpa, die Spaltfrüchte einiger Arten der Gattung Asperula und Galium (z. B. Galium Aparine; ſ. S. 806, Fig. 1 und 2) und die Diachenien zahlreicher Doldengewächſe (Caucalis, Daucus, Orlaya, Sanicula, Torilis; ſ. S. 806, Fig. 10, 11 und 12, und obenſtehende Abbildung, Fig. 6). Viel ſeltener kommt es vor, daß ſich die Blätter des Kelches zur Zeit der Fruchtreife krallenförmig krümmen, wie bei der Gattung Rochelia

(ſ. Abbildung, S. 807, Fig. 8), daß die Zähne des Fruchtkelches die Form von Hakenſtacheln annehmen, wie bei Valerianella echinata und hamata, Trifolium spumosum, Ballota rupestris und Marrubium vulgare (ſ. S. 807, Fig. 1), daß die Achenien der Korbblütler 1, 2, 3 oder 4 den Pappus erſetzende Hakenſtacheln tragen, wie bei Bidens bipinnata (ſ. S. 806, Fig. 17 und 18), daß die Perigonborſten mit feinen Widerhäkchen beſetzt ſind, wie bei Scirpus lacustris, und daß das Hypanthium einen dichten Kranz von Hakenſtacheln trägt, wie bei Agrimonia (ſ. S. 807, Fig. 5). Für die Fälle, wo Hüllblätter in Hakenborſten oder Hakenſtacheln umgewandelt ſind, können Xanthium und Lappa (ſ. S. 807, Fig. 13 und 17) und für jene Gräſer, deren Spelzen mit dergleichen Gebilden beſetzt ſind, Oryza clandestina, Paspalum tenue und Lappago racemosa (ſ. S. 806, Fig. 13 und 14) als Vorbilder dienen.

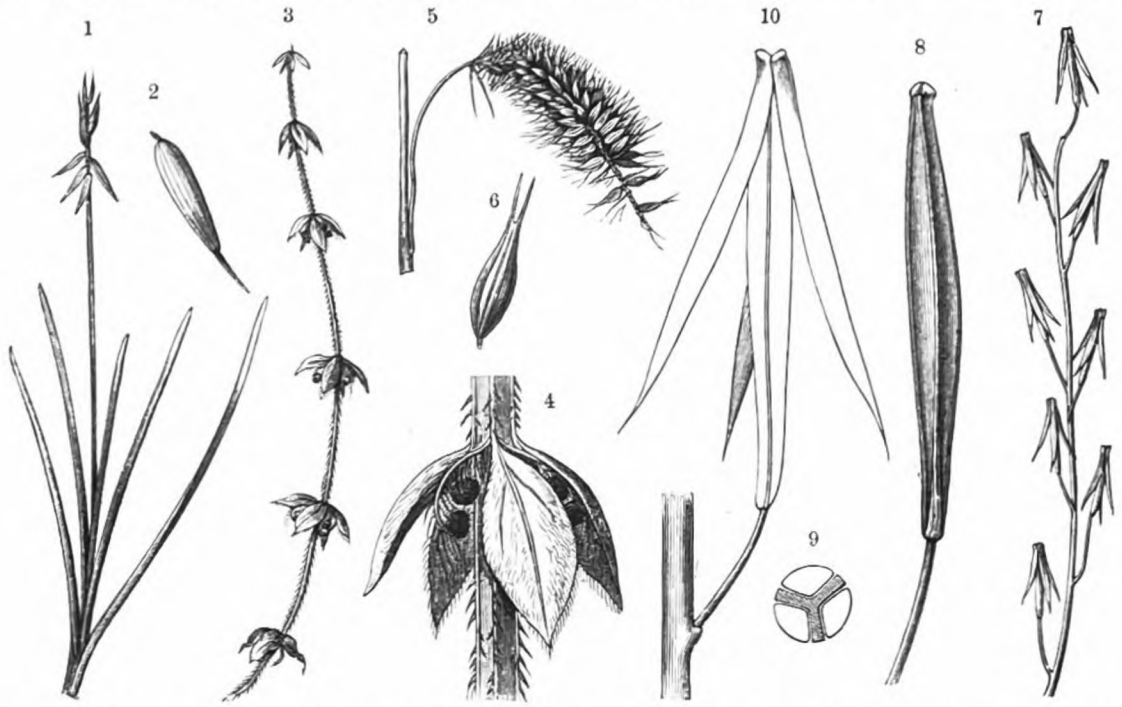
Mitunter hat die ganze Frucht das Ausſehen einer Kralle oder iſt mit großen Widerhaken verſehen und bleibt mit dieſen an den vorüberſtreifenden Tieren hängen. Beſonders auffallend iſt dieſe Ausbildung an den Hülſen von Arthrolobium, Ornithopus, Biserrula, Coronilla scorpioides und Scorpiurus sulcata (ſ. S. 807, Fig. 4) zu ſehen. Auch die Achenien mehrerer Korbblütler (z. B. Rhagadiolus stellatus und Kolpinia linearis) ſind krallenförmig, und die zuletzt genannte Art trägt überdies an dem freien Ende jeder Kralle einen Kranz von gekrümmten ſpitzen Widerhäkchen. Bei mehreren Arten der Gattung Geum, für welche Geum urbanum (ſ. S. 807, Fig. 15 und 16) als Vorbild dienen kann, löſt ſich zur Zeit der Fruchtreife das vordere Stück des gegliederten Griffels ab, und der zurückbleibende Teil geſtaltet ſich zu einem, den anſtreifenden Gegenſtänden ſich anhängenden Hakenſtachel. Ebenſo gehen aus den Griffeln mehrerer Ranunkulaceen und Pedalinaceen hakenförmige Gebilde hervor. Von den letzteren ſind namentlich die Früchte der Martynien (Martynia lutea und proboscoidea ꝛc.) hervorzuheben, welche ſich von den zur Zeit der Reife verweſenden krautigen Stengeln ablöſen und dann loſe auf dem Boden liegen. Aus den Griffeln haben ſich zwei lange, bogenförmige Spangen entwickelt, deren ſtechende, hakig gekrümmte Enden in ihrer Form an Gemshörner erinnern. Mit dieſen hängen ſich die merkwürdigen Früchte den Füßen vorüberſtreifender Tiere an.

Während ſich in dieſem Falle die Griffel in Krallen umgewandelt haben, erhalten bei anderen Pflanzen die Fruchtſtiele eine ähnliche Form und Bedeutung. Das iſt namentlich bei Cyclamen Europaeum der Fall, deſſen Fruchtſtiele eine ſchraubige Drehung und Zuſammenziehung erfahren. Ehemals glaubte man, die Bedeutung dieſer ſeltſamen ſchraubigen Drehung liege darin, daß durch ſie die Früchte, beziehentlich die Samen in die Erde hineingezogen werden, damit ſie dort ein geeignetes Keimbett finden. Dieſe Annahme entſpricht aber nicht der Wirklichkeit. Im Spätherbſte, wenn die grünen Kapſeln unter die Erde gezogen werden, ſind die Samen noch unreif. Sie überwintern unter der Erde und erlangen erſt im darauffolgenden Hochſommer ihre volle Reife. Nun werden ſie infolge der Austrocknung und Lockerung des ſchraubig gedrehten Fruchtſtieles wieder aus der Erde gezogen, der Fruchtſtiel verweſt in ſeinem unterſten Teile, und das übrigbleibende Stück desſelben ſtellt eine der Kapſel aufſitzende Kralle dar. Die mit Samen verſehenen, noch immer mit den Samen gefüllten Kapſeln liegen jetzt loſe auf dem Boden und werden durch die mit den Füßen an ſie anſtreifenden Tiere verſchleppt. Daß die Samen dieſer Pflanze auch durch Ameiſen verbreitet werden, wurde bereits auf S. 802 erwähnt.

Dieſer merkwürdigen Fruchtform ſchließen ſich jene an, wo die Krallen oder Hakenſtacheln als metamorphoſierte Äſtchen oder als Teile fehlgeſchlagener, auf beſonderen Verzweigungen ſitzender Blüten zu gelten haben. Es genügt, aus dieſer Gruppe zwei Fälle beſonders hervorzuheben: einmal die zu den Amarantaceen gehörige Pupalia atropurpurea, bei welcher aus den Achſeln der Deckblätter kurze Äſtchen entſpringen, von welchen nur

einige wenige Früchte tragen, während die meiſten als Hakenſtacheln ausgebildet ſind und einen leicht anhäkelnden und von der Hauptachſe ſich ablöſenden Büſchel bilden, und zweitens den zu den Paronychiaceen gehörigen Pteranthus echinatus (ſ. Abbildung, S. 807, Fig. 7), welcher in jedem Blütenſtande neben der vom Kelche umſchloſſenen Frucht mehrere kurze Seitenzweiglein aufweiſt, an deren Enden nur taube Blüten mit hakenförmig gekrümmten Kelchblättern zur Entwickelung gekommen ſind.

Sämtliche hier aufgezählte krallenförmige oder mit Hakenſtacheln ausgeſtattete Früchte und Fruchtſtände löſen ſich von der ſie tragenden Mutterpflanze leicht ab, ſobald von dem Gegenſtande, an den ſie ſich angehäkelt haben, ein Zug ausgeübt wird. Es gibt aber auch ſolche, wo das nicht der Fall iſt, und wo die Krallen und Haken mit der Achſe des

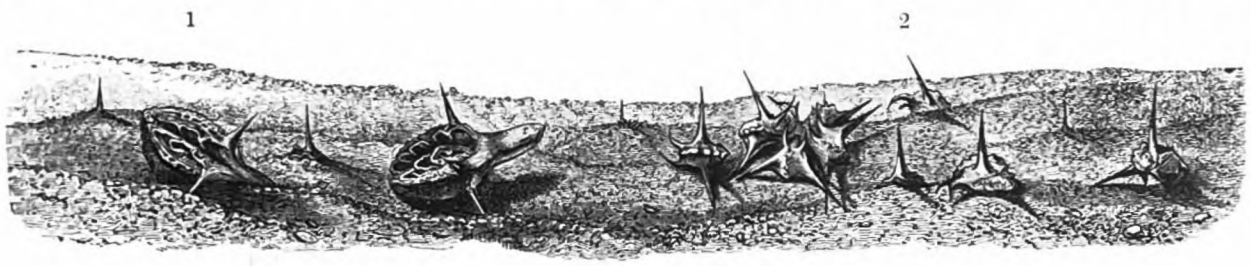


Anhäkelnde, ſtechende und einbohrende Früchte: 1. Carex microglochin. — 2. Einzelne Frucht dieſer Pflanze. — 3. Galium retrorsum. — 4. Ein ausgeſchnittenes Stengelſtück dieſer Pflanze. — 5. Carex Pseudocyperus. — 6. Einzelne Frucht dieſer Pflanze. — 7. Triglochin palustre. — 8. Einzelne, noch unreife Frucht dieſer Pflanze. — 9. Querſchnitt durch dieſe Frucht. — 10. Einzelne reife Frucht mit gelöſten Teilfrüchten. — Fig. 2, 4, 6, 8, 9 und 10 vergrößert. Vgl. Text, S. 810.

ganzen Pflanzenſtockes feſt verbunden bleiben, ſo zwar, daß bei einem von dem angehäkelten Gegenſtande ausgehenden Zuge ein umfangreiches Stengelſtück abgeriſſen, ja bisweilen die ganze entwurzelte Pflanze mitgeſchleppt wird. Hierher gehören zunächſt mehrere Rubiaceen, als deren Vorbild Galium retrorsum (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 3 und 4) gelten kann, deſſen fruchttragender Stengel abgeriſſen oder entwurzelt wird, ſobald er ſich mit ſeinen widerhakigen, kurzen Borſten an ein vorüberſtreifendes Tier angeheftet hat; ferner die Arten der Gattung Uncaria, deren kriechende, über den Boden ausgebreitete lange Stengel ſtellenweiſe mit Fruchtſtänden, ſtellenweiſe mit fehlgeſchlagenen, in feſte, ſpitze Krallen umgewandelten Blütenſtielen beſetzt ſind. Wenn ſich dieſe Krallen in die Füße anſtreifender Tiere einhaken, ſo werden kürzere oder längere Stengelteile dieſer Pflanze abgeriſſen und mit dieſen auch die anhängenden Früchte verſchleppt. Auch bei Specularia falcata, Valerianella echinata, Cornucopia cucullata und Ceratocephalus falcatus (ſ. S. 807, Fig. 14) löſen ſich die Früchte nicht von den ſie tragenden Stengeln, ſondern wenn ſich die Krallen des Fruchtſtandes irgendwo an ein vorüberwanderndes Tier anhäkeln, ſo wird bei dem nunmehr erfolgenden Zuge die ganze Pflanze entwurzelt und fortgeſchleppt. Einen ähnlichen Vorgang beobachtet man, wenn Säugetiere und größere Vögel an Setaria

verticillata anſtreifen, ein Gras, deſſen Früchtchen von unbegrannten Spelzen umſchloſſen und von Hüllborſten mit ſehr ſcharfen Widerhäkchen geſtützt, eingehüllt und überragt werden (ſ. Abbildung, S. 806, Fig. 15 und 16). Wenn ſich dieſe Hüllborſten einem anſtreifenden Tiere angehängt haben, ſo werden die ährenförmigen Fruchtſtände, häufig auch Stücke des Halmes, ja bisweilen ſogar die ganzen entwurzelten Pflanzenſtöcke mit fortgeſchleppt. Daß ſolche Anhängſel ſehr beſchwerlich und läſtig ſind, und daß ſich die betreffenden Tiere von denſelben ſobald wie möglich zu befreien ſuchen, wurde bereits zu wiederholten Malen hervorgehoben. In manchen Fällen gelingt es den Tieren, ſich derſelben ohne große Schwierigkeiten durch Abreiben des Pelzes an feſten Gegenſtänden ſowie durch Putzen mit den Füßen, der Schnauze oder dem Schnabel zu entledigen, mitunter haben ſich aber die ſpitzen Krallen und Widerhaken ſo verkettet, verſtrickt, feſtgeklammert, eingebohrt und eingeniſtet, daß die Entfernung der anhängenden Früchte ſchwierig von ſtatten geht und mit großen Schmerzen für die armen Tiere verbunden iſt.

Noch peinlicher für die Tiere iſt die Verbreitung der Früchte mittels gerader, glatter Stacheln, welche von den Früchten ausgehen und ſo geſtellt ſind, daß ſie in die Füße der darauftretenden Tiere eingebohrt werden oder in der Haut



Früchte mit nadelförmigen Fortſätzen: 1. Pedalium Murex. — 2. Tribulus orientalis.

der anſtreifenden Tiere ſtecken bleiben. Es laſſen ſich von dieſen Früchten zwei Gruppen unterſcheiden. Erſtens ſolche, welche zur Zeit der Reife loſe auf dem Boden liegen. Dahin gehören Acicarpha, Ceratocarpus, Salsola und Spinacia, bei welchen die Zipfel des Fruchtkelches verhärten und ſich in gerade abſtehende Dornen umwandeln, ferner Rogeria, Pedalium und Tribulus (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 1 und 2), bei welchen die Stacheln von dem Fruchtgehäuſe ausgehen. Aus der zuletzt genannten Gattung kommt eine Art (Tribulus orientalis) ſehr häufig in der ungariſchen Niederung vor und iſt bei den dortigen Hirten berüchtigt und verhaßt. Sie hat ſpitze, feſte, verhältnismäßig lange Stacheln an den abgefallenen Spaltfrüchten und iſt nicht ſelten vom Flugſande ſo überdeckt, daß nur die Spitzen der Stacheln über denſelben hervorragen (ſ. obenſtehende Abbildung, Fig. 2). Dieſe Stacheln bohren ſich in die Hufe und Sohlen der auftretenden Tiere tief ein, brechen bei den Reinigungsverſuchen der Tiere von dem Fruchtkörper ab, bleiben in der Haut ſtecken und erzeugen eiternde, ſehr ſchmerzhafte Wunden, durch welche die Tiere am Gehen verhindert werden. Für die zweite Gruppe der zum Behufe der Verbreitung mit glatten Stacheln ausgerüſteten Früchte können jene von Carex pauciflora und Trigiochin palustre (ſ. S. 809, Fig. 1, 2, 7, 8, 9 und 10) als Vorbild dienen. Die von einer ſteif aufrechten Spindel getragenen Früchte ſind zur Zeit der Reife mit ihrer Spitze ſchräg nach abwärts gerichtet, löſen ſich leicht von ihren Trägern ab und bleiben wie Nadeln in der Haut oder im Pelze der anſtreifenden Tiere ſtecken.

Gerade und ſchwach gekrümmte Borſten und Stacheln können übrigens auch noch in anderer Weiſe bei der Verbreitung der Früchte beteiligt ſein. Wenn ſie reihenweiſe, wie die Zähne eines Kammes die Oberfläche einer Frucht beſetzen, oder paarweiſe von derſelben abſtehen, wie beiſpielsweiſe bei Carex Pseudocyperus (ſ. S. 809, Fig. 5 und 6), ſo verfangen

ſich an denſelben die Wollhaare und feinen Federchen der anſtreifenden Tiere, die Früchte löſen ſich von den Stielen ab und bleiben an dem Pelze und Gefieder hängen. Dasſelbe geſchieht, wenn die von der Frucht ausgehenden ſtachelförmigen Fortſätze ſich kreuzen, wie bei Pterococcus, Sycios und zahlreichen Arten der Gattung Schneckenklee (z. B. Medicago ciliaris, litoralis, sphaerocarpa, tentaculata, tribuloides), oder wenn ſteife Borſten unter ſchiefen Winkeln von der Oberfläche der Frucht oder des Fruchtkelches entſpringen, wie bei Asperugo, Myosotis, Parietaria, Physocaulis und Torilis (ſ. S. 806, Fig. 10, 11 und 12). Bei vielen Gräſern verfangen ſich die Haare der vorbeiſtreifenden Tiere an den Grannen, welche von der Rückſeite der Spelzen ausgehen, und bei mehreren Chenopodiaceen werden die Haare des Pelzes zwiſchen die Nußfrucht und die ſie umgebenden verhärteten Zipfel des Perigons eingeklemmt. Es iſt hierzu nicht notwendig, daß die Borſten, Stacheln und Grannen ſpitzig und ſtechend ſind, wohl aber iſt es von Vorteil, wenn die Oberfläche dieſer Gebilde, ähnlich wie bei Torilis (ſ. S. 806, Fig. 12), rauh oder fein gezackt iſt. Hier iſt auch noch zu erwähnen, daß ſich die Haare, welche als Büſchel und Flocken die Früchte und Samen bekleiden und als Fallſchirme und Schwebevorrichtungen wirkſam ſind, häufig in den Haaren und Federn anſtreifender Tiere verſtricken und inſofern bei der Verbreitung der Früchte und Samen durch die Tiere gleichfalls eine hervorragende Rolle ſpielen. Wenn Schafe, Ziegen, Rinder und Pferde über Gelände geſchritten ſind, auf welchen ſtaudenförmige Korbblütler, ſtrauchige Weiden und dergleichen in Frucht ſtanden, ſieht man das Haarkleid derſelben regelmäßig mit ſolchen haarigen Früchten und Samen behaftet. Ich habe eigenhändig die Früchte und Samen der Anemone silvestris und verſchiedener Arten der Gattungen Calamagrostis, Crepis, Cynanchum, Epilobium, Eriophorum, Lactuca, Lagoecia, Micropus, Populus, Salix, Senecio, Sonchus und Typha von dem Haarkleide der genannten Tiere abgenommen.

Daß ſolche Früchte und Samen auch an den Kleidern der Menſchen hängen bleiben, wird jedermann beſtätigen können, der einmal im Frühſommer durch ein aus Pappeln und Weiden gebildetes Gehölz, oder im Spätſommer durch einen mit Calamagrostis, Epilobium und Senecio bewachſenen Holzſchlag ſich Bahn gebrochen hat. Auch anklebende und anhäkelnde Früchte findet man nach ſolchen Wanderungen, mehr als einem lieb iſt, an den Kleidern, und es iſt vielleicht nicht überflüſſig, hier zu bemerken, daß dasjenige, was im Vorhergehenden über die Verbreitung der Früchte und Samen durch die Tiere mitgeteilt wurde, auch mit Bezug auf den Menſchen zu gelten hat. Natürlich iſt hier nur die Verbreitung von Früchten und Samen gemeint, welche von den Menſchen unabſichtlich ausgeführt wird. Die Anſiedelung von Getreide, Gemüſe, Gartenblumen, Obſtbäumen, Waldbäumen ꝛc., mit anderen Worten, die abſichtlich ausgeführte Verbreitung kommt hier nur inſofern in Betracht, als ſo manche der genannten Nutz- und Zierpflanzen über den Bereich der Felder, Gärten und Forſte, wo ſie ausgeſäet oder angepflanzt wurden, mit Hilfe ihrer natürlichen Verbreitungsmittel ohne Zuthun des Menſchen ſich anſiedeln, und dann auch inſofern, als mit den Samen von Nutz- und Zierpflanzen nicht ſelten ſogenannte Unkräuter eingeſchleppt werden, welche ſich an Stellen einbürgern, wohin ſie ohne Beteiligung der Menſchen kaum jemals gelangt ſein würden.

Am Schluſſe dieſes Kapitels drängen ſich folgende Bemerkungen auf: Zunächſt, daß jene Einrichtungen und Ausbildungen die häufigſten ſind, welche neben dem Vorteile der Verbreitung der Früchte und Samen auch noch irgend einen anderen Vorteil bieten. Am öfteſten begegnet man Ausbildungen, welche zuerſt als Schutzmittel der Blüten gegen unberufene Gäſte aus der Tierwelt und gegen nachteilige klimatiſche Einflüſſe, ſpäter als Verbreitungsmittel der aus den Blüten hervorgegangenen Früchte und endlich als Mittel zur Befeſtigung an das Keimbett und zur Förderung des Keimens eine

Rolle ſpielen. Daß auch ſolche Vorrichtungen, welche zur Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind, durch das Waſſer und durch die Tiere zugleich geeignet ſind, nicht zu den Seltenheiten gehören, geht aus den über die Haarkronen und Haarflocken gemachten Mitteilungen hervor. Von hoher Bedeutung iſt auch die Beobachtung, daß die meiſten, ja wahrſcheinlich alle Phanerogamen eine doppelte Art der Verbreitung ihrer Früchte und Samen zeigen; die eine, welche auf größere Entfernungen berechnet, die andere, welche auf die nächſte Nähe des Mutterſtockes beſchränkt iſt. Die erſtere kann ſtattfinden und findet thatſächlich in großartigem Maßſtabe ſtatt, aber ſie iſt an das Eintreten von Vorgängen in der Umgebung gebunden, auf welche die Pflanze ſelbſt keinen Einfluß hat. Sie kann daher unter Umſtänden auch unterbleiben oder mit anderen Worten: Die Verbreitung auf große Entfernungen kann ſtattfinden, findet aber nicht notwendig ſtatt. So wie die beſte Maſchine ſtillſteht, wenn ihre Räder nicht durch einen von außen kommenden Anſtoß in Bewegung geſetzt werden, ſo iſt auch die Ausbildung der beſten Flugvorrichtungen und der kräftigſten Widerhaken erfolglos, wenn zur Zeit der Reife geflügelter Früchte andauernde Windſtille herrſcht, oder wenn die wandernden Tiere fehlen, welche die Verbreitung der anhäkelnden Früchte vermitteln ſollten. Die Verbreitung auf geringe Entfernungen findet dagegen jedesmal ſtatt, wenn es nicht ſchon früher zu einer Verbreitung auf größere Entfernungen gekommen iſt. Wenn die reifen Früchte des Ahornes nicht durch einen kräftigen Windſtoß in weite Ferne getragen werden, ſo löſen ſie ſich endlich von ſelbſt ab und fallen in der nächſten Umgebung des Baumes, auf deſſen Zweigen ſie ausgereift ſind, wirbelnd zur Erde. Wenn das Ausſpritzen der Samen aus den Früchten der Spritzgurke durch die Berührung eines vorüberwandernden Tieres zu ſtande kommt und die ausgeſpritzten Samen der Haut des Tieres ankleben, ſo kann die Verbreitung auf meilenweite Strecken erfolgen; wenn aber der Standplatz der Spritzgurke zur Zeit der Fruchtreife von keinem Tiere betreten wird, ſo werden die Samen von ſelbſt ausgeſpritzt, und die auf dieſe Weiſe erreichte Verbreitung beſchränkt ſich auf die Entfernung von einigen Schritten. Wenn die von gedrehten, krallenförmigen Stielen getragenen Früchte und Samen des Cyclamen (ſ. S. 808) nicht durch Tiere verſchleppt werden, ſo bleiben ſie in unmittelbarer Nähe des Mutterſtockes auf der Erde liegen, und die Samen kommen dort auch zum Keimen.

Dieſe Beiſpiele, welchen ſich noch viele andere anreihen ließen, zeigen, daß es ſich mit den Einrichtungen zur Verbreitung der Früchte und Samen ähnlich verhält wie mit den Einrichtungen, welche die Belegung der Narben mit Pollen bezwecken (ſ. S. 384—389). Jede Pflanzenart zeigt in den Blüten Einrichtungen, welche auf die Kreuzung mit dem Pollen einer anderen Art oder doch eines anderen Pflanzenſtockes abzielen. Haben dieſe Einrichtungen keinen günſtigen Erfolg, dann kommen andere Einrichtungen zur Geltung, welche eine Belegung der Blüten mit eignem Pollen, eine Autogamie oder Kleiſtogamie im Gefolge haben. Die offenen Blüten der Viola sepincola ſind auf Kreuzung durch Vermittelung der Bienen berechnet; unterbleibt dieſe Kreuzung und entſtehen aus den oberirdiſchen offenen Blüten keine oberirdiſchen Früchte, ſo entwickeln ſich verſteckte unterirdiſche kleiſtogame Blüten, aus welchen nach der unvermeidlichen Autogamie zahlreiche keimfähige Samen hervorgehen (ſ. S. 388). Dieſe Viola sepincola mag auch als Vorbild für jene Pflanzen gelten, welche wegen ihrer unterirdiſch ausreifenden und an der Stätte des Ausreifens keimenden Samen von jeher das Erſtaunen der Botaniker hervorgerufen haben. Die Zahl dieſer Pflanzen iſt nicht gerade groß. Die bekannteſten ſind: Arachis hypogaea, Cardamine chenopodiifolia, Linaria Cymbalaria, Phrynium micans, Trifolium subterraneum und Vicia amphicarpa. Würden dieſe Gewächſe ausſchließlich nur Früchte unter der Erde ausreifen oder ihre ſämtlichen Früchte nach dem Ausreifen der Samen ſofort unter die Erde ziehen, damit dort die Keimung und die Entwickelung neuer

Stöcke ſtattfinde, ſo würde das mit einem Verzichten auf jede weitere Verbreitung gleichbedeutend ſein, und der Vorgang wäre in hohem Grade rätſelhaft. Das Rätſel findet aber dadurch eine befriedigende Löſung, daß bei allen dieſen Gewächſen immer auch die Möglichkeit der Verbreitung auf große Entfernungen gegeben iſt, ſei es in der Zeit, bevor die Früchte in der Erde geborgen werden, oder ſei es durch eine zweite Form von Früchten, welche neben den unterirdiſchen oberirdiſch zur Reife kommen und augenſcheinlich auf eine weitere Verbreitung durch Tiere oder durch Luft- und Waſſerſtrömungen berechnet ſind.

Verbreitungsgrenzen.

Sorgfältige Berechnungen über die Zahl der von einigen ausgewählten Pflanzen erzeugten Samen haben ergeben, daß alljährlich im Durchſchnitt ein Stock von Sisymbrium Sophia 730,000, von Nicotiana Tabacum 360,000, von Erigeron Canadense 120,000, von Capsella Bursa pastoris 64,000, von Plantago major 14,000, von Raphanus Raphanistrum 12,000 und von Hyoscyamus niger 10,000 Samen hervorbringt. Es kann ſelbſtverſtändlich jeder dieſer Samen im nächſten Jahre den Ausgangspunkt für einen neuen Stock bilden, und jeder dieſer Stöcke vermag die oben angegebene Zahl von Samen neuerdings zu erzeugen. Wenn demnach ein Stock des Bilſenkrautes in einem Jahre 10,000 Samen entwickelt hat, und aus dieſen im nächſten Jahre 10,000 Bilſenkrautſtöcke entſtanden ſind, und wenn jeder Stock immer wieder 10,000 Samen ausbildet, ſo würden ſchon nach 5 Jahren 10,000 Billionen Bilſenkrautſtöcke vorhanden ſein. Da nun das geſamte Feſtland der Erde 136 Billionen Quadratmeter beträgt und auf einem Quadratmeter ungefähr 73 Bilſenkrautſtöcke Platz haben, ſo würde, unter der Vorausſetzung, daß alle ausgereiften Samen wirklich zur Entwickelung gelangen, nach 5 Jahren das ganze Feſtland der Erde mit Bilſenkrautſtöcken überwachſen ſein. Sisymbrium Sophia würde ſogar für den Fall unbehinderter Vermehrung ſchon nach 3 Jahren einen Raum beanſpruchen, welcher das Feſtland der Erde um das 2000fache übertrifft.

Einer ſolchen Überwucherung der ganzen Erde mit einer oder einigen wenigen Pflanzenarten ſind mannigfaltige Schranken geſetzt. Für Landpflanzen bildet insbeſondere das die Länder trennende Meer eine wichtige Schranke. Die Meeresengen ſetzen ſchon der ſchrittweiſen Verbreitung ein unüberwindliches Hindernis entgegen, und weite Meere hemmen auch die durch wandernde Tiere, Waſſer- und Luftſtrömungen vermittelte ſprungweiſe Ausbreitung. Die Arten, welche von den über das Meer ziehenden Vögeln verſchleppt werden können (ſ. S. 803), ſind ſo gering an Zahl, daß durch dieſelben die Verbreitung der Pflanzen im großen und ganzen nicht beeinflußt wird. Dasſelbe gilt von der Verbreitung auf dem Waſſerwege. Bekanntlich werden Früchte und Samen amerikaniſcher Pflanzen ab und zu durch den Golfſtrom nach Europa geführt, und ſchon Linné erzählt, daß die an der norwegiſchen Küſte geſtrandeten Samen der weſtindiſchen Sinnpflanze Entada Gingolobium ſogar zum Keimen gelangten. Daß dergleichen tropiſche Pflanzen ſchon mit Rückſicht auf das Klima im weſtlichen Europa ſich nicht dauernd anzuſiedeln vermöchten, braucht nicht erſt geſagt zu werden. Indes auch von anderen amerikaniſchen Pflanzen, welchen das Klima kein Hindernis entgegengeſetzt haben würde, kennt man keine Art, welche ohne Mithilfe des Menſchen auf dem Waſſerwege nach Europa gekommen wäre. Ebenſowenig gelangt auf dem Luftwege jemals eine Frucht oder ein Same über den Ozean nach Europa. Amerika beherbergt eine große Zahl eigentümlicher Weiden, Korbblütler und Nachtkerzen, deren Früchte und Samen für die Luftreiſe vortrefflich geeignet ſind, und für welche auch die klimatiſchen Verhältniſſe Europas ſehr günſtig wären; dennoch iſt kein einziger

Fall einer Überſiedelung ſolcher Pflanzen aus Amerika nach Europa durch Vermittelung des Windes vorgekommen. Die ſeit der Entdeckung Amerikas in Europa eingebürgerten Korbblütler und Nachtkerzen (z. B. Erigeron Canadense, Galinsoga parviflora, Solidago Canadensis, Stenactis bellidiflora, Oenothera biennis ꝛc.) wurden nachweislich auf andere Weiſe eingeſchleppt und würden ſich ohne Vermittelung des Menſchen in Europa weder angeſiedelt noch verbreitet haben.

Die Thatſache, daß eine anſehnliche Zahl amerikaniſcher Gewächſe weder durch Wandervögel noch durch Luft- und Waſſerſtrömungen, ſondern nur durch Vermittelung des Menſchen in Europa eine zuſagende Stätte gefunden hat, iſt für die hier in Rede ſtehende Frage auch inſofern von hohem Intereſſe, als ſie beweiſt, daß die durch das Meer gezogenen Verbreitungsgrenzen der Pflanzen nur zeitliche ſind, d. h. daß ſie nur ſo lange eingehalten werden, als die jetzige Verteilung von Waſſer und Land unverändert bleibt. Würde eine Landbrücke zwiſchen Europa und Amerika entſtehen, ſo wäre damit auch die Möglichkeit der ſchritt- und ſprungweiſen Wanderung zahlreicher Gewächſe über dieſe Brücke gegeben, und die oben genannten Pflanzen, welche nachweislich durch Vermittelung des Menſchen aus Amerika nach Europa gekommen ſind, könnten dann auch ohne Beihilfe des Menſchen einwandern und ſich in Europa ausbreiten. Die äußeren Verhältniſſe würden ihnen im mittleren Europa keine Schranke ſetzen, ſo wenig wie ihnen daſelbſt nach der durch den Menſchen bewirkten Einſchleppung eine Grenze geſetzt wurde.

Was für die Verbreitung der Landpflanzen das Meer, iſt für die Verbreitung der Meerespflanzen das Feſtland. Je ausgedehnter das letztere, deſto ſchwieriger der Austauſch der das Meer bewohnenden Pflanzen. Aber auch dieſe Schranke kann nur als eine zeitliche gelten; denn würde irgendwo infolge von Senkungen des Landes eine Verbindung zweier Meere hergeſtellt werden, ſo würde dort auch die Wanderung der Meerespflanzen nicht mehr behindert ſein.

Die Beſchaffenheit des Bodens kann für die Pflanzen eine unbeſiegbare Schranke der dauernden Anſiedelung und inſofern der Verbreitung bilden. Allerwärts wechſeln Plätze mit ſandigem, lehmigem und felſigem Untergrunde, mit waſſerhaltender, thonreicher und lockerer, das Waſſer durchlaſſender Erdkrume. Wie verſchieden ſind aber die Verhältniſſe, unter welchen die an ſolchen Plätzen angeſiedelten Gewächſe leben müſſen! Man braucht ſich nur vorzuſtellen, daß die Samen einer beſtimmten Art über ein Gebiet mit wechſelnder Bodenbeſchaffenheit gleichmäßig ausgeſtreut würden. Dort, wo die Samen auf einen Boden gefallen ſind, welcher die zum Lebensunterhalte der betreffenden Art notwendigen Eigenſchaften beſitzt, werden die Keimlinge feſten Fuß faſſen können; wo das aber nicht der Fall iſt, gehen ſie unvermeidlich zu Grunde. Von Milliarden keimfähiger Samen einer ſumpfbewohnenden Pflanzenart, welche über ein trockenes Gelände ausgeſtreut werden, würde binnen Jahr und Tag keine Spur mehr aufzufinden ſein. Inwiefern hierbei neben jenen Verhältniſſen des Bodens, welche die phyſikaliſchen genannt werden, auch die chemiſchen von Bedeutung ſind, und wie ſich der Wettkampf der Pflanzen um den Boden in der Wirklichkeit abſpielt, wurde bereits bei früherer Gelegenheit erörtert (ſ. S. 491). Aus dieſen Bemerkungen geht übrigens auch hervor, daß die Verbreitung der Pflanzenarten ſelbſt in einem Gebiete von geringem Umfange durch den Boden weſentlich beeinflußt wird, und daß dort die Plätze, wo eine Art gedeiht und fortkommt, durch Strecken, wo ſie nicht gedeiht und fehlt, unterbrochen ſein können. Die beſchränkten Plätze eines Gebietes, welche für das Fortkommen einer beſtimmten Art günſtig ſind, wo die Bedingungen für eine erfolgreiche Lebensführung und für das Feſthalten an dem Grundbeſitz durch die Nachkommenſchaft gegeben ſind, und wo die Art ſozuſagen einen ſtändigen Wohnort hat, werden *Standorte* genannt. Die Botaniker früherer Zeiten haben ſehr viele ſolcher Standorte unterſchieden, und

es mögen aus der Reihe derselben insbesondere folgende hervorgehoben sein: süße Quellen (fontes), Salzquellen (salina), Bäche (amnes), Gießbäche (torrentes), Flüsse (fluvii), Tümpel (stagna), Landseen (lacus), Meer (mare), Ufer der Flüsse und Seen (ripae), Küsten des Meeres (littora), Sümpfe (uliginosa), im Sommer austrocknende Sümpfe (paludes), Torfmoore (turfosa), zeitweilig überschwemmte Orte (inundata), Triften (campi), Steppen (pascua), Wüsten (deserta), sonnige Hügel (colles), steinige Orte (lapidosa), felsige Orte (rupestria), Sandboden (arena), Thonboden (argilla), Lehmboden (lutum), Schutt (ruderata). Daß infolge der Veränderungen, welche der Boden im Laufe der Zeit durch bewegtes Wasser, Verwitterung, Aufspeicherung von Humus und dergleichen erfährt, diese Standorte mannigfaltige Verschiebungen erfahren oder ganz verloren gehen können, braucht nicht näher begründet zu werden.

Den größten Einfluß auf die Verbreitung und Verteilung der Pflanzen hat das Klima. Die Länge der Tage, beziehentlich die Dauer der Beleuchtung der Pflanzen durch die Sonne, die Temperatur der Luft, des Bodens und des Wassers in den verschiedenen Jahreszeiten, die Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft, die Menge und jährliche Verteilung der atmosphärischen Niederschläge, die Richtung und Stärke der Winde sind nicht nur im allgemeinen von höchster Bedeutung für das Pflanzenleben, sondern jeder Art entspricht auch ein ganz genau bestimmtes Maß der einzelnen klimatischen Faktoren. Hat sich irgendwo auf geeignetem Boden aus den durch das Wasser, die Luft oder die Tiere verbreiteten Ablegern oder Früchten eine Pflanzenart zu entwickeln begonnen, und wird das ihr zuträgliche Maß des Lichtes, der Wärme und Feuchtigkeit nach der einen oder anderen Richtung überschritten, so ist diese Pflanzenart an dem Abschlusse ihrer Entwickelung behindert, sie verkümmert und stirbt ab, ohne eine Nachkommenschaft zu hinterlassen. Auf diese Weise wird durch die klimatischen Verhältnisse der Verbreitung einer jeden Pflanzenart eine unerbittliche Schranke gesetzt. Dem ist noch beizufügen, daß die Schranke nach der einen Richtung durch diesen, nach der anderen Richtung durch jenen klimatischen Faktor gebildet werden kann, und daß nicht selten mehrere oder viele Zustände, welche unter dem Namen Klima zusammengefaßt werden, zugleich auf die Verbreitung der Arten Einfluß üben.

Die Grenzen, welche den Pflanzen gegen das arktische, beziehentlich antarktische Gebiet und in den Bergländern gegen die Gipfel der Hochgebirge gesetzt sind, werden durch die Abnahme der Temperatur und die zunehmende Länge des Winters bedingt; die in entgegengesetzter Richtung gezogenen Grenzen werden dadurch veranlaßt, daß bei dem Eintreten jener Temperaturen, welche die betreffenden Pflanzen zum Treiben bringen, die tägliche Lichtdauer noch zu gering ist. Durch das kontinentale Klima, welches sich durch geringe Luftfeuchtigkeit, hohe Sommertemperaturen und niedere Wintertemperaturen auszeichnet, werden jene Pflanzen zurückgehalten, welche im Sommer unter dem Einflusse der Trockenheit Schaden leiden und bei niederen Temperaturen im Winter zu Grunde gehen. Durch das Küstenklima, für welches verhältnismäßig geringe Schwankungen der Temperatur im Laufe des Jahres, vergleichsweise kühle Sommer und große Feuchtigkeit der Luft bezeichnend sind, wird die Ausbreitung jener Gewächse verhindert, deren Transpiration infolge der zunehmenden Luftfeuchtigkeit eine Beschränkung erfährt, und welche zum Ausreifen keimfähiger Samen hoher Sommertemperaturen bedürfen. Die Meteorologen haben auf besonderen Karten die Verteilung der klimatischen Faktoren in der Weise anschaulich gemacht, daß sie alle Orte mit gleicher Wintertemperatur, gleicher Sommertemperatur, gleicher Menge des jährlichen atmosphärischen Niederschlages 2c. durch Linien, welche sie Isochimenen, Isotheren, Isohyeten 2c. nannten, verbanden. Die von klimatischen Faktoren abhängige Verbreitung der Pflanzen läßt sich in ähnlicher Weise zum Ausdruck bringen, indem man alle jene Orte, an welchen irgend eine Art durch klimatische Verhältnisse zurückgehalten wird, durch

eine Linie verbindet. Solche Linien werden Vegetationslinien genannt, und wenn sie entlang dem Gehänge eines Gebirges verlaufen, pflegt man wohl auch von Höhengrenzen zu sprechen. Da jede Pflanzenart nach den verschiedenen Weltgegenden durch verschiedene klimatische Faktoren in ihrer Weiterverbreitung beschränkt wird, kann für jede Art eine nördliche, nordöstliche, östliche, südöstliche, südliche 2c. Vegetationslinie festgestellt werden. Wenn man aber alle diese Vegetationslinien einer Art miteinander verbindet, so ergibt sich eine in sich zurückkehrende Linie, welche Verbreitungslinie genannt wird. Diese hat in den meisten Fällen Ähnlichkeit mit einer Ellipse, deren längere Achse sich nach den Parallelkreisen richtet. Sie wird aber durch die zunächst liegenden Meeresküsten in ihrem Verlaufe nicht selten beeinflußt. Auch nahe liegende Gebirge werden mannigfache Abweichungen, zumal verschiedentliche Ausbuchtungen derselben veranlassen können.

Die Verbreitungslinie umschließt demnach den ganzen Verbreitungsbezirk, in welchem die betrachtete Art zusagende Lebensbedingungen findet, und in welchem sie thatsächlich lebt, sich erhält und vermehrt. Der letztere Umstand muß hier besonders betont werden, weil die Erfahrung gezeigt hat, daß eine Pflanzenart nicht notwendig auch an allen jenen Orten vorkommt, wo die Lebensbedingungen für sie günstig sind. Nur die Grenzlinien des Verbreitungsbezirkes werden gegenwärtig durch klimatische Verhältnisse gezogen; wie die Pflanzenart in diesen Bezirk gekommen ist, hängt dagegen nicht von dem gegenwärtigen Klima, sondern von erdgeschichtlichen Vorgängen ab, welche zu allen Zeiten Pflanzenwanderungen in großem Maßstabe veranlaßt haben. Auch wird in jedem einzelnen Falle in Frage kommen, inwieweit unter den früheren und den gegenwärtigen Verhältnissen die Verbreitungsmittel der Pflanzen zur Geltung gelangen konnten.

Die Verbreitungsbezirke sind von sehr ungleicher Größe. Manche Arten werden nur auf einem einzigen Berge, in einem einzigen Thalgrunde oder auf einem einzigen Eilande angetroffen. Sie werden als endemische Arten angesprochen. Als Beispiele solcher endemischer Arten mögen aus dem Gebiete des südlichen und mittleren Europa folgende hervorgehoben sein: Iberis Gibraltarica (Gibraltar), Euzomodendron Burgaeanum (mittleres Spanien), Dioscoraea Pyrenaica (mittlere und östliche Pyrenäen), Saxifraga florulenta (Ligurien und Piemont), Saponaria lutea (südwestliche Alpen), Heracleum alpinum (Jura), Hieracium Grisebachii (Ötzthal in den tiroler Zentralalpen), Daphne petraea (Val Vestino), Rhizobotrya alpina (Fassa und Belluno), Gentiana Frölichii (Alpen von Krain und Kärnten), Wulfenia Carinthiaca (Kärnten), Sempervivum Pittonii (Serpentinberge in Obersteiermark), Erysimum Wittmanni (Pieninnen), Schiverekia Podolica (Podolien), Viscaria nivalis (Rodnaer Gebirge im nördlichen Siebenbürgen), Pedicularis limnogena (Bihargebirge), Hepatica Transsilvanica (südliches Siebenbürgen), Haberlea Rhodopensis (Rhodopegebirge), Jankaea Heldreichii (Thessalischer Olymp), Helichrysum Virginicum (Athos), Campanula Aizoon (Parnaß), Hypericum fragile (Euböa), Biebersteinia Orphanidis (Kyllene), Globularia stygia (Chelmos), Genista Melia (Melos), Cephalanthera cucullata (Kreta), Centaurea crassifolia (Malta), Petagnia saniculifolia (Sizilien), Lereschia Thomasii (Kalabrien), Batatas sinuata (Ischia), Helichrysum frigidum (Gebirge auf Corsica).

Den Gegensatz zu den endemischen Arten bilden die kosmopolitischen Arten, deren Verbreitungsbezirk sich fast über alle von Pflanzen bewohnte Teile der Erde erstreckt, deren Zahl übrigens eine sehr geringe ist.

Nur endemische Arten, welche in einem eng umgrenzten Gebiete wohnen, findet man bisweilen gleichmäßig über dieses Gebiet verteilt. Viel häufiger kommt es vor, daß die Stöcke einer Art ungleichmäßig verteilt sind. Die Plätze, wo sie zahlreich nebeneinander wachsen, sind durch Strecken, wo sie fehlen und wo andere Arten von dem Boden Besitz

ergriffen haben, unterbrochen, und die Verbreitungslinie umschließt dann getrennte, oft ziemlich weit voneinander entfernte Standorte. Man pflegt in einem solchen Falle von einem zerstückten Verbreitungsbezirke zu sprechen. Inwieweit ein solcher durch die Verhältnisse des Bodens bedingt sein kann, wurde bereits auf S. 491—493 erörtert, und es wäre dem noch beizufügen, daß in hügeligen und gebirgigen Landschaften auch die Neigung und Richtung der Bodenoberfläche von Bedeutung sein können. Zufolge der verschiedenen Beleuchtung und Erwärmung, welche der Boden an den nord- und südseitigen Gehängen erfährt, ergeben sich nicht selten auf demselben Berge Abweichungen in den Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen, welche den Abweichungen eines Breitengrades auf ebenem Lande entsprechen. Auch die Unterschiede in den meteorologischen Zuständen der östlichen und westlichen und vornehmlich der südöstlichen und südwestlichen Gehänge eines und desselben Berges sind viel größer, als gemeinhin geglaubt wird, und man kennt z. B. Arten, welche in einem bestimmten Landstriche immer nur auf den südöstlichen, und andere, welche stets nur an den südwestlichen Gehängen ihre Standorte haben.

Es wurde bereits erwähnt, daß die erdgeschichtlichen Vorgänge und die mit ihnen verbundenen Veränderungen des Klimas auf die Wanderungen der Pflanzen, beziehentlich auf die Verschiebungen der Verbreitungslinien zu allen Zeiten einen wichtigen Einfluß ausgeübt haben. Wenn sich irgendwo eine Änderung vollzieht, der zufolge unter dem 48.° nördl. Breite klimatische Verhältnisse zur Geltung kommen, welche bisher unter dem 46.° nördl. Breite maßgebend waren, so werden sich jene Pflanzenarten, die bisher an dem 46.° eine nördliche Grenze fanden, über diese Grenze hinaus an den geeigneten Standorten ansiedeln können, und es wird über kurz oder lang die nördliche Vegetationslinie der betreffenden Pflanzenarten nach Norden vorgeschoben sein. Anderseits werden sich jene Arten, welchen die Verhältnisse unter dem 48.° nördl. Breite bisher zusagten, die aber dort unter den geänderten Lebensbedingungen nicht mehr gut gedeihen, an besser geeigneten Standorten des weiter nordwärts gelegenen Gebietes ansiedeln, wodurch die südliche Vegetationslinie dieser Arten eine Verschiebung nach Norden erfährt. Auch die östlichen und westlichen Vegetationslinien können, entsprechend den Veränderungen des kontinentalen Klimas in ein Küstenklima und umgekehrt, Veränderungen in ihrer Lage erleiden. Bald werden diese Verschiebungen den Eindruck des Vordringens, bald den des Zurückziehens machen, in allen Fällen wird aber die Verlegung der Wohnbezirke als eine Übersiedelung, als eine Wanderung der betreffenden Pflanzenarten erscheinen.

Diese von dem Einflusse des Menschen unabhängigen Pflanzenwanderungen vollziehen sich so langsam oder so schnell wie die Veränderungen des Klimas, durch welche sie veranlaßt werden. Bei jenen Arten, welche zur gedeihlichen Lebensführung an bestimmte Standorte gebunden sind, kann die Übersiedelung selbstverständlich nur sprungweise erfolgen. Auch das Zurückweichen kann bei solchen Arten nicht gleichmäßig stattfinden.

Die zahlreichen Standorte, welche eine Art innerhalb ihres Verbreitungsbezirkes bewohnt, stimmen in den für das Pflanzenleben maßgebenden Verhältnissen kaum jemals vollständig überein. Einige Standorte sind vor den anderen durch die besonders günstige Lage ausgezeichnet. An diesen entwickelt sich die in Frage kommende Art am kräftigsten, und dort findet auch die ausgiebigste Vermehrung derselben statt. Für den Fall einer Veränderung des Klimas bleibt sie dort auch am längsten zurück, und während sie an hundert anderen Standorten in der Umgebung längst ausgestorben ist, kann sie sich an solchen vereinzelten Standorten selbst unter gründlich veränderten klimatischen Verhältnissen der Umgebung erhalten. Ist die Art während der klimatischen Veränderungen in ein benachbartes Gebiet übergesiedelt und hat sie sich dort einen neuen Verbreitungsbezirk begründet, so erscheinen die Standpunkte, wo sie zurückgeblieben ist,

wie verlorene Posten, gleichsam abgerissen von dem Hauptverbreitungsbezirk, oder wie Inseln, welche einem Kontinente vorgelagert sind. Solche Vorkommnisse sind nichts weniger als selten, und man kann aus ihnen nicht nur auf die früheren Zustände der Pflanzenwelt, sondern auch auf die ehemals herrschenden klimatischen Verhältnisse und, was besonders wichtig ist, auch auf die Richtungen, welche seinerzeit bei den Pflanzenwanderungen eingehalten wurden, Schlüsse ziehen. Es wird sich in dem letzten Kapitel dieses Buches noch Gelegenheit bieten, auf diese merkwürdigen Fälle zurückzukommen.

Als sehr bemerkenswerte Erscheinung ist hier noch zu verzeichnen, daß sich häufig die einer Gattung angehörenden sogenannten „kleinen Arten" (s. S. 570) in benachbarten klimatischen Zonen und Regionen vertreten und ersetzen. Jedem Beobachter dieser Erscheinung drängt sich zuerst der Gedanke auf, daß die Verschiedenheiten der Gestalt, welche die in den benachbarten Gebieten verbreiteten kleinen Arten aufweisen, durch die abweichenden klimatischen und Bodenverhältnisse dieser Gebiete unmittelbar veranlaßt seien, und die Botaniker früherer Zeiten waren allgemein dieser Ansicht. Auch heute huldigt die Mehrzahl der Fachmänner der Meinung, daß eine Pflanzenart, wenn sie auf ihrer Wanderung in ein Gebiet gelangt, das von dem bisher bewohnten in klimatischer Beziehung abweicht, sich den neuen klimatischen Verhältnissen anpassen könne, daß diese Anpassung als Veränderung der Gestalt zum Ausdrucke komme, daß diese Veränderung sich erblich in der Nachkommenschaft erhalte und daß auf diese Weise neue Arten entstehen. Diese vorgefaßte Meinung wurde aber durch die Ergebnisse der eigens angestellten Versuche nicht bestätigt. Es ist weder gelungen, die verschiedenen kleinen Arten, wenn sie unter gleichen Lebensbedingungen gepflegt wurden, gleichzumachen, noch trat die erwartete Formwandlung ein, wenn eine dieser Arten unter jene anderen äußeren Verhältnisse gebracht wurde, welche man als die Ursache der abweichenden Gestalt ansah. Entweder siechten die unter andere Verhältnisse gebrachten Arten dahin und gingen, ohne Nachkommenschaft zu hinterlassen, zu Grunde, oder es traten jene Veränderungen der Gestalt ein, welche man als Variationen zu bezeichnen pflegt (s. S. 501—507). Diese Veränderungen erhielten sich aber nicht in der Nachkommenschaft, sie wurden nicht erblich, und niemals ist aus einer durch die klimatischen und Bodenverhältnisse veranlaßten Variation eine kleine Art entstanden. Jene Merkmale, welche sich erblich erhalten und das Wesen der Art ausmachen, können daher auch bei den kleinen Arten nur auf dem Wege der Kreuzung aufgetreten sein. Wenn die Merkmale, welche als Ergebnisse der Kreuzung in Erscheinung traten, mit den klimatischen Verhältnissen irgend eines Gebietes in Einklang standen, so war dadurch auch die Erhaltung des Trägers dieser Merkmale gesichert. Derselbe konnte sich mittels seiner Nachkommenschaft einen Verbreitungsbezirk schaffen, der genau so weit wie die maßgebenden klimatischen und Bodenverhältnisse reichte. Die beiden alten Arten, welchen die neue Art entsprungen ist, können in der Nachbarschaft noch vorhanden sein; möglicherweise hat sich aber nur eine derselben erhalten, und es ist auch der Fall denkbar, daß beide ausgestorben sind. Man darf bei diesen Erwägungen nicht vergessen, daß das Alter der meisten Arten ein viel höheres ist, als man früher annehmen zu können glaubte, daß seit ihrer Entstehung bei den meisten Pflanzenarten wiederholte Verschiebungen der Wohnbezirke stattgefunden haben, daß bei diesen Verschiebungen die entwickelungsgeschichtlich verketteten, einem Stamme angehörenden Arten oftmals auseinander gerückt und getrennt wurden und daß ein Teil derselben untergegangen und vom Schauplatze verschwunden ist.

Solange die in benachbarten Zonen und Regionen entwickelten Verbreitungsbezirke der Pflanzen sich nicht berühren, ist die Kreuzung der Bewohner dieser Bezirke ausgeschlossen oder doch sehr erschwert, und selbst kleine Arten erhalten sich unter solchen Umständen im

Bereiche ihrer Wohnbezirke unverändert mit ihren ſpezifiſchen Merkmalen in der Nachkommenſchaft. Aber auch dann, wenn die Verbreitungsbezirke benachbart ſind und in dem räumlichen Abſtande kein Hindernis der Kreuzung für die Bewohner dieſer Bezirke liegen würde, können ſich zwei oder mehrere Arten ſcharf abgegrenzt nebeneinander erhalten, und zwar dadurch, daß ſie in verſchiedenen Zeiten zur Blüte gelangen. Wenn die eine Art ſchon abgeblüht iſt, während die andere erſt zu blühen beginnt, ſo kann eine Kreuzung derſelben in der freien Natur nicht ſtattfinden. Dieſe Verhinderung der Kreuzung, welche Aſyngamie genannt wurde, iſt die Urſache, daß ſehr ähnliche Arten bisweilen knapp neben- und untereinander wohnen, ohne Baſtarte bilden zu können, demzufolge ſich auch keine neuen Zwiſchenformen einſtellen. Wenn Aster Amellus zu blühen beginnt, iſt an demſelben Orte der ähnliche Aster alpinus bereits abgeblüht, wenn Solidago Virgaurea die erſten Blüten entfaltet, ſind an der gleichen Stelle die Blüten der ähnlichen Solidago alpestris ſchon in Frucht übergegangen. Man findet darum dergleichen aſyngamiſche Arten, auf welche bereits auf S. 504 hingewieſen wurde, auch an jenen Stellen, wo ſich ihre Verbreitungsbezirke unmittelbar berühren, ja ſelbſt dort, wo ſie ineinander greifen und wo die verſchiedenen kleinen Arten durcheinander wachſen, in ihren ſpezifiſchen Merkmalen in der Nachkommenſchaft unverändert erhalten.

Pflanzengenoſſenſchaften und Floren.

Wo das Walten der Natur durch die Eingriffe der Menſchen keine Störung erfährt, vereinigen ſich die Pflanzenarten zu Genoſſenſchaften[1], deren jede als eine beſondere Erſcheinungsform im Landſchaftsbilde hervortritt. In mannigfaltiger Weiſe verteilt und aneinander gereiht, verleihen dieſe Genoſſenſchaften dem Gelände, auf dem ſie vorkommen, gleich den Zügen im Antlitze des Menſchen, ein beſtimmtes Gepräge. Die Arten, aus welchen ſie beſtehen, können den verſchiedenſten Pflanzenſtämmen angehören. Der Grund des Zuſammenlebens liegt eben nicht in der Abſtammung, ſondern in der Beſchaffenheit des Wohnortes. Das, was ſie zu Genoſſen macht, ſind nicht verwandtſchaftliche Beziehungen, ſondern gemeinſame Lebensbedürfniſſe. Es mag vielleicht richtig ſein, daß unter den vielen tauſend die Erde bevölkernden Pflanzen nicht zwei ſich finden, deren Anforderungen in betreff der Stärke und Dauer der Beleuchtung, des Zuſammentreffens der täglichen Lichtdauer mit beſtimmten Wärmeſummen, der Zuſammenſetzung und Menge der an der Wohnſtätte vorhandenen aufgeſchloſſenen Nährſalze, der Feuchtigkeit der Luft und des Bodens ſowie der Form, Dauer und jährlichen Verteilung der atmoſphäriſchen Niederſchläge vollſtändig miteinander übereinſtimmen. Das ſchließt aber nicht aus, daß an beſtimmten Orten ähnlichen Anforderungen entſprochen werden kann, und daß verſchiedene Arten, wenn ihre Bedürfniſſe ähnlich ſind, in geſelligem Vereine ungeſtört neben- und miteinander gedeihen, gerade ſo, wie in einer Stadt oder in einem Hauſe Menſchen zuſammenwohnen, welche zwar nicht die gleichen Gewohnheiten und ebenſowenig vollkommen übereinſtimmende Bedürfniſſe haben, aber doch eine Genoſſenſchaft bilden, welche Beſtand hat und gedeiht, und in der ſich jeder einzelne wohl fühlt, weil ſie auf gemeinſamen, den örtlichen Verhältniſſen entſprechenden Satzungen beruht. Es iſt auch nicht ausgeſchloſſen, daß durch das Zuſammenleben jedem einzelnen ein Vorteil erwächſt, daß ſich die Genoſſen in ihrer Lebensführung gegenſeitig unterſtützen, ja daß ſie geradezu aufeinander angewieſen ſind.

[1] Vgl. A. Kerner von Marilaun, „Öſterreich-Ungarns Pflanzenwelt“ in „Die Öſterreichiſch-Ungariſche Monarchie in Wort und Bild“, Bd. I, S. 185 (1887).

Die Erkenntnis der im Reiche der Pflanzen vorkommenden Genossenschaften ist in vielfacher Beziehung von großer Bedeutung. Sie gewährt einen tiefen Einblick nicht nur in die gegenseitigen Beziehungen der verschiedenen, durch gemeinsame oder ähnliche Lebensbedürfnisse vereinten Arten, sondern auch in den Zusammenhang des Pflanzenlebens mit den örtlichen, klimatischen und Bodenverhältnissen. Man kann wohl sagen, daß in den verschiedenen Zonen und Regionen unserer Erde das Klima und die Beschaffenheit des Bodens durch keine andere Erscheinungsform so treffend zum Ausdrucke kommen wie durch die Pflanzengenossenschaften, und es bildet darum die Feststellung und Schilderung derselben auch einen wichtigen Teil der Erdbeschreibung. Bisher wurde hierauf allerdings nur von wenigen Forschern und auch von diesen nur in bescheidenem Maße Rücksicht genommen, was zum Teile darin seine Erklärung findet, daß zur Feststellung und Schilderung der Pflanzengenossenschaften umfassende Kenntnisse aller in den untersuchten Gebieten gedeihenden Pflanzenarten notwendig sind, und das Erwerben solcher Kenntnisse infolge des Überwiegens anderer botanischer Richtungen in den letzten Jahrzehnten sehr vernachlässigt wurde. Zum Teile trägt an den geringen Fortschritten unseres Wissens in der angedeuteten Richtung auch der Umstand bei, daß sich eine einheitliche Methode der Untersuchung, Beschreibung und Bezeichnung der Pflanzengenossenschaften bisher nicht Bahn zu brechen vermochte.

Was jedem, der sich mit diesen Fragen beschäftigt, sofort auffällt, ist, daß sich an der Zusammensetzung der Genossenschaften die Pflanzenarten in sehr ungleicher Weise beteiligen. Gewisse Arten herrschen in betreff der Individuenzahl vor, sie sind in der Genossenschaft tonangebend und bilden das Grundgewebe der ganzen Pflanzendecke, während die anderen nur vereinzelt auftreten und den Eindruck machen, als wären sie in das Grundgewebe eingeschaltet und eingesprengt. Daß sich als vorherrschende Arten insbesondere jene benehmen, in deren Natur es liegt, umfangreiche Bestände zu bilden, versteht sich von selbst, und es ist hervorzuheben, daß insbesondere jene am meisten hervortreten, welche in truppförmigen Beständen gedeihen.

Mit Rücksicht auf die in Band I des „Pflanzenlebens" ausführlich erörterte Abhängigkeit der Pflanzengestalt von Klima und Boden möchte man erwarten, daß sämtliche unter gleichen Bedingungen lebende Pflanzen auch ein gemeinsames Gepräge zeigen würden. Diese Erwartung bestätigt sich aber nur an den vorherrschenden Arten. Die eingesprengten Arten können sowohl von den vorherrschenden als untereinander recht auffallend abweichen. Einer der häufigsten Gründe für dergleichen Verschiedenheiten der Gestalt ist, daß die eingesprengten Mitglieder der Genossenschaft zu verschiedenen Zeiten knospen, blühen und fruchten, und daß die eine Art den Verhältnissen des Frühlinges, die andere jenen des Sommers, die dritte jenen des Herbstes angepaßt ist. Auch kommt es vor, daß die Nachbarn durch die verschiedene Gestalt ihrer Stengel, ihres Laubes und ihrer Blüten sich gegenseitig gewisse Vorteile bringen. Wenn eine Art der anderen zur rechten Zeit den nötigen Schatten bietet, wenn sie ihr als Stütze zum Emporklettern dient, wenn die eine Art durch die andere gegen den heftigen Anprall des Windes geschützt wird, wenn durch den Kontrast der Blütenfarben an benachbarten Arten der Besuch der Insekten begünstigt erscheint, oder wenn sich die Nachbarn in irgend einer anderen Weise in ihrer Lebensführung gegenseitig helfen und unterstützen, so ist das nicht nur kein Nachteil für die Genossenschaft, sondern trägt wesentlich zur Sicherung und Erhaltung derselben bei. Auf den Gesamteindruck, welchen eine Genossenschaft hervorbringt, haben übrigens die Verschiedenheiten der eingesprengten Arten keinen wesentlichen Einfluß. Die äußere Erscheinung einer Genossenschaft hängt nur von den vorherrschenden, tonangebenden Arten ab. Diese sind es, deren eigentümliches Gepräge auf die ganze Genossenschaft

übertragen wird, und welche den Gesamteindruck der Genossenschaft bestimmen.

Für die wissenschaftliche Feststellung, Einteilung und Benennung der Genossenschaften ist dieses Ergebnis sehr wichtig und maßgebend. Die bestandbildenden, tonangebenden Arten haben nicht nur den Ausgangspunkt und die Grundlage für die Beschreibung der einzelnen Genossenschaften zu bilden, sondern ihre äußere Erscheinung bildet auch den wichtigsten Anhaltspunkt, um die vielen verschiedenen Genossenschaften, welche sich in der gegenwärtigen Weltperiode herausgebildet haben, in Gruppen von ähnlichem Ausdrucke übersichtlich zusammenzustellen. Langjährige eingehende Studien in der freien Natur haben zur Feststellung nachfolgender neun Gruppen geführt:

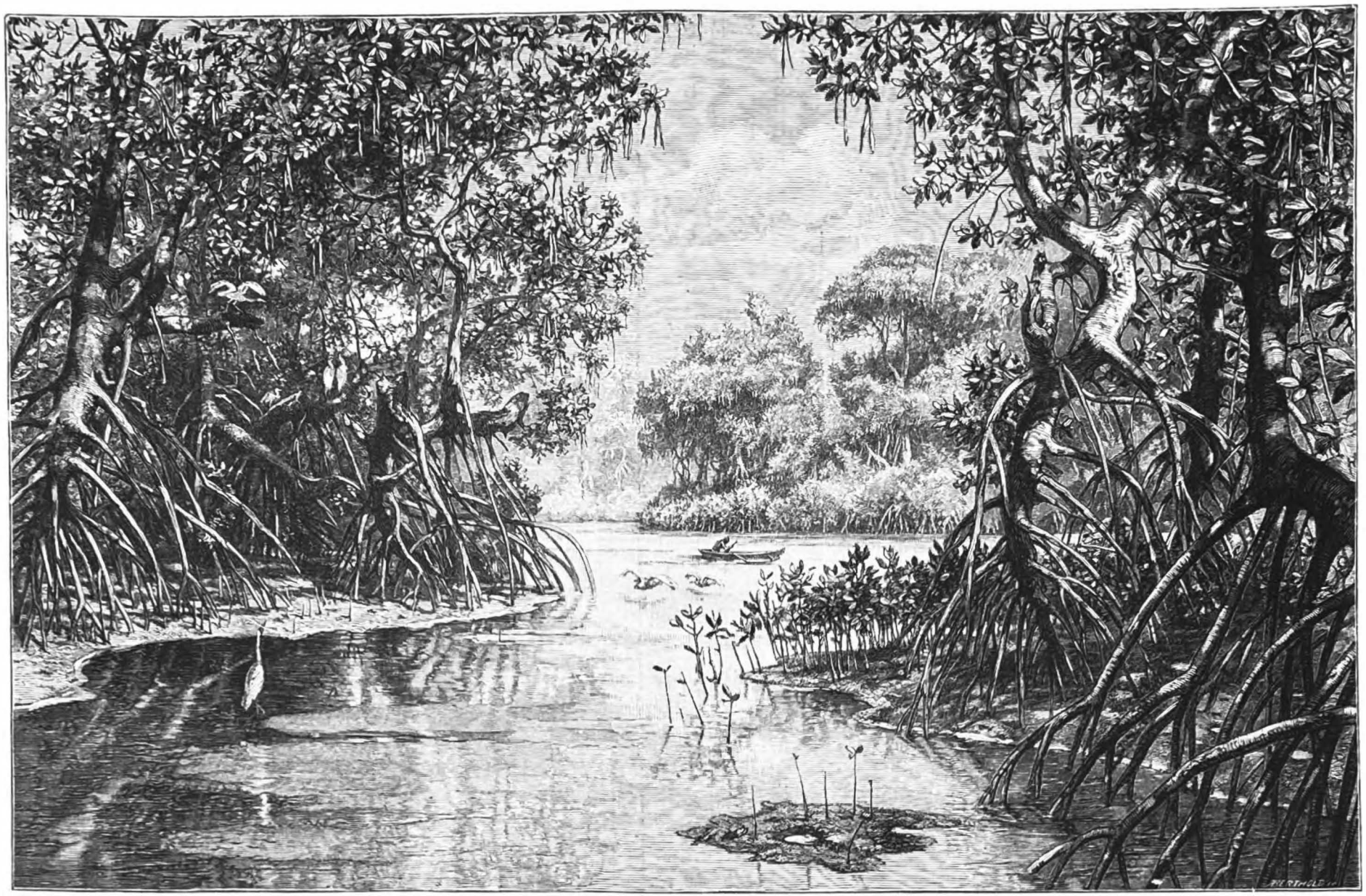
I. Wälder. Tonangebend sind Gewächse mit Pfahlstämmen (s. Band I, S. 671). Es entspricht der volksüblichen Vorstellung des Waldes, daß die seinen Unterbau bildenden Stämme bis zu einer gewissen Höhe ast- und blattlos seien. Reicht diese Höhe nicht viel über die eines Mannes hinaus, so spricht man von einem Buschwald oder Busch; erscheinen die Pfahlstämme bis zu bedeutenderer Höhe ast- und blattlos, so wird die Genossenschaft Hardtwald oder Hardt genannt. Man könnte die beiden Waldformen auch Nieder- und Hochwald nennen, wenn diese beiden Ausdrücke nicht in forstlicher Beziehung längst eine andere Bedeutung erlangt hätten, und wenn nicht der Umstand dagegen spräche, daß auch die Hochwälder in ihren jugendlichen Entwickelungsstufen einmal Niederwälder waren. Sind die Bestandteile des Waldes einander so nahe gerückt, daß sich die Äste oder Blätter der Krone berühren und eine Art Dach bilden, so wird der Wald geschlossen genannt. Sind dagegen die Bestandteile des Waldes derartig geformt und so locker gestellt, daß die Sonnenstrahlen ungehindert zwischen ihnen den Boden erreichen, so wird er als ein lichter angesprochen.

II. Struppe. Tonangebend sind Gestrüppe, d. h. Bestände aus Sträuchern, Halbsträuchern und Nopalen, welche niemals einen Pfahlstamm bilden und selbst in vollkommen ausgewachsenem Zustande vom Grunde aus verästelt und verzweigt sind. Von den aufrechten Struppen, welche die Höhe von 2—3 m erreichen, bis zu jenen, deren Stämme dem Boden aufgelagert sind, und deren holzige Zweige sich nur wenige Dezimeter über den Boden erheben, ist ein ganz allmählicher Übergang nachweisbar. Die letzteren, für welche der Bestand aus Azalea procumbens (s. Band I, Tafel bei S. 278) als Vorbild dienen kann, werden nicht unpassend auch Teppiche genannt. Es liegt in der Natur der Sträucher und Halbsträucher, daß sie Dickichte bilden. Die meisten höheren Struppe, auf welche die Hand des Menschen nicht umändernd eingewirkt hat, sind undurchdringlich. An eigentümlichen Standorten und unter gewissen alljährlich wiederkehrenden Einflüssen können Holzpflanzen, welche für gewöhnlich baumförmig werden und Pfahlstämme entwickeln, niedrig bleiben und die Form hoher Sträucher annehmen. So z. B. bildet in den Alpen infolge der Belastung mit mächtigen Schneeschichten in der Nähe der Baumgrenze sowie in den Thalmulden, wo fast alljährlich Lawinen in die Tiefe gehen, die Rotbuche Bestände von dem Ansehen hoher Struppe. Dieselben sind aber nichtsdestoweniger als Wälder aufzufassen, welche durch besondere Einflüsse auf der Stufe des Niederwaldes längere Zeit erhalten bleiben. Würden die besagten Einflüsse aufhören, so würde sich an der betreffenden Stelle alsbald ein Wald mit Pfahlstämmen erheben.

III. Fluren. Tonangebend sind Gestäude, d. h. Bestände aus reichblühenden Stauden und Kräutern (s. Band I, S. 673). Die Form, Richtung und Verzweigung der oberirdischen, krautigen Stengel tritt stets deutlich hervor und ist selbst dann noch zu erkennen, wenn die Laubblätter einen bedeutenden Umfang besitzen. Von dem Gestäude aus Disteln und Doldenpflanzen in den Steppen, welche die Höhe von 2 m erreichen, bis zu den Beständen aus den



Bambuswald auf Ceylon. (Nach der Natur von v. Königsbrunn.) Vgl. Text, S. 854.



Mangrovenwald in Vorderindien. (Nach der Natur von v. Ransonnet.) Vgl. Text, S. 826.

kaum 2 cm hohen Stauden auf den Geröllhalden der Hochgebirge (ſ. die Tafel „Alpenleinkraut [Linaria alpina] im Kalkgerölle“ bei S. 169), gibt es unzählige Abſtufungen. Eine ſcharfe Grenze iſt zwiſchen denſelben nicht zu ziehen. Ebenſowenig laſſen ſich die Fluren, in welchen das Geſtäude, und jene, in welchen das Gekräut (Beſtände aus Kräutern) vorherrſcht, ſcharf auseinanderhalten. In manchen Fällen ſcheint es aber doch paſſend, Hochfluren und Niederfluren, Staudenfluren und Kräuterfluren zu unterſcheiden. Die Alten haben die Fluren, welche vorherrſchend aus einjährigen Kräutern zuſammengeſetzt ſind, Jöte genannt.

IV. Spreite. Tonangebend ſind Gewächſe mit gänzlich unter der Erde verlaufenden oder doch nur wenig über dieſelbe ſich erhebenden Stämmen, von deren Enden gehäufte Wedel, Blattäſte oder Laubblätter mit großen Spreiten ausgehen. Die Wedel, Blattäſte und Laubblätter verdecken dieſe Stämme vollſtändig, und die Form, Richtung und Verzweigung der letzteren tritt daher auch niemals deutlich erkennbar hervor. Die aus Wedeln gebildeten Spreite entbehren der Blüten. Wenn an der Bildung des Spreites Blütenpflanzen beteiligt ſind, ſo haben dieſe entweder vorläufige Blüten, welche zur Zeit der Entwickelung des Geblättes ſchon in Frucht übergegangen und ſpäter ſpurlos verſchwunden ſind (z. B. Saxifraga peltata, Tussilago, Petasites), oder die Blüten ſind ſo vereinzelt zwiſchen den unzähligen großen Laubblättern, daß ſie eine weſentliche Änderung in dem Geſamtbilde der Genoſſenſchaft nicht hervorbringen (z. B. Funkia, Nelumbo; ſ. Abbildung, S. 679) und die meiſten Aroideen (ſ. die Tafel „Aroideen im braſiliſchen Urwalde“ bei S. 726). Eine beſondere Form des Spreites beobachtet man auf der Oberfläche ſtehender und ruhig fließender Gewäſſer. Die ſcheibenförmigen Laubblätter und Phyllokladien liegen dem Waſſerſpiegel auf und bilden einen Überzug desſelben ähnlich einer Tapete. Man könnte ſie Tapetenſpreite nennen. Nach der Höhe der Stiele, von welchen die Blattflächen getragen werden, ließen ſich noch Hoch- und Niederſpreite und nach der Größe der Blattflächen und Phyllokladien Groß- und Kleinſpreite unterſcheiden. Für die Großſpreite ſind jene aus Seeroſen, für die Kleinſpreite jene aus ſchwimmenden Waſſerlinſen als Beiſpiele hervorzuheben.

V. Wuſte. Tonangebend ſind beſtandbildende Waſſerpflanzen mit untergetauchten Stengeln und Laubblättern oder ſtengelförmigem und laubförmigem Lager. Bald herrſchen Formen mit laubartigem Lager und langen bandförmigen ſchlaffen Laubblättern vor, bald wieder ſolche, welche das Anſehen unter Waſſer geſetzter belaubter oder entblätterter Sträucher beſitzen, ſich aber von wirklichen Sträuchern durch den Mangel verholzter Teile unterſcheiden. Auch Arten, deren Lager oder deren Laubblätter in lange, ſchmale Zipfel geſpalten ſind, und ſolche, deren Lager eine wirtelige Verzweigung zeigt, können beſtandbildend auftreten. Je nach dem Vorherrſchen der einen oder anderen kann man von den Wuſten verſchiedene Unterabteilungen bilden.

VI. Riede. Tonangebend ſind Beſtände aus trupp- oder raſenförmig wachſenden Pflanzen mit halm- oder ſchaftförmigen, nicht verholzten Stengeln. Die Stengel entbehren der Laubblätter (Schachtelhalme, Binſen, Simſen ꝛc.), oder ſie ſind mit langen, ſchmalen Blättern beſetzt. Von den in mächtigen Raſen wachſenden Arten erheben ſich Halme, deren Blätter nicht auffallend hervortreten, während die truppbildenden Arten vorwaltend Halme und Schäfte entwickeln, welche reich beblättert ſind. Für erſtere können die raſenbildenden Riedgräſer, für letztere die rohrartigen Gewächſe als Vorbild dienen. Die Riede finden ſich ſowohl auf ſumpfigem als auf trockenem Boden entwickelt, letzteres namentlich in den Tropen und in den Steppengebieten.

VII. Matten. Tonangebend ſind niedere, ausdauernde Pflanzen, welche in dichtem Schluſſe mattenförmig den Boden überziehen. Wenn Gewächſe mit ſchmalen, ſteifen, grasartigen Blättern vorherrſchen, wird die Genoſſenſchaft Waſenmatte oder Waſen, wenn

Gewächse, die einen weichen, schwellenden Überzug des Bodens bilden, tonangebend auftreten, Vliesmatte oder Vlies genannt. Mit Rücksicht auf die besonders auffallend hervortretenden Bestandteile spricht man auch von Grasmatten, Kräutermatten und Moosmatten. Die Matten können ebensowohl auf trockenem wie auf sumpfigem Boden entwickelt sein. Bisweilen beschränken sie sich auf die nächste Umgebung der Quellen oder bilden nur den Überzug von Felsplatten, doch findet man sie auch über weite Berggehänge und in umfangreichen Niederungen ausgebildet. Sie gehören insbesondere den Hochgebirgen und dem arktischen Gebiete an.

VIII. Schorfe. Tonangebend sind Lagerpflanzen, welche im Zustande der Trockenheit oder infolge der Verkalkung starr und spröde werden. Die aus diesen Gewächsen zusammengesetzten Bestände bilden entweder feste Bänke und Riffe, oder sie stellen sich als eine lockere Decke des Bodens dar und werden dann Raudenschorfe genannt. Häufig erscheinen sie als krustenförmige Überzüge des felsigen, erdigen oder sandigen Bodens und werden dann als Krustenschorfe angesprochen. Sie entwickeln sich sowohl in der Luft als unter Wasser.

IX. Filze. Tonangebend sind Pflanzen, deren Lager aus zarten, mehr oder weniger verstrickten Fäden besteht. Sie erfüllen die Gewässer bald als Flocken, bald als zusammenhängende verfilzte Massen, oder bilden auf Steinen und Erde dünne Überzüge, welche durch ihre eigentümliche Farbe schon von fern auffallen.

Bei der Wahl von Namen für die aufgezählten neun Ordnungen der Genossenschaften wurde von allen Bezeichnungen abgesehen, welche sich auf bestimmte Pflanzenstämme, Pflanzenfamilien oder -Gattungen beziehen, da die Entstehung der Genossenschaften mit der Stammverwandtschaft der Pflanzen nichts gemein hat (s. S. 819). Ebensowenig konnte auf die Standorte oder auf die Zonen und Regionen, welchen die Genossenschaften angehören, Rücksicht genommen werden. Anders verhält es sich mit der Benennung der einzelnen Genossenschaften, welche den aufgezählten Ordnungen angehören. In dieser Beziehung ist die Anwendung von Namen, welche sich auf Standorte, Zonen und Regionen beziehen, oder welche den in der betreffenden Genossenschaft vorherrschenden Arten, Gattungen und Familien zukommen, unvermeidlich, ja geradezu geboten. Es empfiehlt sich überhaupt, hier dieselbe Nomenklatur in Anwendung zu bringen, welche sich in allen anderen beschreibenden Naturwissenschaften am besten bewährt hat, nämlich jede Genossenschaft mit zwei Namen zu bezeichnen, von welchen der eine angibt, welcher Ordnung der Genossenschaften die in Betracht gezogene angehört, während der andere besondere Eigentümlichkeiten derselben anzeigt.

Bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse ist es unmöglich, auch nur annähernd die Genossenschaften zu nennen, in welche sich die vielen tausend die Erde bevölkernden Pflanzenarten zusammengeschart haben. Indes scheint es doch am Platze, einige Andeutungen in dieser Beziehung zu geben und auf die besonders auffallenden Genossenschaften aufmerksam zu machen.

Selbstverständlich beanspruchen die durch ihre Massenhaftigkeit hervortretenden Wälder das größte Interesse, und es ist begreiflich, daß diese von jeher am eingehendsten untersucht und durch Schilderungen, Beschreibungen und Abbildungen festgehalten wurden. Im Hinblicke auf die in den Genossenschaften alleinherrschenden oder vorherrschenden Arten sind vor allen die sommergrünen und immergrünen Nadelwälder zu unterscheiden. Für die ersteren kann der Lärchenwald (s. Abbildung, S. 477) als Vorbild dienen. Von den immergrünen gibt es eine überaus große Zahl, da die meisten baumförmigen Nadelhölzer in geschlossenen Beständen wachsen. In Band I des „Pflanzenlebens“ erscheint auf S. 385 ein Fichtenwald und auf S. 677 ein Tannenwald, in Band II auf S. 639 ein Föhrenwald und auf S. 640 ein Arvenwald abgebildet. Die Laubwälder werden gleichfalls als sommergrüne

und immergrüne unterſchieden. Unter den ſommergrünen ſind in der nördlich gemäßigten Zone die Buchenwälder (ſ. S. 707), Birkenwälder (ſ. Band I, S. 680) und Eichenwälder (ſ. Band I, S. 676) wegen ihres eigentümlichen Gepräges beſonders hervorzuheben. Die immergrünen Laubwälder ſind vornehmlich in den tropiſchen und ſubtropiſchen Gebieten in großer Mannigfaltigkeit entwickelt. Den tropiſchen Gebieten gehören auch noch zahlreiche andere Wälder von eigentümlichem Gepräge an, ſo z. B. der Euphorbienwald (ſ. Band I, Tafel bei S. 302), der Caſuarinenwald, der Bambuswald (ſ. Band I, S. 674), der Mangrovenwald (ſ. Band I, S. 564 und 716) und der Palmenwald (ſ. Band I, Tafel bei S. 672). Von den drei zuletzt genannten ſind auf S. 822 und S. 823 und auf der beiſtehenden Tafel „Kokospalmenwald auf Ceylon" treffliche, von den Künſtlern nach der Natur in den Tropen angefertigte Abbildungen eingeſchaltet.

Die Struppe, welche ſozuſagen eine Wiederholung der Wälder im kleinen ſind, müſſen auch in ähnlicher Weiſe gruppiert werden. Man unterſcheidet Struppe, in welchen die vorherrſchenden oder alleinherrſchenden Sträucher und Halbſträucher des Laubes entbehren, und ſolche, in welchen ſie belaubt ſind. Unter den beſtandbildenden Gewächſen der erſten Abteilung ſpielen insbeſondere die Rutenſträucher und gewiſſe Nopale eine hervorragende Rolle (ſ. Abbildung, Band I, S. 305, und Tafel bei S. 415). Die beſtandbildenden Gewächſe der zweiten Abteilung ſind entweder immergrün oder ſommergrün. Die immergrünen ſind mit nadelförmigen oder ſchuppenförmigen, den Zweigen anliegenden Blättern beſetzt (ſtrauchartige Nadelhölzer und Eriken) oder mit flächenförmig ausgebreiteten Blättern bekleidet. Für die letzteren können die Alpenroſen (ſ. Tafel bei S. 107) als Vorbild dienen. Von ſommergrünen Sträuchern und Halbſträuchern, welche beſtandbildend auftreten und ausgedehnte Struppe bilden, ſind insbeſondere Tamarisken, Spiräen, Roſen, Zwergmandeln, Zwergbirken, Zwergweiden, Proteaceen, Lippenblütler, Ginſter und Mimoſen hervorzuheben.

Von Fluren ſind zunächſt diejenigen zu unterſcheiden, in welchen die vorherrſchenden Stauden der Laubblätter entbehren und dafür mit Blattäſten ausgeſtattet ſind (z. B. Salicornia). Von den tonangebenden, in den Fluren auftretenden belaubten Stauden wurden ſchon bei früherer Gelegenheit als beſonders auffallende Formen die Doldenpflanzen (ſ. Band I, Tafel bei S. 703) und die Diſteln (ſ. Band I, S. 406), die Agaven und Ananasſtauden (ſ. Band I, S. 617) und die Aſfodille (ſ. S. 659) hervorgehoben. Die anderen in Beſtänden auftretenden Stauden laſſen ſich in drei Gruppen zuſammenfaſſen. Die Arten der erſten Gruppe, zu welcher insbeſondere viele Synantheraceen, Caryophyllaceen, Chenopodiaceen, Papilionaceen und Cruciferaceen gehören, ſind vom Grunde aus vielfach veräſtelt (z. B. Artemisia, Gypsophila, Salsola, Melilotus, Crambe); die Arten der zweiten Gruppe entwickeln einen aufrechten Stengel, welcher bis zu den Blüten hinauf nicht veräſtelt iſt und ungeteiltes Laub trägt (z. B. viele Arten von Verbascum, Epilobium, Oenothera, Euphorbia), und die Arten der dritten Gruppe beſitzen einen aufrechten Stengel, welcher nicht oder nur wenig veräſtelt, aber mit mannigfaltig geteilten und zuſammengeſetzten Laubblättern beſetzt iſt (z. B. Glycyrrhiza, Eupatorium, Tanacetum, Sambucus Ebulus). In vielen Fällen empfiehlt es ſich, die Fluren nicht nach den in ihnen vorherrſchenden Arten, ſondern nach Standorten zu benennen. In dem oben (S. 819) angeführten, die Pflanzengenoſſenſchaften Öſterreich-Ungarns behandelnden Werke habe ich namentlich Strandfluren, Flugſandfluren, Quellenfluren, Karfluren, Geröllfluren und Haldenfluren unterſchieden.

Was die Spreite anbelangt, ſo wurde die Einteilung derſelben in Tapetenſpreite, Hoch- und Niederſpreite, Groß- und Kleinſpreite bereits erwähnt (ſ. S. 824). Ein beſonderes Gewicht iſt bei der Schilderung der einzelnen hierher gehörigen Genoſſenſchaften auch auf den Umſtand zu legen, ob die grünen Flächen ungeteilt erſcheinen, wie bei Petasites, Tussilago, Nelumbo, Asarum, Scolopendrium und Saxifraga peltata, oder ob ſie geteilt

WYŻSZA SZKOŁA EKONOMICZNA
BIBLIOTEKA GŁÓWNA
W SZCZECINIE



KOKOSPALMEN AUF CEYLON.

(Nach Aquarell des Freiherrn v. Kongsbrunn.)



und zerſchnitten ſind, wie bei den meiſten Farnen, mehreren Aroideen und einigen Nieswurzarten. Auch wird zu berückſichtigen ſein, ob die Wedel und Laubblätter ſommergrün oder wie bei Hedera und Helleborus niger wintergrün ſind.

Die Wuſte kommen in großer Mannigfaltigkeit in fließendem und ſtehendem, in ſüßem, brackigem und ſalzigem Waſſer vor. Der Geſamteindruck der einzelnen Wuſte richtet ſich nach der Breite und nach dem Zuſchnitte des Laubes und Lagers der verſchiedenen Arten und insbeſondere auch danach, ob die Stengel und ſtengelförmigen Teile des Lagers locker geſtellt oder gehäuft und zu dichten, bauſchigen Maſſen vereinigt ſind. Als beſtandbildende Arten treten insbeſondere die Myriophyllaceen mit kammförmig geteiltem Laube, die Laichkräuter und Zannichelien mit fädigen Laubblättern, die Laichkräuter mit breiten, durchſcheinenden Laubblättern (ſ. Abbildung, Band I, S. 515), die Seegräſer (Zoſteraceen) und die ihnen ähnliche Vallisneria (ſ. Abbildung, Band I, S. 626), die wiederholt beſprochene Cymodocea, von Mooſen mehrere Bryaceen, von Tangen verſchiedene Arten von Fucus (ſ. Tafel bei S. 47), Laminaria (ſ. Abbildung, Band I, S. 549), Sargassum, Macrocystis und Cystosira, von Floridеen Arten aus den Gattungen Ceramium, Callithamnium, Sphacellaria, Polysiphonia und Lemanea (ſ. Band I, Tafel bei S. 547), von Gametophyceen die Arten der Gattung Bryopsis und Valonia, von Cyanophyceen insbeſondere die Arten der Gattung Hydrurus und von den Armleuchtergewächſen mehrere Arten der Gattungen Chara und Nitella auf.

Die Anhaltspunkte, auf welche ſich die Einteilung der Riede gründet, wurden bereits auf S. 824 angegeben. Nach dem Vorherrſchen beſtimmter Schafthalme, Seggen, Binſen, Reſtiaceen, Simſen, Schilfe und rohrartiger Gräſer laſſen ſich zahlreiche beſondere Riede unterſcheiden. Auf der Tafel „Rohr- und Riedgrasbeſtände im ungariſchen Tieflande“ bei S. 645 erſcheinen drei nebeneinander entwickelte Riede, nämlich ein Rohrried, ein Binſenried und ein Seggenried, und auf S. 653 ein Papyrusried dargeſtellt. In den auf trockenem Boden entwickelten Rieden der nördlich gemäßigten Zone treten insbeſondere die Arten der Gattung Reitgras (Calamagrostis) hervor. Zahlreiche Riede finden ſich in den Tropen und in den Steppengebieten der Alten und Neuen Welt, zumal in den Pampas, Llanos und Pajonales entwickelt.

Die Gewächſe, welche als vorherrſchende und tonangebende Beſtandteile der Matten auftreten, gehören zum Teile den Phanerogamen, zum Teile den Kryptogamen an. Von erſteren ſind insbeſondere hervorzuheben die raſigen und truppbildenden niederen Gräſer, Seggen und Binſen, die raſenbildenden ſchmal- und kurzblätterigen Caryophyllaceen (z. B. Alsine Rosani, Cherleria sedoides, Silene acaulis), die Roſetten bildenden Hauswurzarten (Sempervivum), die Steinbreche aus der Gruppe Aizoonia, die lockerraſigen, weichen, an quelligen Orten wuchernden Steinbreche und Montien. Von den Kryptogamen kommen faſt nur Mooſe in Betracht, und zwar die Torfmooſe, die Widerthonmooſe, die in dichten Raſen wachſenden Dicranum- und Gymnostomum-Arten und die zu lockeren Vlieſen verbundenen Hypneen (z. B. Hypnum Schreberi, Hylocomium splendens und triquetrum).

An der Bildung der Schorfe beteiligen ſich nur Flechten, Floridеen und einige Armleuchtergewächſe. Eine überaus große Mannigfaltigkeit zeigen die der Unterlage dicht angeſchmiegten, zu Kruſtenſchorfen vereinigten Flechten. Tonangebend erſcheinen insbeſondere verſchiedene Arten von Acarospora, Amphiloma, Lecanora, Lecidella, Pertusaria und Verrucaria. Der bekannteſte und am weiteſten verbreitete Schorf iſt jener, welcher aus der Landkartenflechte (Lecidea geographica oder Rhizocarpon geographicum) gebildet wird, und der in den Schiefergebirgen dem Blockwerke eine eigentümliche Färbung erteilt (ſ. Band I, Tafel bei S. 225). Die Raudenſchorfe werden von verſchiedenen Strauchflechten, zumal Cladonien und Cetrarien, gebildet und treten insbeſondere in den Hochgebirgen

und in der arktiſchen Tundra auffallend hervor. Von geringerer Bedeutung ſind die aus verkalkten Characeen und Florideen, namentlich den Arten der Gattung Corallina, unter Waſſer gebildeten Raudenſchorfe. Die zu feſten, bankförmigen Schorfen vereinigten, verkalkten Arten von Lithothamnium und Lithophyllum (ſ. Band I, Tafel „Nulliporenbänke im Adriatiſchen Meere“ bei S. 239) kommen nur im Meere vor.

Die Filze werden aus fadenförmigen Algen gebildet. Tonangebend ſind insbeſondere Scytonemaceen, Zygnemaceen, Ulotrichaceen, Ödogoniaceen, Vaucheriaceen und einige Gametophyceen. Die Zygnemaceen, namentlich die Arten der Gattung Spirogyra, erfüllen mit ihrem grünen Gefäde die ſtehenden Gewäſſer; mehrere Vaucheriaceen bilden dicht verfilzte Maſſen im Rinnſale der Bäche oder über feuchter Erde, und mehrere Scytonemaceen und Gametophyceen verweben ſich zu zarten Überzügen der Steine. Die Filze treten nur ſelten auffällig hervor. Am bekannteſten iſt der aus Trentepohlia jolitha gebildete dünne Filz, welcher die Schieferblöcke in den Gebirgsgegenden rot färbt, und der auf der Tafel „Veilchenſtein im tiroliſchen Ötzthale“ bei S. 620 abgebildet iſt.

Nur in ſeltenen Fällen wird der Beſtand, welcher das Grundgewebe einer Genoſſenſchaft bildet, aus einer einzigen Pflanzenart gebildet. Meiſtens ſind es zwei, drei oder noch mehr Arten von ähnlichem Anſehen, welche zuſammen tonangebend auftreten. Dabei kann es vorkommen, daß ſtellenweiſe bald die eine, bald die andere zurückgedrängt erſcheint, ohne daß übrigens der allgemeine Eindruck der betreffenden Genoſſenſchaft eine weſentliche Änderung erfährt. So z. B. ſind die Gehänge der Schieferberge in den Zentralalpen mit Matten überkleidet, in welchen Carex curvula, Juncus trifidus und Oreochloa disticha als tonangebende Arten erſcheinen. Hier und da ſind dieſe drei Arten ganz gleichmäßig an der Zuſammenſetzung der Matte beteiligt, an manchen Stellen wird aber eine derſelben überwiegend, und die anderen treten ſo in den Hintergrund, daß man ſie bei flüchtiger Betrachtung kaum bemerkt. Daß in ſolchen Fällen die Genoſſenſchaft nicht nur nach einer der tonangebenden Arten benannt werden darf, braucht nicht erſt näher begründet zu werden.

Was die eingeſprengten Arten anbelangt, ſo wäre es ein großer Irrtum, zu glauben, daß ihr Auftreten keinerlei Regel unterliegt. Wenn ſie auch auf das Geſamtbild nur ſelten einen auffälligen Einfluß ausüben, ſo iſt doch ihre Bedeutung für die einzelnen Genoſſenſchaften nicht zu unterſchätzen. Manche von ihnen ſind ſo beſtändig an gewiſſe beſtandbildende Arten gebunden, daß man aus dem Auftreten der einen mit Sicherheit auf das Vorhandenſein der anderen ſchließen kann, und es iſt ſelbſtverſtändlich, daß ſolche beſtändige Begleiter bei der Schilderung der einzelnen Genoſſenſchaften in gebührender Weiſe hervorzuheben ſind. Nicht zu überſehen iſt übrigens die Erſcheinung, daß bis zu einem gewiſſen Grade auch eine Vertretung der eingeſprengten Arten vorkommen kann. So z. B. beherbergt die Borſtengrasmatte, in welcher das Borſtengras (Nardus stricta) das Grundgewebe bildet, in den Alpen geradeſo wie in den Karpathen als eingeſprengte Arten Homogyne alpina, Hieracium alpinum, Campanula Scheuchzeri ꝛc. Einige andere eingeſprengte Arten, wie z. B. Potentilla aurea, Hypochoeris Helvetica und Campanula barbata, welche in den Alpen kaum jemals in der genannten Genoſſenſchaft fehlen, ſind aber in den öſtlichen Karpathen durch Potentilla chrysocraspeda, Scorzonera rosea und Campanula abietina erſetzt.

Eine beſondere Beachtung verdient die Erſcheinung, daß Arten, welche in der einen Genoſſenſchaft beſtandbildend auftreten, in der anderen Genoſſenſchaft nur wie eingeſprengt erſcheinen. Wer das in der freien Natur zum erſten Male ſieht, könnte leicht zu der Anſicht geführt werden, daß es ein vergebliches Bemühen ſei, die Genoſſenſchaften in Gruppen ordnen und jede einzelne im beſonderen umgrenzen und beſchreiben zu wollen. Aber bei ſorgfältigerem Eingehen gewinnt man alsbald die Überzeugung, daß die erwähnte

Erscheinung die wissenschaftliche Behandlung der Pflanzengenossenschaften nicht nur nicht beeinträchtigt, sondern wesentlich fördert, und daß durch sie die *Geschichte der Pflanzengenossenschaften* aufgehellt wird. Wiederholt wurde darauf hingewiesen (s. Band I, S. 246, und Band II, S. 598), daß sich frische Schlammabsätze im Grunde von Wasseransammlungen, entblößtes Erdreich und nacktes Gestein nicht sofort mit einer geschlossenen, ein für allemal gleichbleibenden Pflanzendecke bekleiden, sondern daß zunächst kleine Algen, Flechten, Moose und verschiedene einjährige Blütenpflanzen als erste Ansiedler anrücken, die den Boden im Verlaufe längerer oder kürzerer Zeiträume für andere Gewächse zubereiten. Diese Zubereitung, welche in Band I, S. 236—246 geschildert wurde, besteht nicht nur in mechanischen Veränderungen des Bodens, sondern auch in der Beimengung von Humus, der von den abgestorbenen Teilen der ersten Ansiedler herrührt. Auf dem so veränderten Boden werden nun Pflanzenarten seßhaft, welche von den ersten Ansiedlern gänzlich verschieden sind, und, was das merkwürdigste ist, die ersten Ansiedler werden von den neu angekommenen allmählich verdrängt und sozusagen aus dem Felde geschlagen. Aber auch die zweite Ansiedelung hat keinen dauernden Bestand. Die Menge des von den abgestorbenen Pflanzen herstammenden Humus vermehrt sich von Jahr zu Jahr, die an Humus überreiche Erde sagt nun auch den Pflanzen der zweiten Ansiedelung nicht mehr zu, und nun wiederholt sich nochmals das Verdrängen der bisher seßhaften Gewächse durch solche neue, welche auf dem humusreichen Boden vortrefflich gedeihen und denselben allmählich in Besitz nehmen. So lassen sich allerwärts wenigstens drei, nicht selten aber auch vier und fünf aufeinander folgende Ansiedlergruppen nachweisen. Wenn nun jede dieser Gruppen einer bestimmten Genossenschaft entspricht, was ja thatsächlich der Fall ist, so muß der eben geschilderte Vorgang den Eindruck machen, daß sich die Genossenschaften im Laufe der Zeit umwandeln und ersetzen. *An jeder Genossenschaft ist darum nicht nur das Höhe-, sondern es sind auch die Zuwachs- und Schwindstadien zu erkennen und festzustellen.* In dem Zuwachsstadium finden sich noch Reste aus der an der betreffenden Stelle früher seßhaften Genossenschaft und in dem Schwindstadium schon die ersten Ansiedler der anrückenden Genossenschaft. Wenn z. B. in einer Borstengrasmatte vereinzelte Stöcke von Pflanzen auftauchen, welche für die zu einer anderen Ordnung, etwa zu den Struppen oder Fluren gehörenden Genossenschaften bezeichnend sind, so beirrt dieses Vorkommen durchaus nicht bei der Umgrenzung und Beschreibung der genannten Genossenschaft. Es wird dadurch nur klargestellt, daß man sich bei der Feststellung und Beschreibung zunächst an den Höhepunkt in der Entwickelung einer jeden Genossenschaft halten muß, aber in jedem Falle auch das Zuwachs- und Schwindstadium sowie die Beziehungen zu den anderen Genossenschaften zu beachten hat.

Wo durch die Gestalt und Zusammensetzung des Bodens die Bildung verschiedener Standorte auf engem Raume begünstigt wird, entwickeln sich auch die den Standorten entsprechenden *Pflanzengenossenschaften im bunten Wechsel nebeneinander.* Die Grenzlinien der benachbarten Genossenschaften verlaufen dabei in mannigfaltigster Weise. In Niederungen, wo sanfte Hügelwellen, seichte Mulden, sandiger, lehmiger und salzauswitternder Boden abwechseln, sind die Genossenschaften nicht selten wie die Teile eines Mosaiks zusammengefügt, an anderen Orten sieht man jene von geringem Umfange wie Inseln in die weit ausgebreiteten Genossenschaften eingeschaltet, und wieder in anderen Fällen schließen sie in breiten Bändern und Zonen aneinander. Die letztere Verteilung kommt insbesondere entlang den Rändern fließender und stehender Gewässer vor und erklärt sich aus dem gleichmäßig abnehmenden Feuchtigkeitszustande des Bodens mit wachsender Entfernung von dem Ufer und bei stehenden Gewässern auch aus dem Vordrängen der Pflanzenwelt von den Rändern gegen die Mitte der Wasseransammlung, mit anderen Worten, aus

der gleichmäßig vorschreitenden Umwandlung der das Wasser erfüllenden Wüste in Riede, der Riede in Fluren und der Fluren in Matten oder Wälder.

Sehr häufig kommt es vor, daß zwei, drei oder noch mehr Genossenschaften sich gegenseitig durchdringen und gewissermaßen übereinander schichten. Ein Föhrenwald kann für sich allein bestehen, d. h. er kann bloß aus vorherrschenden Föhren und vielleicht einigen eingesprengten anderen Bäumen gebildet sein, ohne daß im Waldgrunde etwas anderes zu sehen wäre als abgefallene, dürre, den Boden bedeckende Nadeln. Es kann sich aber im Waldgrunde auch eine Moosmatte ausgebildet haben, es kann sich ein Heidelbeergestrüpp, ein niederes Gestrüpp aus Calluna vulgaris oder Erica carnea und ein hohes Gestrüpp aus Wachholder eingeschoben haben, Genossenschaften, von welchen jede für sich ohne Überdachung durch die Kronen der Föhren bestehen kann und auch oft genug selbständig angetroffen wird. Wenn aber auch das Vorhandensein der einen Genossenschaft für das Bestehen der anderen nicht unumgänglich notwendig ist, so geht doch schon aus der Thatsache des Zusammenvorkommens hervor, daß keinem Teile aus der Vereinigung ein Nachteil erwächst, und es ist viel wahrscheinlicher, daß die über demselben Boden entwickelten Genossenschaften sich fördern und unterstützen. In manchen Fällen ist das sogar über alle Zweifel erhaben, so z. B. dann, wenn sich eine Genossenschaft aus hohen Pflanzen auf dem von einer Genossenschaft aus niederen Pflanzen zubereiteten Boden entwickelt, ohne diese vollständig zu verdrängen. Aus diesen Bemerkungen geht hervor, daß die Vereinigung mehrerer Genossenschaften nichts weniger als zufällig ist, daß sich immer nur gewisse Genossenschaften miteinander verbinden und gegenseitig durchdringen können, und daß auch in dieser Beziehung eine strenge Ordnung und Gesetzmäßigkeit waltet.

Man hat die in der angegebenen Weise gebildeten Verbände von Genossenschaften mit dem Namen Pflanzenformationen belegt und bei der Wahl dieses Namens wahrscheinlich an die Verbindungen der Erd- und Gesteinsschichten gedacht, welche von den Geologen Formationen genannt werden. Dieser Name ist nicht gerade glücklich gewählt, aber einmal in die Wissenschaft eingeführt, soll er beibehalten werden, und es ist nur darauf aufmerksam zu machen, daß die miteinander zu einer Formation vereinigten Genossenschaften nicht immer eine deutliche Schichtung zeigen. So z. B. findet man in vielen tropischen Wäldern (s. Abbildung, S. 650) Genossenschaften eingeschaltet, welche den verschiedensten Ordnungen angehören und, was die Höhe der sie zusammensetzenden Pflanzen betrifft, alle möglichen Abstufungen zeigen. Dieselben nehmen bald nur einen beschränkten, bald einen bedeutenden Raum im Grunde und in der Mittelhöhe des Waldes ein, und dazu kommt noch, daß in allen solchen Formationen allerwärts Schling- und Überpflanzen eingesprengt sind, welche das Herausfinden von deutlichen Schichten ganz unmöglich machen. In vielen anderen Fällen bilden die zu einer Formation verbundenen Genossenschaften allerdings recht deutliche Schichten, oder wenn man die Formationen mit Gebäuden vergleichen wollte, übereinander sich erhebende Stockwerke. Bald sind nur zwei Genossenschaften übereinander geschichtet, bald wieder kann man drei, vier und noch mehr Schichten oder Stockwerke unterscheiden. Es gibt Formationen, in welchen jede Schicht einer anderen Ordnung der Genossenschaften angehört, aber auch solche, wo zwei, drei Schichten derselben Ordnung zuzuzählen sind, und wo sich z. B. drei ungleich hohe Riede oder mehrere Gestrüppe übereinander aufbauen, oder wo zwei Wälder in der Weise miteinander verbunden sind, daß die Kronen der einen Baumart eine obere, die Kronen der anderen eine untere Schicht bilden.

In betreff der den Pflanzenformationen zu erteilenden Namen empfiehlt es sich, auf jene Genossenschaft Rücksicht zu nehmen, welche den Abschluß oder das Dach des ganzen Pflanzengebäudes bildet, und die daher alle anderen überragt und gewissermaßen beherrscht.

Nach dem Vorbilde der Namen Herrſchaft, Wirtſchaft, Grafſchaft und dergleichen dürfte es am paſſendſten ſein, von Waldſchaften, Struppſchaften, Flurſchaften, Riedſchaften ꝛc. zu ſprechen. Die Matten, Rauden und Filze würden übrigens in dieſer Beziehung kaum in Betracht kommen, da ſie ihrer Natur nach eine Oberſchicht zu bilden nicht geeignet ſind. Die Namen Haine, Heiden, Maaſe, Forſte, Auen und dergleichen in Anwendung zu bringen, ſcheint weniger zweckmäßig, weil dieſelben in verſchiedenen Gegenden auf ſehr verſchiedene Dinge bezogen werden.

Es wurde ſchon im Eingange dieſes Kapitels hervorgehoben, daß durch die Pflanzengenoſſenſchaften jeder Gegend ein eigentümliches Gepräge erteilt wird, und daß inſofern die Kenntnis und Feſtſtellung derſelben für die beſchreibende Erdkunde von hoher Bedeutung iſt. Auch wurde wiederholt darauf aufmerkſam gemacht, daß in den Pflanzengenoſſenſchaften die eigentümlichen Verhältniſſe des Bodens und Klimas zum Ausdrucke kommen, da vorausgeſetzt werden muß, daß die für jede Genoſſenſchaft bezeichnenden Arten nur dort maſſenhaft vorkommen können, wo die Zuſammenſetzung des Erdreiches ſowie die Verhältniſſe der Beleuchtung, der Wärme und der Feuchtigkeit mit ihrer ganzen Organiſation und äußeren Geſtalt im Einklange ſtehen. Wenn ſich aber die örtlichen Verhältniſſe des Bodens und Klimas in den Pflanzengenoſſenſchaften widerſpiegeln, ſo bildet die Verbreitung der Pflanzengenoſſenſchaften und Formationen auch einen wichtigen, vielleicht den einzigen brauchbaren Anhaltspunkt, um die Erde in natürliche Florenreiche einzuteilen. Es wird dabei an dem Grundſatze feſtzuhalten ſein, daß jedes Gebiet, welches eine Reihe nur ihm angehörender Pflanzengenoſſenſchaften beherbergt, als ein Florenreich zu bezeichnen iſt, und daß jede Stelle, an der die bezeichnenden Genoſſenſchaften eines Florenreiches, in ihren Exiſtenzbedingungen bedroht, eine natürliche Grenze finden, wo andere, den geänderten äußeren Verhältniſſen beſſer angepaßte Pflanzengenoſſenſchaften auftauchen, und wo ſich demnach auch ein Wechſel des ganzen Landſchaftsbildes vollzieht, eine Grenze der Florenreiche bildet. Hiermit iſt auch das Ziel einer wiſſenſchaftlichen Pflanzengeographie angegeben. Leider ſind wir von demſelben noch unendlich weit entfernt. Wir kennen nur notdürftig die Pflanzengenoſſenſchaften des mittleren und nördlichen Europa, und aus vielen weiten Gebieten iſt über die wichtigſte aller Grundlagen zur Abgrenzung der Florenreiche ſo gut wie nichts bekannt. Es bleibt daher vorläufig nichts anderes übrig, als ſich mit dem Wenigen, was ermittelt wurde, zurechtzufinden, und ſich in manchen Gebieten noch an die von den Forſchern früherer Zeiten überkommenen, freilich auf ganz andere Grundlagen geſtützten Abgrenzungen zu halten.

Von dieſem Standpunkte ausgehend, laſſen ſich etwa folgende Floren unterſcheiden:

1. **Arktiſche Flora.** Die nördlichen Teile von Europa, Aſien und Nordamerika, ſüdwärts ungefähr bis zum Polarkreis reichend.
2. **Baltiſche Flora.** Skandinavien, Großbritannien, Norddeutſche Niederung, Weſtrußland, im Süden in die mediterrane und pontiſche Flora zungenförmig eingreifend.
3. **Pontiſche Flora.** Südoſteuropa, Kleinaſien mit Ausnahme der Süd- und Weſtküſte, Kaukaſus, Kurdiſtan, Perſien: Umgebung des Kaſpiſchen Meeres.
4. **Mediterrane Flora.** Küſtenländer des Mittelmeeres: Südeuropa, Weſt- und Südküſte Kleinaſiens, Küſten von Syrien, Ägypten, Tunis und Algerien.
5. **Atlantiſche Flora.** Azoren, Kanariſche Inſeln, Weſtküſte der Pyrenäiſchen Halbinſel, Marokko.
6. **Sibiriſche Flora.** Tiefland vom Ob und deſſen Quellgebiete bis zum Stanowyi-Gebirge.
7. **Kamtſchatkiſche Flora.** Nordoſtaſien, ſüdwärts bis zum Amurgebiete.
8. **Amur-Flora.** Amurgebiet, Mandſchurei.
9. **Chineſiſche Flora.** China, Japan, ſüdwärts bis nahe dem Wendekreiſe.
10. **Inneraſiatiſche Flora.** Mongolei, Tibet, im Weſten durch das Steppengebiet am Aralſee, im Süden durch den Hindukuſch und Himalaja begrenzt.

11. **Südarabisch-mesopotamische Flora.** Nördliche Somalküste, Südarabien, Mesopotamien, Küsten des Persischen Golfes.
12. **Sahara-Flora.** Sahara bis ungefähr zum 15.° nördl. Br., Nordarabien.
13. **Sudanesische Flora.** Im Norden durch die Sahara, südlich durch den 10.° nördl. Br., östlich durch das Hochland von Abessinien begrenzt.
14. **Guineische Flora.** Vom 10.° nördl. Br. bis zum 10.° südl. Br., östlich bis zum 35.° östl. Länge reichend.
15. **Sambesische Flora.** Vom 10.° südl. Br. bis südlich des Oranjeflusses reichend, östlich durch das Drakongebirge und den Njassasee begrenzt.
16. **Abessinische Flora.** Abessinien und das südlich angrenzende Bergland.
17. **Ostafrikanische Flora.** Von der Küste des Indischen Ozeans bis zu den ostafrikanischen Gebirgen, nördlich bis zum 8.° nördl. Br.
18. **Kapflora.** Südwestlicher Teil des Kaplandes, nördlich durch die Karroowüste begrenzt.
19. **Madagassische Flora.** Madagaskar.
20. **Indische Flora.** Im Westen durch den Indus, im Norden durch den Himalaja und das Jünnangebirge begrenzt, östlich bis zur Lombok- und Makassarstraße reichend.
21. **Pazifische Flora.** Pazifische Inseln von den Molukken bis zu den Marquesas einerseits, von den Sandwichinseln bis Neuseeland anderseits.
22. **Tasmanische Flora.** Victoria, Tasmania, Neusüdwales und die angrenzenden Gebiete.
23. **Australische Flora.** Inner- und Westaustralien.
24. **Kanadische Flora.** Im Norden durch die arktische Flora begrenzt, westlich bis an das Felsengebirge, südlich bis in das nordamerikanische Seengebiet reichend.
25. **Columbische Flora.** Nördlich durch die arktische Flora, östlich durch das Felsengebirge, südlich durch den 50.° nördl. Br. begrenzt.
26. **Mississippische Flora.** Nördlich bis zum Seengebiet, südlich bis nach Florida, mit Ausschluß des südlichen Drittels dieser Halbinsel, reichend, westlich durch den 95.° westl. Länge begrenzt.
27. **Missourische Flora.** Gebiet des Missouri und des Hochlandes zwischen den Rocky Mountains und dem Kaskadengebirge.
28. **Kalifornische Flora.** Küstenregion westlich des Kaskadengebirges, Kalifornien.
29. **Texanische Flora.** Arizona, Texas, Nordmexiko.
30. **Mexikanische Flora.** Mexiko bis Nicaragua.
31. **Antillen-Flora.** Antillen und Bahama-Inseln, Südspitze von Florida.
32. **Brasilische Flora.** Im Westen begrenzt durch die Andes von der Bucht von Guayaquil bis Tucuman, im Süden bis zum 30.° südl. Br. reichend.
33. **Austral-amerikanische Flora.** Küstengebiet westlich der Andes und der Teil von Südamerika zwischen 30 und 50° südl. Br.
34. **Magellanische Flora.** Im Westen von Südamerika, nördlich bis zum 40.°, im Osten bis zum 50.° südl. Br. reichend, mit Ausschluß der Hochgebirge.
35. **Antarktische Flora.** Antarktische Inseln, Hochgebirge der Südspitze von Südamerika.

In dieser Übersicht ist auf die gegenwärtig die höheren Regionen der Gebirge einnehmenden und auf verhältnismäßig kleine Räume beschränkten Floren nur beiläufig Rücksicht genommen. Und doch weichen diese von den Floren der vorgelagerten Bergländer und der angrenzenden Ebenen oft viel mehr ab als jene, welche im Bereiche der Niederungen nebeneinander bestehen und gewöhnlich über weite Gebiete ausgebreitet sind. So z. B. weicht die Flora der mitteleuropäischen Hochgebirge, welche gemeinhin als alpine Flora angesprochen wird, von der im Norden der Alpen entwickelten baltischen Flora und der im Süden über die Küstenländer des Mittelmeeres verbreiteten mediterranen Flora so sehr ab, daß sie weder mit der einen noch mit der anderen vereinigt werden könnte. Genau so wie im mittleren Europa verhält es sich in allen Gebieten, wo sich mächtige Gebirge erheben, und wahrscheinlich lassen sich außer den aufgezählten 35 Floren noch ebenso viele Hochgebirgsfloren unterscheiden. Welche hohe Bedeutung aber gerade diese Hochgebirgsfloren für die Bildung der Tieflandfloren und überhaupt für die Geschichte der Pflanzenwelt besitzen, soll in dem folgenden Abschnitte erörtert werden.

5. Das Aussterben der Arten.

In dem Abschnitte des „Pflanzenlebens", welcher den Ursprung der Arten behandelt, wurde die Ansicht begründet, daß die im Laufe der Zeiten in Erscheinung getretenen neuen Arten Ergebnisse der Kreuzung schon vorhandener Arten seien. Diese Ansicht findet in dem Verhalten jener Pflanzengattungen, welche in einem Gebiete durch zahlreiche, in einem anderen nur durch eine einzige Art vertreten sind, eine gewichtige Bestätigung. Im Kreise vieler Gattungen ist der Formenreichtum ein überaus großer. Man hat Mühe, die vielen Arten solcher Gattungen in eine einzige übersichtliche Reihe zu bringen, weil sie nach verschiedenen Richtungen durch Mittelformen verbunden, sozusagen kreuz und quer miteinander verkettet sind. In diesen Kreisen tauchen auch noch in der Gegenwart fort und fort neue Formen auf, welche nachweisbar das Ergebnis von Kreuzungen sind. So z. B. ist die Mannigfaltigkeit der Gestalten im Kreise der Gattung Brombeeren (Rubus) im mittleren Europa eine überaus große. Die Botaniker der alten Schule meinten, das komme daher, daß die Arten dieser Gattung aus unbekannten Gründen, mutmaßlich aus einem inneren Drange ausarten. Heute zweifelt kein Einsichtiger daran, daß viele dieser Gewächse, welche man für die Ergebnisse einer Ausartung hielt, durch Kreuzungen in verhältnismäßig junger Zeit entstandene Arten sind. Die Möglichkeit der Kreuzung war dadurch gegeben, daß bei jenen Verschiebungen und Veränderungen der Floren, als deren Folge die gegenwärtige Verteilung der Pflanzen zu gelten hat, im mittleren Europa mehrere aus früheren Perioden erhaltene Rubus-Arten zusammentrafen und seßhaft wurden. In dem Küstenlande von Dalmatien und Griechenland, wo sich bei diesen Verschiebungen und Veränderungen nur eine einzige Art, nämlich Rubus ulmifolius *Schott* (R. amoenus *Portenschlag*), ansiedelte, war es auch mit der Vervielfältigung der Gestalten zu Ende. Aus der einzigen dort angesiedelten Art ging stets eine unveränderte Nachkommenschaft hervor, oder mit anderen Worten, Rubus ulmifolius blieb in den genannten Teilen der mittelländischen Flora in seinen spezifischen Merkmalen beständig. Die Botaniker der alten Schule glaubten, diese Rubus-Art habe ausnahmsweise keine Neigung zur Ausartung, oder um mich der gelehrter klingenden, aber noch weniger verständlichen Ausdrucksweise zu bedienen, es fehle ihr die Tendenz, sich zu differenzieren. Die Sache ist aber viel einfacher und natürlicher zu erklären. Es fehlt in dem Gebiete, wo nur diese einzige Rubus-Art seßhaft wurde, die Möglichkeit, daß durch Kreuzung neue Rubus-Arten entstehen. Vielleicht kommt Rubus ulmifolius bei künftigen Verschiebungen der Floren mit einer oder mit mehreren Brombeeren aus benachbarten Gebieten zusammen. Dann kann es nicht fehlen, daß er sich wieder an dem Entstehen neuer Rubus-Arten beteiligt. Sollte dagegen durch irgend ein Ereignis der ganze Brombeerenflor in den angrenzenden Gebieten vernichtet werden und Rubus ulmifolius vereinzelt bleiben, so würden aus ihm so wenig wie bisher neue Arten entspringen. Eine vollständig vereinsamte Art kann sich dort, wo ihr die klimatischen und Bodenverhältnisse zusagen, auf ungeschlechtlichem und geschlechtlichem Wege unverändert Jahrhunderte hindurch verjüngen und vermehren, aber sie kann bei der Entstehung neuer Arten keine Rolle mehr spielen. Wenn endlich auch die infolge der Vereinsamung bei der Entstehung neuer Arten nicht mehr beteiligte Art dem Untergange anheimfallen sollte, was bei wiederholten Veränderungen des Klimas und den dadurch veranlaßten neuerlichen Verschiebungen der Verbreitungsgrenzen der Pflanzen nicht unmöglich ist, so wäre dieses Ereignis gleichbedeutend mit dem Aussterben der ganzen Gattung, als deren letzte Vertreterin diese Art sich erhalten hatte.

Die vergleichenden Untersuchungen der fossilen Pflanzenreste haben ergeben, daß das Aussterben einzelner Arten häufig, das Aussterben der von den Botanikern als Gattungen angesprochenen Artengruppen dagegen selten vorkommt. Der weitaus größte Teil jener Pflanzen, deren Reste sich aus früheren Perioden in fossilem Zustande erhalten haben, gehört Gattungen an, welche auch in der Gegenwart vertreten sind. Nur weichen viele der jetzt lebenden Vertreter von den ausgestorbenen der Art nach ab. Man erhält den Eindruck, daß die jetzt lebenden die ausgestorbenen ersetzen, und daß sie ihre Rolle übernommen haben. Auch ist bemerkenswert, daß die fossilen Reste häufig an ganz anderen Orten gefunden werden als dort, wo die nächsten Verwandten gegenwärtig leben.

Für ausgestorbene Gattungen bietet der Stamm der Bärlappe und jener der Schachtelhalme die auffallendsten Beispiele (s. S. 630 und 632). Von den Pflanzengattungen, welche gegenwärtig die Besatzung der Erde bilden, sind jene, welche nur noch durch eine einzige Art vertreten sind, am meisten der Gefahr des Aussterbens ausgesetzt. Diese Gefahr erhöht sich insbesondere dann, wenn die betreffende Art nur in einem einzigen Landstriche vorkommt, wie das beispielsweise bei Welwitschia der Fall ist. Für die Gattung Rhodothamnus, von welcher gegenwärtig nur eine Art, nämlich Rhodothamnus Chamaecistus, lebt, deren Verbreitungsbezirk aber durch den weiten, von den östlichen Alpen bis zum Altai reichenden Landstrich unterbrochen, beziehentlich in zwei Teilbezirke zerstückt ist, und für die Gattung Azalea, von welcher wir als einzige Vertreterin die Art Azalea procumbens (Loiseleuria procumbens) kennen, und welche in den Hochgebirgen des mittleren und südlichen Europa und dann wieder nach weiter Unterbrechung im arktischen Gebiete vorkommt, dürfte die Gefahr des Aussterbens eine geringere sein, da vorausgesetzt werden kann, daß selbst dann, wenn diese Arten infolge klimatischer Veränderungen an dem einen Punkte vollständig verschwinden würden, sich noch immer Stöcke an einem anderen weit entfernten Punkte, der schwerlich gleichzeitig denselben klimatischen Veränderungen ausgesetzt sein wird, erhalten.

Was die ausgestorbenen Arten betrifft, so ist deren Zahl überaus groß. Jede Artengruppe, aus welcher sowohl lebende als fossile Arten bekannt geworden sind, bietet hierfür lehrreiche Beispiele. Von den jetzt lebenden Arten wird angenommen, daß die endemischen Arten in ihrem Dasein am meisten bedroht oder, mit anderen Worten, dem Aussterben am ehesten ausgesetzt sind. Wenn sich in den beschränkten Bezirken der südöstlichen Alpen, wo die berühmteste der endemischen Arten, nämlich Wulfenia Carinthiaca, zu Hause ist, klimatische Verhältnisse einstellen sollten, welche weder die geschlechtliche noch die ungeschlechtliche Verjüngung und Vermehrung der genannten Art zulassen und auch ihre Auswanderung unmöglich machen, so würde Wulfenia Carinthiaca über kurz oder lang vollständig von der Erde verschwinden. Damit wäre allerdings noch nicht die Gattung Wulfenia erloschen, denn es findet sich im Himalaja noch eine zweite Art dieser Gattung, Namens Wulfenia Amherstia. Da auch diese endemisch vorkommt, so könnte sie freilich von demselben Schicksale betroffen werden, und dann wäre allerdings die ganze Gattung Wulfenia ausgestorben. Es ist aber auch der Fall denkbar, daß die Veränderung des Klimas im Bereiche der südöstlichen Alpen nicht nur kein Aussterben, sondern eine Erweiterung des Verbreitungsbezirkes der Wulfenia Carinthiaca zur Folge hätte, und daß einer Wanderung und Übersiedelung dieser Pflanze keine Hindernisse, wie jetzt, entgegenständen. Dann könnte es sogar dazu kommen, daß die jetzt in so weit entfernten Gebieten wohnenden beiden Arten Wulfenia Carinthiaca und Amherstia einmal zusammengeführt werden, daß sie sich kreuzen, und daß eine Vervielfältigung der Arten im Kreise der Gattung Wulfenia stattfände. Aus diesem Beispiele ist zu ersehen, daß man mit den Voraussetzungen über die zukünftigen Schicksale der Arten nicht vorsichtig genug sein kann. Viele endemische Arten

sind wahrscheinlich in der nächsten Zeit dem Aussterben geweiht; es ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß sie noch eine wichtige Rolle in der Zukunft zu spielen berufen sind.

In welcher Weise der *Ersatz der ausgestorbenen Arten* stattfindet, und wie die durch Kreuzung entstandenen neuen Arten an Stelle ihrer Stammeltern treten, wurde bereits auf S. 578 und 579 besprochen, und es ist den dort gemachten Mitteilungen nur noch beizufügen, daß das Ersetztwerden, wenn es an Pflanzen aufeinander folgender geologischer Perioden beobachtet wird, auf den Beobachter den Eindruck einer *Umprägung der Arten* macht und daß dasselbe zu einer Zeit, in welcher die hohe Bedeutung der Kreuzung für das Entstehen neuer Arten noch nicht erkannt war, als eine durch den unmittelbaren Einfluß der wechselnden Klimate bedingte Erscheinung gedeutet wurde.

Von dem vollständigen Aussterben ist *das nur auf einzelne Teile des Verbreitungsbezirkes beschränkte Aussterben der Arten* zu unterscheiden. Von den zahlreichen Erfahrungen, welche über diesen Vorgang vorliegen, bezieht sich ein Teil auf absichtliche und unabsichtliche, durch die Menschen herbeigeführte Ausrottung, der größte Teil aber auf Fälle, wo das örtlich beschränkte Aussterben durch natürliche, von dem Einflusse der Menschen unabhängige Ereignisse veranlaßt wurde. Wiederholt wurde auf Pflanzen aufmerksam gemacht, welche sich mitten im Bereiche der jetzt herrschenden Floren wie verlorene Posten ausnehmen, und die augenscheinlich Reste einer auf dem betreffenden Gelände ehemals seßhaften, seither aber verdrängten und in benachbarte Gegenden übergesiedelten Flora bilden. Wenn das Verdrängtwerden und Übersiedeln durch klimatische Veränderungen bedingt war, so ist es begreiflich, daß einzelne Arten oder auch ganze Genossenschaften hier und da an besonders begünstigten, wenn auch sehr beschränkten Standorten zurückbleiben konnten, und es erscheinen dann solche inselförmige Standorte wie losgerissen von dem Hauptverbreitungsbezirke, welcher sich in der Nachbarschaft über weite Gelände erstreckt. Bemerkenswerte Beispiele für solche Verhältnisse bilden mehrere auf inselförmige Standorte in Krain beschränkte Pflanzenarten, für welche die auf der Tafel bei S. 703 abgebildete Königsblume Daphne Blagayana als Vorbild dienen kann. Diese Pflanze findet sich an den Gehängen einiger Berge in der Nähe von Laibach. Ehe man die Flora der Balkanhalbinsel genauer kannte, herrschte die Meinung, daß Daphne Blagayana auf den genannten Bergen in Krain ihren einzigen Standort habe. Die neueren botanischen Untersuchungen ergaben aber, daß diese Daphne eigentlich auf der Balkanhalbinsel, namentlich in Bosnien und Serbien, ihren Hauptverbreitungsbezirk besitze, und daß sich der Standort in Krain zu dem Hauptverbreitungsbezirke wie eine Insel, welche dem Festlande vorgelagert ist, verhalte. Wer gesehen hat, wie diese merkwürdige Pflanze in Krain nur noch in einigen Tausend Stöcken vorkommt, und daß an diesen Stöcken wegen verhinderter Autogamie und spärlichem Insektenbesuch nur äußerst selten Früchte zur Reife kommen, wird sich der Überzeugung nicht verschließen, daß eine Reihe sehr strenger Winter im stande wäre, ihr vollständiges Aussterben in Krain zu veranlassen. In dem Hauptverbreitungsbezirke auf der Balkanhalbinsel kann sie sich natürlich auch dann, wenn sie einstmals in Krain ausgestorben sein sollte, noch ungefährdet erhalten, denn es ist nicht wahrscheinlich, daß jene Ursachen, welche das Aussterben in dem kleinen Bezirke in Krain veranlassen, auch für alle Standorte in dem 50 Meilen weit entfernten Hauptverbreitungsbezirke auf der Balkanhalbinsel maßgebend sein werden.

Daß Vorgänge, wie sie hier für Daphne Blagayana als möglich und wahrscheinlich vorausgesetzt werden, sich auch wirklich ereigneten, beweisen *die Pflanzenarten, welche in dem einen Gebiete als Bestandteile der gegenwärtig herrschenden Flora sehr verbreitet sind, in einem anderen Florengebiete aber nur noch fossil vorkommen* und zwar unter Verhältnissen, welche gar keinen Zweifel darüber zulassen, daß sie

dort ehemals wirklich gelebt haben, aber nun schon seit geraumer Zeit ausgestorben sind. Rhododendron Ponticum, eine Pflanze, welche einen wesentlichen Bestandteil der Flora bildet, welche gegenwärtig in der Umgebung des Schwarzen Meeres entwickelt ist, findet sich abgesondert von diesem Hauptverbreitungsbezirke fern im Westen im südlichen Spanien an einer beschränkten Stelle. Im fossilen Zustande wird dasselbe auch am südlichen Gehänge der Solsteinkette in Tirol, in den oberen Schichten der sogenannten Höttinger Breccie, angetroffen. Diese Pflanze war also ehemals durch das südliche und mittlere Europa bis zum 47.° nördl. Br. verbreitet. Im südlichen Spanien hat sie sich noch an einer beschränkten Stelle wie auf einer Insel lebend erhalten, in den nördlichen Kalkalpen aber ist sie ausgestorben. Ein Seitenstück zu diesem Rhododendron Ponticum bilden mehrere Juglandaceen, welche gegenwärtig Bestandteile der Wälder Nordamerikas bilden und in Europa nur noch fossil angetroffen werden.

Die Ergebnisse der Forschung über die Geschichte der einzelnen Arten bilden naturgemäß die Grundlage für eine Geschichte der ganzen Pflanzenwelt. Während früher die Untersuchungen fossiler Reste als wichtigste Quellen einer solchen Geschichte angesehen wurden, zieht man heute auch die Verbreitung der lebenden Pflanzen in den Kreis der Betrachtung, und es wird namentlich den endemischen sowie den inselförmig in fremde Floren eingesprengten Arten jene Bedeutung zugemessen, welche sie in so hohem Maße verdienen. Insbesondere über die Zustände in den jüngsten Perioden der Erdgeschichte werden durch solche Untersuchungen endemischer und als verlorne Posten zurückgebliebener Arten viele wertvolle Aufklärungen gegeben. Ganz besonders hervorzuheben ist in dieser Beziehung der Nachweis, daß in einem großen Teile des mittleren Europa zwischen der Gegenwart und der letzten Eiszeit eine Flora entwickelt war, welche nur unter dem Einflusse eines im Vergleiche zu dem jetzigen viel wärmeren, ausgesprochen kontinentalen Klimas bestehen konnte. Man findet nämlich im mittleren Europa innerhalb der baltischen Flora an sonnigen, warmen Bergabhängen und in abgelegenen Thalwinkeln, weitab von den modernen Verkehrswegen und unter Umständen, welche die Möglichkeit einer Einwanderung in jüngster Zeit vollständig ausschließen, beispielsweise auf den dunkeln, heißen Serpentinfelsen in Niederösterreich, auf den Lößterrassen und Schieferbergen am südlichen und östlichen Rande des böhmisch-mährischen Gebirges, im Mittellande Böhmens und westwärts an zerstreuten Punkten bis an den Harz, ferner im Gebiete der nördlichen und zentralen Alpen vom Wiener Becken bis zum Bodensee, namentlich in den abgeschiedenen obersten Thalstufen der Etsch und des Inn, teils vereinzelte, teils zu Genossenschaften verbundene Pflanzenarten, welche ihren Hauptverbreitungsbezirk gegenwärtig in den südrussischen Steppen, in der Krim und in den Thalgeländen des Kaukasus haben. Der Mehrzahl nach können diese Gewächse geradezu als Steppenpflanzen bezeichnet werden, und wenn sie die Reste einer Flora sind, welche einstmals ihr Gebiet im mittleren Europa bis an den Harz erstreckte, was nicht mehr bezweifelt werden kann, so ist wohl auch der Schluß gerechtfertigt, daß unmittelbar vor den gegenwärtigen, für die baltische Flora maßgebenden klimatischen Verhältnissen ein Steppenklima mit trockenem, heißem Sommer in dem bezeichneten Gebiete herrschte. Es ist mit gutem Grunde anzunehmen, daß auch die Reste der verschiedenen Steppentiere (Steppenantilope, Steppenmurmeltier, Steppenstachelschwein, Pferdespringer, Pfeifhase), welche im mittleren Deutschland nachgewiesen wurden, aus dieser Zeit stammen, daß diese Tiere zusammen mit den Steppenpflanzen lebten und sich zugleich mit ihnen infolge der Umwandlung des Klimas nach Osten zurückgezogen haben. Wann diese Veränderungen im mittleren Europa stattfanden, ist schwer zu sagen; aber so viel ist gewiß, daß die Dauer des Steppenklimas eine unendlich lange war, daß die Umwandlung dieses Klimas in das jetzt herrschende nur allmählich stattfand, und daß dem entsprechend die Übersiedelung der Steppenpflanzen

und Steppentiere in das von ihnen gegenwärtig eingenommene Gebiet nur sehr langsam erfolgte.

Da dasjenige, was für die Bestandteile der einen Flora ein Nachteil ist, den Arten der Nachbarflora gewöhnlich einen Vorteil bringt, so stellen sich die Übersiedelungen und Wanderungen der Pflanzen eigentlich als Verschiebungen der Verbreitungsgrenzen dar. Sobald sich die Bestandteile der einen Flora infolge des für sie ungünstig gewordenen Klimas zurückziehen, wird ihr Platz von jenen Bestandteilen der Nachbarflora eingenommen, welchen gerade dieses geänderte Klima besonders gut zusagt. In dem oben besprochenen Falle war es unvermeidlich, daß gleichzeitig mit dem Abzuge der Steppenflora die Bestandteile der baltischen Flora einwanderten, welchen ein verhältnismäßig kühler, feuchter Sommer am besten behagt. Woher diese baltischen Pflanzen stammten, kann nicht zweifelhaft sein, sie kamen aus jenen angrenzenden Gebieten, wo die ihnen zusagenden klimatischen Verhältnisse schon vorher bestanden, also aus den damaligen Küstenlandschaften und von jenen Bergen herab, zu welchen die Steppenflora nicht emporgedrungen war. Indem diese Pflanzen aus dem Küstenklima vorrückten und von den Bergen niederstiegen, kehrten sie gewissermaßen nur in jenes Gebiet zurück, wo sie schon früher einmal seßhaft waren, und aus welchem sie seiner Zeit durch die Steppenpflanzen verdrängt worden waren. Mit anderen Worten: vor der Herrschaft der pontischen Steppenflora in den Thälern und Niederungen des mittleren Europa war daselbst eine Flora entwickelt, welche der jetzigen, die wir als baltische bezeichnen, außerordentlich ähnlich war. Wie lange die baltische Flora vor der Einwanderung der pontischen im Besitze jener Landstriche war, in denen sie nach dem Abzuge der pontischen neuerdings herrschend wurde, ließe sich nicht einmal durch annähernde Zahlen angeben. Mit Sicherheit ist aber festgestellt, daß sie zur Zeit der größten Ausbreitung der Gletscher im mittleren Europa noch nicht vorhanden war, und daß ihre erste Einwanderung in diese Landstriche erst nach dem Rückzuge der großen Gletscher stattgefunden haben konnte.

Zur Zeit der größten Ausdehnung der Gletscher waren an Stelle der für die baltische Flora so bezeichnenden Wälder aus Fichten und Föhren und den ausgedehnten Gestrüppen aus Ginster und Besenheide niedere Alpenpflanzen seßhaft, deren Gesamtheit der Kürze wegen als alpine Flora bezeichnet sein mag. Ehemals herrschte bei den Botanikern die Ansicht, daß sich diese merkwürdige Flora zur Zeit der größten Ausdehnung der Gletscher wie ein Strom aus dem arktischen Gebiete nach Süden ausgebreitet habe. Diese Ansicht entspricht aber nicht den in neuerer Zeit ermittelten Thatsachen. Der älteren Ansicht lag der unglückselige Irrtum zu Grunde, daß die Flora des arktischen Gebietes mit jener der alpinen Region der mittel- und südeuropäischen Hochgebirge übereinstimmend sei. Wenn man die arktische mit der alpinen Flora nur nach Büchern und Herbarien vergleicht, dann liegt freilich die Versuchung nahe, an engste Beziehungen der Pflanzenwelt des hohen Nordens zu der alpinen Flora zu denken, denn eine nicht unbeträchtliche Zahl von Arten gehört wirklich beiden Florengebieten an und fehlt nur gegenwärtig in dem weiten Gebiete, welches sich zwischen die Alpen und das arktische Gelände einschiebt. Aber gerade von diesen Pflanzenarten zählen die meisten in den Alpen zu den größten Seltenheiten, und sie finden sich daselbst nur an vereinzelten, beschränkten Stellen auf schwarzer Erde, in Torfmooren und an kalten Quellen. Gewiß gibt es viele Botaniker, welche jahraus jahrein in die Alpen wandern, um dort Pflanzen zu sammeln, welche alle niederen und hohen Kuppen besteigen, die abgelegensten Thalwinkel durchsuchen, auch eingehende Kenntnisse der alpinen Vegetation besitzen und dennoch die Saxifraga cernua, die Betula nana, den Juncus arcticus und castaneus und noch so manche andere Arten, die in der arktischen Flora sehr verbreitet, in unseren Alpen aber sehr selten sind, lebend nicht gesehen haben. Wenn dagegen ein Botaniker, welcher die arktische Flora an Ort und Stelle auf das genaueste kennen gelernt hat, zum ersten

Male in unsere Alpen kommt, so begegnet seinem Blicke eine ganz neue Welt. Nicht nur, daß die Zahl der in der alpinen Region heimischen Arten eine viel größere ist als im hohen Norden, auch die Zusammensetzung der beiden Floren ist eine ganz verschiedene. Gerade diejenigen Arten, welche in unseren Alpen durch das massenhafte Vorkommen am meisten hervortreten, welche dort das Grundgewebe der Pflanzengenossenschaften bilden, die Gräser und Seggen, welche in unzählbaren Stöcken aneinander gereiht ausgedehnte Matten bilden, die Bestände aus Krummholzkiefern, Grünerlen und Zwergmispeln, die Gestrüppe aus Alpenrosen, die Teppiche aus niederen, der Unterlage angeschmiegten Holzpflanzen (Rhamnus pumila, Daphne striata, Salix retusa, Jacquiniana) und noch viele andere Arten, welche als bezeichnende Formen auf den Felsen und auf den Geröllhalden erscheinen und den unvergleichlichen Schmuck unserer Hochgebirge bilden, ja selbst die neben den Alpenrosen populärsten Wahrzeichen unserer Alpenflora, der Speik, der Madaun, die Aurikel, die Edelraute und das Edelweiß (Valeriana Celtica, Meum Mutellina, Primula Auricula, Artemisia Mutellina, Gnaphalium Leontopodium), sind der arktischen Flora fremd. Die alpinen Arten von mehr als 50 Gattungen fehlen vollständig im arktischen Gebiete, und von vielen anderen Gattungen haben beide Gebiete zwar einige gemeinsame Arten aufzuweisen, aber gerade diejenigen, welche für die Alpenflora so bezeichnend sind, werden im Norden vergeblich gesucht. Er ist geradezu widersinnig, zu glauben, eine solche Flora sei aus dem arktischen Gebiete in unsere Alpen ausgewandert, und es ist weit mehr gerechtfertigt, anzunehmen, daß die arme Flora des arktischen Gebietes zum Teile aus den Hochgebirgen südlicher Breiten herstamme.

Die Studien über die Verbreitung der alpinen Arten und der Gattungen, denen sie angehören, haben ergeben, daß einige Alpenpflanzen in der Hochgebirgsregion der Karpathen, im Kaukasus, im Altai, ja selbst im Himalaja, andere wieder in den Abruzzen und im Balkan wiederkehren, und auf diese Ergebnisse gestützt, könnte man die Hypothese aufstellen, daß unsere alpine Flora aus dem Osten und Süden herstamme, daß sie in der Diluvialzeit aus dem Himalaja, aus dem Kaukasus oder aus den Abruzzen in die östlichen Alpen ausgewandert sei. Freilich könnte derjenige, welcher ähnliche Untersuchungen über die alpine Flora des Kaukasus oder des Himalaja anstellt, auf dieselben Thatsachen gestützt, annehmen, die fraglichen Pflanzen seien aus den Alpen dorthin gekommen. Ich glaube, daß man sich mit solchen Hypothesen in einem Kreise bewegt und dem angestrebten Ziele nicht näher kommt. Wenn die Frage beantwortet werden soll, woher die Pflanzen stammen, welche nach der großen diluvialen Eiszeit das von den Gletschern und Schneefeldern wieder befreite Gelände bevölkerten, so ist es nicht nötig, so weit in der Ferne zu suchen. Wir brauchen uns nur zu erinnern, daß auch in der Periode vor der größten Ausdehnung der Gletscher auf den höheren Bergen unserer Alpen eine Flora vorhanden gewesen sein mußte, und daß diese Flora infolge jener klimatischen Änderungen, welche die Vergletscherung bedingten, aus den höchsten Gebirgsregionen in die tieferen Regionen und in das präalpine Vorland vorgeschoben wurde. In der Tertiärzeit war die Abnahme der Temperatur mit der Höhe gewiß nicht wesentlich anders als gegenwärtig. Das Relief der Alpen war in der Miocänzeit von dem in der Gegenwart nicht verschieden; auch in der Eocänzeit, ja sogar in der jüngeren Kreideperiode waren die Alpen schon ein bedeutendes Bergland, zum Teile wahrscheinlich Hochgebirge. Die Kalkalpen hatten ihre Fjorde, die Zentralstöcke tief eingeschnittene Querthäler. Die Pflanzenwelt, welche die unteren Berggehänge bekleidete, konnte mit jener der höheren Regionen nicht übereinstimmen, es mußten vielmehr, wie in der Jetztzeit, mehrere übereinander geschichtete Floren entwickelt sein. Auch Gletscher dürften sich unter der Breite von 46—48° in der Seehöhe von 3000 m in den höchsten Mulden des Gebirges ausgebreitet haben, und zwar schon in der geringen Entfernung von 50 km vom Strande und bei einem

Unterſchiede der Jahrestemperatur von 8—10 Grad. Wenn in der oberſten Miocänſtufe des ſüdöſtlichen Europa auf den Ausläufern der Alpen am Rande des Wiener Beckens Wälder aus Lorbeerbäumen und Myrtaceen beſtanden hatten, ſo ſchließt das nicht aus, daß auf dem Wiener Schneeberge, der Raxalpe und dem Hochſchwab gleichzeitig eine alpine Flora entwickelt war. Der Krainer Schneeberg, nördlich vom quarneriſchen Golfe, zeigt zur Genüge, daß ſelbſt ein Gebirge von nur 1800 m Seehöhe an ſeinem Fuße Lorbeerbäume und immergrüne Eichen und auf ſeinen Kuppen eine alpine Pflanzenwelt beherbergen kann.

Die foſſilen Reſte der Miocänflora, die wir kennen, wurden ſämtlich in Niederungen aufgefunden, repräſentieren daher nur die Pflanzen des Hügellandes und der Vorberge, und Schlüſſe auf die Vegetation der höheren Regionen ſind aus denſelben nicht zuläſſig. Ich glaube daher mit gutem Grunde annehmen zu können, daß die Mehrzahl der alpinen Arten ſchon in der Miocänzeit auf den Höhen unſerer Alpen gelebt hat und daß die alpine Flora von dort wiederholt in tiefere Regionen vorgedrungen, aber immer wieder zurückgekehrt iſt. Daß die alpine Flora hierbei mancherlei Änderungen in ihrer Zuſammenſetzung erfahren hat, iſt ſelbſtverſtändlich. Die bei den Verſchiebungen unvermeidliche teilweiſe Mengung der alpinen Arten mit den Arten der angrenzenden Floren gab zu Kreuzungen und inſofern zur Bildung neuer Arten Veranlaſſung, von welchen gewiß ein Teil den geänderten klimatiſchen Verhältniſſen angepaßt und ſich daher auch zu erhalten im ſtande war. Manche der ſchon in der Miocänzeit auf unſeren Alpen lebenden Arten ſind dagegen dort ausgeſtorben oder haben ſich nur auf einem beſchränkten Punkte erhalten, wie namentlich die auf S. 816 erwähnte Wulfenia Carinthiaca in Kärnten und Rhizobotrya alpina auf den Faſſaner Alpen in Tirol. Anderſeits mochten ſich gewiſſe Arten, welche früher in der Hochgebirgsregion nicht heimiſch waren, den aus der Niederung zurückkehrenden angeſchloſſen haben. Das letztere gilt insbeſondere für die Mehrzahl jener Arten, welche die jetzige arktiſche Flora mit der jetzigen alpinen Flora gemein hat. Denken wir uns die alpine Flora zur Zeit der größten Ausbreitung der diluvialen Gletſcher bis Norddeutſchland vorgeſchoben. Auch von Norden her waren ausgedehnte Gletſcher weit nach Süden vorgerückt und hatten eine Verſchiebung der in der Tertiärzeit auf den ſkandinaviſchen Gebirgen heimiſchen Flora nach Süden bis in das nördliche Deutſchland veranlaßt. Hier mußten alſo nordiſche und alpine Arten zuſammenkommen, und als ſich ſpäter das Klima wieder milder geſtaltete, fand ein Rückzug der hinabgewanderten Pflanzen einerſeits in nördlicher Richtung, anderſeits in der Richtung nach den Alpen ſtatt. Bei dieſer Gelegenheit ſind nun einige Arten, die früher den ſkandinaviſchen Gebirgen fehlten, nach Norden und einige Arten, die früher den Alpen fehlten, nach Süden in den Bereich der Alpen gelangt. Aus dieſer Zeit ſchreibt ſich das Vorkommen mehrerer arktiſcher Arten, z. B. Alsine stricta, Saxifraga Hirculus, Pedicularis Sceptrum, Statice purpurea, Salix depressa, Betula humilis und Juncus stygius, her, welche über das den Alpen vorgelagerte niedere Land in Salzburg und Bayern verbreitet, aber nicht in die alpine Region gekommen, ſondern am nördlichen Saume des Berglandes zurückgeblieben ſind.

Was nun aber die merkwürdigen, oben erwähnten Beziehungen der alpinen Flora in den Alpen zu jener in den Karpathen, im Kaukaſus, im Altai und Himalaja ſowie auch in den Pyrenäen, Abruzzen, dem dinariſchen Hochgebirge und den Balkan anbelangt, ſo ſind dieſelben aus den Verhältniſſen und Vorgängen in der Diluvialzeit allein nicht zu erklären. Von ſeiten der Geologen wurde ermittelt, daß die erſte Vergletſcherung der Alpen nicht jünger, möglicherweiſe ſogar älter ſei als die dritte Miocänſtufe (ſogenannte Kongerienſtufe) des ſüdöſtlichen Europa, und daß während dieſer Periode an eine Verbindung der Hochgebirgsflora unſerer Alpen mit jener der Karpathen und des Balkans, geſchweige denn der noch ferneren öſtlichen und ſüdlichen Gebirge nicht zu denken ſei, ſelbſt dann nicht, wenn ein

tiefes Herabgehen der alpinen Flora in östlicher Richtung stattgefunden haben sollte. Auch haben sich die Hochgebirgsfloren in westöstlicher und nordsüdlicher Richtung schwerlich begegnet. Wenn sich daher in den Alpen nach dem Rückzuge der Gletscher den in die höheren Regionen wieder zurückkehrenden Arten der alpinen Flora andere Arten angeschlossen haben, so waren dies Arten des Hügellandes, von welchen so manche das alpine Klima ohne Nachteil vertragen und auch heutzutage in großer Individuenzahl ebensogut in den untersten Thalstufen wie auf den Höhen unserer Alpen vorkommen. Erica carnea, Globularia cordifolia, Biscutella laevigata lassen sich von der Küste der Adria, von den Ufern des Gardasees und von den niederen Höhen am Rande des Wiener Beckens bis in die alpine Region hinauf verfolgen und könnten als Repräsentanten solcher Pflanzen, die sich nach der letzten diluvialen Eiszeit in der alpinen Region einbürgerten, angesehen werden.

Kann die Zusammengehörigkeit der Floren auf den Rücken und Kämmen der erwähnten, in westöstlicher und nordsüdlicher Richtung aneinander gereihten Hochgebirge nicht aus den Vorgängen der Diluvialzeit erklärt werden, so muß auf eine frühere Zeit zurückgegriffen werden, in der die jetzt getrennten Hochgebirge miteinander verbunden waren, oder in welcher doch die Möglichkeit einer Mengung und eines Austausches der Pflanzenarten bei Gelegenheit der durch die klimatischen Änderungen bedingten Verschiebungen vorhanden war. Vor Eintritt des ersten Miocänmeeres durch Serbien nach Ungarn und Österreich hing der Bakonyer Wald mit den südlichen Kalkalpen zusammen; Gipfel von der Höhe des Großglockners erhoben sich dort, wo jetzt nur noch niedere Kuppen über die Ablagerungen des Miocänmeeres emporragen, und waren gewiß auch mit einer alpinen Flora geschmückt. Ebensowenig fehlte es damals an mächtigen, eine alpine Pflanzenwelt tragenden Hochgebirgsrücken zwischen den Alpen und Karpathen. Solche Nachweise der Geologen sind gewiß von hohem Werte, wenn es sich um die Erklärung der nahen Beziehungen der alpinen Flora in den östlichen Alpen mit jener in den Karpathen handelt; aber das Vorhandensein solcher Hochgebirgsrücken vor der Miocänzeit reicht noch immer nicht aus, die Übereinstimmung der alpinen Arten, die Verwandtschaft der Stämme und das merkwürdige Übergreifen und Verschlingen der Verbreitungsgrenzen der Alpenpflanzen auf den in westöstlicher und nordsüdlicher Richtung gereihten Hochgebirgen zu erklären. Es muß damals auch eine Anregung zu der Mengung, eine Ursache der Grenzverschiebungen vorhanden gewesen sein. Als solche können aber wohl nur klimatische Veränderungen vorausgesetzt werden, und zwar klimatische Veränderungen tiefgreifender Art, welche ein gleichzeitiges Herabrücken und später wieder ein gleichzeitiges Zurückziehen der alpinen Arten sowohl in dem einen als in dem anderen Hochgebirge veranlaßten, klimatische Veränderungen, welche in den entsprechend hohen und durch ihre Formverhältnisse geeigneten Gebirgen auch in der Bildung und in dem Vorrücken, dann später wieder in dem Rückgange von Gletschern ihren Ausdruck fanden.

In den verschiedensten Schichten unserer Erdrinde finden sich Ablagerungen, welche den Eindruck von Moränenschutt machen und von unbefangenen Geologen für glaziale Ablagerungen erklärt wurden. Es ist daher eine wohlberechtigte Hypothese, daß nicht nur in der Diluvialzeit, sondern auch in der Tertiärzeit und überhaupt in allen von den Geologen unterschiedenen Perioden ein abwechselndes Vorrücken und Zurückziehen der Gletscher stattfand. Nach meiner Meinung bildete allerwärts und zu allen Zeiten die periodische Wiederkehr eines kalten, feuchten Klimas, welche an den geeigneten Stellen in dem Anwachsen der Gletscher ihren Ausdruck fand, den Anstoß zu den Wanderungen und den dabei erfolgenden Kreuzungen und Neubildungen sowie dem teilweisen Aussterben der Pflanzenarten und insofern zu den Verschiebungen, dem Wechsel und der Umprägung der Floren in den aufeinander folgenden geologischen Perioden. Die Hochgebirge spielten hierbei eine

wichtige Rolle. Sie bildeten eine unerſchöpfliche Vorratskammer zur Beſiedelung der tieferen Regionen und der vorgelagerten Niederungen mit Pflanzen. An ihren Gehängen ſind ſozuſagen Pflanzen für alle Klimate am Lager: Für Abkühlung geringeren Grades die Gewächſe der unteren Waldregion, für eine Abkühlung mittleren Grades jene der oberen Waldregion und ſo fort bis zu der Pflanzenwelt, welche noch hart an der Grenze des ewigen Schnees mit der Wärme von ungefähr 50 ſchneefreien Tagen im Jahre ihr Auskommen findet. Und ſo wie mit zunehmender Kälte die Pflanzen ſchrittweiſe von den Bergen niederſteigen und ſich über die Niederungen ausbreiten, können ſie bei zunehmender Wärme ſich wieder auf die Höhe zurückziehen. Daß die Pflanzenwelt bei dieſem Vordringen und Zurückziehen mit dem Anwachſen und Abſchmelzen der Gletſcher gleichen Schritt hielt und noch hält, braucht nicht näher ausgeführt zu werden.

Über die Urſache der periodiſchen Vergletſcherungen herrſchten zu verſchiedenen Zeiten ſehr mannigfaltige Vorſtellungen. Mehrere hervorragende Gelehrte der Gegenwart glauben die Veränderungen in der Exzentrizität der Erdbahn als Urſache annehmen zu können. Starke Exzentrizität bringt eine erhebliche Abkühlung und geringe Exzentrizität eine Zunahme der Wärme mit ſich. Eine Zeit hoher Exzentrizität ſoll ungefähr 240,000 Jahre vor unſerer Zeitrechnung begonnen und 16,000 Jahre gedauert haben. Ebenſo ſoll die große Exzentrizität, welche 850,000 und 2,500,000 Jahre vor unſerer Zeitrechnung beſtand, wiederholte Vergletſcherungen herbeigeführt haben. Von anderer Seite wird eine Veränderung der Lage der Pole als Erklärungsgrund angeſehen. Es läßt ſich zwar ſo manches gegen dieſe Erklärung einwenden, aber mehrere Erſcheinungen in der Pflanzenwelt würden gerade mit dieſer Erklärung am beſten in Einklang zu bringen ſein. So namentlich das durch zahlreiche foſſile Reſte nachgewieſene Vorkommen mächtiger, großbelaubter Gewächſe im arktiſchen Gebiete in der Miocänzeit, Kreidezeit und Steinkohlenperiode. In der Miocänzeit und Kreidezeit wuchſen und gediehen in Nordgrönland, Grinnellland, Island und auf Spitzbergen Tulpenbäume, Magnolien, Linden, Platanen, Brotfruchtbäume und Seeroſen. Alle dieſe Pflanzen können dort in der Gegenwart aus zwei Gründen nicht mehr gedeihen. Erſtens würden die dort herrſchenden Beleuchtungsverhältniſſe eine geſunde Entwickelung nicht geſtatten, und zweitens fehlt es an der zu einem kräftigen Wachstum nötigen Wärme. Nachdem die bedeutendſten Geophyſiker der Gegenwart ſich gegen die Annahme eines feurigflüſſigen Erdinnern ausgeſprochen haben, geht es nicht an, die zum Gedeihen der mächtigen Platanen, Magnolien und Brotfruchtbäume notwendige hohe Temperatur aus dem Erdinnern herzuleiten. Dagegen würde ſich das Vorkommen großblätteriger Laubbäume in Nordgrönland, Grinnellland, Island und Spitzbergen ganz gut erklären, wenn angenommen wird, daß damals jener Punkt, welcher heute den Nordpol bildet, und mit ihm das ganze Gebiet, das gegenwärtig als das arktiſche angeſprochen wird, eine andere Lage zur Erdbahn hatte und daher auch einer anderen Beleuchtung und Erwärmung durch die Sonnenſtrahlen ausgeſetzt war.

Für die Geſchichte der Pflanzen vor der Eocän- und der Kreidezeit geben die Unterſuchungen über die Verbreitung der jetzt lebenden Pflanzen keinerlei Anhaltspunkte, und man iſt in dieſer Beziehung auf die aus jenen älteren Perioden ſtammenden foſſilen Reſte angewieſen. Dieſe ſind leider verhältnismäßig ſpärlich und bilden gewiß nur einen geringen Bruchteil der Pflanzenarten, welche vor der Kreidezeit gelebt haben (ſ. S. 598). Zweierlei geht aber aus dieſen Reſten deutlich hervor. Erſtens, daß es damals keinen einzigen Pflanzenſtamm gab, welcher nicht auch jetzt noch vertreten wäre, und zweitens, daß einige ſehr auffallende Gattungen gewiſſer Stämme ausgeſtorben ſind und durch andere Gattungen dieſer Stämme erſetzt wurden. Beſonders hervorzuheben ſind in dieſer Beziehung die der Steinkohlenzeit angehörigen baumförmigen Bärlappe und die zu den Schachtelhalmen

gehörenden Kalamiten, welche in der Steinkohlenzeit ausgedehnte Wälder gebildet haben mußten. Am auffallendsten erscheinen die Reste dieser seltsamen Kalamiten der Steinkohlenperiode dann, wenn sie an Orten gefunden werden, wo gegenwärtig niedere Kräuter, Moose und Flechten den Boden bedecken, und wo die Erde drei Viertel des Jahres hindurch mit Schnee bedeckt ist, wie das auf Nowaja Semlja, Spitzbergen und der Bäreninsel der Fall ist. Auch im Bereiche der Alpen fehlt es nicht an dergleichen durch ihren Gegensatz verblüffenden Stellen. Eine der merkwürdigsten ist das kleine Hochthal Gschnitz in Tirol, in welchem ich seit vielen Jahren den Hochsommer zubringe. Das Haus, in welchem ich dort wohne, und in dem ich auch den größten Teil des „Pflanzenlebens" geschrieben habe, liegt in der Seehöhe von 1215 m auf einer diluvialen Moräne mitten im Thale. Die Gletscher, von welchen die Moräne gebildet wurde, haben sich um 15 km zurückgezogen und bilden gegenwärtig den Abschluß des Thales. Auf dem aus der Diluvialzeit herstammenden Moränenschutte erheben sich jetzt Föhren- und Fichtenbäume, Wachholder und Heidekrautgestrüppe, also ausgesprochene Bestandteile der baltischen Flora. Um 600 m höher hört der Baumwuchs auf, und ausgedehnte Alpenmatten, abwechselnd mit Alpenrosenbeständen und Teppichen aus Azalea procumbens und kriechenden Zwergweiden, überkleiden die Gehänge sowie die Rücken der Berge. Auf einem dieser Bergrücken, dem Steinacherjoche, liegen in der Seehöhe von 2200 m zerklüftete dunkle Schieferplatten zu Tage, auf welchen sich alpine Flechten und Moose angesiedelt haben, und die stellenweise auch mit Steinbrechen und Primeln überwuchert sind. Spaltet man eine dieser Schieferplatten ab, und betrachtet man ihre Kehrseite, so ist man nicht wenig erstaunt, auf derselben Abdrücke von Kalamiten und mächtigen Farnen aus der Steinkohlenzeit zu sehen! Wie oft hat sich wohl seit jener Zeit, in welcher hier Kalamitenhaine den Boden beschatteten, die Pflanzendecke geändert! Zu wiederholten Malen bildete die Fundstätte der Kalamiten den Grund eines Meeres, in welchem sich die Korallenriffe aufbauten, die jetzt als bleiche Dolomitkuppen dem dunkeln alten Schiefer aufgesetzt sind, zu wiederholten Malen standen hier Laub- und Nadelwälder mit hochragenden Kronen, zu wiederholten Malen wurden diese Waldbestände wieder vernichtet und zerstört; mächtige Eismassen erfüllten das ganze Thalgelände, und Primeln, Steinbreche und Gentianen sproßten auf dem von den Eisströmen abgelagerten Moränenschutte.

„Ebbe und Flut — so wechselt der Tod und das blühende Leben,
Blumen pflanzet die Zeit auf das vergessene Grab."

WYŻSZA SZKOŁA ROLNICZA BIBLIOTEKA GŁÓWNA W SZCZECINIE

Regiſter zum I. und II. Band.

Die nach einem Worte ſtehenden römiſchen Ziffern I und II verweiſen auf den Band, in welchem das betreffende Wort zu ſuchen iſt. Das Kreuzchen (†) hinter einer Ziffer verweiſt auf eine Chromotafel, das Sternchen (*) auf eine Textabbildung. Die Autorennamen ſind durch geſperrte Schrift hervorgehoben.

Aasduft II 194.
Aasfliegen II 192. 203.
Aaskäfer II 161. 192. 203.
Abano I 517.
Abendſchmetterlinge II 204.
Abeſſiniſche Flora II 832.
Abgeſchnürte Sporen II 20.
Abhängigkeit von Boden und Klima
Abies II 638. [II 489 ff.
— excelsa I 522. 681; II 85.* 395.
— orientalis I 581.* [536.
— pectinata I 681; II 433. 435.*
Abietaceae II 638. [516. 641.
Abietineen II 431. 432. 434.
Abladen des Pollens II 276 ff. 280.*
Ableger II 8. 10. 447 ff. 450*. 456.* 457.*
Ableger und Früchte II 596. 717 ff.
Ableitung, zentrifugale, des Regenwaſſers, I 87.
— zentripetale, des Waſſers, I 90.
Ableitungs- und Zuleitungsvorrichtungen I 434 ff.
Ableitungsvorrichtungen I 436.
Ablenkung der Ameiſen II 231.
Abronia I 581.
Abruzzen II 838.
Abſorption I 78.
Abſorptionsſpektrum des Chlorophylls I 345.
Abſtammung der Arten II 582 ff.
Abutilon II 302.
— Avicennae II 212. 213. 351. 352.
Acacia II 27. 87. 696.
— armata I 310.
— Caffra I 182.
— Capensis I 182.
— cultrata I 310.
— decipiens I 310.
— falcata I 310.
— longifolia I 310.
— lophantha I 499.
— melanoxylon I 310.
— myrtifolia I 310.
— spadicigera II 231.
Acacia sphaerocephala II 231.
Acalypha II 85.* 88.
Acalyphaceae II 674.
Acanthaceae II 670.
Acantholimon I 217. 403. 404.
— Senganense I 215.* 217.
Acanthophyllum I 403.
Acanthus I 406. 599; II 111. 186. 219. 241. 302. 776.
— longifolius II 272. 273.*
— mollis I 154; II 670.* 671. 771. 773.* 775.
— spinosissimus I 406. 407.*
— spinosus II 671.
— spinulosus II 574.
Acarospora II 827.
— glaucocarpa I 109.
Acarus I 114.
Acer II 192. 526. 572.
— campestre II 521.
— Monspessulanum II 788. 790.*
— platanoides I 10.* 386.* 389. 522. 591. 589*; II 297. 509.
— Pseudoplatanus II 294. 297.
— rubrum I 455.
— Tataricum I 591.
Aceraceae II 676.
Aceras II 571.
Acetabulariaceae II 619.
Acetabularien I 240. 546.
Acheniophorae II 715.
Achenium II 422. 426.* 715.
Achillea II 182. 573. 725.
— asplenifolia II 721.
— Clavennae I 290.
— Millefolium I 487; II 541. 720.
— nana II 541.
— ochroleuca I 576.†
— tomentosa II 721.
Achimenes II 552.
Achlya I 158; II 738.
— prolifera I 98; II 17.* 609.
— racemosa I 158.
Achnanthaceae II 617.
Achorion Schoenleinii I 156.
Acicarpha II 810.
Ackerkratzdiſtel II 499. 518. 726.
Ackerſenf II 250. 346.
Ackerveilchen I 521.
— Autogamie II 381.
Ackerwinde II 196.
Aconitum I 347. 400. 724; II 86. 111. 175 246. 302. 310. 424.
— Lycoctonum I 598. [572.
— Napellus I 419; II 85.* 179. 769.
— Neubergense II 769.
Aconitum paniculatum (Wärmeentwickelung) I 468.
— variegatum I 702. 769.
— Vulparia I 598.
Acoraceae II 646.
Acorus Calamus I 40; II 393. 649.
Acrocomia sclerocarpa I 641.
Acrostichum Livingstonei I 594.
— sphenophyllum I 594.
Actaea II 179.
— spicata II 85.* 309.
Aculei I 401. 407.
Adam II 560.
Adanſon I 679.
Adansonia II 288. 291.*
— digitata I 679. 681.
Adenium Honghel II 792. 794.*
Adenocarpus II 805.
— decorticans II 441.
— Hispanicus II 441.
Adenostyles II 358. 715.
— alpina I 702.
— Cacaliae II 449.
Adern (Blatt) I 587.
Adhäſion I 54.
Adiantum I 28.*
— arcuatum I 594.
Adlerfarn I 420.
— Blattgröße I 263.
Adonis I 382; II 120. 163. 310.
— aestivalis I 582; II 185. 204.
— autumnalis II 185. [493.
— flammea II 185. 204. 493.
— vernalis II 120. 212. 213. 376.
Adoxa II 90. [309.
— Moschatellina I 583. 610; II
Adria I 547. [333.
Adventivwurzeln I 709.
Aechmea II 176. 233.
— paniculata II 655. 656.*
Aecidioſporen II 606.
Aecidium II 22. 515. 606.
— elatinum II 516.
— Magelanicum II 520.
Aegilops ovata II 571. 780.* 781.*
— speltaeformis II 571.
— triticoides II 571.
— ventricosa II 780.* 781.*
Aegopodium I 420.
— Podagraria II 725. 726.
Aërides II 168. 795.

Aeschinanthus spinosus II 793.
Aeschinomene I 499. [795.*
— glabrata II 788. 790.*
— Indica I 500. 501.
— patula II 807.
Aesculinae II 675.
Aesculus I 585; II 222. 294.
— discolor I 707.
— flava I 707.
— Hippocastanum I 324. 334. 522; II 195. 288. 289.* 522. 676.
— macrostachya II 179. 197.
— neglecta I 585.
Aestivatio II 205.
Aethalienentwickelung I 534.
Aethionema diastrophis II 188.
— grandiflorum II 188.
Aethusa II 310.
— Cynapium II 339. 340.* 341.
— segetalis II 341.
Affen I 185.
Affenstiegen I 185. 630. 693.
Afrika I 403; II 696.
Agardh II 590.
Agaricaceae II 607.
Agaricineen I 469.
Agaricus Gardneri I 470.
— igneus I 470.
— melleus I 469.
— muscarius II 485.†
— noctilucens I 470.
— olearius I 470.
— vellereus I 480.
Agarum Gmelini II 624.*
Agave I 404. 617.* 618; II 92. 661. 744. [II 659. 826.
Agave Americana I 250. 703. 704;
Agnus scythicus II 634.
Agrimonia II 88. 428.*
— Eupatorium II 209. 288. 341.*
— odorata II 807.* [429.
Agrimoniaceae II 694.
Agropyrum I 481; II 140. 725.
— repens I 481; II 726.
Agrostema Githago I 428.* 429. 458. 496. 559.* 570; II 98. 334. 405. 493. 501. 504.
Agrostis II 139. 140.
— alpina I 105.
— stolonifera II 495. 506.
— vulgaris II 506.
Agrotis II 257.
Ägypten II 748. 782.
Ahlkirsche I 454; II 517. 521. 525.
Ahorn I 384. 455. 582. 591. 675. 688. 710; II 4. 192. 508. 526. 788.
— Blattstellung I 369. [790.*
— Blattstiel I 397.
— Knospenlage I 324.
— roter I 455.
— tatarischer I 591.
Ahornthränen I 250.
Ahornzweig I 383. 386.* 389.*
Ähre I 697. 703.
Ährenlilie II 332.
Ailanthus II 195. 677.*
— glandulosa I 334. 451. 681; II 27. 422.* 424. 789. 790.*
Aira II 756.
— alpina II 449.
— caespitosa I 487; II 139.
— flexuosa II 140.
Aizoonia I 215; II 335. 827.
Ajuga II 573.
— Chamaepitys II 448.
— reptans I 623; II 95.
Akanthaceen I 509. 704; II 191. 774. 776. [227.
Akazie I 258. 288; II 107. 179. 196.
— Gummi I 427.
— Phyllodium I 310.
— (Robinie) I 418. 499. 525; II 30.
Akazienduft II 196. 204. 271.
Akebia quinata I 643.
Akelei II 174.
Akrodrom I 592.
Aktinomorphe Blüten II 226.
Alante II 314.
Alberringe II 719.
Albizzia II 87.
Albuca II 171. 300.
— minor II 98.*
Albumine I 427.
Alchimilla I 221; II 90. 123.* 124. 169. [347. 517.
— vulgaris I 210.* 323. 401; II
Aldrovandia I 139. 628. 703; II 106. 767.
— australis I 142.
— verticillata I 142.
— vesiculosa I 141.*; II 742.
Aleochara II 202.
— fuscipes II 161.
Aleuronkörner I 426.* 427.
Alfredia cernua I 89.*
Algen I 156. 225. 226; II 616. 744.
— Chlorophyll I 346 [767.
Algerien II 746.
Alhagi II 32.
— camelorum II 787.
— Kirgisorum I 412.
Alhagi-Gebüsche I 412.
Alisma I 91; II 232. 785. 803.
— natans II 385.
Alismaceae II 645. 739.
Alismeae II 645.
Alkaloide I 431.
Alkohol I 473.
Alkoholgärung I 473; II 613.
Alkoholische Getränke I 473.
Allermannsharnisch II 283. 325.
Alliaria II 171.
Allionia II 174.
— violacea II 208. 353.
Allium I 567; II 41. 657. 659.
— arenarium II 754.
— Ascalonicum II 482.
— carinatum II 754.
— Cepa I 397; II 482.
— — Same I 589.*
— Chamaemoly II 171. 194. 198. 302. 379. 380.*
— fistulosum I 397.
— fragrans II 465.
— Moly II 754.
— obliquum I 398.
— oleraceum II 754
— pater familias II 768.
— Porrum II 482.
— rotundum I 398; II 86.
— sativum II 482. 754.
— Schoenoprasum I 397; II 482.
— Scorodoprasum II 754.
— senescens I 398.
Allium Sibiricum I 397; II 194. 198.
— sphaerocephalum II 85.* 86.
— suaveolens II 194.
— ursinum I 263. 599. 614.
— Victorialis II 283. 325.
— vineale I 688.* 690; II 754.
Allosurus II 13. 14.
— crispus I 420; II 470.
Alnus II 119. 144. 296. 526. 704.
— glutinosa II 133.* 515. 517. 527.
— incana I 269; II 516*. 517. 520.
— orientalis II 521.
— viridis I 514; II 311. 395. 511. 706.
Aloë I 302. 303. 404. 565. 672.
— denticulata II 96.
— hundertjährige I 250. 617.* 618.
Alonsoa II 191. [703.
Alopecurus II 139.
Alpen I 36. 314. 330. 419.
Alpenampfer II 311. 326.
Alpenbärentraube I 457.
— Laubfärbung I 456.
Alpenbärlapp I 105.
Alpen-Bergflachs I 164.*
Alpenerle I 488. 514; II 489. 521.
Alpenflora I 290; II 193.† 832 837.
Alpengeißblatt I 522. 523.
Alpenhabichtskraut I 457.
Alpenhexenkraut I 106; II 723. 724.*
— Blüte II 341.*
Alpenjohannisbeere II 298.
Alpenlattich II 320.
Alpenleinkraut II 169.†
Alpenmohn II 189. 195.
Alpenrebe I 630. 654; II 172. 177.
— Blüte II 170. [179. 346.
— Ranken I 651.* 652
— Stamm I 692.*
Alpenrose (-röschen) I 214. 230. 401. 457. 488. 509. 514. 590; II 95. 104. 107.† 118. 174. 239. 246. 281. 309. 362. 513. 522. 576. 826.
— Bastart II 555.
— Gallen II 523.* 524. 541.
— gewimperte I 214*; II 309. 385.
— — Pollen II 101.* [489.
— rostfarbige II 489.
Alpenseidelbast II 196.
Alpenvergißmeinnicht II 198.
Alpenweiden I 457. 489.* II 312.
Alpenwindröschen II 189.
Alpiner Versuchsgarten I 364; II 501 ff.
Alpinia II 288. 289.* 295.
Alraun I 87; II 113. 127. 197. 303.
— Pollenabladen II 277. 279.*
Alsine Gerardi II 351.
— mucronata II 171.
— Rosani II 827.
— rubra II 384.
— stricta II 839.
— verna II 171. 306.
Alsineen II 234. 336.
Alsophila I 711.
— excelsa I 672.
Alstroemeria II 775.
Altai II 167. 838.
Alter der Bäume I 679.
— — Moose II 734.
Althaea II 288.

Althaea officinalis (Haare) I 269.
— pallida II 108. 510.
— rosea II 108.
Alyssum II 171.
— calycinum II 188. 337.
— cuneatum II 180.* 182.
— montanum I 300; II 182. 198. 211. 212.
— Wierzbickii (Haare) I 296.*
— Wulfenianum II 182.
Amanita muscaria I 464; II 485.†
— phalloides II 21.* 608.
Amarant (Blättermosaik) I 381.*
Amaranthaceae I 382; II 667.
Amaranthus II 800.
— Blitum I 381.* 382.
Amaryllidaceae II 657.
Amaryllideen II 41.
Amaryllis I 293; II 42. 97. 99. 204. 300. 310. 465. 659.
— aulica II 181.
— Belladonna II 497.
— equestris II 181.
— solandriflora II 181.
Amazonenstrom I 439; II 181. 232. 700.
Amblystegium serpens II 721.
Amboina I 470.
Ambras (Tirol) I 228.
Ambrosiaceae II 715.
Ameisen II 231. 236. 238. 802.
— als Blütenschutz II 242 ff. 243.*
Ameisensäure I 432.
— in Brennborsten I 410.
Amelanchier vulgaris (Haare) I 327.
Amentum I 697.
Amerika I 172. 302. 731; II 40. 191. 461. 651. 678. 683. 690. 698. 699. 700. 764.
Amherstia nobilis II 191.
Amidosäure I 427. 432.
Amine I 473.
Aminoide Düfte I 59. 60. 195; II 202.
Ammoniak I 473. [202.
Amnes II 815.
Amöben I 52. 546.
Amorpha fruticosa I 497.* 499; II 31.
— glauca II 31. [31.
— nana II 31.
Amorphophallus II 647.
— Titanum II 647.
Ampelidaceae II 676.
Ampelideen I 451. 455; II 28.
Ampelopsis I 334. 451. 455. 658; II 203.
— hederacea I 426.* 455.† 659; II 201. 801.
— inserta I 658.*
Ampfer I 451. 590; II 72. 133. 140.
— Knospenlage I 322. [294.
Ampfer (Vergrünung) II 78.* 80.
Amphibische Pflanzen I 69.
Amphigastrien II 626. 627.*
Amphigonium II 44. 58. 409. 452. 472.* 625.
Amphikarpium II 44.
Amphiloma II 827.
— callopisma II 721.
— decipiens I 228.
— elegans I 228.
— murorum I 228.
Amphipleuraceae II 617.
Amphitropidaceae II 617.
Amphoraceae II 617.
Amphoridium Mougotii II 461.
Amseln II 438. 799.
Amurflora II 831.
Amygdalaceae II 694.
Amygdaleen II 561.
Amygdalin I 421. 431. 433.
Amygdalus II 73. 288.
— communis I 522; II 71*. 198.
— nana II 32.
Amylum I 427.
Anabaena II 636.
Anabasis II 179.
Anacamptis II 571.
— pyramidalis II 189.
Anacardium II 429. 430.*
Anacyclus officinarum II 216.
Anagallis I 624; II 166. 179. 363. 425.* 426.
— arvensis I 695; II 211. 212.
— Philippi II 286. [213.
— phoenicea II 28. 120. 213. 384. 415. 416.*
— tenella II 804.
Anaitis II 257.
Anamirta Cocculus I 608; II 419.*
Ananas II 801. 826.
Ananassa II 430.
— sativa I 697.
Anantheae II 688 ff.
Anaphyten II 7. 467.
Anastatica II 787.
— Hierochuntica II 782.*
Anatrop I 604.
Anchusa I 582; II 97. 362.
— officinalis I 300.
Anden I 672.
Andreaea II 472. 733. 749. 750.*
— petrophila II 61 †
— rupestris II 16.*
Andreaeaceae I 245; II 625.
Andrena II 159. 246. 249.*
— florea II 201.
Andricus aestivalis II 533.
— amenti II 533.
— curvator II 533.
— Grossulariae II 529. 533.
— inflator II 535.
Andröceum II 83.
Andromeda II 95.
— hypnoides I 291.
— polifolia I 279. 281; II 519.
— tetragona I 279.
— — (Rollblatt) I 277.*
Andropogon II 139. 296. 652.
— Ischaemum II 796.
— provincialis II 736.
— scoparius II 736.
Androsace II 111. 171. 301. 573.
— elongata II 338 339.
— glacialis II 669.
— maxima I 487; II 338. 339.
— obtusifolia II 193.†
— sarmentosa I 623.
— septentrionalis II 338. 339.
Androsaemum I 387.
Andryala I 293.
Anemone I 527. 568; II 126. 288. 310. 572. 725.
— alpina I 105; II 163. 189. 216. 376.
Anemone baldensis II 163. 216. 297. 302. 376.
— Hepatica II 114. 212. 342.
— intermedia II 558.
— nemorosa II 120. 179. 212. 213. 216. 227.* 291.* 516. 558.
— Pulsatilla II 212. 383.
— ranunculoides II 558.
— silvestris I 574; II 163. 216. 793* 811.
— Transsilvanica II 342.
— trifolia II 216.
— vernalis II 212. 213. 383.
Anemophilae II 128.
Aneura I 540; II 745.
Anflugsplatz in der Blüte II 222.
Angelborsten I 408. 415.
Angelica I 91. 221.
— officinalis II 198.
— silvestris II 422.* 424.
Angelikasäure I 421.
Angiokarpe Flechten II 609.
Angiospermeen II 409. 643 ff.
Angraecum II 795.
— eburneum II 662. 663.*
— funale I 348.
— globulosum I 348.
— Sallei I 348.
— sesquipedale II 176.
Anhaften der Früchte II 802.
Anhäkeln der Früchte II 806. 807.*
Ankleben der Früchte 804. 805.*
Anlockung der fruchtverbreitenden Tiere II 800. [163 ff.
— der pollentragenden Tiere II
Anlockungsmittel der Insekten I 430.
Annularia II 630.
Anoda hastata II 120. 212. 213. 352. [753.
Anoectangium Sendtnerianum II
Anomodon viticulosus II 721.
Anona II 95.
— muricata II 430. 431.*
— squamosa II 430. 431.*
Anonaceae II 681.
Anpassung II 506.
Anpassungstheorie II 583.
Anschluß der Ableitungsorgane I 439 ff.
Anschmiegen der Pflanzen an den Boden I 488. 489.*
Antarktische Flora II 832.
Antennaria alpina II 461.
Antennatula pinophila I 100.
Anthemis II 320.
Anthera I 601; II 83.
Antherendrehung II 250.
Antherenwand II 91.
Anthericum II 171. 222. 300.
— ramosum II 211. 212.
Antheridien II 44. 82. 459. 608. 621.
Anthobium II 159. 163.
Anthoceras I 346.
Anthocerataceae II 625.
Anthokyan I 351. 429. 450 ff. 457; II 216. 504. 506.
— Blattoberseite I 487.
— Blattscheiben von Sumpfpflanzen I 265.
— Blattunterseite I 485.
— in Keimlingen I 451.
— lichtabsorbierend I 486.

Antholyſen II 74.* 75.* 76. 78.* 541.
Anthomyia II 161.
— scalaris II 161.
Anthopeziza Winteri II 19.*
Anthoxanthin I 429.
Anthoxanthum II 196. 652.
— odoratum II 311.
Anthrenus II 175.
Anthriscus I 420; II 295. 323.
— silvestris I 699.
Anthurium Andreanum II 192.
— Lawrenceanum II 192.
— Scherzerianum II 192.
Anthyllis II 261. 559.
— tetraphylla II 791.
— Vulneraria II 97. 153. 514. 694.* 786.* 791.
Antiaris toxicaria II 680.
Antillen I 147. 309. 630.
Antillenflora II 832.
Antipoden II 410.*
Antirrhinum II 110. 176. 205. 206. 225. 288. 291.* 425.* 426.
— cirrhosum I 652.
— Linaria II 248.
— majus II 222. 415. 416.*
Antwerpen I 528.
Apamaceae II 700.
Apera II 140.
— spica venti II 447.
Apetalen I 15.
Apfel(baum) I 190. 508. 522. 527; II 35. 73. 206. 415. 429. 440.
— Blattſtiel I 397. [516. 586.
— Blüte I 705.
— Fruchtanlage II 70.*
— Säure I 432.
Apfelſine II 559.
Aphanocapsa II 616.
Aphilothrix gemmae II 535.
— radicis II 533.
— Sieboldi II 530. 533.
Aphis II 460.
Aphyllanthes II. 657. 660.
— Monspeliensis II 209. 338.
Apocynaceae II 670.
Apocyneen I 445; II 205.
— Blattſtellung I 369.
Apocynum II 96.
Apodanthaceae II 700.
Apodanthes I 188.
— Flacourtiana I 185.* 186.
Aponogetaceae II 645.
Aponogeton distachium II 333.
— fenestrale I 625.
Apophyſe II 434.
Aposeris foetida I 419.
Apostasiaceae II 661.
Apothecien II 20. 611.
Aprikoſe I 21.* 454. 522. 568; II 73. 198. 561.
— Gummi I 427.
Aprikoſenlaub I 288.
Aptogonum Desmidium II 486.*
Aquifoliae II 679.
Aquilegia II 118. 174. 234.
Arabien I 427. 519; II 782.
Arabis brassicaeformis I 485.
— coerulea II 188. 333. 384.
— procurrens II 504.
— pumila II 41.
— turrita II 120.
Arabiſches Gummi I 427.
Araceae II 646.
Arachis hypogaea II 812.
Aralia I 169; II 124. 192. 288.
— Japonica II 289.*
— nudicaulis II 295.
Araliaceae II 710.
Araliaceen I 249.
Araucaria II 638.
Araucariaceae II 638.
Araukarien II 28.
Arbeitsteilung im Pflanzenſtocke I 26.
— in der Forſchung I 18.
Arbor I 673.
Arbuscula I 673.
Arbutaceae II 671.
Arbuteen I 231.
Arbutus II 95. 273.
— Unedo II 415. 416.* 672.* 673. 801.
Arceuthobium Oxycedri I 195.
Arceuthos II 638.
Archaeocalamites II 630.
Architektur der Pflanzen I 8.
Arctostaphylos I 401; II 95. 274. 373.
— alpina I 456; II 89.* 174. 239. 672. 801.
— Uva ursi I 457. 621; II 89.* 174. 239. 240.* 309. 519. 801.
Arcyria punicea II 484. 485.*
Ardisia II 615. 655. 801.
Areca disticha 650.* 651.
Arekapalme I 566.
Aremonia agrimonioides II 385. 387.
Arena II 815.
Arenaria II 97.
— rubra II 208. 211.
— serpyllifolia II 799.
Aretia II 111. 171. 301.
— glacialis II 110.* 111.
Argemone II 163. 227.
— Mexicana II 164. 364. 365.*
Argilla II 815. [687.*
Arillus II 418. 434. 638.
Ariopsis II 296.
— peltata II 108. 110.* 647.*
Arisema II 296.
— ringens II 108.
Aristida I 580.
Aristolochia I 87. 125. 337. 338.* 467; II 161. 192. 290. 425.*
— Clematitis I 400. 592; II 201. 223.* 245. 291.* 482.
— cordata II 223.*
— gigantea II 181.
— Gigas II 195.
— Goldieana II 701.
— grandiflora II 181. 701.
— labiosa II 223.*
— ringens II 162.* 222.
— Sipho I 609. 645.
Aristolochiaceae II 700.
Ariſtolochineen II 195. 310. 586.
Ariſtoteles I 16; II 3.
Arktiſche Flora I 456; II 451. 831.
Armeria II 98. 281. [837.
— alpina II 354. 736. 791.* 792.
— vulgaris II 354.
Armleuchter I 63. 239. 394. 504. 550; II 58. 59.* 459. 624. 782.
Armzellen I 440.
Arnebia cornuta II 436.
Arnica I 104. 699; II 296.
Chamissonis II 720.
— montana I 522; II 182. 189. 358. 359.*
Arnoseris pusilla I 582.
Aroideae II 646.
Aroideen I 91. 98. 100. 203. 249. 264. 575. 665. 668. 709. 711. 723. 728; II 41. 98. 108. 179. 192. 195. 218. 245. 296. 311. 324. 726.† 728. 824.†
— durchlöcherte Blätter I 383.
— inſektenfangend II 160.
— Luftwurzeln I 206. 337. 339.*
— Thränen I 338.
— Wärmeentwickelung I 468.
Aronia II 515.
— rotundifolia II 513. 514.*
Aronicum glaciale II 311.
Aronsſtab I 263. 614; II 646. 647.*
Arrhenatherum II 296. [649.
— elatius II 137.* 138. 139. 402. 403.* 781.
Art I 541; II 5. 480. 569. 581.
Artedia squamata II 788. 790.*
Artemisia I 293. 294; II 804. 826. 838.
— Absynthium I 297; II 85.*
— arborescens I 297.
— argentea I 297.
— campestris II 539.
— laciniata I 297.
— Mutellina I 290. 297*; II 320.
— sericea I 297.
Artengeſchichte II 4.
Arthrolobium II 808.
Artiſchocke (Frucht) II 426.*
Artocarpaceae II 680.
Artocarpus II 693.
— Dicksoni II 681.
— incisa II 430. 432.* 680.
Artokarpeen I 438; II 96.
Arum II 296.
— conocephaloides(Inſektenfang) II 160.*
— cordifolium I 468.
— Inſektenfang II 161.
— Italicum I 468; II 160.
— maculatum I 263. 614. 647*; [II 649.
Arundina II 664.
Arundinaria glaucescens I 271.
Arundo I 91.
— Donax I 673; II 31.
Arve II 640.* 641. 801. 825.
Arzler Alpe (Tirol) I 65.
Asaraceae II 700.
Asarum I 599; II 206. 826.
— Canadense I 622; II 482. 802.
— Europaeum I 514. 592. 622; II 278. 279.* 482. 701. 802.
Aſche I 61.
Aſcherſon II 593.
Asci II 611.
Asclepiadaceae II 670.
Asclepias II 198.
— Cornuti II 27. 258.* 259. 722.
Ascobolus II 55. 763.
Ascomycetes II 609 ff. 748.
Aſien I 414. [386.
Asklepiadeen I 438. 445; II 96. 233.

Asklepiadeen (Klemmkörper) II 258.*
— Milchröhren I 439.
Askogon II 611.
Askomyceten II 19.
Askomycetensporen II 763.
Askosporeen II 521.
Askosporen II 20. 611.
Asparageen I 305.
Asparagin I 421. 427. 432. 463.
Asparagus I 612; II 657.
— acutifolius I 634.
— Broussonetii I 403.
— horridus I 403.
— officinalis II 294. 298. 784.
— retrofractus I 403.
— verticillatus I 634.
Aspergillaceae II 609.
Aspergilleen II 56.
Aspergillus I 474; II 55. 748.
— niger I 474; II 18.* 21.
Asperifoliaceae II 96. 300. 301. 670.
Asperifolieen I 409. 582. 590. 594. 702; II 102. 118. 170. 177. 218. 250. 274. 310. 362. 373. 391. 573.
Asperugo II 811. [807.
Asperula I 596; II 288.
— Aparine I 634.
— arvensis II 122.
— capitata II 204.
— cynanchica II 196.
— galioides II 537.
— glomerata II 196. 208.
— longiflora II 196.
— odorata I 263. 363. 514. 688.* 690; II 194. 196. 530. 712.† 725.
— taurina I 698; II 295. 324.
— tinctoria II 537.
Asphodelus II 310.
— albus I 398. 718; II 309.
— ramosus II 659.* 661.
Asphodill I 293; II 659.* 661. 826.
Aspicilia calcarea I 518.
— flavida I 109.
Aspidistra II 659.
Aspidium II 571.
— falcatum II 453.
— Filix mas I 598; II 11.†
— Thelypteris II 598.
Asplenium II 571.
— bulbiferum II 36. 39.*
— cirrhatum II 633.
— Edgeworthii II 37. 38.* 633.
— flagellifolium II 633.
— Germanicum II 574.
— rhachirhizon II 633.
— Ruta muraria II 468.*
Assseln II 439.
Assimilation I 425.
Äste I 557. [547.
Aster I 699; II 187. 284. 296. 319.
Aster alpinus II 169.† 311. 355. 356.* 819.
— Amellus I 522; II 819.
— argophyllus I 296.
— Tripolium II 494.
Aster, blaue I 522.
Asteriscus pygmaeus II 783.
Asterocarpeae II 688.
Asterophyllites II 630.
Astige Wurzel I 708.
Astragaleen (Dornen) I 416.
Astragalus I 427. 576; II 266. 696.
— chrysostachys I 417.
— exscapus I 576.†
— floccosus I 417.
— glaucanthus I 417.
— Onobrychis I 576.†
— Tragacantha I 416. 417.*
— vesicarius II 189.
— virgatus I 576.†
Astranke I 652. 653.*
Astrantia II 179. 295. 310. 321.
— alpina II 120.
— Carniolica II 120.
— major II 122.
Asvhatta (Feigenbaum) I 714. 717.
Asymmetrie der Blätter I 390. 390.*
Asyngamie II 504. 819. [392.*
Atemhöhle I 257.
Äthalien I 532; II 484. 604.
Athamanta II 323.
— Cretensis II 295.
Äthan I 422.
Athen I 331.
— Wachstumstufe I 484.
Athene noctua II 804.
Ätherische Öle I 430.
Atherurus ternatus II 41.
Ätherwellen I 484.
Athos II 183. 816.
Atlantische Flora II 831.
Atlaßbeerbaum I 454.
Atmosphärischer Staub I 465.
Atmung I 457 ff. 459. 460.
Atmung und Wärme I 462.
Ätna II 708.
Atome I 46. 53.
Atomvereinigung I 458.
Atractylis cancellata I 572.
Atragene I 654; II 310. 793.
— alpina I 630. 651.* 652. 692*; II 170. 172. 177. 179. 309.
Atraphaxis II 32. [346.
Atriplex hastata II 522.
— oblongifolia II 522.
Atrop I 604.
Atropa II 118. 239. 277. 288. 303.
— Belladonna I 390. 400. 522; II 127. 284. 421.
Atropin I 421. 431.
Attich I 400. 673; II 27. 196. 722.
Aubrietia deltoidea (Haare) I 297.*
Aucuba Japonica II 40.
Auerhuhn II 562.
Aufbau der Pflanze I 529 ff.
Aufblühen der Weidenbastarte II
Aufblühfolge I 698. [563.
Aufeinanderfolge der Entwicklung der Steppenpflanzen I 293.
Aufladen des Pollens II 244 ff., 247.* 249.* 255.*
Aufrechte Mittelblattstämme I 669 ff.
— Stämme I 620.
Äugeln I 197.
Augentrost I 163. 165. 224. 591; II
Augenwurz II 323. [111. 361.
Aulacomium androgynum II 23. 23.* 752.
— turgidum II 461.
Aulax II 529.
— Hieracii II 535.
Aurantiaceae II 676.
Auriculariaceae II 607.
Aurikel II 489. 193. 194. 196. 838.
Aurikelduft II 196.
Aurikelzucht II 547.
Ausdünstung der Pflanzen I 251.
Ausgestorbene Arten II 834.
— Gattungen II 834.
Ausläufer I 622; II 729.
Ausläufer (Länge) II 731.
— Wirkung I 481.
Aussackung (Protoplasma) I 537.
Ausschlagspitze II 606.
Außengalle II 532.
Außenkelch II 716.
Äußerer Dotter II 416.
Äußere Samenschale II 418.
Aussterben der Arten II 833 ff.
Austral-amerikanische Flora II 832.
Australien I 276. 519; II 107. 654. 674. 686. 696. 714. 743.
Australische Flora II 832.
Austrocknung der Fruchtwand II 773.
Auswachsendes Getreide II 451.
Autogamie II 290. 326.* 329 ff. 340.* 341.* 345.* 348.* 350.* 353.* 359.* 365.* 367.* 370.* 374.* 377.* 378.* 379.* 380.* 382.* 447.
Autonome Bewegungen der Blumenblätter II 217.
Auxiliarzellen II 623.
Auxosporen II 618.
Avena II 140.
— compressa I 314.
— flavescens I 399.
— planiculmis I 314.
— pratensis II 781. 796.
— sativa I 522.
— sterilis II 781.
Averrhoa Carambola I 499.
Azalea I 278.† 287; II 72. 104. 129.
— Indica II 204.
— mollis II 672.
— Pontica II 196. 672.
— procumbens I 278.† 279. 457. 621; II 279.* 282. 335. 384. 672. 821. 834. 842.
— — (Rollblatt) I 278.*
Azolla I 70. 628; II 636. 744.

Bacca II 421.
Bacharis I 214; II 715.
Bäche II 815.
Bachnelkenwurz II 383.
Bacillen I 242; II 614.
Backenklee II 775.
Bacteriaceae II 614.
Bacterium aceti II 615.*
— Anthracis I 151; II 615.*
— Termo I 242.
Bakonyer Wald I 64.
Bakterien I 150. 242. 472; II 614.
— als Krankheitserreger I 473.
Balanophora dioica I 176.
— elongata I 176.
— fungosa I 176.
— Hildenbrandtii I 175.* 176.
— involucrata I 176.
— polyandra I 176.
Balanophoraceae II 708.
Balanophoreae II 708.
Balanophoreen I 172. 175.* 177.* 180.* 450. 556. 611; II 77. 192. 195. 445. 562. 667.

Balanophorin I 174.
Balantium antarcticum I 672.
Baldrian I 264. 621; II 182. 227. 285. 288. 294. 306.
— Blüte II 174.*
— Duft II 197.
— Frucht II 426.* 796.
Balgfrucht II 424.
Balkan I 314; II 222. 675. 835. 838.
Ballistische Vorrichtungen II 754.
Ballota II 440. [777. 779.*
— nigra II 360.
— rupestris II 808.
Ballungstrieb II 584.
Balsam als Überzug I 288.
— der Blätter I 219.
Balsame I 430.
Balsaminaceae II 681. 780.
Balsamine, kleinblumige (Blättermosaik) I 381.*
Balsaminen I 615; II 174. 219. 386.
Balsampappel I 288.
Baltische Flora II 178. 193. 578. 831.
— Niederung I 281. [837.
Bambus I 673. 674.*
— Kutikularzapfen I 271. 272.*
— Stamm I 689.*
Bambusa I 271. 593*; II 31.
— nigra I 689.* 690.
Bambusaceae II 651.
Bambusen II 652. 822.* 826.
Bananen I 264. 565. 592; II 664.
— Wassergewebe I 342. [767.
Bandförmige Stämme I 692.
Bangia I 97.
Banianenbaum I 712. 713.*
Banisteria I 87; II 97. 424.
— Sinemariensis II 788. 790.*
Banksia I 310; II 424. 444.
— ericifolia II 685.* 686.
— litoralis II 685.* 686.
— serrata II 423.*
Bankzellen II 92.
Baobab I 679. 681; II 288. 295.
Baptisia australis II 185.
Baranetz II 634.
Barbaraea vulgaris II 537.
Barbula I 79. 320; II 626. 745.
— aloides I 202. 255. 255.*
— ambigua I 202. 255.
— fragilis II 454.
— muralis I 244.
— papillosa II 454.
— recurvifolia II 461.
— rigida I 202. 255.
Barclayaceae II 699.
Bärenklau I 223.
Bärenlauch I 263. 599. 614.
Bärentatzen I 104. 550.
Bärentraube I 401. 456. 621; II 95. 174. 274. 281. 519.
— Blüte II 239. 240.*
Bärlappe I 98. 107. 540; II 11. 15. 64. 471.* 492. 630 ff. 753.
— Parastichen I 372.
Barometz II 634.
Bartflechten I 225.
Bartgras II 139.
Bartklee I 64. 493.
Bartling II 590.
Bartmoos I 202. 244. 255. 378.
— Blattschließen I 320.
Bartsch I 129.
Bartsia I 127.* 163. 591. 723; II 128. 170.
— alpina I 106. 129. 167. 487; II [271. 329.
— Knospe I 129.
Bärwurz II 323.
Basella alba II 97.
Basidie II 20. 607. 608.*
Basidiomyceten I 472.
Basilienkraut I 509. 575; II 303.
Bastart II 396. 454. 549. 573.
— Anatomie II 556.
— Begriff II 566.
— samenbeständig II 569.
Bastarte werden zu Arten II 570 ff.
Bastartierung II 299. 315.
Bastartklee I 702; II 187.
Bastbündel I 397; II 495.
— Gefäße I 437.
— Parenchym I 437.
— Röhren I 437.
— Teil I 438.
— Zellen I 436.
Batatas sinuata II 816.
Batrachium II 106. 499. 726. 744. 803.
Batrachospermum I 148. 551; II [623.
Bauchkanalzelle II 413.
Bauchnaht II 424.
Bauchpilze II 22. 604 ff. 605.* 748.
— Sporen II 763.
Bauhin II 3.
Bauhinia anguina I 693.*
— armata II 99.
— furcata II 99.
— purpurea II 776.
Bauhinien I 496.
Baum I 673.
Baumartig I 673.
Baumborke I 107.
Bäumchen I 673.
Bäume (Alter und Höhe) I 679.
Baumfarne I 206. 261. 618. 711; II 10. 469.* 470. 633.
— Höhe I 672.
— neuseeländische I 672.
Baumschlag I 367. 675.
Baumstrünke (durchwachsen) I 482.
Baumwollstauden II 683.
Baumwürger II 49.* 663.
Bauplan der Pflanze I 529.
Baustoffe der Pflanze I 425.
Bauthätigkeit im Protoplasma I 534.
Beblätterte Knoppergallen II 535.
Becherblume II 140. 294. 311. 521.
Becherfrüchtler I 231; II 428. 516.
Beckenblütige II 694 ff.
Bedecktsamige Phanerogamen II 409. 643 ff.
Bedeguare II 530. 544.
Bedeutung der Dichogamie II 312 ff.
— des Anthokyans I 450 ff.
Beere I 575; II 421.
— durch Tiere verbreitet II 804.
Beerenzapfen II 638.
Befruchtung II 44.
— der Characeen II 58. 59.*
— diosmotisch II 55.
— der Farne II 10.
— der Kryptogamen II 46 ff.
— der Phanerogamen II 409.*
— der Siphonaceen II 54.
— mittels Trichogyne II 56.
Beggiatoa I 37. 38.
— versatilis I 97.
Begonia I 81. 99. 389. 485. 729; II 40. 548. 552.
— Dregei I 390.*
— fuchsioides II 191.
— Spaltöffnungen I 258.
Begoniaceae II 689.
Begrenztes Wachstum des Torus I 706.
Behaarung der Blattoberseite I 290 ff.
Beinwell I 409 590. 702; II 96.
— Streukegel II 274.* 275.
Belle Centre I 528.
Bellidiastrum II 285. 296.
— Michelii II 311.
Bellis II 120. 126. 216.
— perennis I 488; II 216.
Beloperone involucrata II 191.
Benetzung der Blätter I 267.
Bengalische Rosen II 548.
Bentham II 593.
Benzoesäure I 421.
Benzol I 423.
Benzoloide Düfte II 196.
Berberidaceae II 684.
Berberideen I 451; II 174. 310.
Berberides II 684.
Berberis I 418. 632; II 27. 32. 91. 119. 195. 263. 800.
— vulgaris I 417.* 454. 484. 522; II 421. 520. 607.
Bergahorn II 294. 678.
Bergamottbirne, zweifarbige II 560.
Bergamotte II 560.
Bergenia crassifolia II 504.
Bergflachs I 163; II 123. 124. 301.
— Pollenschutz II 124.
Bergglockenblume (Blüte) II 356.* 357.
Berggras (Blattschließen) I 314. 319.
— blaues II 720.
Berglilie II 300.
Bergstendel II 256.
Bergthymian II 88. 440.
Bernstein II 609. 613.
Bertholletia excelsa II 692.
Bertram, doldentraubiger II 503.
Berufene Blütengäste II 218.
Berula angustifolia II 726.
Berzelius I 93.
Beschneiden der Bäume II 35.
Beschreibung und Erklärung I 17.
Besenheidekraut I 281; II 288.
— Verbreitung I 283.
Besenstrauch I 305.* 439; II 30. 167. 204. 226. [267.*
— Schleuderwerk II 266. 266.*
— Stammquerschnitt I 306.*
Bestand von Zellen I 546.
Bestimmen der Pflanzen II 287.
Beta vulgaris rapacea I 717.
Betonica grandiflora II 720.
Betula II 119. 704.
— alba I 508. 680*; II 507. 521. 573. 705.*
— alpestris II 573.
— Carpatica II 522.
— humilis II 839.
— nana II 573. 706.* 714. 837.
— nigra I 455.
— papyracea I 455.

Betula pubescens II 507.
— verrucosa II 507. 520. 789. 790.*
Betulaceae II 704.
Bevorzugung fremden Pollens II 398.
Bewegungen der Pollenblätter II
Bibernell I 494. 521. [250.
Biddulphiaceae II 617.
Bidens bipinnata II 806.*
— cernua II 494.
— tripartita II 494.
Biebersteinia Orphanidis II 816.
Biegungsfestigkeit I 683.
Bienen I 701; II 164. 202. 204. 219. 247. 264. 312. 327. 394. 448.
— Farbengefühl II 190. [460.
Bierhefe I 538.
Bierwürze II 613.
Bignonia I 712; II 788. 789.*
— argyro-violacea I 665. 668.*
— capreolata I 659.
— unguis I 665.
— venusta I 657; II 191.
Bignoniaceae II 670.
Bignoniaceen I 661; II 191.
Bihariagebirge II 578. 816.
Bildung organischer Stoffe I 344 ff.
Bildungsgewebe I 543.
Billbergia II 233.
Bilsenkraut I 400. 420. 263. 724; II 277. 298. 303. 312. 361. 395. 427. 788. 813.
Bingelkraut, einjähriges II 462.*
Binse I 268. 304. 565. 593. 673; II 131. 386. 571. 654. 744.
— Chlorophyll I 348.
— knollentragende II 724.
— Stamm I 689.*
Biorhiza aptera II 533.
Birke I 288. 454. 508. 679. 680*; II 4. 93. 103. 119. 131. 134. 148. 311. 507. 520. 572. 704. 826.
— amerikanische I 455.
— Blattstiele I 397.
— junge II 507.
— Thränen I 250.
— warzige II 508.
Birkenschwamm I 154.
Birkhuhn II 562.
Birkwurz II 323.
Birnbaum (Birne) I 454. 484. 508. 522. 590; II 73. 195. 429. 410. 516. 561.
— Blattstiel I 397.
— Blüte I 705.
— Haare an den Blättern I 327.
— jung bedornt I 402.
— Trimethylamin I 431.
Bisamkraut II 87. 90.
Biscutella laevigata I 64; II 840.
Biserrula II 808.
Bittermandelöl I 431.
Bittersüß I 648; II 185. 421.
Bixa Orellana II 436. 438.* 687.*
Bixaceae II 687.
Bizzaria II 559.
Blackwellia II 97.
Blasenfüße II 164.
Blasenstrauch I 493; II 153.
Blaser (Tirol) I 465; II 448. 501.
Blasia II 745. [654. 737.
— pusilla II 745. 752. 769.
Blastocolla II 233.
Blastophaga Brasiliensis II 158.
Blastophaga grossorum II 154.*
Blatt I 556. [157. 158. 533.
— Gestalt I 554 ff.
— jung und alt I 321 ff.
— Lichtstellung I 356.
— schuppenförmig angereiht I 301.
Blattäste I 308; II 633.
Blattbürtige Knospen II 728.
Blatteindrücke I 91.
Blattflächen, drehbare I 396.
— große I 262 ff.
Blattfloh II 524.
Blatt und Stamm I 608.
— Wachsüberzüge I 268.
Blatt, weißfleckig und scheckig I 262.
Blattgrübchen, wasserfangende I 213. 215.*
Blattgrün (Formen) I 22.†
Blattgrünkörper I 39.
Blatthäutchen I 396; II 652.
Blattlaus II 460. 536.
Blattlausartige Blumenteile II 167.
Blattlose Knoppergallen II 533.
Blattmetamorphosen I 12.*
Blattmosaik I 380.* 381.* 391.* 392.*
Blattpflanzen II 40. [393.*
Blattquerschnitte I 687.
Blattranke I 652.
Blattrinnen, wassersaugende I 213.
Blattrippen, Gruppierung in der Knospe I 325.
Blattrippenranke I 652.
Blattrosette I 87.
Blattskelett I 587.
Blattspreite I 587.
— mit mehreren Hauptsträngen I 592 ff.
Blattständige Knospen II 36 ff.
Blattstecklinge II 40.
Blattstellung, dekussierte I 88.
— neuholländ. Sträucher I 310.
— und Zweigstellung I 675.
— zweizeilige I 90.
Blattstellungsbruch (Formel) I 374 ff.
Blattstiele I 596.
— lange elastische I 397.
Blattstielranke I 651.*
Blattstielrinnen I 87.
Blattwespen II 460.
Blattzähne, wassersaugende I 219.
Blattern II 615.
Blätterschwämme II 21. 607. 719.
— leuchtende I 469.
— milchende I 439.
Blätter- und Röhrenschwämme II
Blaue Blumen II 190. [485.†
Blausäure I 431.
Blechnum II 13.
— Spicant I 270; II 470.
Blendarten II 549.
Blendlinge II 549. 569.
Blöckenstein (Oberösterreich) I 238.
Blume, vergrößert durch Kreuzung II 564.
— des Schnees I 35.
Blumenbachia Hieronymi II 785.
Blumenblätter I 601.
— honigbildend II 172.
Blumenhonig I 235.
Blumenkrone II 427.
Blumenschilfe II 420.
Blumentreue der Insekten II 202.
Blumenuhr II 211.
Blume und Blüte II 66.
Blutalge I 48. 98.
Blutauge I 622; II 179.
Blüte(n) I 600; II 28. 636 ff.
— als Gefängnisse II 160.
— als Herbergen II 159.
— Anthokyan I 488.
— Boden I 704; II 68. 428.
— Dauer II 208.
— Duft als Lockmittel II 194 ff.
— — zur Flugzeit II 204.
— Entfaltung (Konstanten) I 522.
— Farbe als Lockmittel II 178 ff.
— Hülle I 600.
— Knospen (Wärme-Entwickelung) I 464.
— Scheide I 600; II 108.
— Schilf I 429. 485. 565; II 586.
— — Stärke I 428.* [664.
— Stand I 600. 695.
— Staub II 82.
— Staubzellen der Koniferen I 36
— Stiele I 600. 695.
— — bunte II 180.
— Stielranke I 652.
Blütentange II 474.
Blutwurz II 167.
— Milchsaft I 439.
Blyxeaceae II 645.
Bocconia II 85. 179.
— Japonica II 140.
Bock, Hieronymus I 6; II 9.
Bocksbart I 699; II 205. 217. 285.
— -Spierstaude II 299. [317.
Bocksdorn I 618. 631; II 27. 239.
Bocksduft II 197. [361. 722.
Bocksklee II 514.
Bodenbeschaffenheit II 814.
Bodenlagernder Stamm I 623.
Bodentemperatur (Alpen) I 490.
— Innsbruck I 492.
Boehmeria I 262.
— nivea I 684.
Boerhavia II 805.
Bogenblatt I 398.
Bogenläufig I 589.* 591.
Böhmen II 458. 804.
Bohne I 482. 642. 646; II 415.
— Blättchenbewegung I 313.
— Blüte II 185.*
— Stärke I 428.* 429. [364.
Bohnenkraut (Chlorophyllschutz) I
Bohnenwurzeln (Wirkung) I 480.
Bolbophyllum II 662.
— Beccarii II 195.
— minutissimum I 276.*
— Odoardi I 276.*
Boletus edulis I 464; II 485.†
— erythropus II 608.
— luridus II 608.
— pachypus II 608.
— Satanas II 608.
Bomarea II 659.
Bombaceae I 616; II 681.
Bombax I 402; II 793.*
Bombus lucorum II 222. 257.
Bonapartea I 404.
Borago I 409. 582; II 96. 177. 310.
— officinalis I 581*; II 185. 274.* 275.

Borassaceae II 649.
Borassus flabelliformis I 672†; II 651.
Bordera Pyrenaica II 667.
Boretsch I 409; II 185.
— Streukegel II 274.* 275.
Borke I 678; II 641.
Borneo I 125. 227. 276.
Boroniaceae II 676.
Borsten I 407.
Borstengras I 104. 292. 313. 404. 420. 470. 501. 597. 616. 630. 641. 665; II 107. 139. 149. 223. 489. 736. 828.
— von Rindern ausgerauft I 403.
Bosnien II 579.
Botanische Kunstausdrücke II 5.
Botrychium II 750 * 751.
— lanceolatum II 12.* 13.
— Lunaria I 104.
Botrydiaceae II 619.
Botrydium I 28. 28.*
Botryocarpium II 690.
Botrytis I 474.
— cinerea I 242.
Bouchea coluteoides I 145; II 236.
Bovist I 464. 550; II 22. 604 ff.
Bowiea II 657.
Bozen II 264.
Brachydodrom I 590.
Brachypodium II 139.
— silvaticum I 399. 594.
Bractea I 600.
Brandpilze II 606. 748.
Brandsporen II 606.
Brasilien I 178. 181. 264.
Brasilische Flora II 832.
Brassavola cordata I 302.
— tuberculata I 302.
Brassica II 425.*
— oleracea I 257; II 41. 212. 426. 515. 542.
— Rapa rapacea I 717.
Braun, A. II 593.
Braune Blüten II 192.
Braunkohle II 613.
Braunschupper I 708.
Brauns System II 593.
Braunwurz II 175. 246. 277.
Braya alpina II 248. 333.
Brechnuß I 42.*
Brenner (Tirol) II 189. 371.
Brennessel II 311. 482. 527. 726.
Brillenschötchen I 64.
Britisch-Guayana I 116.
Briza maxima II 791.* 792.
— media I 487; II 139.
Broccoli II 542.
Brogniart II 590.
Brom I 63.
Brombeere I 630. 632; II 439. 521.
— Ausläufer II 730. [556.
— neuseeländische I 637.*
— Stämme I 728.
— Sträucher II 521.
— Wärmeversuch I 289.
— Zweige (einwurzelnd) I 725.
Bromeliaceae II 655. [726.*
Bromeliaceen I 99. 223. 285. 298. 404. 679. 697; II 102. 176. 179. 191. 233. 655.
Bromus II 140. 539.
Brotfrucht II 680.
Brotfruchtbaum II 432.*
Broussonetia papyrifera I 383. 388. 388*; II 135.* 298. 508.
Brown, R. I 14.
Brownea coccinea II 191.
— grandiceps II 191.
Bruchweide II 33. 298.* 312. 794.
Brugmannia II 630.
Brugmansia I 187; II 102.
— arborea II 97.
— Zipellii I 187. 187.*
Brunella I 107; II 573.
— hybrida II 578.
— intermedia II 554.
— laciniata II 554. 578.
— vulgaris II 554. 578. 804.
Brunoniaceen II 93.
Brüssel I 528.
Brüten in Blüten II 150 ff.
Bryaceae II 625.
Bryonia I 655.* 657; II 690. 804.
— dioica II 85.* 88. 201.
Bryophyllum calicinum II 38. 39.*
Bryopsidaceae II 619.
Bryopsis I 537. 546; II 827.
Bryum II 472.
— alpinum II 461.
— caespiticium II 16.*
— concinnatum II 454.
— Duvalii II 461.
— Reyeri II 454.
Buchampfer II 772.*
Bucharei II 634.
Buche I 386. 454. 492. 508. 526. 573. 586. 596. 643. 675. 681; II 4. 97. 103. 131. 311. 485. 508. 516. 520. 704. 826.
— Abbisse I 414.
— amerikanische I 455.
— Blattstellung I 377.
— Gallmücke II 529.
— Haare I 327.
— Hebung der Baumkrone I 482.
— Knospenlage I 324.
— Laubentfaltung I 328.*
— Laubfall I 331.
— Nebenblätter I 325.
— Wurzel mit Mycelmantel I 230.*
Buchelnüsse I 482. [
Buchsbaum II 136. 169.
Büchse (Moose) II 627.
Budapest II 459.
Buddleia II 32.
Budha I 714.
Bulbochaete parvula I 98.
Bulbocodium II 123. 124. 126. 658.
Bulbodium I 610.
Bulbus I 583. 610.
Bulgaria polymorpha I 110.
Bunium I 582.
Buphthalmum II 296. 320.
— grandiflorum II 99.*
Bupleurum II 179.
— falcatum I 592. 593.*
— rotundifolium II 800.
— verticale I 312.
Burmanniaceae II 657.
Burseraceae II 676.
Burzeldorn I 624.
Busch, Buschwald II 821.
Buschtaue I 629.
Büschel (Bestand) II 732.
— (Blütenstand) I 697.
Büschelförmige Wurzel I 709.
Busi (Dalmatien) I 239.
Butomaceae II 645.
Butomus I 91; II 71. 76. 232. 288. 785. 803.
— umbellatus II 74.* 289.* 645.†
Buttersäure I 432. [726.
Büttneriaceen II 205.
Buxus II 169. 136.
Byblis gigantea I 145.
Byronia II 679.

Cabomba aquatica I 627.
Cabombaceae II 681.
Cacalia I 699; II 358.
Caccinia I 582; II 807.
— strigosa II 806.*
Cachrys II 444. 769.
— alpina II 769. 785.
— spinosa I 404.
Cactaceae, Cacteae II 688.
Cactus II 99.
— grandiflorus II 212.
Cadia varia II 694.*
Caelebogyne II 465.
— ilicifolia II 463.
Caesalpinaceae II 694. 774.
Caesalpino I 9; II 588.
Caladium I 86. 86.* 647.
— Scherzerianum II 179.
Calamagrostis I 481; II 139. 140. 571. 811. 827.
— acutiflora II 574.
— Epigeios II 725. 793. 795.*
— Halleriana I 399.
Calamintha II 88. 297. 440. 573. 791.
Calamitaceae II 629.
Calamitaceen II 630.
Calamus I 673; II 651. 654.
— angustifolius I 337.
— extensus I 636.*
Calandrinia II 167.
— compressa II 89. 208. 344. 384.
Calceolaria II 110.
— amplexicaulis II 174.
— floribunda II 174.
— Pavonii II 89.* 174. 374.*
Calceolarien II 225. 274. 558.
Calcit II 487.
Calendula II 115. 216. 294. 296.
— arvensis II 211. 212. 483.
— fulgida II 483.
— officinalis II 212. 213. 311.
— pluvialis II 211. 212 216.
Calix I 601.
Calla palustris I 622. 667; II 89.* 296. 324. 647. 649.
Callaceae II 646.
Calliandra II 87.
Callidina Leitgebii I 234.
— symbiotica I 234; II 627.* 628.
Callipeltis cucullata II 791.
Calliphora II 202.
Callistemon I 697; II 107. 179.
Callithamnion I 547.†; II 827.
Callitrichaceae II 698.
Callitriche I 382; II 106. 421.* 423. 499. 698.
Callogonium II 807.
Calluna II 95. 288.

Calluna (Blütezeit) I 281.
— vulgaris I 281. 283. 414. 491. 522; II 107. 128. 830.
Callus II 29. 40.
Calocasia antiquorum II 646. 647.*
Calonyction II 192.
Calophaca Wolgarica I 417.
Calopisma citrinum I 228.
Calothamnus II 107.
Caltha I 347.
Calycanthaceae II 693.
Calycanthus II 97. 195 288. 292.*
Calyceraceae II 715. [428.
Calymperes II 745.
Calypogeia Trichomanes II 752.
Calypso II 662.
— borealis II 664.
Camelina sativa I 575; II 541.
Camellia Japonica II 204.
Campanula II 126. 159. 177. 366.
— abietina II 828. [387.
— Aizoon II 816.
— alpina I 105.
— Anthokyan I 485.
— barbata II 118. 189. 219. 358. 828.
— Carpathica II 127. 358.
— Cervicaria II 127.
— glomerata II 112 127.
— patula II 120.* 127. 358.
— persicifolia II 99.* 118. 127. 219. 356.* 357. 358.
— pusilla I 381; II 118. 127. 504.
— pyramidalis II 358.
— rapunculoides II 219. 358. 442.
— Rapunculus II 358. [443.*
— rotundifolia II 127.
— Scheuchzeri II 828.
— Speculum I 293.
— spicata II 112. 127. 358.
— Trachelium II 83. 84.* 189. 212. 213. 359.
— Wärmeentwickelung I 468.
— Zoisii I 725.
Campanulaceae II 714.
Campanulinae II 714.
Campelia Zanonia I 206. 207.*
Camphora officinarum II 702. 703.*
Campi II 815.
Camponotus Aethiops II 244.
Campylodiscus spiralis II 617.*
Campylopus II 454. 752.
— fragilis II 23.*
Canna I 592; II 99. 288. 420.
— Stärke I 428.*
Cannabinaceae II 680.
Cannabis I 524; II 98.† 140. 298. 312. 441.
— sativa II 680.
Cannaceae II 664.
Cantharellus cibarius II 485.†
Capillitium II 22.
Capitulum I 697.
Capparidaceae II 687.
Caprificus II 157. 158.
Caprifoliaceae II 711.
Capsella II 99.
— Bursa pastoris I 380; II 518.
— pauciflora I 615. [813.
Capsula II 426.
Caracas I 438.
Caragana II 32.
Caragana jubata I 417.
— microphylla I 418.
— pygmaea I 418.
— spinosa I 417.
Cardamine II 188. 288. 777.
— alpina II 333. 482.
— amara I 487; II 497.
— chenopodiifolia II 387. 812.
— hirsuta II 448.
— impatiens II 773.* 776.
— pratensis II 39.* 41. 122. 291.*
— trifolia I 485. [728.
— uliginosa II 455. 541.
Cardiospermum I 652.
Cardopatium corymbosum I 570.*
Carduncellus I 404. [572.
Carduus I 404; II 573. 798.
Carex II 134. 140. 311. 571. 803.
— acuta I 408.
— acutiformis II 313.
— ampullacea II 785.
— aterrima I 487.
— atrata I 487.
— Boenninghausiana II 574.
— canescens II 313.
— curvula I 105; II 828.
— Davalliana II 298.
— dioica II 298.
— filiformis II 313.
— firma II 193.†
— flava II 313.
— glauca II 313.
— Hornschuchiana II 313.
— microglochin II 809.*
— nigra I 487.
— paludosa I 271.
— — Hautzellen I 271.*
— paniculata II 313.
— pauciflora II 810.
— pendula I 271.
— Pseudocyperus II 809.* 810.
— riparia II 313.
— Schreberi II 720.
— sempervirens II 654.
— stricta I 271. 408. 408;* II 654.
— vesicaria II 313. 785. [735.
— vulgaris I 566.*
Carica Papaya I 433; II 802.
Cariceae II 654.
Carlina I 404.
— acaulis I 468. 487; II 99.* 115. 116.* 117. 179. 212. 213.
— vulgaris II 212.
Carludoviceae II 649.
Carmichelia I 309.
— australis I 308.*
Carobe di Giude II 527.
Carpinus I 324.
— Betulus I 681; II 520. 524. 705.*
— orientalis II 783. 791.
Carpocapsa saltitans II 781.
Carpophylla I 601.
Carthamus tinctorius I 89.
Carum carvi II 421.* 423. 800.
Caruncula II 419. 804.
— hili II 419.
Caryophorae II 704.
Caryophyllaceae II 667. 786. 826.
Caryopsis II 422. 652.
Caryota I 672.
— propinqua I 286.* 287. 288.
Cäsalpinieen II 191.
Cassia angustifolia II 425.* 426.
— lenitiva II 89.*
Cassiope tetragona I 280.
Cassytha I 646. 708.
— Americana I 159.
Castanea II 195.
— sativa I 522. 523; II 704.
— vesca II 436. 439.*
— vulgaris I 681.
Castanospermum australe II 775.
Casuarina quadrivalvis (Spaltöffnungen) I 274. 275.*
Casuarinaceae II 674.
Casuarinenwald II 826.
Catalpa II 280.
— syringaefolia I 451. 522. 523.
Catananche II 115.
— coerulea II 112.* 214.
Catantheae II 667 ff.
Catasetum tridentatum II 268
Cathartolinum II 250. [269.*
Catingas (Brasilien) I 330.
Cattleya II 210.
— labiata II 209.
Caucalis II 295. 310. 807.
— daucoides II 339.
Caudex I 614. 671.
— columnaris I 671.
Caulerpa I 537.
Caulis I 615. 673.
— herbaceus I 673.
— suffruticosus I 673.
Cauloma I 671.
Caulotretus I 185. 693.
Caylusea II 72.
Cecidien II 521.
Cecidomyia II 530.
— acrophila II 527.
— Alni II 527.
— Artemisiae II 539.
— Asperulae II 537.
— Cerris II 531.
— Crataegi II 539. 546.
— Ericae II 539.
— Euphorbiae II 539.
— Galii II 537.
— genisticola II 539.
— Loti II 536.
— Phyteumatis II 536.
— rosaria II 538. 539.
— Sisymbrii II 537.
— Taxi II 539.
— Urticae II 527.
— Verbasci II 536.
— Veronicae II 539.
Cecidoses Eremita II 530. 531.
Cecropia peltata II 231.
Cedrela odorata II 97.
— Toana II 422.* 424.
Cedrus Deodara I 510.
— Libani I 681.
Celastraceae II 676.
Celastrineen II 418.
Celastrus II 532.* 533.
— scandens I 632.
Cellulose I 285. 427. 429. 458. 535.
Celtis II 681. [539.
— australis II 482.
— occidentalis II 31.
— Tournefortii II 31.
Centaurea I 310; II 125. 252. 573.
— alpestris II 535.

Centaurea alpina II 243.
— Badensis II 535.
— Balsamita I 211.*212. 219.288.
— crassifolia II 816.
— Cyanus II 180.* 182. 204. 252. 493. 501.
— diffusa II 787.
— Grafiana II 554.
— Jacea II 99.
— montana II 356.* 357.
— napuligera I 718.
— Pseudophrygia I 269; II 778.
— Ragusina I 295.
— — Haare I 296.*
— rupestris II 554.
— Ruthenica II 243.
— Scabiosa II 535. 554.
— sordida II 554.
— stenolepis II 778.
Centranthus II 276. 716.
— ruber II 240.* 241. 302. 303.*
Centrolepidaceae II 643.
Centrolobium robustum II 437. 439.* 788.
Centrophyllum I 404.
Centrospermae II 667.
Centunculus I 616.
— minimus I 615; II 167. 208. 212. 330. 384. 803.
Cephaëlis Ipecacuanha II 712.* 713.
Cephalanthera I 103.
— alba II 571.
— cucullata II 816.
Cephalaria II 277. 281.
— alpina II 282.
Cephalonion II 525.
Cephalotaceae II 694.
Cephalotaxus II 124.
Cephalotus I 122. 597; II 86. 695.
— follicularis I 121. 122.*
Ceramiaceae II 623.
Ceramium I 97; II 827.
— strictum I 547.†
Ceraſin I 427.
Cerastium arvense II 351.
— chloraefolium II 120.
— glutinosum II 805.
— lanatum II 351.
— longirostre II 336.
— macrocarpum II 442. 443.* 541. 779.
— triviale II 541.
Ceratocarpus II 810.
Ceratocephalus falcatus II 807.*
Ceratodactylis II 14. [809.
Ceratonia Siliqua II 544.
Ceratonion II 525.
Ceratophyllaceae II 681.
Ceratophyllum I 70. 239. 723; II 445.
Ceratopogon II 161. 223.* 245.
Ceratopteris II 14.
— thalictroides II 37.
Ceratozamia I 566.
Cercis Siliquastrum I 378. 387. 451. 591; II 31.
Cerealien I 93; II 131.
— Blätter I 397.
Cereus I 99. 302. 415. 712; II 73. 344. 404.
— dasyacanthus II 344. 689.*
— giganteus II 689.
Cereus grandiflorus II 71.*181. 208.
— nycticalus I 601.† 661; II 181. 192. 208. 689.
Cerinthe II 275 373.
— minor II 96.
Ceroxylon andicola I 672; II 651.
Ceroxylonaceae II 649.
Cestrum II 118. 362.
— aurantiacum II 363.
Cestum Veneris I 238.†
Ceterach II 571.
— officinarum I 290; II 571.
Cetonia II 160.
Cetonien II 202
Cetraria Islandica I 278†; II 611.†
— nivalis I 278.†
Cetrarien II 827.
Ceylon I 206. 264. 630. 671. 717; II 149.
Chaerophyllum aromaticum I 420; II 295. 318.* 323.
— bulbosum I 582.
— Cicutaria I 488; II 295.
— hirsutum I 699.
Chaetophora I 547.
Chaetophoraceae II 619.
Chalcidier II 156.
Chamädoreen I 566.
Chamaecyparis I 452.
Chamaelauciaceae II 691.
Chamaeorchis alpina II 201.
Chamaepeuce I 404.
Chamaerops excelsa II 651.
— humilis I 672; II 651.
Champignon I 92.
Chantransia I 148.
Chara I 239. 550; II 624. 827.
— ceratophylla I 239.
— crinita II 459. 465. 625.
— foetida I 63.
— fragilis II 59.*
— rudis I 239.
Characeen II 624.
Charianthaceae II 697.
Cheilanthes odora I 290.
Cheiranthus II 288.
— Cheiri II 95. 197. 546.
Chelidonium II 72. 338.
— majus I 439; II 41. 419. 802.
Chelmos II 816.
Chenopodiaceae II 687. 826.
Chenopodium Bonus Henricus I
— Quinoa II 668. [419.
Cherleria sedoides II 172. 736. 827.
Chermes II 460.
— Abietis II 544. 536.
Chili II 667.
China II 393. 429. 547. 679.
Chinarindenbäume II 426. 713.
Chinchoxo (Loangoküſte) I 518.
Chineſiſche Flora II 831.
— Gallen II 527.
Chinin I 431; II 712.
Chirita Sinensis II 41.
Chironomus II 161. 245.
Chlamydomonas I 29.
Chlorcalcium (Samentrocknung) I
Chlorenchym I 256. [518.
Chlorophyll I 95. 96. 345. 429. 485. 557; II 504. 620. 623.
— in Samen I 582.
— in Wurzeln I 723.
Chlorophyllfreie Schmarotzer (Anthokyan) I 450. [163.
Chlorophyllhaltige Schmarotzer I
Chlorophyllkörper I 39. 344 ff. 399. 427. 434. 457. 471; II 618.
— Anordnung I 347.
— Einſtellung zur Sonne I 352 ff.
— Fluorescenz I 345.
— Geſtaltveränderung I 354.
— Verſchiebungen I 353.
— Zahl I 346.
Chlorophyllloſe Pflanzen I 158; II 597. 708.
Chlorophytum comosum II 756.
Cholera I 151; II 615.
Chondrioderma difforme I 535.
Chriſtiania I 528.
— Wachstumsſtufe I 484.
Chromogene Spaltpilze II 614.
Chronosemium II 427.
Chroococcaceae II 616.
Chroococcus cinnamomeus I 97.
Chroolepideen I 226.
Chroolepus jolithus II 620.†
Chryſanthemen II 547.
Chrysanthemum Leucanthemum II
Chrysobalanaceae II 694. [510.
Chrysobalanos II 288. 292.* 694.*
Chrysopogon nutans II 736.
Chrysosplenium II 90.
— alternifolium II 373.
Chylocladiaceae II 623.
Chytridiaceen II 17.* 512. 608. 737.
Chytridieen I 156.
Chytridium Ola I 157; II 17.*
Cibotium II 14.
— Baromez II 634.
Cicatricula II 419.
Cichorium II 114.
— Intybus II 211. 212. 213.
Cicuta II 288.
Cilissa II 159.
Cimicifuga I 175; II 179.
— foetida II 198.
Cinchona II 417.* 425.* 426. 713.
Cinchonaceae II 711. [788.
Cinchonin II 712.
Cincinnus I 697.
Cinclidotus riparius I 245.
Cinnamomum I 589.
— Zeylanicum II 702. 703.*
Circaea II 97. 101. 235.
— alpina I 102. 106; II 98.* 234.* 341.* 723. 724.*
— Lutetiana II 806.*
Circaeaceae II 691.
Cirrhus capreolus I 652.
— costalis I 652.
— foliaris I 652.
— pedunculatis I 652.
— petiolaris I 351.
— radicalis I 652.
— rameaneus I 652.
— stipularis I 651.
Cirsium I 404; II 294. 298. 454. 550. 573. 575. 580. 798.
— affine II 454.
— aquilonare II 552. [726.
— arvense II 198. 499. 518. 535.
— brachycephalum II 198.
— canum I 269.
— Erisithales II 551. 552.

Cirsium heterophyllum I 269; II 454. 551.
— Linkianum II 552.
— nemorale I 406*; II 99.* 797.*
— ochroleucum II 552.
— oleraceum II 454. 551.
— palustre II 551. 552.
— Pannonicum II 551.
— purpureum II 454.
— spinosissimum I 419; II 179.
— Tataricum II 574. [454.
Cissus I 185. 187. 249. 451. 652. 658; II 181.
— discolor I 657.
— Veitchii I 658.
Cistaceae II 687.
Ciſtroſen II 102. 124. 163. 165. 205. 210. 404. 572.
Cistus I 189. 298; II 124. 163. 205. 210. 234. 572.
— Clusii I 288.
— Creticus II 208.
— Florentinus II 574.
— ladaniferus I 288.
— laurifolius I 288.
— Monspeliensis I 288.
— populifolius I 288.
Citrus II 41. 198.
— Aurantium II 559.
— Limonium II 559.
— Medica II 560.
Cladonia alpestris I 278.†
— furcata (mit Protococcus) I 227.*
— macilenta II 611.†
— pyxidata II 611.†
— rangiferina I 278†; II 611.†
Cladonien II 733. 827.
Cladophora I 543. 547.
Cladophoraceae II 619.
Cladrastis lutea II 197.
Clandestina II 170. 235. 271.
— rectiflora II 329.
Clarkea II 101.
— pulchella II 293.
Clathrus cancellatus II 605.*
Clatroptychium I 535.
Clavaria I 550.
— aurea II 21.* 608.
Clavariaceae II 607.
Claviceps II 19.
— purpurea I 429; II 361. 611. 612.* 764. 769.
Clematis I 630. 652. 654; II 310.
— Flammula II 524. 793. 795.*
— integrifolia II 118. 346.
— recta II 524.
— Vitalba I 527; II 163. 195. 309.
Cleome ornithopodioides I 145; II 236.
Clerodendron fistulosum II 231.
— sanguineum II 186.
Clianthus Dampieri I 499; II 186.
— puniceus II 40.
Clinopodium vulgare II 299.
Clivia nobilis II 95.
Closterium I 33; II 51.
— Leibleinii I 22.†
— Lunula I 33; II 486.*
Clusia I 148. 640.*
— alba I 81. 641.
— rosea I 147.
Clusiaceae II 681.
Cluſiaceen I 639. 640.* 714. 718. 722.
Cluſius I 6. 8; II 3. 588. 669.
Clypeola Messanensis II 337.
Cobaea II 102. 277.
— scandens I 656. 657; II 98.* 99. 125. 239. 240.* 303. 378. 379.*
Coccocarpia molybdaea I 225. 227.*
Coccoloba platyclada I 309.
Cocconeis Pediculus I 148.
Cocconema Cistula II 617.*
Cochlearia Armoracia II 567.
— fenestralis I 508.
— Groenlandica II 337.
— officinalis I 507.
Cocos nucifera I 672.
Codiaceae II 619.
Codium I 546.
Coelanthe II 367.
Coeloglossum II 571.
Coelogyne plantaginea II 77. 78.*
Coffea Arabica II 713.
Coffeaceae II 711.
Coffein II 712.
Cohn II 594.
Colchicaceae II 657.
Colchicaceen II 391.
Colchicum I 604; II 93. 112. 310. 367. 804.
— autumnale I 400. 515. 522; II 171. 212. 369. 658.*
Coleanthus subtilis II 803.
Coleochaetaceae II 620.
Coleochaete I 28.*
Coleus (Erfrieren) I 509.
Collema multifidum II 721.
— pulposum I 225. 226.* 308.* 309. 403; II 721.
Colles II 815.
Collinsonia Canadensis II 347.
Collomia I 575; II 775.
Collophora utilis I 438.
Colocasia I 86.
Colocasiaceae II 646.
Columbiſche Flora II 832.
Colutea arborescens I 493; II 153.
Coma (Deckblätter) I 600.
Comarum palustre I 622; II 179.
Combretaceae II 709.
Commelina II 354.
— coelestis II 353.*
Commelinaceae II 655.
Commelinaceen I 566.
Comoro-Inſeln I 176.
Coniferae II 638 ff.
Coniin I 421. 431.
Conium maculatum I 400; II 194.
Conjugatae II 618.
Connaraceae II 676.
Conocephalaceae II 680.
Conomitrium Julianum II 753.
Conopodiae II 681.
Conopodium I 704.
Conus II 434.
Convallaria II 118. 288. 657.
— majalis I 522; II 109.* 118. 196. 658.*
— Polygonatum I 611.
— — (verſchieden große Blätter) I 263.
— verticillata I 688.* 690.
Convolvulaceae I 159; II 171. 670.
Convolvulus I 642; II 91. 93. 99. 102. 250.
— arvensis I 581*; II 196. 208.
— Cneorum I 295. [227.
— — (Haare) I 296.*
— lucanus II 300.
— nitidus I 295.
— oleaefolius I 295.
— sepium I 644; II 96. 98.* 300.
— Siculus II 227. 331.
— silvaticus II 300.
— tenuissimus I 295.
— tricolor I 109; II 186. 208. 608.
Corallina II 624. 828.
— officinalis I 238.† 239.
Corallinaceae II 623.
Corallorhiza I 723; II 662. 664.
— innata I 103. 611; II 661.
Corchorus olitorius I 684.
Cordiceps militaris I 156.
— Taylori II 610.*
Cordyline vivipara II 756.
Coriandrum II 323.
— sativum II 194.
Cormus I 614.
Cornaceae II 710.
Cornucopia cucullata II 809.
Cornus I 386; II 288.
— alba II 799. 801.
— florida II 179. 180.* 227. 228. 228.* 324.
— mas I 454. 522. 589.* 591. 681; II 289.* 324. 710.*
— sanguinea I 454; II 195. 324.
Corolla I 601. [801.
Coronilla II 226. 260.
— scorpioides II 808.
— varia I 497.* 499. 624.
Correa speciosa I 298.
— Haare I 297.*
Corrigiola I 624.
Corſica II 816.
Cortusa I 324; II 118. 309.
Coryanthes II 168. 169.
Corydalis I 87; II 176. 221. 398.
— acaulis II 266.
— capnoides II 85.* 399.
— cava I 263. 515. 522. 614; II 198. 399.
— fabacea I 263. 264. 585. 614; II 399.
— lutea II 97. 98.* 223.* 225. 266.
— ochroleuca II 266. 399.
— solida I 263. 614.
Corylus II 119. 296.
— Avellana I 522. 523; II 144. [145.*
Corymbus I 697.
Corynaea I 179.
— Turdiei I 179.
Coryne pistillaris I 550.
Corypha umbraculifera I 265.* 704; II 651.
— — Blattgröße I 264.
Coryphaceae II 649.
Coscinodiscaceae II 617.
Cosmarium polygonum II 486.*
— tetraophthalmum II 486.*
Cotyledon I 302.
Crambe II 826.
— cordifolia I 703.
— maritima II 28.

Crambe tataria II 398. 567.
Crassula I 302.
Crassulaceae I 694.
Crassulaceen II 236.
Crataegus II 27. 195. 515.
— coccinea I 413.
— Crus galli I 413.
— monogyna II 539.
— Oxyacantha I 522; II 539.
— rotundifolia I 413.
Crateranthae II 694 ff.
Craterellus I 104.
— clavatus II 21.*
Craterium minutum II 484. 485.*
Crepis II 235. 317. 367. 369. 811.
— alpina II 211. 212.
— grandiflora II 159. 357.
— paludosa II 234.*
— pulchra II 212.
— rubra II 211. 212. 213.
Crimson Cliffs I 36.
Crinum II 42. 465.
Crithmum maritimum I 302.
Crocus I 322. 584; II 112. 330. 657.
— albiflorus II 331.
— aureus II 212. 213.
— laevigatus II 212.
— multifidus II 113.*
— sativus II 209. 281.
— vernus II 395. 500.
Cronartium asclepiadeum II 602.
Crossogaster II 158.
Croton II 290. 292.* 675.
— Arten, behaarte I 292.
Crucianella II 174.
— latifolia II 97.
— stylosa II 264. 265.* 267.* 309.
Cruciferae II 683. 826. [329.
Cruciferen II 72.
Crupina vulgaris II 780.* 781.*
Crypsis II 652.
Cryptocephalus violaceus II 159.
Cryptogamia II 290.
Cryptomeria I 452.
Cryptonemiaceae II 623.
Cryptus II 256.
Ctenomyces serratus I 110.
Cucubalus baccifer I 634.
Cucumis Melo II 96.
Cucurbita Pepo I 570.* 657; II 96. 98.* 181.
Cucurbitaceae II 689.
Culmus I 672; II 6. 51.
Cuphea I 571; II 97. 173. 343.
— eminens II 343.
— micropetala II 235. 235.* 236.
— platycentra II 98.
Cupheaceae II 698.
Cupressaceae II 638.
Cupressus fastigiata I 681.
Cupressineen II 432. 434.
Cupressus II 144. 638.
Cupula II 428. 704. 706.*
Curculigo II 41.
Curvispina II 298.
Cuscuta I 162. 163. 556. 560. 607. 609. 611. 646. 708; II 341.
— corymbosa I 159.
— Epilinum I 159.
— Europaea I 159. 160.* 162*; II 385.
— — Keimung I 160.
Cuscuta Europaea (Warzen) I 161.
— Trifolii I 159.
— verrucosa I 163.
Cuticula I 152; II 233.
Cutin I 285.
Cutleriaceae II 621.
Cyanophyceen II 609. 615.
Cyathea elegans II 12.*
Cyatheaceae II 633.
Cyatheaceen II 11.
Cyathus striatus II 605.* 745.
Cycadaceae II 636.
Cycadeae II 636 ff.
Cycadeen I 406. 566 595. 618; II 79. 124. 298. 412. 414. 434. 598.
— Höhe I 672. [636. 637.*
Cycas II 67.
— revoluta II 70.* 77. 433.
Cyclamen I 262; II 90. 177. 273. 667. 812.
— Duft II 196.
— Europaeum I 485; II 89.* 196. 209. 802. 808.
— hederifolium I 485.
— repandum I 485.
Cyclanthaceae II 649.
Cyclantheae II 649.
Cyclanthera II 88. 690.
— explodens II 773.
— pedata I 657.
Cyclanthereen II 90.
Cyclops I 113.
Cyclostigma II 178.
Cydonia II 430.*
— Japonica II 27.
Cyklinodeen II 664 ff.
Cylindrosporaceae II 620.
Cyma I 696.
— composita I 696.
Cymbalaria (Saxifraga) II 343.
Cymbellaceae II 617.
Cyme I 703.
Cymodocea II 105. 827.
— antarctica II 452. 743.
Cymodoceaceae II 644
Cynanchum I 568; II 198. 776. 794.* 811.
— fuscatum II 794.*
— Vincetoxicum I 724; II 424.
Cynara Scolymus II 426.*
Cynipiden II 530.
Cynips calicis II 535.
— caput Medusae II 533.
— Hartigii II 535.
— lucida II 535.
— polycera II 533.
Cynocrambaceae II 667.
Cynoglossum II 310. 807.
— pictum II 176.* 309. 806.*
Cynomoriaceae II 708.
Cynomorium I 182.
— coccineum I 183*; II 709.
Cyperaceen II 102. 140.
Cypergräser I 304.
— Chlorophyll I 348.
Cypern II 203.
Cyperoideae II 654.
Cyperus I 304.
— flavescens II 803.
— Papyrus II 654.
Cypresse I 508. 681; II 67. 413. 414.
— Frucht II 437.* [432.
Cypressenwolfsmilch I 27; II 198. 518. 539.
Cypripediaceae II 661.
Cypripedium II 166. 246. 254. 290.
— Calceolus II 246. 249.*
— insigne II 209.
— villosum II 209.
Cypris I 113.
Cyrtandreen II 191.
Cystiden II 607.
Cystokarp II 623.
Cystolithen I 262. [518.
Cystopus candidus I 275; II 22. 52.
Cystosira I 71. 360; II 827.
— barbata I 97. 550.
Cytinaceae II 700.
Cytinus II 700.
— Hypocistus II 183.* 186. 189.
Cytisus I 305; II 252.
— Adami II 560.
— albus I 275.
— alpinus II 197. 560.
— Alschingeri II 220.
— australis II 483.
— ephedroides I 275.*
— equisetiformis I 275.
— holopetalus I 275.
— Jacquinianus II 560.
— Laburnum I 10.* 508. 522; II 167. 219. 220.* 560.
— nigricans II 483.
— purgans I 275.
— purpureus II 560.
— radiatus (Spaltöffnungen) I 274. 275.*
— spinosus I 412. 417.*
Cytoplasma II 487.

Daboecia polifolia (Rollblätter).
Dacryomyces I 200. [I 283.
Dactylis II 139.
Daedalea quercina II 21.*
Daemonorops hygrophilus I 636.*
Dahlia variabilis II 715.
Dais cotonifolia II 27.
Dalmatien I 294. 518; II 264. 333.
Dammerde I 77.
Daphne I 230; II 111. 281. 288.
— alpina II 196. 199.
— Blagayana II 199. 240.* 703.†
— Cneorum II 840. [835.
— Laureola I 256*; II 108. 197.
— Mezereum I 186. 263. 400. 522; II. 289.* 300. 394. 702. 703.*
— petraea II 816. [703.
— Philippi II 108. 197. 199. 204.
— Pontica II 197.
— striata II 197. 199. 703. 838.
Daphneae II 702.
Daphnia I 113.
Daphnoideen I 84. 231; II 170. 310.
Darlingtonia I 120.
— Californica I 118.* 118.
Darwin I 16. 733; II 329. 588. 803.
Darwins Verdienst I 16.
Dasyactis I 229. 239. 550. 644; II
Dasycladaceae II 619. [733.
Dasylirion I 404.
Dasytes II 159. 163. 175.
Datiscaceae II 699.
Dattel I 561.
Dattelpalme I 84. 560. 566. 689.

Dattelpalme, Keimung I 566.*
— Pollen II 95.
— Stamm I 687.*
Dattelpflaume II 294.
Datura II 116. 179. 197.
— ceratocaula II 181.
— Knigthii II 181.
— Metel II 208. 209.
— Stramonium I 381.* 391. 400; II 113. 192. 208. 436.
Daucus I 724; II 182. 807.
— Carota I 272. 494. 495.* 717.
— maximus I 494.
Dauergewebe I 543.
Dauersporen I 526; II 616.
Dauerzellen I 543. 544.
Davallien (Farne) II 13.
Decandria II 288.
De Candolle I 15; II 591.
De Candolle's System II 590.
Deckblatt I 600; II 428.
Deckblätter, bunte II 179. 180.*
Deckhaare I 296.* 297.*
— büschelförmige I 298.
— Chlorophyllschutz I 363.
— einzellige I 295.
— mehrzellige I 295.
— τ-förmige I 296.
— Verdunstungsschutz I 294 ff.
Deckschuppen II 434.
Deckspelze II 652.
Decussatae II 711.
Dekorationspflanzen I 262.
Dekussiert I 369. 386.
Delebpalme II 651.
Delesseriaceae II 623.
Delphinium II 546.
— Ajacis II 510.
— Caschmirianum II 74.* 76.
— elatum I 702; II 78. 79.
Dendrobium fimbriatum II 269.*
— junceum I 302. [270.
— nobile I 206.†
Dentaria I 611; II 182. 237. 725. 773 777.
— bulbifera I 102. 263. 451; II 455. 457.* 753.
— digitata I 163. 263.
— enneaphyllos I 102. 263.
Derivate der Kohlenwasserstoffe I
Dermatogen I 608. [234.
Dermestes II 202.
— undulatus II 161.
Deserta II 815.
Desmanthus natans I 628.
Desmidiaceae I 531.
Desmidiaceen I 434. 538. 543. 545. 546; II 45. 475. 486.* 601.
— Chlorophyll I 347. [618.
Desmodium Canadense II 807.
— penduliflorum I 499.*
Desmoncus polyacanthus I 636.*
Determinieren der Pflanzen II 287.
Deutzia II 309.
Dextrin I 423. 433. 473.
Diacalpe II 13.
Diachenium II 423. 711.
Diadelphia II 288.
Diadrom I 594.
Dialypetalen I 15.
Diandria II 288.
Dianella II 660.
Dianthoecia II 150. 152.
Dianthus II 97. 172. 234. 552. 572.
— alpinus II 506. 555.
— Carthusianorum I 522. 523; II 98.* [196. 546.
— Caryophyllus I 688.* 690; II
— deltoides II 506.
— glacialis II 206. 297. 359.
— inodorus II 504.
— neglectus II 206. 212. 213. 359.
— Oenipontanus II 555.
— plumarius II 196. 546.
— polymorphus I 576.†
— prolifer II 209. 211. 212. 297.
— silvestris II 504.
— superbus II 196. 555.
— viscidus II 235.
Diapensia Lapponica I 291.
Diapensiaceae II 671.
Diasporinodeen II 643 ff.
Diastase I 428. 433.
Diastrophus Scabiosae II 535.
Diatoma I 547.
— vulgare II 617.*
Diatomaceae II 617.*
Diatomaceen I 65. 143. 148. 240. 507. 545; II 475.
— Bewegung I 37.
Diatomeen I 360; II 600.
Diatomin II 607.
Diavolezza (Schweiz) I 490.
Dichogamie II 132. 307. 581.
Dickblatt I 301. 507; II 38. 696.
— Stränge I 596.
— von Tieren nicht gefressen I 401.
Dicke der Bäume I 681.
Dicranodontium aristatum II 454.
— longirostre I 102.
Dicranum I 79; II 827.
— congestum I 102.
— elongatum I 105; II 734
— Sauteri I 110.
— scoparium I 102.
Dickrippe II 322.
Dictamnus II 222.
— Fraxinella II 198.
Dictydium umbilicatulum I 534; II 484. 485.*
Dictyota I 547.†
Didymium I 535.
Didymodon ruber II 461.
Didynamia II 288.
Diervilla I 386.
— Canadensis I 387.
— — (Zweig) I 387.*
Differenzierung II 597.
Diffusion I 55.
Digitalis II 72. 118. 221. 248. 288. 310. 362. 565.
— ambigua II 510.
— lutescens II 110.*
— ochroleuca II 504.
— purpurea I 522; II 209. 510.
Dijon I 528.
Dikotyledoneen I 15. 690; II 667 ff.
Diktyodrom I 590.
Dilleniaceae II 681.
Dillkraut I 382.
Diluvialzeit II 838.
Dingel I 103. 450.
Dioecia II 290.
Dionaea I 146; II 72.
Dionaea muscipula I 138. 138.* 314.
Dioscorea II 97. 788. 789.*
— Pyrenaica II 667. 816.
— Williamsi II 667.
Dioscoreaceae II 666.
Dioscoreae II 666.
Dioskorides I 6.
Diosmaceae II 676. 775.
Diospyros Lotus II 294.
Diphtheritis I 151; II 615.
Diplocolobeae II 683.
Diplosis II 530.
— Tremulae II 530. 533.
Diplotaxis II 91. 250.
— tenuifolia II 212. 213.
Dipsaceae II 715.
Dipsaceen II 227. 277. 282. 297.
Dipsacus II 232.
— laciniatus I 220. 223.
Diptam II 198. 222.
Dischidium II 387.
Discomycetaceae II 609.
Discophorae II 676.
Discopodium I 705.
Distel I 420; II 826.
— Verbreitung II 797.* 798.
Distelblätter I 404.
Distelgruppe I 406.*
Distelkopf II 238.
Divergenz (Blattstellung) I 368.
Dodecandria II 288.
Dodecathion II 332.
Dohlen II 438. 799.
Dolde I 697. 703.
Doldenpflanzen I 91. 420. 560. 571. 591. 604. 697. 703.† 720; II 28. 82. 97. 102. 120. 169. 175. 179. 182. 198. 205. 227. 244. 277. 281. 295. 310. 321. 339. 423. 444. 572. 710. 773. 776. 800. 826.
— Anthokyan I 488.
— bedornt I 404.
— Dickblatt I 302.
Doldentraube I 697.
Donau I 454. 630; II 744.
Doppelbrechung der Zellhaut I 531.
Doppelsamen II 250. 423.
Doria I 575.
Dorn I 401.
— als Schutzmittel I 412 ff.
— der Opuntien I 415.
Doronicum II 120. 122. 216. 296.
— cordatum II 311.
— glaciale II 320.
— scorpioides II 320.
Dorstenia II 693.
Dorsteniaceae II 680. 771.
Dorstenien I 99.
Dorycnium decumbens I 64. 493; II 776.
— herbaceum II 770. 775.
Doryphora II 85.* 86. 693.
Dost II 311. 314.
Dotter II 415.
Dotterblume I 347.
Dovrefjeld (Norwegen) II 461.
Draba II 171. 556. 572.
— aizoides II 120. 188. 335. 736.
— alpina I 291.
— borealis II 337.
— Hoppeana II 574.

Draba repens II 398.
— stellata I 290.
— Thomasii I 296.* 297.
— tomentosa I 290.
— verna II 187. 212. 213. 337.
Dracaena I 672; II 657.
— Draco I 672; II 657.
Dracänen I 618.
Drachenbaum I 672. 679; II 657.
Drachenkopf I 575.
Dracocephalum I 575.
— Ruyschianum II 504.
Dracontium II 647.
Dracunculus Creticus II 161. 203.
— crinitus II 161.
— vulgaris II 161.
Draparnaldia I 28. 28.* 29.
Drehung der Blattstiele I 387. 387.*
— der Stengelglieder I 386. 387.*
— der windenden Achse I 640.
Dreiachtel-Stellung I 371.
Dreizack II 133. 144. 312.
— Blüte I 605.* 606; II 146. 147.*
Drimys II 95.
Drosera I 133; II 72. 87. 174. 181. 281. 352.
— intermedia II 78.* 79.
— longifolia II 208. 210. 279.*
— obovata II 574. [384.
— rotundifolia I 130.† 133. 136.
Droseraceae II 687.
Droseraceen I 137; II 174. 251. 739.
Drosophyllum II 72.
— Lusitanicum I 143.* 143; II 236.
Drosseln I 190; II 799.
Druckfestigkeit I 691.
Drude II 593.
Drupa II 421.
Drüsen I 131; II 686.
Drüsengriffel I 702; II 449.
Drüsenhaare I 212; II 555.
— an Früchten II 804.
Drüsenzellen II 234.
Dryadaceae II 694.
Dryadeen I 601; II 118.
Dryandra II 228.
— floribunda I 273. 342.
— Spaltöffnungen I 274.*
Dryas II 73.
— octopetala I 279. 280. 621; II 297. 376.
Dryobalanops II 789. 791.*
Dryoteras terminalis II 535.
Drypis I 403.
Du Bois-Reymond I 17.
Dudresnaya coccinea II 50.* 57.
Duft der Kryptogamen II 602.
— Früchte II 301.
Duft und Geruch II 194.
Dulcit I 429.
Dumpalme I 672. 704.
Dünengras I 511.
Durchlöcherte Blattflächen I 383.
Durchlüftungssystem I 257.
Durchwachsene Blätter I 556.
Dürenstein (Niederösterreich) II 565.
Duvalia longifolia II 526. 530. 531.

Eatonia obtusata II 736.
Ebenaceae II 671.
Ebersche I 522. 523.
Ecballium Elaterium II 690. 771. 772.* 785.
Echeveria I 380. 507; II 39.
Echinocactus I 302. 415; II 192.
— horizontalis II 689.* [300.
— oxygonus II 181.
— Tetani II 181. 197. 209.
Echinophora spinosa I 404.
Echinops I 404; II 715.
Echinopsis II 344.
— cristata II 181.
Echinospermum II 807.
Echium I 409. 702; II 222. 246. 300.
— Italicum I 408.* [310.
— vulgare II 96.
Echte Arten II 567.
— Zwitterblüten II 293.
Ecluse, s. Clusius.
Ectocarpaceae II 621.
Edelraute I 290. 297; II 838.
Edelreis I 197.
Edeltanne II 516.
— Frucht II 435.*
Edelweiß I 291*; II 296. 715. 736.
— Haarkleid I 290. [838.
Ehrenpreis I 388. 637; II 37. 208. 222. 271. 288. 324. 541.
— Blattstellung I 369.
— epheublätteriger I 624. 695.
— Phytoptus II 546.
— schildfrüchtiger I 634.
— Verbreitung II 783.
— zwergig II 494.
Ei II 8. 408.
Eibe I 64. 65. 681; II 117. 143. 298. 434. 539. 638. 795.
— Blühen II 143.*
— Frucht II 436.*
Eibisch II 288.
— syrischer I 522.
Eichäpfel II 520.
Eiche I 324. 378. 454. 508. 568. 583. 591. 596. 679. 688. 727; II 29. 97. 103. 131. 134. 290. 296. 311. 415. 428. 476. 516. 533. 546. 572. 704. 826.
— Abbisse I 414.
— Baumschlag I 675. 676.*
— Blüte II 706.*
— Eicheln I 482.
— Gallen II 526.* 529. 531. 534.*
— immergrüne I 595. [545.
— Laubfall I 335.
— Nebenblättchen I 325.
— österreichische II 529.
— — Galle II 531 533.
— — Keimung I 566.*
Eichelhäher II 801.
Eichen (Samenanlage) II 67. 408.
— Deutung I 602.
Eichhörnchen II 801.
Eichler II 593.
Eierschwamm II 485.†
Eikern I 603; II 408. 410.
Einbeere I 263; II 185. 210. 226. 395.
Einbildungskraft, des Forschers I 17.
Eindrittel-Stellung I 370.
— der Grasnarben-Zellen I 375.
Einfache Cyme I 696; II 521.
Eingerollte Knospenlage II 205.
Eingeschlechtige Blüten II 293.
Einhalb-Stellung I 369.
Einhäusige Pflanzen, proterogyn II 311.
Einjährige Pflanzen I 293; II 447.
Einrichtungen zum Festhalten der Lage der Laubblätter I 393.
Einseitige Blütenstände II 221.
Eintagsblüten II 208. 354.
Einteilung der Düfte II 195.
Einzellige Arten I 545.
Eipolster I 604.
Eisen I 62.
Eisenhut I 347. 400. 419. 467. 582. 598. 702. 720. 724; II 86. 111. 175. 179. 239. 246. 302. 424 769.
Eisenkraut II 241.
Eisenoxydhydrat, durch Pflanzen angesammelt I 240.
Eismänner I 504.
Eiszeit II 838.
Eiweiß I 463.
— Gerinnung I 517.
— Stoffe I 425. 432. 461.
— Zerfall I 473.
Elaeagnaceae II 702.
Elaeagnus I 298; II 702.
— angustifolia II 204.
— — Haare I 297.*
Elastizität der Stengel und Fruchtstiele II 777.
Elateren II 749. [
Elatinaceae II 681.
Elatine Alsinastrum II 499.
— Hydropiper II 803.
Elbwasser I 243.
Eleanthus II 165.
Elefanten I 184.
Elektrische Ströme bei Dionaea I 141.
Elf dansar II 720.
Elfenbläster II 720.
Elfenringe II 719.
Elodea I 24.* 70. 517; II 646.
— Canadensis II 131. 452.
Elwendgebirge II 453.
Elymus II 139. 571.
— crinitus II 780.
— mollis I 511.
Embryo II 8. 44.
Embryoplast II 410. 413.
Embryosack I 558; II 77.
Empetraceae II 671.
Empetrum I 231. 277. 401; II 95.
— nigrum I 279. 281. 457.
— — Rollblatt I 277.*
Empfang der Insekten an den Blüten II 218 ff. 220.* 223.* 224.*
Empfindung der Pflanze I 49.
Empis II 159.
Empleurum serrulatum II 85.*
Empusa Muscae I 156; II 609. 762.*
Emulsin I 433.
Enanthioblastae II 655.
Encephalartos I 566.
Endemische Arten II 816.
Endlicher II 590.
Endlichers System II 592.
Endocarpon miniatum I 228.
Endophyllum Sempervivi II 516.*
Endosmose I 55. 248.
Endosperm II 416.
Endosphaeraceae II 619.
Endothecium II 92.
Endständige Blüte I 600.
Engler II 593.

Enhalus acoroides II 131.
Enneandria II 288.
Entada Gingolobium II 813.
Entbindung des Pollens II 92.
Ente II 799.
Enteromorphen I 362. [763.
Entomophthora radicans II 762.*
Entomophthoraceae II 609.
Entwickelung der Pollenschläuche II 401 ff. 403.* 406.*
Entwickelungsgeschichte des Pflanzenreiches I 553. [I 14.
Entwickelungsgeschichtliche Richtung
Entyloma Aschersonii II 514.
— Magnusii II 514.
Enzian, gefranster II 197.
— stielloser I 210.* 214.*
Enziane I 720; II 97.
Enzyme I 432; II 57. 543.
Epacridaceae II 671.
Epacris I 231; II 95.
Epakrideen I 84. 282. 401.
— Mycelmantel I 232.
Ephebe Kerneri I 225. 226.*
Ephedra I 306; II 32. 298. 435. 641.
— distachya II 643. [674.
— Samenanlage II 409.*
— Spaltöffnungen I 273.
Ephemere Blüten II 208.
Epheu I 522. 560. 665. 667. 668. 669. 712: II 169. 175. 192. 195. 204. 477. 483. 711.
— Blätter I 392. 393.*
— — wurzelschlagend I 729.
— kletternd I 661. 662.*
Epidendraceae II 661.
Epidendron elongatum I 204.
— Lindleyanum II 209.
Epidermis I 678.
Epikotyl I 557.
Epilobiaceae II 691.
Epilobium II 73. 572. 692. 725. 811.
— alsinefolium II 578. [826.
— angustifolium I 702; II 71. 101.* 177. 191. 208. 277. 307. 308.* 350.* 448. 725.
— collinum II 208. 209. 333. 776. 795.*
— hirsutum II 96. 121. 185. 350.
— montanum I 485; II 96. 121. 185. 333.
— palustre II 578.
— parviflorum II 333.
— roseum II 121.
— salicifolium II 574.
— scaturiginum II 578.
Epimedium I 451; II 91. 93. 175.
— alpinum II 234.* 235. 344. 345.*
Epinykte Blüten II 209.
Epipactis I 103; II 172. 175. 290.
— gigantea II 571.
— latifolia II 254. 255.* 283.
— microphylla II 27.
— rubiginosa II 571.
— speciosa II 571.
— Thunbergii II 571.
Epiplasma II 99. [664.
Epipogum I 723; II 172. 283. 662.
— aphyllum I 103; II 196. 221. 222. 223.* 257. 662.
Episcia bicolor II 41.
Epithemia I 507.
Equisetaceae II 629.
Equisetaceen I 612. 673; II 63. 470.
Equisetinae II 629.
Equisetum I 304. 401; II 629.
— arvense I 612; II 14.* 15. 470.
— giganteum I 630. [571.
— hiemale II 726.
— inundatum II 571.
— limosum II 571. 598. 726.
— silvaticum II 14.* 15. 470.
— Telmateja I 612; II 751.*
Eranthis I 582; II 114. 175. 179. 251. 394.
— hiemalis II 112. *209. 212. 213.
Erbsen I 482. 521. 652; II 253. 399. 415. 440.
— Aufquellen I 544.
Erdbeerbaum I 231; II 95. 273.
— Samen II 415. 416.*
Erdbeere I 522. 527. 621. 623. 667. 725. 728; II 170. 429. 430. 482. 801.
Erdbeerstöcke (Wanderungen) II 730.
Erde I 75. 77.
Erdkrume I 77.
Erdorchideen I 718; II 662.
Erdpflanzen I 52. 58. 75. 730.
— mit Gefäßbündeln I 553.
— Nährgasleitung I 341.
Erdrauch I 652. 653; II 176. 288. 399. 422.
Erdrinde, feste I 63.
Erdscheibe II 273.
Erdschieber I 464. 480.
Erdsterne I 104. 550.
Erdwurzeln I 710.
— Bau der I 719.
Eremurus I 698; II 325. 661. 657.
— Altaicus II 167.
— Caucasicus II 167. 307. 308.*
— Tauricus II 167.
Erfrieren I 330. 504 ff.; II 483.
Erica I 6. 230; II 95. 573. 826.
— arborea I 282; II 539. 672.
— Caffra (Rollblatt) I 277.* 278. 279.
— carnea I 279; II 128. 176. 703.† 327.* 539. 830.
— cinerea I 281.
— Mackayi II 574.
— Tetralix I 281.
— vestita I 278.
Ericaceae II 67.
Ericaceen I 231; II 128.
Ericineen I 84. 456; II 90. 309. 310. 391. 492.
— Bastarte II 573.
Eriesee I 455.
Erigeron acer II 573.
— alpinum II 311.
— Canadense II 573. 813. 814.
— Hülsenii II 573.
Eriken I 279. 287; II 104. 274.
— am Kap I 282.
Erineum II 522.
Eriocaulaceae II 655.
Eriocaulon septangulare II 655.
Eriocephalus I 189.
Eriodendron II 417.*
— Caribaeum I 712.
Eriophorum II 654. 793. 811.
— angustifolium II 794.*
— vaginatum I 105; II 735.
Eristalis arbustorum II 163.
Eritrichium nanum II 497.
Erlafthal II 571. 768.
Erle I 378. 454. 586. 675. 710; II 4. 93. 103. 131. 134. 144. 148. 296. 311. 521. 526. 527. 572.
— graue II 520. [704.
— Krebs II 515. 517.
Ernährungsgenossenschaften I 224. 434; II 514. 609. 616. 628.
Ernstbrunner Wald (Niederösterreich) I 197.
Erodium I 576; II 171. 776.
— Cicutarium I 577.* 579. 581*; II 208.
Eröffnung des Zugangs zum Blütengrunde II 205 ff.
Ersparung an Material I 441.
Erstlingswurzeln I 728.
Eryngium II 277. 310. 321.
— alpinum II 179. [180.
— amethystinum I 404. 420; II
— bromeliaefolium I 404.
— campestre I 420.
— Creticum II 180.
— maritimum II 710.*
— pandanifolium I 404.
Erysimum I 296.
— odoratum II 198.
— Wittmanni II 816.
Erysiphe II 56.
— Tuckeri I 154.
Erysipheaceae II 609.
Erysipheen II 19. 55.
Erythraea I 88; II 91. 112. 167. 281.
— Centaureum II 89. 209.
— pulchella II 208. 209. 212. 213. 361. 803.
Erythrina crista galli II 191.
— herbacea II 191.
— speciosa II 191.
Erythrinen I 402.
Erythronium II 310.
— Dens canis I 599.
Erythrophyll (Fluorescenz) I 360.
Erythroxylaceae II 676.
Ervum I 652; II 399.
Escalloniaceae II 694.
Esche I 214.* 384. 455. 585. 675. 678. 679. 681; II 29. 35. 97. 148. 290. 297. 301. 311. 424 541 671.
— Blattstellung I 369.
— Blüten II 136.*
— Galle II 526.* 527.
Eschscholtzia II 163. 775.
— Californica II 112.* 114. 209. 212. 213. 301.*
Eselsdistel I 90.
Eselsgurke II 771. 772.*
Esparsette I 521; II 226. 252.
Espe I 215.* 220. 454; II 25. 27. 148. 476. 508. 522. 530. 533. 535.
— Blattstiele I 397. [722.
Espigo de sangue I 178.
Essigbakterie I 473.
Essigbaum I 451. 455. 707.
Essigsäure I 473; II 614.
Euactis I 229. 239. 550. 644; II 733.
— Heeriana II 733.
Euastrum oblongum II 486.*
Euböa II 816.

Eucalyptus I 176. 310. 679; II 107. 425.* 426. 444.
— amygdalina I 681. 682.*
— coriacea I 581.*
— globulus I 692*; II 476.
— orientalis I 581.*
Eugenia I 589.* 590.
— caryophyllata II 692.
Eugenol II 196.
Euglänen I 96. 97. 158.
Eukalypten I 675.
Eukalyptusöl I 430.
Eukalyptuswald II 655.†
Eulalia Japonica I 271. 396.
Eulen (Schmetterlinge) II 202. 217.
Eunotiaceae II 617. 257.
Eupatorium II 715. 826.
— aromaticum II 318.*
— cannabinum II 318.*
Euphorbia I 400; II 72. 124. 170. 311. 572. 722. 775. 802. 826.
— amygdaloides I 485.
— Austriaca II 675.
— Canariensis II 85.*
— capitulata II 675.
— coerulescens I 415.
— Cyparissias I 27; II 198. 518.
— helioscopia II 28. [539.
— Myrsinites I 22.*
— Peplus II 28.
— polychroma II 179.
— spinosa I 413.
— splendens II 179.
— variegata II 179.
Euphorbiaceen II 90. 462.
— Brennhaare der I 409.
Euphorbiales II 674.
Euphorbien (Waffen) I 415.
Euphorbienwald II 826.
Euphrasia I 163. 165. 591; II 111. 559. 671.
— minima II 348.* 349.
— officinalis II 109.*
— Rostkoviana II 361.
— speciosa II 361.
— versicolor II 361.
Eupodiscaceae II 617.
Euriops I 575.
Euromycetes II 609.
Europa I 528.
Eurotium I 242. 474; II 610.*
Euryalaceae II 699.
Euryangium Sumbul I 688.* 690. 703†; II 194. 711.
Euzomodendron Burgaeanum II
Evax I 293. [816.
Evernia II 752.
— furfuracea II 752.
Evonymus II 418.
— Europaeus I 454; II 169.* 677.*
— verrucosus I 454; II 521. 801.
Ewiges Eis I 731.
Exantheme II 607.
Exkremente, von Moosen bewohnt
Exidia I 104. [I 95.
Exine II 99.
Exoascaceae II 609.
Exoascus alnitorquus II 516.* 517.
— aureus II 517.
— borealis II 520.
— Carpini II 520.
— deformans II 517. 520.
Exoascus Insititiae II 520.
— Pruni II 517.
— turgidus II 520.
Exobasidium II 512.
— Lauri II 514.
— Vaccinii II 513. 518. 519.
Exocarpus I 304.
Exosmose I 55.
Exostemma longiflorum II 218.
Exothecium II 92.
Experiment, Natur desselben I 18.
— Wichtigkeit I 16.
Explodierende Blüten II 268.
Exzentrizität der Erdbahn II 841.

Fächerläufig I 593.* 594.
Fächerpalme I 402; 651.†
— Blattstiel I 397.
Fächerung der Zellen I 538.
Fadenalgen I 98.
Fagraea obovata I 640.*
Fagus II 428. 704.
— ferruginea I 455.
— silvatica I 324. 327. 492. 522. 523. 573. 581.* 681; II 508. 707.* 708.
Falcaria Rivini I 494. [113.*
Fallen der Utricularia neglecta I
Fallschirme an Frucht und Samen
Faltengallen II 524. [II 792.
Falter I 701; II 202.
Faltung (Knospenlage) I 323.
Falzblume II 296.
Fangvorrichtungen I 127.* 139.*
Farbenänderungen (Alpenpflanzen) I 487.
Farbengefühl der Insekten II 190.
Farbenkontraste in Blüten II 178 ff. 189.
Farbenwechsel der Blumen II 187.
Farbstoffe als Chlorophyllschutz I
— der Bakterien I 472. [364.
— der Pflanze II 504.
Färbeginster I 378.
Färbermaulbeerbaum II 27.
Färberröte I 596.
Farne I 98. 102. 263. 264. 412. 419. 425. 541. 594. 595. 679; II 11.11.† 62. 407. 412. 452. 633.
— Bastarte II 571.
— Blätter (Schuppen) I 328.
— Chlorophyllzerstörung I 363.
— Generationswechsel II 467. 468.*
— Knospenlage I 322.
— sonneliebende I 290.
— Sporenverbreitung II 750.
— von Tieren nicht gefressen I 401.
— Wachsüberzug I 269.
— Wedel II 36.
Farnkrautsamen II 9.
Farnreiche Flora II 453.
Fasciculus I 697.
Faserborke I 679.
Fassaner Alpen II 839.
Faulbäume I 590.
Fäulnis I 473.
Fäulnisbakterien I 242.
Favus I 156.
Federchen I 557. 576.†
Federgras II 736.
— Verankerung I 577.*
Federharz I 438.
Federn (Narben) II 148.
Fedia II 716.
Fegatella conica II 61.†
Fegehaare II 317.
— Narbe II 284.
Feige I 438. 508. 586. 639. 714. 722; II 27. 102. 245. 430. 663. 668.
— Blüten II 156 ff. [680.
— Früchte II 429.
— gewöhnliche II 157. 158.
— gitterbildende I 667.* 669.
— Nebenblätter I 325.
— Wassergewebe I 342.
Feigenkaktus I 302. 538; II 342.
— Angelborsten I 409.
Feigenwespe II 154.*
Feinpunktierte Blumenblätter II 186.
Felberweiden II 54. 539.
Feldahorn I 454; II 521.
Fel de Terra I 181.
Feldmäuse I 720.
Feldspat II 490.
Felsbildner II 620.
Felsenbrombeere I 623.
Felsenmispel (Haare) I 327.
— Krebs II 513. 514.*
Felsige Orte II 815.
Fenchel I 382; II 323. 423.
Fermente I 433.
Ferraria I 310.
Ferula I 703.
— communis II 711.
Ferulago II 323.
Festigkeit der Stämme I 683 ff.
Festuca I 314; II 139. 571. 652. 756.
— alpestris I 316. 319.
— — Blattquerschnitt I 316.*
— — Nadelblatt I 403.
— alpina II 449.
— arundinacea (Widerhäkchen) I
— nigrescens I 487. [408.*
— Porcii I 317. 317.*
— punctoria I 268. 316. 319.
— — Blattquerschnitt I 318.*
— rupicaprina II 449.
— vaginata I 576†; II 736.
Fett I 430. 461. 558. 561.
Fettes Öl auf Pollen II 100.
Fetthenne I 303. 718.
Fettkraut I 82. 127.* 130. 222; II 111. 174. 236. 352.
— dunkles I 487.
— Samenschutz II 442. 443.*
Fettkräuter (Ableger) II 447.
Fettpflanzen I 290. 293.
— Blatt I 403.
— der Gärtner I 302.
— Parastichen I 372.
Fettsäuren I 432. 473.
Feuchtigkeit der Luft II 496.
Feuerbohne I 644.
Feuerland I 360.
Feuerlilie II 456. 768.
Feuerschwamm II 485.†
Fibrin I 427.
Ficaceae II 680.
Ficaria II 179. 667.
— ranunculoides I 611; II 746.
Fichte I 385. 454. 488. 492. 508. 522. 582. 678. 681. 727; II 4. 28. 67. 134. 143. 395. 413. 431. 476. 507. 520. 544. 641. 825.

Fichte (Galle) II 526.* 536.
— Zapfen-Paraſtichen I 372. 373.*
Fichtenſpargel I 232. 556. 614; II 87. 174. 190. 241. 445.
Ficoidaceae II 696.
Ficus I 148. 176. 390. 664.* 712; II 157. 680. 693.
— Benjamina I 663. 666.*
— Carica II 157. 158. 533.
— — mit Blastophaga II 154.*
— — mit Feigenweſpen II 154.
— elastica I 712. 713*; II 156. 680.
— Indica I 712. 713.* 714.
— nitida I 714.
— pumila II 96. 156.
— — Blüten II 154.*
— scandens I 390.*
— stipulata I 391. 661. 669.
— Tsiela I 714.
Fieberbäume II 426.
Fieberheilbaum I 681.
Fieberklee I 110; II 385.
Fieberrindenbäume I 179; II 713.
Fiederförmige Seitenſtränge I 588.
Fiederpalmen II 651.†
Filago I 293.
— mixta II 573.
— neglecta II 573.
— subspicata II 573.
Filamentum I 601; II 83.
Filicinae II 633.
Filz aus Haaren I 299.
Filzblumen I 298.
Filze (Genoſſenſchaften) II 825.
Filzgalle II 521.
Filzige Überzüge (Schutz gegen Tiere) I 411.
Filzkraut II 573. [
Findlinge in den Alpen I 493.
Finger II 547.
Fingerhut I 467; II 72. 159. 219. 221. 248. 288. 510. 565. 800.
— Blüte (Temperatur) I 468.
— roter I 522; II 229. 510.
Fingerkraut I 604. 621. 623; II 73. 120. 122. 208. 193. 489. 521.
— aufrechtes II 208. [556.
— Blüte II 170.*
— glänzendes I 290.
— kleinblütiges II 177.
— kriechendes II 731.
— Haare I 298.
— Knoſpenlage I 323.
Finnmarken II 641.
Firn I 465.
Firnis der Blätter I 219.
Firnisartige Überzüge I 288.
— — junger Blätter I 327
Fiſolen I 521.
Flachblätter I 263.
Flachraſen II 736.
Flachs II 217.
— neuſeeländiſcher I 398.
Flachsproſſe I 365. 412; II 13. 36.
— lotrecht geſtellt I 309.
Flachsproßgewächſe I 307 ff. 307.* 308.* 612; II 36.
— bedornt I 403.
— Chlorophyll I 348.
Flagellaria Indica I 652.
Flagellariaceae II 654.
Flaſchenkürbis II 447.
Flechten I 224. 225. 679; II 19. 492. 611. 613. 751.
— Chlorophyll I 347.
— Marmor anätzend I 236.
— Nährgasleitung I 341.
— Waſſeraufnahme I 201.
Flechtender Stamm I 631.
Fleiſchfrüchte (durch Tiere verbreitet) II 800.
Fleiſchzapfen II 434. [
Flexuosus I 616.
Flieder I 522. 527; II 27. 82. 196. 206. 288. 295. 332. 540.
— Blattſtellung I 369.
— Blüten II 250.
— Duft II 196.
— Laubfall I 331.
Fliegen I 701; II 186. 202. 229. 762.
Fliegenfalle I 314. 733.
Fliegenſchimmel II 609.
Fliegenſchwamm I 464; II 485 †
Flockenblume II 125. 252. 357. 535
— Haare I 269.
Flockige Haare I 298.
Flora (als Namen für Pflanzenverzeichniſſe) I 7.
— der trockenheißen Gegenden I 292. [
Florenreiche II 831.
Florenz (botaniſcher Garten) II 559.
Flores compositae II 716.
Florida II 111.
Florideae II 623
Floridеen I 239. 360. 362. 425 526. 547.† 548. 550; II 22. 24. 56. 105. 466. 474. 601. 739. 827.
Flottierende Waſſerpflanzen I 628.
Flügelfortſätze an Früchten und Samen II 788.
Flügelfrucht II 424.
Flügelholz I 692.
Flügelloſe Tiere II 229.
Flugſand I 712.
— Bindung II 726.
Fluor I 63.
Fluoreszenz des Chlorophylls I 351.
Fluoreszierende Stoffe der Pflanze I 351. [
Fluren II 821.
Flüſſe II 815.
Flutende Stämme I 620. 624 ff.
Fluvii II 815.
Foeniculum II 323.
— aromaticum II 421.* 423.
Föhnwinde II 734
Föhre I 522 681; II 482. 520. 825.
— Baſtarte II 556.
— Beſtand I 455.
Folia connata I 556.
— decurrentia I 556.
— perfoliata I 556.
— scabra I 407.
— sessilia I 556.
Folium I 556.
— fulcrans I 600.
Folliculus II 424.
Fontanesia II 32.
— jasminoides I 510.
Fontes II 815.
Formica exsecta II 243.* 244.
— rufibarbis II 802.
Formoſe I 425.
Forſter I 176.
Forsythia viridissima II 31.
Fortpflanzung II 7.
Fortpflanzungswechſel II 8.
Fortrollende Früchte II 769 ff.
Foſſile Arten II 582.
— Tange II 598.
Fourcroya II 96. 657.
— gigantea II 754.
Fragaria I 621; II 429.
— collina II 482.
— elatior II 482.
— grandiflora I 623. 694*; II 482.
— Indica I 623; II 799.
— vesca I 522. 623. 728; II 482. 730.
Fragillaria virescens II 617.*
Fragraea obovata I 718.
Franciscea eximia I 256.* 262.
Francoaceae II 694.
Frank I 230.
Frankenia hispida I 218.
Frankeniaceae II 687.
Frankreich II 578. 804.
Franſen und Haare als Blütenſchutz II 239 ff. 240.*
Franz-Joſephs-Land II 669. 696.
Frauenmantel II 169. 347.
— gegen Tiere geſchützt I 401.
— Knoſpenlage I 323. 323.*
— Pollenſchutz II 123.* 124.
Frauenſchuh II 166. 210. 246. 254.
— europäiſcher (Blüte) II 249.*
Fraxinus II 290. 671.
— excelsior I 681; II 136.* 297. 311. 422.* 424. 526.* 527. 541.
— nana II 29.
— Ornus II 195. 294. 541.
Freier Pollen II 95.
Freie Wärme I 458. 463.
Freie Zellbildung I 537.
Friedrich Auguſt von Sachſen II 703.
Fritillaria II 41. 42. 88. 118. 219. 237. 330. 657. 788.
— cirrhosa I 652.
— imperialis I 584; II 91. 173. 296. 330.
— Meleagris II 209.
— Ruthenica I 652.
— verticillata I 652.
Froſchbieß I 91. 258. 265. 592. 593.* 627; II 232. 767.
— Anthokyan I 486.
— Knoſpenablöſung II 740.* 741.*
Fröſche in ſauerſtofffreier Luft I 471.
Froſchlöffel II 232.
Froſt und Laubfall I 333.
Fruchtähnliche Gallen II 544.
Fruchtanlage der Phanerogamen II 65 ff.
Fruchtbecher II 428. 706.*
Fruchtbildung durch Paarung II 47.
Fruchtblätter I 11. 601; II 68.
— honigbildend II 171.
Fruchtblüten II 293.
Fruchtdecke II 426.
Früchte II 8. 43 ff. 643.
— durch Vögel verſchleppt I 98
Fruchthülle II 426.
Fruchtknoten I 602; II 67.
— Chlorophyll I 348.
Fruchtkörper II 607.
Fruchtreife (Konſtanten) I 522.
Fruchtſchuppen II 433. 638.

Frühlingsheidekraut II 176.
— Blüte II 327.*
Frühlingsknotenblume II 186. 197.
— Blüte II 166.*
Frühlingspflanzen (Blütezeit) I 528.
Frühlingsprimel I 594; II 398.
— Knospenlage I 323.
Frühlingssafran II 395. 500.
Frullania dilatata I 99; II 627.* 628. 721.
— Tamarisci I 101.
— tierbewohnt I 234.
Frutex I 673.
Fruticulus I 673.
Fucaceae II 621.
Fucaceen II 47.
Fuchsia II 101.
— coccinea II 191.
— cylindrica II 191.
— fulgens II 191.
— radicans II 191.
— spectabilis II 191.
Fuchsiaceae II 691.
Fuchsschwanz II 139.
Fucoideen II 621.
Fucus I 28.* 550; II 827.
— vesiculosus II 48. 48.* 49. 49.*
— virsoides II 47.† 621.
Füllung I 687; II 546.
— durch Kreuzung II 564.
Fumaria I 652. 653; II 176. 288. 399. 421.* 422. 687.
— claviculata I 652.
— officinalis I 581.* 582; II 292.*
Fumariaceae II 687.
Funaria I 28*; II 571.
— hygrometrica I 354.
Fundamentum I 609.
Fünfdreizehntel-Stellung I 371.*
Fungus Melitensis I 184.
Funiculus I 604; II 77.
Funkia I 593*; II 222. 246. 276. 302. 465. 657. 788. 824.
— ovata II 443.
— Sieboldi II 443.
— subcordata II 443.
Funkien I 88.
Funktionwechselnde Pflanzenorgane I 419.
Furchen auf Pollen II 97.
Furfuraceus I 298.
Fußnervig I 592. 593.*

Gagea II 41. 179. 288. 657.
— arvensis II 768.
— Bohemica II 458.
— bulbifera II 746.
— lutea I 515. 614; II 91. 289.* 384. 395. 658.*
— minima I 614.
— Persica II 456.* 458. 754.
— stenopetala II 768.
Galactodendron utile I 438; II 680.
Galanthus II 118 210. 273. 331. 659.
— nivalis I 522. 525. 614; II 89.* 172.* 658.* 802.
Galega II 219.
Galeobdolon luteum I 262.
Galeopsis I 728; II 91. 253. 559.
— angustifolia II 89.* 127.
— grandiflora II 223*
— ochroleuca II 352.
Galeopsis pubescens I 581.*
— Tetrahit II 225.
— versicolor II 226.
Galinsoga parviflora II 181. 814.
Galium I 596; II 573. 713.
— Aparine I 634; II 530. 806.*
— Austriacum II 537.
— boreale II 537. 712.
— Cruciata II 198. 295.
— infestum II 209. 341.
— Mollugo I 634; II 341. 537.
— retrorsum II 809.*
— rotundifolium I 102. 293.
— tricorne II 341.
— uliginosum I 634; II 537.
— verum II 198.
Galla II 520.
Galläpfel II 520. 529.
Gallasia villosa II 212.
Gallen II 488. 520 ff. 523.* 525.* 526.* 532.* 534.*
Gallenblüten II 295.
— Feigen II 154.* 156 ff.
Gallentiere II 520 ff.
Gallertflechten I 225. 226*; II 611.
Gallmilben II 521. [721.
Gallnüsse II 520.
Gallwespen II 530.
Gamander II 206. 536.
— Blüte II 303.*
— -Ehrenpreis II 246.
Gameten II 47.
— Paarung II 620.
Gametophyceae II 619.
Gametophyceen II 616. 782. 827.
Gänsedistel II 126.
Garcinia II 89.* 91.
Gardasee I 331; II 129. 252. 274. 840.
Gardenia II 198.
Gardeniaceae II 711.
Gartenaurikel II 558.†
Gartenerdbeere (Ausläufer) I 694.*
Gartengleiße (Blüte) II 340. 340.*
Gartenkresse I 82. 521. 575.
Gartenmohn II 181. 186.
Gartennelke I 690.
— Stamm I 688.*
Gartenrose (Centifolie) I 522.
Gartenschierling (Blüte) II 340.* 341.
Gärung I 471 ff.
— durch Basidiomyceten I 474.
— durch Schimmel I 474.
Gasparinia elegans I 224†; II 721.
Gasteromycetes II 604 ff. 605.*
Gauchheil I 624. 695; II 28. 120. 166. 179. 363. 415. 416.* 426.
Gaultheria II 95. 801.
Gaura II 101.
Gaya simplex II 711.
Geaster I 104; II 763.
— fornicatus II 605.*
— multifidus II 605.*
Gebirgsquellen I 93.
Geckonen II 804.
Gedenkemein II 190.
Gedrehte Knospenlage II 206.
Gefaltete Knospenlage II 205.
Gefäßbündel I 435. 552; II 626. 629. 630. 633.
Gefäßbündelscheide I 436.
Gefäßkryptogamen I 669; II 62. 629 ff.
Gefäßkryptogamen (Generationswechsel) II 467.
Gefäße I 43.
Gefäßpflanzen I 553.
Gefrieren und Erfrieren I 506.
Gefüllte Blüten II 76. 83. 455. 540.
— langdauernd II 286.
Gegenfüßler (Oogonium) II 410.*
Gegenläufig I 604.
Gegliederte Haare I 295.
Gehilfen (Oogonium) II 410.*
Gehilfinnen II 77.
Geißblatt I 630. 644. 648. 696. 704; II 97. 173. 174. 192. 196. 204. 207. 208. 219. 222. 239. 277. 347. 522.
— Autogamie II 372.
— Blattstellung I 369.
— blaufrüchtiges II 31.
— Duft II 196. 202. 203.
Geißklee I 412; II. 252.
— dorniger (Schößling) I 417.*
— strahliger I 306. 439.
— — Spaltöffnungen I 274. 275.*
Geißraute II 219.
Geitonogamie II 300. 316.
— mit Haftpollen II 318.*
— mit Staubpollen II 327.*
Gekreuztblätterige II 711.
Gelbe Blüten II 192.
Gelbfärbung des Herbstlaubes I 453.
Gelbstern I 515. 614; II 91. 179. 288. 295. 395. 768.
— böhmischer II 458.
— persischer II 456.* 458.
Gelenkknoten I 498.
Gelenkwülste I 498.
Gelidiaceae II 623.
Gelidium I 97.
Gemma I 557. 610.
Generationswechsel I 669; II 8. 466 ff. 581.
Genetyllis tulipifera II 108. 179.
Genfer See I 361; II 598. 804.
Genista I 231. 275. 305. 348; II [266.
— Anglica I 414.
— Hispanica I 413.
— horrida I 412.
— Melia II 816.
— pilosa (Liegende Stämme) I 621.
— — (Spaltöffnungen) I 276.
— tinctoria I 378; II 539.
Genlisea I 115.*
Genossenschaften II 819 ff.
Gentiana I 400; II 91. 250. 389. 671.
— acaulis I 210.* 213; II 159. 171. 193. 204. 212. 381. 489. 541.
— — Wärmeentwickelung I 467.
— angustifolia II 381.
— asclepiadea I 387. 419; II 171. 212. 213. 215. 226. 302. 310. 367.* 602.
— Austriaca I 107.
— Bavarica I 105; II 171. 204. 215. 281. 300. 310.
— — Blüte II 177.* 178.
— campestris II 361. 384.
— Charpentieri II 574.
— ciliata I 107; II 88. 100. 159. 197. 215. 299. 302. 310.
— Clusiana I 725; II 193.† 381. 382.* 489.

Gentiana cruciata II 212. 213. 310.
— excisa II 489.
— Froelichii II 310. 816.
— Germanica I 88. 107. 414; II 301. 310.
— glacialis I 105; II 249. 310. 361. 384.
— lutea I 720; II 573.
— nana I 105. 619; II 88. 249.
— nivalis I 105; II 116. 216. 300.
— Pannonica I 720; II 226. 310. 573.
— Pneumonanthe II 159. 171. 226. 302. 310. 367. 368.
— prostrata I 105; II 171. 310.
— punctata I 720; II 171. 226. 310. 573.
— purpurea II 573.
— Rhaetica I 88. 106.* 107; II 98.* 215. 300. 310. 541.
— utriculosa II 212. 213.
— verna II 193.† 204. 215. 300. 310. 511.
Gentianaceae II 670.
Gentianawurzel I 560.
Gentianeen I 88. 222; II 98. 122. 309. 358. 391.
— Blattstellung I 369.
Gentianen I 104. 465. 527; II 93. 112. 241. 355.
Geoglossum I 104.
Georginen II 548.
Geotropismus, positiver I 81. 83.
Geradläufig (Eichen) I 604.
Geradlinige Zeilen (Blattstellung) [I 368.
Geraniaceae II 681.
Geranien I 212. 457. 591.
Geranium II 171.
— argenteum II 305. 310.
— columbinum II 212. 213. 310. 334. 776.
— divaricatum I 634.
— lividum II 310.
— lucidum II 212. 213. 295. 310. 334.
— nodosum I 634.
— palustre I 633. 773.* 774. 776.
— pratense II 209. 305. 310.
— pusillum II 310. 330.
— Pyrenaicum I 381.
— Robertianum II 96. 120.* 250. 310. 334.
— sanguineum II 522.
— silvaticum II 305.* 310. 511.
— triste II 212.
Gerbstoff I 154.
Germantown I 528.
Germen I 602; II 67.
Germer I 88. 400; II 296. 657.
Gerste I 523. 527; II 139. 428.
— Blätter I 397. 398.
Gerstenkörner, keimende I 463.
Geruchsempfindung II 199.
Geschichte der Arten II 480 ff.
— der Genossenschaften II 829.
— des Individuums II 4.
— der Pflanzenwelt II 4. 836.
Geschindelte Knospenlage II 206.
Geschlechtliche Fortpflanzung II 8.
Geselliges Wachstum I 419.
Gesneraceae II 670.
Gesneraceen II 40. 41. 191. 548.
Gesneriaceen II 170.
Gestalt der Pflanzen I 17.
— und Lage der Blätter und Zweige I 300 ff.
Gestaltveränderung durch Gallen II 520 ff.
— — Pilze II 511 ff.
Gestalten (Bedeutung für das Leben der Pflanze) I 15.
Gestalten, neue, durch Kreuzung II 547 ff.
Getreidebrand I 153.
Getreidepflanzen I 249.
Getreiderost I 153; II 20.
Geum II 521. 573.
— coccineum II 376.
— hybridum II 550.
— macrophyllum II 522.
— montanum II 297. 302. 376. 550. 795.*
— reptans I 623; II 297. 302. 376.
— rivale II 118. 383. 550.
— urbanum I 673; II 504. 807.* 808.
Gewebeförmige Zellenvereine I 548.
Gewebeläufig I 596.
Gewürznelken II 692.
Gewürzschilfe I 592.
Gewürzstrauch II 288. 428. 429. 430.
Gibraltar II 816.
Gießbäche II 815.
Gießen (Stadt) I 522.
Giftbeere II 284. 343.
Gifte der Pflanzen I 400.
Gift in Brennborsten I 410.
Giftlattich (Milchröhren) I 438.*
Giftlilien II 90. 367. 368.
Giftmorchel II 765.
Giftsumach I 455.
Gigartinaceae II 623.
Gilea I 575; II 362.
— tricolor II 212. 213. 501.
Gilgen II 659 ff.
Gimpel II 799.
Ginkgo II 298. 638.
— Laubfall I 335.
Ginkgo biloba I 593.* 594; II 433. 434. 437.* 445. 561.
Ginster I 230. 412. 414; II 826.
Gips II 491.
Gipskraut I 487.
— kriechendes II 343.
— rispiges I 696.
Girlitz II 799.
Gitterpflanze I 625.
Gitterbildende Stämme I 638.
Gladiolus I 310. 584; II 173. 177. 247. 302. 548. 552. 659.
— segetum II 279.* 281. 296.
Glaskraut I 590; II 133 135. 297.
— Blüte II 304. 305.* [308.
Glaucium II 163.
— corniculatum II 209.
— luteum II 209. 300. 309.
Glaux II 72. 669.
— maritima II 75.* 803.
Glechoma II 297.
— hederacea I 623; II 731.
Gleditschia Caspica II 30.
— Chinensis I 402.
— Sinensis II 197.
— triacanthos II 197. 204. 508.
Gleditschien I 402. 499; II 34.
Gleichenia II 633.
— alpina II 12.* 13.
Gleicheniaceae II 633.
Gleicheniaceen II 11.
Gleichenien II 13. 37.
Gleiße (Blüte) II 340.*
Gletscherflöhe I 465. 507.
Gletscherhahnenfuß II 174.
— Blüte II 169.*
Gletschermannsschild II 111.
Gletschernelke II 359.
Gletscherspinnen I 507.
Gletscherzeit II 837.
Gliederung des Pflanzenkörpers II [585.
Gliedkraut II 187.
Globba bulbifera II 754.
Globularia II 87. 90. 122. 123. 124.
— cordifolia I 621; II 89.* 840.
— stygia II 816.
Globulariaceae II 670.
Globularineen II 391.
Glockenblumen I 467; II 93. 99. 112. 118. 120. 127. 159. 219. 309. 310. 355. 358. 366. 386. 489.
— Anthokyan I 485. [494.
— Blättermosaik I 380.*
— Blüte II 356.* 357.
— kleine I 381.
— nesselblütige II 189.
— Pollenschutz II 120.*
— Samenschutz II 442. 443.*
— vergrünt II 83. 84.*
Glockenblumige II 714.
Gloeocapsa I 548; II 616.
— sanguinea I 22.† 537.
Gloriosa II 657.
— superba I 652.
Glossostigma II 280.
Gloxinia II 248.
— speciosa (Haare) I 296.*
Gloxinie I 467.
— (Behaarung) I 295.
Glückspilz I 109.
Glutamin I 432.
Glutinosus II 234.
Glyceria I 324; II 139.
— fluitans II 495. 726. 803.
— spectabilis I 271; II 726.
— — Hautzellen I 271.*
Glycine Chinensis I 641; II 197.
Glycyrrhiza I 499; II 826.
— echinata II 436.
— glabra II 514.
Glykoside I 431. 432; II 440.
Gnaphalium alpinum II 81. 298. 461. 465.
— Carpathicum II 298. 461.
— dioicum II 298. 461.
— Leontopodium I 290. 291*; II 179. 296. 311. 716. 736. 838.
— — Haare I 296.*
— luteo-album II 514.
— tomentosum I 295.
— — Haare I 296.*
Gnetaceae II 641.
Gnetaceen II 412. 414. 431. 435.
Gnetum II 641.
— Gnemon II 643.
Gnidium II 702.
Goa I 564.
Göbel II 594.

Godetia II 101.
Goethe I 7. 10. 551. 554; II 38. 278. 771. 783.
Goldhäutchen, dünnste I 533.
Goldlack II 95. 197. 546.
Goldraute II 736.
— graublätterige I 290.
Goldregen I 4. 10.* 508. 522; II 167.
— Blüteneinstellung II 219. 220.*
Goldrute I 378. 699; II 319. 725.
— kanadische II 162.
Golfstrom I 361; II 813.
Gomphonema I 546.
— capitatum II 617.*
Gomphonemaceae II 617.
Goneoklinische Bastarte II 551.
Gongora galeata II 221.
Goniolimon I 217.
Goodeniaceae II 714.
Goodeniaceen II 93.
Goodyera repens I 103; II 788.
Gorteria ringens II 186.
Gossypiaceae II 681.
Gossypium Barbadense II 793.*
— herbaceum II 417.* 418.
Götterbaum I 451. 681; II 27. 195. 424. 789. 790.*
— Trennungsschicht I 334.
Graminaceae II 651.
Gramineae II 651 ff.
Grammatocarpus volubilis I 643.
Grammatophora serpentina II 617.*
Grammoptera II 256.
Granada I 294.
Granataceae II 691.
Granatapfel II 692.
Granatapfelbaum II 205.
Grandes espèces II 570.
Granit II 491.
Gränke I 279. 281.
Granulose I 427. 429.
Graphit II 597.
Grasartige Gewächse (Anatomie) I 440.
Grasbäume I 618; II 655.†
Grasblätter (Falten und Schließen) I 314 ff.
Gräser I 81. 91. 107. 271. 425. 451. 465. 561. 593. 697; II 28. 97. 131. 196. 296. 386. 407. 416. 422. 428. 492. 607. 651. 720. 735. 780. 793.
— Antheren II 91.
— Anthokyan I 487.
— Bastarte II 571.
— behaarte I 293.
— Blätter I 398. 403.
— Blüten II 138.
— Dichogamie II 311.
— drehbare Blätter I 396
— Keimung I 565.
— Knospenlage I 324.
— Narbe II 402.
— Spaltöffnungen I 257.
— Wassergewebe I 342.
Grasnelken II 354.
Grauerle I 269.
— Krebs II 516.*
Grauweide II 565.
— Galle II 523.*
Gregoria II 301.
Grelle Beleuchtung II 500.
Gretel in der Staude I 604.
Grevillea I 310.
Grew, Nehemias I 21.
Griechenland I 613; II 676. 833.
Griffel I 602. 604.
Griffzellen II 91.
Grimm II 566.
Grimmia II 571. 733. 745.
— apocarpa I 57. 237.
— Hartmanni II 461.
— ovata II 750.*
— torquata II 454.
Grimmien I 201. 245.
Grindelia II 235.
— squarrosa I 288.
Grinnelland II 841.
Grönland I 36; II 4. 461. 681. 706. 714. 841.
Großsporen II 64. 471.
Größte Blume der Welt I 187.
— Blüten II 181.
— Laubblätter I 264.
Grossularia II 690. 691.*
Großwardein II 700.
Grottenpflanzen I 356.
Grubbiaceae II 701.
Grubig punktiert II 715.
Grundspirale I 369.
Grünblumige II 680.
Grün der Pflanzen I 348.
Grundwasser II 494.
Grüne Blätter I 367 ff.
— — Lage und Gestalt I 378 ff.
— Blumen I 349.
Grünerle II 311. 395.
Grünfäule I 242.
Gschnitzthal (Tirol) I 480; II 449. 462. 507. 562. 669. 842.
Guepinia I 104. 200.
Guineische Flora II 832.
Gummi I 423.
Gummibaum I 712. 713.*; II 156.
Gundelia Tournefortii II 787.
Gundelrebe II 731.
Gundermann I 623.
Gunneraceae II 698.
Günsel II 37.
— kriechender I 623; II 95.
Gurhof (Niederösterreich) I 64.
Gurke I 496 521; II 690.
Gurtenförmige Kletterwurzeln I 663.
Gurtungen I 687. [664.*
Gymnadenia II 256. 283. 571.
— conopea II 196. 199. 443.* 446. 555. 557. 574. 788.
— odoratissima II 196. 199.
Gymnoascus uncinatus I 110.
Gymnocladus I 455. 585. 586.
— Canadensis I 334. 449; II 31.
Gymnokarpe Flechten II 609.
Gymnospermeen II 412. 636 ff.
Gymnosporangium II 512. 607.
— clavariaeforme II 514.* 515.
— conicum II 513. 514.* 515.
— Sabinae II 515.
— tremelloides II 515.
Gymnostomum II 827.
— curvirostre I 239. 734.
Gynandria II 290.
Gynerium argenteum II 139. 736.
Gypsophila II 172. 343. 826.
— paniculata I 696.
Gypsophila repens I 487; II 343. 504.†
Gyrocarpus Asiaticus II 789. 790.*
Gyrophora cylindrica I 224.

Haare, gegen Nässe schützende I 269.
— und Blätter, Tau saugende I [210.*
Haarbüschel II 776.
Haarförmige Bildungen I 209.
Haargras II 139.
Haarkranz in Kelchen II 440. 779.
Haarleisten I 88. 211.
Haarröhrchenwirkung I 248.
Haarschwänze II 793.
Haastia II 716.
— pulvinaris II 183. 184.*
— Sinklairii II 183. 184.*
Haberlea II 171.
— Rhodopensis II 222. 816.
Habichtskräuter I 290. 380. 621. 623. 699; II 114. 290. 317. 524. 535. 556. 566.
— Anthokyan I 485.
Habichtsschwamm I 464.
Hacquetia I 699; II 310. 321.
Hadena II 257.
Haematococcus pluvialis I 37. 98.
Haemodoraceae II 657.
Hafer I 522; II 139. 140. 428. 799.
— platthalmiger I 314.
— Stärke I 428.* 429.
— zusammengedrückter I 314.
Haftscheiben der Ranken I 658.
Haftvermögen des Pollens II 103.
Haftwurzeln I 712.
Hagebutten II 438.
Hagedorn I 522.
Hagenia ciliaris II 613.*
Hahnenfuß II 71. 82. 120. 122. 126. 174. 177. 227. 499. 572.
— flutender I 360.
— knolliger I 724.
— kriechender I 728; II 731.
— weißer II 193.
— zungenblätteriger II 726.
Hainbuche I 386. 454. 509 681; II 428. 516. 520. 521. 591. 704. 789. 791.*
— Blattstellung I 377.
— Frucht II 427.*
— Knospenlage I 324.
— Laub II 190.
— Laubfall I 335.
Hainsimse II 309. 655.
Hainwindröschen II 227.* 516.
Hakea II 686.
— florida I 273.
— — Spaltöffnungen I 273.*
Hakenborsten an Früchten und Samen II 806.
Halanthium Kulpianum II 85.*
Halbgräser II 134.
Halbstrauch I 673.
Hales I 16.
Halesia II 27.
Halictus II 159.
Halimadeen I 360.
Halimasch (leuchtend) I 469.
Halimocnemis I 605.
— gibbosa II 85.*
— mollissima II 179. 180.*
Halimodendron argenteum I 417.

Haller II 3.
Hallstatt (Oberösterreich) I 93.
Halm I 672; II 651.
Halmgewächse II 651.
Halophila II 105.
Halophilaceae II 644.
Halophyten I 68.
Halszellen II 626.
Haltica Atropae I 400.
Hamamelidaceae II 694.
Haminia II 85.*
Hammerspitze (Tiroler Alpen) I 60.
Hamster II 801.
Hanburya Mexicana I 657.
Handhabe (Characeen) II 59.
Hanf I 521. 524. 684; II 95. 131. 134. 140. 148. 298. 312. 441. 680.
Hanfwürger I 170.
Haplophyllum II 241.
— Biebersteinii II 335.
Hardt, Hardtwald II 821.
Häring (Tirol) II 4.
Harpagophyton procumbens II 806.
Hartbast I 395. 441. 553. 684. 692.
— und Eisen I 685.
Hartbastzellen I 437.
Hartgras II 139.
Hartheu II 167. 227. 290. 337.
Hartpflanzen I 553.
Hartriegel I 454. 591. 594; II 175. 288. 295. 324.
— Deckblätter II 179. 180.*
— roter II 195.
Hartriegelgewächse II 169.
Hartschicht der Frucht II 775.
Harttiere I 553.
Harze I 131. 430.
Harzstoffe II 638.
Haschisch II 680.
Haselnußstrauch I 378. 386. 522. 526. 568. 591; II 93. 104. 119. 131. 148. 296. 311. 428. 704.
— Blattstellung I 377.
— Blüten II 144. 145.*
— Laub II 190.
— Stäuben II 81.
Haselwurz I 514. 592. 599; II 98. 206.
— europäische II 701.
— Pollenabladen II 278. 279.*
Hasenkohl II 317.
Hasenohr I 592.
Häufchen II 11.
Häufung der Blüten II 181.
— — Deckblättchen II 183.
Hauhechel II 260.
Hauptachse I 696.
Hauptstrang I 588.
Hauptwurzel I 708.
Hausmelde I 419.
Haustorien I 153. 711. 728. 729; II 53. 606.
Hauswurz I 144. 257. 303. 507. 617. 618. 623; II 288. 342. 492.
— Ableger II 757.*
— Krebs II 516.*
Hautflügler II 202.
Häutige Borke I 679.
— Säume an Früchten II 776.
Hautzellen, vorgewölbte I 271.*
Hecksamen I 403; II 439.
Hedera II 192. 195. 827.
Hedera Helix I 522. 662.* 665; II 204. 476. 483. 711.
— poëtarum II 483.
Hedwigia ciliata II 61.†
Hedychium II 74.
— angustifolium II 71.*
Hedypnois tubiformis II 212.
Hedysarum Canadense II 806.*
Hefe I 433. 535; II 613.*
— Gärung I 473.
— Vermehrung I 538.
Hefepilze II 609.
Heidekorn II 198.
Heidekraut I 230. 281. 491. 522; II 508.
— Abbisse I 414.
Heidelbeere I 88. 230. 456. 457. 482; II 90. 95. 107. 118. 171. 201. 282. 714.
— Laubfall I 330.
Heidelberg I 528.
Heiderich II 107.
Heleocharis acicularis II 803.
Heliamphora nutans I 115.* 116.
Helianthemum I 298; II 122. 126. 163. 210. 281. 387.
— alpestre II 120. 209. 212. 309.
— grandiflorum I. 388.
— marifolium II 406.*
— Tuberaria I 294.
Helianthus II 74.
— annuus I 496; II 716.
— tuberosus II 68.* 715. 723.
Helichrysum I 294. 310; II 296. 715.
— annuum I 570. 573.
— arenarium I 522; II 183. 514.
— eximium II 183. 185†; II 715.
— frigidum II 183. 816.
— virgineum II 183. 816.
Heliosperma II 788. 789.*
Heliotropium II 196.
— Europaeum II 196.
— Peruvianum II 196.
Helleborus II 175. 251. 277. 304. 572. 732.
— niger I 349. 400; II 179. 682.*
Heller, C. II 804. 827.
Helminthocladiaceae II 623.
Helonias II 660.
Helosis I 178.
— Guianensis I 177. 177.*
Helotium Tuba II 19.*
— Willkommii II 515.
Helvella fistulosa II 19.*
— Infula II 19.*
Helwingia rusciflora II 36. 37.*
Helwingie, mäusedornblütige II 36. 37.* 530
Hemdknöpfchenförmige Gallen II
Hemerocallis II 204. 281. 659.
— flava I 718; II 209. 300.
— fulva II 208. 211. 212. 213.
Henslowia I 189. 300. 393.
Hepatica II 126. 163. 185.
— Transsilvanica II 816.
— triloba I 262. 484. 485. 514; II 190. 209.
Heptandria II 288.
Herablaufende Blätter I 556.
Heracleum I 91. 221; II 182.
— alpinum II 816.
— palmatum I 223.
— Sphondylium II 198. 710.*
Herbae I 673.
Herbarium I 6.
Herbstfärbung der Stauden und Kräuter I 456.
— des Laubes I 453. 455.†
Herbstzeitlose I 522; II 171.
— Autogamie II 369.
Heringslake, Duft nach II 195.
Herkuleskeule I 550.
Hermannia II 27.
Hermannstadt II 459.
Herminium II 198.
— Monorchis II 257.
Herniaria glabra II 448.
Herpes tonsurans (Hautkrankheit) I 156.
Herzegowina II 579.
Hesperis matronalis II 197. 204. 208.
— tristis II 192. 196. 204. 208.
Heterochromie II 559. 242.
Heteropogon I 580; II 296.
Heterostyle Blüten II 300 ff. 301.* 389. 397.
Hexandria II 288.
Hexenbesen II 511. 519.* 540. 607.
Hexenkraut II 102. 806.*
Hexenringe II 718. 718 * 719.
Heyn I 465. 576; II 11. 107. 193.
Hibiscus II 281. 476. 737.
— speciosus II 784.
— Syriacus I 522.
— ternatus II 99.*
— Trionum II 95. 186. 208. 351.
Hieracium I 380. 699; II 290. 317. 367. 369. 573. 716.
— alpinum II 828.
— amplexicaule II 212.
— aurantiacum II 212. 213. 550.
— Auricula I 623; II 211. 212.
— chondrilloides II 211.
— Grisebachii II 816.
— gymnocephalum I 294.
— murorum II 211. 212. 535.
— Pilosella I 290. 621. 623; II 112.* 114. 211. 212. 216. 524.
— pilosellaeforme II 550.
— silvaticum II 535.
— staticefolium II 285.
— stoloniflorum II 550. 574.
— tenuifolium I 485.
— tridentatum II 535.
— umbellatum II 211. 212. 357.
— villosum I 269.
Hierochloa II 196. 296.
— australis II 311.
— borealis II 720.
Hildebrand II 557.
Hildenbrandtia I 539; II 623.
— Nardi I 394.
— rosea I 394.
Hildenbrandtiaceae II 623.
Hilfsstoffe der Stoffwandlung I 429.
Hilum II 419.
Himalaja I 176. 291. 490. 615. 623. 663; II 101. 181. 197. 208. 230. 649. 673. 680. 717. 834. 838.
— Edelweiß I 291.
— -Kiefer I 507.
— -Zeder I 510.
Himantoglossum II 571.
— hircinum II 197.

Himbeere II 27. 73. 170. 209. 430. 722. 801.
— Autogamie II 383.
— Blätter I 269.
— Blüte II 74.*
Himmelbrandarten (Haare) I 269.
Himmelbrandthee I 411. [327.
Himmelsschlüssel I 522.
Hinausschleudern des Pollens II 134.
Hingestreckter Stamm I 622.
Hippocastanaceae II 675.
Hippocrateraceae II 676.
Hippocrepis II 260.
Hippophaë I 298. 632; II 27. 144. 147. 298. 702.
— rhamnoides I 412; II 109.* 722. 744. 799.
Hippuridaceae II 698.
Hippuris II 288. 726.
Hirschholder I 451; II 195. 329. 801.
Hirschzunge I 356.
Hirse II 139. 799.
— Stärke I 428.*
Hirtentäschchen I 380; II 518.
— wenigblütiges I 615.
Historia plantarum II 3.
Hitzeschutz I 519.
Hochalpen I 507.
Hochalpenpflanzen (dem Boden angeschmiegt) I 488 ff.
Hochblätter I 557. 600 ff.
Hochblattstamm I 695 ff.
Hochgebirge II 451.
Hochgebirgsflora I 291.
— Anthokyan I 487.
— Laubfärbung I 456.
Hochnordische Flora I 280.
Hoftüpfel I 42. 42.* 255.
Höhe der Bäume I 679. 681.
Höhengrenzen II 816.
Höhenlagen II 501.
Hohlwurz I 515. 522. 614.
Hohlzahn I 728; II 127. 225. 253. Holcus II 140. 296. [352.
Holler II 713.
— schwarzer I 484; II 31. 181. 421.
Holosericeus I 295.
Holunder (Blattstellung) I 369.
Holunderduft II 197.
Holunder, schwarzer I 522.
Holz, an der Sonne verkohlend I 241.
Holzfasern I 685.
Holzgefäße I 254.
Holzig I 615.
Holzkörper I 441.
Holzpflanzen I 436.
Holzring I 678.
Holzröhren I 436.
Holzstamm I 673.
Holzstoff I 254.
Holzsubstanz I 427.
Holzteil I 438.
Holzzapfen II 434. 638.
Holzzellen I 155. 254 436.
Homogyne II 296. 320.
— alpina II 828.
— discolor I 279.
Honig I 117. 121. 705; II 163.
Honigabsondernde Nebenblättchen II
Honigausscheidung II 168. [231.
Honigblätter II 174.
Honigblume II 222.
Honigduft II 197. 202.
Honiggras II 140.
Honigklee I 499.
Honiglippe II 221.
Honigmenge II 168.
Honigschutz gegen Nässe II 127.
— gegen Insekten II 229.
Honigtau II 19. 764.
Honigvögel I 701; 222. 229.
Hooke I 20.
Hooker II 593. 680.
Hookeria II 626.
— splendens I 359. 551.
Hopfen I 159. 642. 648. 649; II 56. 131. 140. 298. 312. 441. 680. 789. 790.*
— Winden I 646. 647.*
Hopfenbuche I 493. 591; II 428. 792.
— Knospenlage I 324.
Hordeum II 139.
— vulgare I 523.
Horizontalabstand (Blätter) I 368.
Hormidium I 96.
— murale I 97.
Horminum II 241.
Hormomyia II 530.
— Capreae II 531.
— Fagi II 529. 531.
— juniperina II 539.
— Poae II 522.
— Réaumuriana II 532.
Hornbaum II 428.
Hornblatt I 70. 239.
Hornblende II 490.
Hörnchengallen II 525.
Hornklee I 496. 499; II 226. 399. 424. 514. 536.
— Pumpwerk II 260.* 261.
Hornkraut II 120. 445. 541. 779.
— Samenschutz II 442. 443.*
Hortensien II 183.
Hortus vivus I 6.
Hottonia I 723; II 106. 232. 301.
— palustris I 70; II 742.
Houstonia II 97.
Hovenia II 429.
Hoya I 87.
— carnosa I 646; II 40.
Hufeisenklee II 260.
Huflattich I 269; II 294. 296. 319. Hügel II 815. [612.
Huhn II 799.
Hühnerdarm I 210. 210*; II 293.
Hühnerei I 521.
Hüllblätter II 109. 428.
— bei Bastarten II 554.
Hülle II 67. 76. 408.
— Eichen I 604.
Hüllen der Blüten II 237.
Hülse II 424. 695.
Hülsenfrüchte II 696.
— Legumin I 427.
Hülsengewächse I 496; II 153. 615.
— Knöllchen II 514.
Humiriaceae II 676.
Hummeln I 701; II 164. 202. 219. 222. 225. 238. 248. 257. 261. 277. 279. 328. 394. 448.
Humulus II 140. 298.
— Lupulus I 642. 644; II 312. 441. 680. 789. 791.*
Humus I 77; II 492. 628.
Humussäuren I 241; II 599.
Hundswürger I 568. 724.
Hundszahn I 599; II 657.
Hungerblümchen II 556.
— filzige I 290.
Hungerpflaumen II 517.
Hungerzwetschen II 517.
Hüpfende Früchte II 780.
Hura crepitans II 775. 776.
Hutchinsia alpina II 337. 489.
— brevicaulis II 489.
— petraea I 487.
Hutpilze I 235. 612; II 607.
Hyacinthus II 41.
Hyaenanthe II 775.
Hyazinthen I 599. 610. 696. 710; II 42. 167. 183.
— Duft II 196. 202. 204.
Hybriden II 547.
Hydnaceae II 607.
Hydneen I 104.
Hydnora Africana I 184.
— Americana I 184.
— triceps I 184.
Hydnoraceae II 708.
Hydnoreen I 184. 450; II 195.
Hydnum imbricatum I 464; II 21.*
— repandum I 480. [608.
Hydra I 234.
Hydrangea Japonica II 183.
— quercifolia II 111. 112.* 183.
Hydrangeaceae II 694.
Hydrilla I 70. 404; II 646.
— verticillata II 131.
Hydrillaceae II 645.
Hydrocaryaceae II 698.
Hydrocharis I 382. 627; II 232. 767.
— Morsus ranae I 258. 265. 486. 592. 593.* 741*; II 740.*
Hydrocharitaceae II 645.
Hydrocharitaceen II 105.
Hydrochariteae II 645.
Hydrocotyle Asiatica I 589.* 591.
— vulgaris I 589*; II 710.* 711.
Hydrodictyaceae II 619.
Hydrodictyon I 536. 547. 548; II 23. 24.* 475. 620.
— utriculatum I 34; II 739.
Hydroleaceen (Brennhaare) I 409
Hydrophyllaceae II 670.
Hydrophyllum I 324. 599.
Hydropterideen II 14.
Hydropteridinae II 634.
Hydrostachydaceae II 673.
Hydrotropismus I 731
Hydrurus I 72. 550; II 827.
Hygrobiae II 698.
Hygromycetes II 608.
Hylocomium II 472.
— splendens I 102; II 16.* 734.
— triquetrum II 827.
Hymenium II 607.
Hymenocarpus II 788.
Hymenocystis II 13.
Hymenomyceten I 464; II 484. 628.
— leuchtende I 469 ff. [748.
Hymenomycetes II 607.
Hymenophyllaceae II 633.
Hymenophyllaceen I 356; II 11. 602.
Hyoscyamus II 277. 303. 361 427.
— albus II 501.
— niger I 400; II 361. 813.

Hypecoum II 174.
— grandiflorum II 177.* 178. 212.
— pendulum II 385. [213.
Hypericaceae II 681.
Hypericineen II 102.
Hypericopsis Persica I 218.
Hypericum I 387; II 167. 227. 290.
— fragile II 816. [337. 572.
— humifusum II 385.
— Olympicum II 85.*
Hypertrophie II 512.
Hyphaene coriacea I 672.
— Thebaica I 672. 704.
Hyphen I 92. 151. 152.* 153; II 604.
— Wirkung I 480.
Hypheotrix I 229.
Hyphodrom I 596.
Hypnaceen II 733.
Hypnum aduncum II 571.
— commutatum II 61.†
— cordifolium I 98.
— Crista castrensis I 102.
— cupressiforme II 61.†
— falcatum I 239.
— fluitans II 571.
— giganteum I 98.
— Halleri II 721.
— lycopodioides II 571.
— molluscum I 201.
— reptile I 102.
— rugosum II 461. 753.
— sarmentosum I 98.
— Schreberi II 61.† 827.
— triquetrum I 102; II 61.†
— uncinatum I 102.
Hypochlorin I 345.
Hypochoeris II 367. 369.
— Helvetica II 828.
— maculata II 211.
Hypocist I 183.* 189.
Hypococcae II 713.
Hypocrateriformis II 111.
Hypoderma Lauri I 160.
Hypodiscus aristatus II 780.
Hypokotyl I 556.
Hyssopus officinalis II 191.

Iberis amara II 180.* 182. 501.
— Gibraltarica II 182. 816.
— umbellata II 182.
Ibisch II 95. 351.
Ichneumon II 256.
Icosandria II 288.
Idioplasma II 487.
Igelkolben I 625; II 134. 311.
Ilex II 679. 801.
— Aquifolium I 285. 285.* 402; [II 680.
Illecebrum I 624.
— verticillatum II 385.
Illicium anisatum II 424. 425.* 482.
— religiosum II 482.
Imbricaria caperata I 224 †
Immenblatt I 568.
Immergrüne Pflanzen der alpinen Region I 280.
Immortellen I 293. 573; II 183.
— Keimung I 570.* [185.†
Impatiens I 84; II 174. 219. 276. 387.
— glanduligera I 615.
— glandulosa II 305.
— Nolitangere I 263; II 108. 109.* 305. 387. 388. 772. 773.* 777.
Impatiens parviflora I 381.* 391.
— tricornis I 615; II 230. 305.
Impfen I 197.
Inachus scorpioides I 71.
Indien I 249. 410. 714; II 107. 393.
Indigo I 510. [651.
Indigofera I 499; II 266.
Indische Flora II 832.
Indischer Ozean I 361.
Individuum II 7.
Individuumsgeschichte II 4.
Indoloide Düfte II 195. 202.
Indumentum II 555.
Indusium II 13.
Inflorescentia I 600. 695.
Infusorien I 20. 114. 128. 234. 519.
Inga I 179; II 87.
Ingwere II 664.
Inhalt, schleimiger, der Zelle I 22.
Inkrustationen durch Kletterwurzeln I 663. 666.*
Innengalle II 532.
Innerasiatische Flora II 831.
Innerer Dotter II 416.
Innere Ursachen II 585.
Innovatio I 557.
Innsbruck I 331. 491. 509. 511. 512. 720; II 212. 213. 497. 562. 575.
Innsbrucker botanischer Garten II 506. 558. 561. 563. 720.
Insekten I 156.
— Samen verbreitend II 802.
— und Blumen I 701.
Insektenfressende Pflanzen I 111.
Inselförmiges Vorkommen II 493.
Instinkt II 408.
— der Pflanzen I 49.
Integumente II 409 413. 432.
Integumentum I 604; II 67. 76. 408.
Intercellulargänge I 25.
Intercellularsubstanz I 25.
Internodien I 616.
Internodium I 367.
Intine II 99.
Intussuszeption I 41.
Inula I 293. 310; II 296. 573.
— crithmoides I 302.
— ensifolia II 314.
— Germanica II 314.
— Oculus Christi II 314.
— salicina II 314.
— viscosa I 288.
Inundata II 815.
Invertin I 433.
Involucrum I 600.
— fructus II 426.
Ipekakuanha II 713.
Ipomaea II 99. 100.
— muricata I 646.
— purpurea II 207. 334.
Iran I 703.
Iriartea II 651.
Iridaceae II 657.
Irideen II 367. 391. 571.
Iris I 310; II 93. 173. 288. 657. 658.*
— arenaria II 208. 720.
— Florentina II 558. 561.
— Germanica I 269; II 247.* 559.
— Kochii II 558. 561.
— odoratissima II 197.
— Pallasii II 720.
— pallida I 269.
Iris pumila I 269; II 559.
— sambucina II 559.
— Sibirica II 109.* 111.
— variegata I 576.†
Irland II 655.
Irrlichter I 470.
Ischia II 816.
Island II 461.
Isländische Flechte I 457.
Ismene II 197.
Isochimenen, Isotheren, Isohyeten II 815.
Isoëtaceae II 630.
Isoëtes I 70.
— lacustris II 632.*
Isolepis setacea II 803.
Isolierung durch Wasser (Blütenschutz) II 232.
Isoloma Decaisneanum II 564.
— sciadocalyx II 564.
— Tydaeum II 564.
Isopyrum II 175. 251.
— thalictroides I 263; II. 120. 212. 213.
Istrien I 282. 305. 491. 518; II 571.
Italien II 36.

Jacquin II 561.
Jahresringe I 443. 678. 727.
Jamaika II 453.
Japan I 582; II 547. 679. 693.
Japanische Primel (Vergrünung) II
Jasmin I 510. 633. [76.
— Duft II 196.
Jasminaceae II 670.
Jasminum I 632.
— nudiflorum I 632.
— officinale II 196.
Jatropha I 410.
Java I 176. 249. 634; II 680.
Jochalgen II 618. 619.*
Jochfrucht II 51. 609. 619.
Jod I 63. 65.
Johannisbeere II 482. 801.
— Blüte II 169.*
— Galle II 523.* 524.
— rote I 522.
Jöte II 824.
Judasbaum I 378. 387. 451. 591; II 31.
Judenkirsche II 250.
Judenkirsche (Frucht) II 427.
Juglandaceae II 704.
Juglans II 119. 144. 296. 521. 704.
— regia I 323.* 451. 522. 523. 699. 700*; II 85.* 428. 441
— — Knospenlage I 324.
Juncaceae II 654.
Juncagineae II 645.
Juncales II 654.
Juncus I 304; II 655.
— alpinus II 449. 540.
— arcticus II 837.
— bufonius II 387. 803.
— castaneus I 487; II 837.
— compressus II 803.
— diffusus II 574.
— glaucus I 690.
— Jacquinii I 487; II 95.
— lamprocarpus II 54.*. 495. 803.
— monanthos II 489.
— stygius II 839.

Juncus supinus II 449. 495. 757.
— trifidus I 105. 487; II 489. 655. 720. 828.
Junge Stämme I 688.
Jungermannia bicuspidata II 752.
— polyanthos I 551.
— pumila I 551.*
— quinquedentata I 551.*
— trichophylla I 551.
Jungermanniaceae II 625.
Junghuhn I 176.
Juniperus II 144. 298. 638.
— communis I 268. 454; II 436. 436.* 514.* 515. 539. 544. 557. 571.
— excelsa II 476. 515.
— Japonica II 476.
— Kanitzii II 557. 571.
— nana I 268 514; II 483. 641.
— Oxycedrus I 195; II 482.
— phoenicea II 476. 483.
— Sabina I 268. 400; II 85.* 476. 483. 515.
— sabinoides II 557. 571.
— Virginiana II 123.* 144.
Jura I 595; II 816.
Jurinea mollis I 576†; II 243. 244.
Jussieu I 15.
— Antoine II 589.
— Bernard II 589.
Jussieua II 95.
Jussieuaceae II 691.
Jussieu's System II 589.
Justicia II 776.
Jute I 684.

(Siehe auch C.)

Käfer II 202. 256.
Kaffee I 560. 561.
Kaffeebaum II 713.
Kahlenberg II 770.
Kaiserkrone I 584. 652; II 42. 88. 91. 173. 219. 296. 330.
Kakaobohne I 521.
Kakaopflanze (Pollenblatt) II 89.*
Kakteen I 99. 302. 467. 601; II 170. 181. 209. 688.
— Waffen I 415.
Kalabrien I 293; II 816.
Kalahari II 643.
Kalamiten II 842.
Kälberkropf II 323.
Kalifornien I 622; II 155. 464.
Kalifornische Flora II 832.
Kalium I 62.
Kalk I 62. 66. 238; II 489.
— einfach- u. doppeltkohlensaurer
— kohlensaurer I 57. [I 239.
Kalkboden I 68.
Kalkgebirge II 491.
Kalkholde Pflanzen I 68; II 489.
Kalkkruste I 216. 288.
Kalksteine I 77.
Kalkstete Pflanzen I 68; II 489.
Kalktuff I 239; II 616. 629. 734.
Kalm (Stengelform) I 673; II 654.
Kalmia II 95. 673.
Kalmus I 84; II 649. 744.
— unfruchtbar II 393.
Kälteschutz I 510.
Kambiformzellen I 437.
Kambium I 442. 685.
Kamelie II 204. 547.
Kamille I 382. 575. 699.
Kampf ums Dasein II 588.
Kampferbaum I 589; II 91. 124. 702.
Kampferöl I 430.
Kamptodrom I 590.
Kampylodrom I 593.
Kampylotrop I 604.
Kamtschatkische Flora II 831.
Kanada I 630.
Kanadische Flora II 831.
— Seen I 454.
Kanaren II 657.
Känguruh und Dryandra II 228.
Kannaceen I 87; II 96.
Kannenpflanzen I 114. 118.* 121. 597. 652.
Kant II 566. 585.
Kap der Guten Hoffnung I 281.
— York I 36.
Kaperngewächse I 145.
Kapflora II 832.
Kapillarität I 248.
Kapland I 292. 293. 299. 310. 401. 404. 613; II 168. 183. 300. 377. 667. 671. 683. 686. 696. 697. 703.
Kaprifikation II 159. [783.
Kaprifoliaceen II 300. 310. 324. 391.
Kapronsäure II 197.
Kapsel II 426. 441.
Kapuzinerkresse I 568. 591. 652. 653. 702; II 97. 173. 415.
— Keimung I 566.*
Karaganen (Knospenlage) I 324.
Kardendistel I 220. 221*; II 232.
Karfiol II 546.
Karlsbad II 287.
— Sprudel I 517.
Karmoisinklippen I 36.
Kärnten II 816. 838.
Karobe II 544.
Karpathen I 36. 314. 317; II 461.
Karpium II 44. [828.
Karst I 420; II 190.
Karthäusernelke I 522.
Kartoffel I 525. 610; II 72. 126. 185. 366. 767.
— Fruchtanlage II 68.*
Kartoffelblatt (Kristalloide) I 426.*
Kartoffelfäule II 52. 609. 759.
Kartoffelknollen II 7.
— durchwachsen II 482.
— Kristalle I 426.*
Kartoffelregen II 746.
Kartoffelsorten, wenigblühend II 454.
Kartoffelstärke I 428.* 429.
Karyophylleen II 391. 572.
Kaseine I 427.
Käsepappel II 288. 423.
Kaspisches Meer II 459.
Kassythen I 163.
Kastanie I 522. 523. 568. 591. 681. 727; II 195. 428. 704.
— Frucht II 436. 439.*
Kasuarinaceen I 306. 310.
— Chlorophyll I 348.
Kasuarineen I 159. 304; II 428.
Katalpen I 675.
Kätzchen I 697.
Kätzchenblütler (Bastarte) II 572.
Katzenpfötchen II 298. 461.
Kaukasus II 167.
Kaulerpeen I 360.
Kaulerpen I 546.
Kegelboden I 704.
Keimbettbefestigung I 574 ff.
Keimbläschen II 77.
Keimblattentbindung I 570.* 571.
Keimblätter I 556. 558 ff.; II 415.
Keimblattgestalt I 580. 581.*
Keimblattstamm I 556. 607. 609.
— Knospen II 28. [708.
Keimende Pflanzen I 10.*
— Samen (Wärmeentwickelung) I
Keimkern I 412; II 487. [463.
Keimknospen I 602; II 67.
Keimkraft I 48.
Keimlappen (Bewegung) I 496.
Keimlinge (Anthokyan) I 487.
— Atmung I 460.
— schmarotzender Pflanzen I 160.*
— steinhebend I 482.
— ungegliedert I 556.
Keimmund I 604; II 77. 405. 408.
Keimmundnarbe II 419.
Keimsack II 77.
Keimung I 476. 566.* 707.
— im Eise I 523.
— nötige Wärme I 521.
Keimzelle I 412. 558; II 77.
Kelch I 11. 601; II 427.
Kelchblätter, bunte II 179.
— honigbildend II 173.
Kellertuch I 475.
Kerbel II 323.
Kermesbeere II 288. 295.
— Samen II 415. 416.*
Kern II 67. 76. 408.
— der Samenanlage II 409.
Kernera saxatilis II 180.* 188. 249.* 250. 278.
Kernfäden I 542.
Kernpilze II 609.
Kernplatten I 542.
Kernteilung I 542.
Kettenbruch der Blattstellung I 375.
Keulenbäume II 674.
Keulenschwämme II 21. 514. 607.
Keuschbaum II 31.
Kew I 641.
Kickebeere II 539.
Kiefer I 85. 190. 454. 455. 508. 582. 618. 727; II 36. 67. 143. 296. 413. 431. 508. 639.* 641.
— Blasenrost I 154.
— Blätter I 398.
— Chlorophyll I 347.
— Frucht II 435.*
— Samen I 482; II 789. 796.
— Samenschutz II 444.
— Zweig I 21.* 534.
Kieselboden I 68.
Kieselgur I 240; II 618.
Kieselholde Pflanzen I 68; II 489.
Kieselpanzer I 299*; II 617.
Kieselpflanzen II 493.
Kieselsäure I 62. 65. 409. 533; II 489.
— Schutz gegen Tiere I 401.
Kieselskelette I 62. 300.
Kieselstete Pflanzen I 68; II 489.
Kirschbaum (Kirsche) I 451. 454. 484. 508. 568. 590. 601. 704; II 51. 73. 198. 421. 440. 801.
— Blüte I 705.

Kirschbaum (Knospenlage) I 323.*
Kirschenlaub I 288. [324.
Kirschgummi I 427.
Kirschlorbeer II 119.
Kitaibelia II 775.
Kitt (Ranken) I 659.
Kitzbühel II 489.
Kjölen I 278.
Klappen (Antheren) II 91.
Klappertopf I 88. 163. 165. 591; II 111. 361.
— Streuzange II 271. 273.*
Klappige Knospenlage II 206.
Klatschmohn II 186.
Klatschnelke II 150.
Klavariaceen II 514.
Klavarien I 104.
Klebende Samenschalen I 575.
Kleber I 427.
Klebermehlkörner I 40.
Klebestoffe als Blütenschutz II 233.
Klebrige Borsten als Blütenschutz II 235.*
— Drüsen als Blütenschutz II 234.*
Klebrigkeit der Narbe II 281.
Klee I 159 496. 622. 624. 702; II 219. 252. 285. 399. 427. 786. 791.
— Duft II 198.
— Farbenwechsel II 187.
— Knospenlage I 323.
— kriechender II 500.
— Vergrünung II 78. 79.
Kleesaurer Kalk (Kristalle) I 40.
Kleeseide I 159; II 341.
Kleiengrind I 73.
Kleiig behaart I 298.
Kleinasien I 613.
Kleine Arten II 570. 818.
Kleiner Fuchs II 482.
Kleinia II 770.
— articulata II 759. 760.*
— neriifolia II 759.
Kleinling I 615; II 208.
Kleinsporen II 64. 471.
Kleistogame Blüten II 385.
Klemmkörper der Asklepiadeen II 258.*
Kletternder Stamm I 660.
Kletterpalmen I 336.* 600. 618. 691; II 650.* 651.
— Länge I 335.
— Leitungsröhren I 337.
Kletterrosen I 630. 633.
Kletterwurzeln I 660.
Klima u. Pflanzenverteilung II 815.
Klimmende Stämme I 620. 629 ff. 631. 691.
Klunkergallen II 538.
Klunkern II 537. 546.
Knabenkraut II 256.
Knäuel II 169. 293. 333.
Knaulgras II 139.
Knautia arvensis II 297. 517.
Knickungsgefahren I 396.
Knightia excelsa II 686.
Knoblauch I 518. 598; II 188.
Knöllchen der Hülsenfrüchtler II 514.
Knollen I 610. 613.
Knollenförmige Wurzeln I 718.
Knollengewächse I 514.
Knopfgräser I 304.
Knopper II 535.
Knoppergallen II 533.
Knorpelkraut I 624.
Knorpelsalat II 317.
Knospe I 557. 585. 610; II 8.
— Atmung I 460.
— unterirdische I 598.
Knospenlage (Blüte) II 205.
— des Laubblattes I 322 ff.
Knospenöffnen (Konstanten) I 522.
Knospenstamm I 610.
Knospenvariationen II 509.
Knotenblume II 273.
Knotenfuß I 263.
Knotenmoos II 472.
Knotenzelle II 58.
Knöterich I 451. 561. 624. 646. 728; II 28. 282. 385. 496. 572.
— amphibischer I 395; II 449.
— Knospenlage I 322.
— windender I 642. 644. 648.
Knotig I 616.
Knotige Wurzeln I 718.
Kochsalz I 65.
Koeleria II 139. 140.
Koelreuteria paniculata I 10.* 585.
Koeniga spinosa I 297. 413.
— — Haare I 296.*
Kohl I 257.
Kohlendioxyd I 56. 59. 424. 459. 463 [473.
— Zerlegung I 95.
Kohlenformation II 598.
Kohlenhydrate I 425. 461.
Kohlensäure I 56. 59. 458; II 493.
Kohlensaurer Kalk I 533; II 487. 624.
Kohlenstoff I 421 ff.
— Assimilation II 616. 629.
— Verbindungen I 421 ff.
Kohlhernie II 515.
Kohlpflanze II 155. 426.
— Krebs II 515.
Kohlröschen II 221.
Kohlweißling II 155. 763.
Kokain I 421. 431.
Kokosnuß II 446.
Kokospalme I 560. 566. 672; II 45.
Kolben I 697.
Kolbenhirse II 139.
Kolbenschosser II 708.
Kolibris I 701; II 222. 229.
— und Scharlachblüten II 191.
Kollenchym I 685.
Kolletien I 309.
Kolpinia linearis II 808.
Kölreuter II 568.
Kommabacillen I 151.
Kommelinaceen I 533.
Kompaßpflanzen I 311.* 312. 324.
Kompositen I 220; II 716. [365.
Kondul (Nikobaren) I 663.
Konfervaceen I 547.
Konferven (Chlorophyllzerstörung) I
Konglutin I 427. [362
Koniferen I 258. 301. 382; II 28. 95. 412. 414. 431.
— Frucht II 432 ff. 435.* 436.*
— Parastichen I 372. [437.*
— zwergige II 511.
Königin der Nacht I 601.† 661; II 181. 192. 208. 689.
Königsblume II 703.† 835.
Königsbrunn I 302. 630. 671.
Königsfarn II 470.
Königskerze I 89.* 90. 210. 380. 383; II 166. 173. 185. 347. 454. 536. 557.
— Bastarte II 566.
— Behaarung I 298.
— gegen Tiere geschützt I 411.
Konjugaten II 51. 52.
Konjugation II 51. 609. 618.
Konnektiv II 87.
Konservierung abgestorbener Pflanzen I 241.
Konstantinopel I 679; II 746.
Kontagium I 151.
Kontaktreiz (Wurzel) I 730.
Köpfchen I 697. 703.
Köpfchengallen II 525.
Köpfchenhaare I 212.
Kopfgrind I 156.
Kopfholz II 35.
Kopfklee I 499.
Kopfweiden II 35. 36.
Kopulation II 617.
Korallenstöcke II 466.
Korallenwurz I 103. 106. 611. 708.
Korallinen I 239. 394.
Korbblütler I 310. 379. 495. 574. 575. 576. 699; II 27. 82. 93. 97. 99. 115 120. 122. 168. 179. 182. 187. 198. 211. 216. 227. 237. 246. 252. 277. 284. 285. 296. 309. 310. 311. 314. 355. 358. 367. 369. 449. 461. 489. 492. 554. 573. 586. 715. 720. 736. 777. 808.
— bedornte I 404 413.
— behaarte I 293.
— Blattstellung I 369.
— Dickblatt I 302
— Geitonogamie II 316.
— Milchröhren I 438.
— Parastichen I 372.
— von Ameisen beschützt II 243.
Körbchen der Bienen II 164.
Korbweide II 312. 556.
Kordilleren II 713.
Koriander II 194. 323.
Kork I 442. 678. 692.
Korkstoff I 285.
Korksubstanz I 427.
Kornblume II 252. 493.
— Blüte II 180.* 182.
— nichtduftend II 204.
Korneen II 324.
Kornelkirsche I 454. 522. 523. 681.
— Blattstellung I 369.
Kornfrucht II 422. 428. 652.
Kornrade I 560. 575.
— Keimung I 570.
— Samen I 559.*
Korolle I 11.
Korsika I 704.
Kosmopolitische Arten II 816.
Kotyledonen I 11. 496. 556.
Krabben I 71; II 622.
Kraft und Stoff II 585.
Krain II 189. 385. 458. 703. 835.
Krallenförmige Fruchtfortsätze II
Krameria Ixina II 807. [805.
Kraniche II 803.
Krapprot II 712.
Kraspedodrom I 591.

Krassulaceen II 171. 251. 391.
Kratzdisteln I 269. 419; II 294. 298. 454.
— Bastarte II 550. 575. 580.
Kräuselkrankheit II 517.
Kraushaar II 46. 47.* 51.
Krautartig I 615.
Kräuter I 673.
Kräuterbücher I 5.
Krautstengel I 673.
Krebsdistel II 252.
Krebse II 512. 514.* 607. 613. 767.
Krebsgeschwülste II 535.
Kreide I 595; II 681.
Kreidepflanzen II 600.
Kreisende Bewegung I 645.
— Wurzelbewegung I 731.
Kremsmünster I 528.
Kresse I 527.
— breitblätterige II 27.
— von Tieren nicht gefressen I 401.
Kreta II 536.
Kreuzblümchen II 288.
Kreuzblütler II 683. 736.
Kreuzdorn I 412; II 169. 192. 298.
Kreuzkraut II 321. 357. 493.
— gemeines I 575.
— klebriges (Blüte) II 359. 360.*
Kreuzschnabel II 799.
Kreuzung II 287 ff. 547 ff.
— angestrebt I 698; II 300.
Kreuzweise Blattstellung I 369.
Kriechende Früchte II 780.
Kriechender Stamm I 622.
Kriechenpflaumenbaum II 520.
Kristall und Pflanze I 530.
Kristalle und Kristalloide I 426.*
Kristallisation I 482.
Kristallkräuter I 303; II 185.† 697. 783.
Kristalloide I 427.
Krokus I 293 (siehe auch Crocus).
Krone I 601.
Kronenartige Kelchblätter II 251.
Kronenblätter mit Nektarien II 173.
Kronwicke I 499; II 226. 260.
— bunte I 624.
Krötensimse (Kleistogamie) II 387.
Kruciferen II 572.
Krumige Wurzeln I 718.
Krummläufig I 592. 593.* 604.
Krustenflechten I 109. 224.† 225. 479. 518. 519; II 611.
Kryokonit I 465; II 618.
Kryptogamen II 10. 45. 290. 412. 604 ff.
— Bastarte II 570.
— Systeme II 594.
— und Phanerogamen (Befruchtungsunterschied) II 67.
Küchenschelle II 175. 557.
— Autogamie II 383.
— offenblumige II 315.
Kuckucksgallen II 536.
Kuckucksknöpfe II 536.
Kuckucksnelke II 150.
— herzblätterige I 621.
Kugelblume II 87. 89.* 90. 122. 123. 124. 182. 310.
Kuhbaum I 438; 680.
Kukurbitaceen (Fruchtgröße) II 447.
Kulturversuche I 61.
Kumarin II 196. 712.
Kümmel I 521; II 423.
Kümmelöl I 430.
Kuntze, O. II 862.
Kupuliferen I 231; II 428.
Kürbis I 181. 496. 521. 582; II 88. 96. 99. 690.
— Keimung I 570.* 571.
— Ranken I 657.
Kürbisartige I 467. 652; II 102. 296. 689.
Kurztrieb I 610; II 638.
Küsten II 815.
Kutikula I 58. 210. 261. 285.
— Fortsätze I 279.
— geschichtete I 285.*
— gestreifte I 211.
— Schutz gegen Tiere I 401.
— zapfenförmige Vorsprünge I 271.
Kutikularzapfen gegen Nässe I 272.*

Lab I 133.
Labellum II 172. 253. 662.
Labiataceae II 670.
Labiaten II 170.
Labiatifloren II 82.
Labkraut I 596. 634; II 198. 295. 341. 530. 537.
Labrador II 461.
Lactarius I 439.
— deliciosus II 482. 608.
— scrobiculatus I 464. 480.
— torminosus II 482.
Lactomelopus Teucrii II 536.
Lactuca I 438; II 114. 317. 811.
— angustana II 233.
— muralis I 485; II 212.
— perennis II 212.
— sativa II 211. 213. 233.
— Scariola I 311.* 312; II 212.
— virosa I 438.* [233.
Lacus II 815.
Laelia gracilis (poröse Zellen) I 203.*
— Perrinii II 77. 78.*
Lagarosiphon II 131.
Lage junger Blätter I 324.
Lagenaria leucantha II 447.
Lagenidium Rabenhorstii I 156.
Lager I 553. [157.*
Lagerpflanzen I 553; II 22. 604 ff.
Lagerstroemiaceae II 698.
Lagoecia II 811.
Lagunen II 105.
Laibach II 458.
Laichkraut I 69; II 105. 131. 133 144. 394. 495. 644. 724. 726. 742. 744. 827.
— Bastarte II 571.
— flutendes I 360.
— krausblätteriges II 309.
— — Blühen II 144. 146.*
— Überwinterung I 515. 515.*
Lamina I 555.
Laminaria II 827.
Laminariaceae II 621.
Laminarien I 548. 549.*
Lamium II 247. 573.
— album I 687.* 689.
— — (Herbstblumen) I 488.
Lamium amplexicaule II 386. 388.
Lamprococcus II 179. 233.
— miniatus II 191.
Lamprothamnus II 114. 217. 624.
Lampsana communis II 212. 214. 217.
Landkartenflechte I 225.
Land-Reitgras II 725.
Landseen II 815.
Länge der Ausläufer II 731.
— unterirdischer Sprosse II 725.
Langsdorffia I 175.
— hypogaea I 172. 173.*
— Moritziana I 172. 173.
— rubiginosa I 172. 173.
Langtrieb I 610; II 638.
Lapathum II 314.
Lapidosa II 815.
Laplace II 585.
Lappa II 573.
— maior II 807.* 808.
— pubens II 574.
Lappago racemosa I 574; II 806.*
Lappenblume II 174. [808.
— Blüte II 177.* 364. 365.*
Lappland I 133; II 706.*
Lappmarken I 36.
Lärche I 86. 488. 508. 618. 681; II 508. 520. 641. 825.
— Frucht II 433. 435.* 437.*
— Krebs II 515.
— Lang- und Kurztriebe II 476.
— Laubfall I 330 [477.*
— steinhebend I 481.*
— Ziegenabbisse I 414.
Lardizabalaceae II 681.
Larix II 433. 435.* 477 638.
— Europaea I 681; II 435.* 515.
— Sibirica I 508. [641.
Laserkraut II 322.
Laserpitium II 321. 322.
— latifolium I 488; II 295. 789.
Lasiaceae II 646. [790.*
Lasiagrostis I 481.
— Calamagrostis I 318. 493.
— — (Blattquerschnitt) I 317.*
Lasioptera juniperina II 539. 544.
Lasius niger II 802.
Lathraea I 128. 178; II 128. 170. 190.
— clandestina I 169; II 775.
— Squamaria I 126. 167. 168.* II 327.* 328.
Lathrophytum I 179.
— Peckoltii I 181. 558.
Lathyrus I 420. 665; II 253.
— Aphaca I 596. 652.
— Nissolia I 310.
— Ochrus I 310.
— odoratus II 185. 198.
— silvester II 777.
— tuberosus II 768.
Lattich II 114. 317.
— Milchsaft II 233.
— wilder I 312.
Laubabwerfen I 519.
Laubäpfel II 520.
Laubartiges Stützblatt I 600.
Laubblätter I 11. 365.
— bunte II 179.
— wasserfangende I 214.*
Laubentfaltung I 323.*

Laubfall I 329 ff. 453.
— Fortschreiten I 335.
— Konstanten I 523.
— und Transpiration I 329.
— verschiedenzeitig I 330.
Laubfärbung, herbstliche I 453 ff. 455.†
Laubflechten I 225; II 611.†
Laubhölzer I 84. 85. 412. 596.
Laubholzzweig (Anatomie) I 437.*
Laubmoose I 98. 255. 541. 551. 553; II 11. 16.* 471. 472.* 473.* 733. 745.
Laubschicht im Walde I 514.
Laub- und Lebermoose II 61.†
— Wasseraufnahme I 201.
Laubwälder II 825.
Lauch I 567. 690; II 86.
— sibirischer I 397.
Laucharten I 576; II 42. 194. 482. 536. 657. 754.
Lauraceae II 702.
Lauraceen II 87.
Laurineen I 159.
Laurus II 93. 288.
— Camphora I 589.*
— Canariensis II 514.
— nobilis II 123.* 297. 702.
— Sassafras II 297.
Läusekraut I 163. 166; II 204. 557.
— Anthokyan I 487.
— Blüte II 370.*
— Streuzange II 271. 272.*
Lavandula I 293; II 198.
— pedunculata II 184.
— Stoechas II 180.* 184.
— vera II 194.
Lavendel II 97. 194.
— Duft II 198.
— Öl I 430; II 198.
Leben I 20.
Lebendige Kraft der Sonne I 350.
— Zäune I 632.
Lebendig gebärende Gräser II 756.
— — Pflanzen II 451.
Lebensbaum II 144. 432. 539. 544.
— Blättermosaik I 380.*
— Frucht I 436.*
— Laub I 301.
Lebenskraft I 47. 49. 463; II 409. 585.
Leberblümchen I 514; II 190. 214.
Leberkraut I 262. 484; II 114. 126. 163. 185.
Lebermoose I 98. 102. 234. 255. 479. 540; II 11. 625.
— Zellenvereine I 551. 551.*
Lecanora II 827.
— desertorum II 746.
— esculenta I 518. 518*; II 746.
— Jussuffii II 746.
Lecidea I 228.
— confluens I 224.†
— fuscorubens I 109.
— geographica I 225; II 827.
— lithyrga I 109.
Lecidella II 827.
Lecythidaceae II 691.
Lecythis II 692.
Lederblumenstrauch II 295.
Ledertange I 548.
Ledum II 95. 234.
Ledum palustre I 279. 281. 702; II 519.
Leere Deckblätter I 600.
Leeuwenhoek I 20. 35.
Legföhre I 457. 488. 512. 513.* 556. 641; II 107.†
— Blüte II 142.*
Legumen II 424. 695.
Legumin I 427.
Leguminosen II 695.
Leh (Tibet) I 491.
Lehmboden II 493. 815.
Leimkraut II 196. 205. 208. 217. 234.
— nachtblühendes II 400.
— nickendes II 150. 150.* 151*; 242.
— Samenschutz II 442. 443.
— stielloses II 539.
Leimkrautarten, aussterbende II 239.
Leimspindeln (Blütenschutz) II 233.
Lein I 159. 521. 524. 575. 684; II 113. 207. 209. 250 539.
— großblütiger, Blütendauer II 286.
— im alpinen Versuchsgarten I 365; II 504. 506.
Leindotter I 521. 575.
Leinkraut I 401; II 27. 28. 205. 206. 225. 248. 565. 722.
— Blüte II 176.*
Leinöl I 430.
Leitbündel I 684.
Leithakalk II 624.
Leitneriaceae II 680.
Lemanea I 72. 149; II 623. 827.
— fluviatilis I 245.
Lemna I 384; II 452. 646. 744.
— arrhiza II 739.
— gibba I 628. 710. 712; II 767.
— minor I 70. 628. 710. 712. 723; II 767.
— polyrrhiza I 70. 486. 628. 710. 712; II 739. 767.
— trisulca I 70. 354.* 723; II 767.
Lemnaceae II 646.
Lennoaceae II 671.
Lentibulariaceae II 670.
Lenzites sepiaria I 109. 110.
Leocarpus fragilis I 532. 534; II 484. 485.*
Leontice I 582.
Leontodon II 317. 367. 369.
— hastilis I 495; II 211. 212. 357.
— heterophyllus II 249.* 400.
— tuberosus II 211.
Lepidium campestre II 333.
— crassifolium I 401.
— Draba I 401; II 27. 309. 337.
— perfoliatum I 401. [541.
— sativum I 575. 581*; II 333. 385. 501.
Lepidocaryaceae II 649. 784.
Lepidodendraceae II 632.
Lepidotus I 298.
Lepigonum marginatum II 417.*
Lepromyceten II 748. [788.
Lepromycetes II 606.
Leptomeria I 304.
Leptospermaceae II 691.
Leptospermeen I 697.
Leptotes bicolor I 302.
Leptothrix I 229.
Lerchensporn I 87. 263. 582. 585; II 86. 110. 176. 198. 221. 266.
— gelber II 97. 225. [398.
Lereschia Thomasii II 816.
Lesina I 528.
Leucadendron I 310.
Leucanthemum vulgare II 187. 504.
Leuchtendes Holz I 469.
Leuchtmoos I 78. 346. 357. 358. 358†; II 728.
Leucin I 427. 432. 473.
Leucobryaceae I 202.
Leucobryum I 203; II 626. 745.
— Javense I 79.
— poröse Zellen I 203.*
Leucodon sciuroides II 23.* 454. 753.
Leucojum II 118. 310. 657.
— vernum II 166.* 186. 197. 273.
Leuconostoc II 516. [658.
Leucopogon II 95.
— Cunninghami I 592. 593.*
Levkojen II 171. 197. 205. 286. 546.
Lianen I 338.* 629; II 676.
— auf Ceylon I 630.†
— Kork I 442.
— korkzieherförmig I 648.*
— Leitungsröhren I 337.
— Querschnitte I 444.*
— Transpiration I 335 ff.
Libanonzeder I 681.
Libanotis montana I 488; II 501.
Libocedrus I 301. 452. [504.
Libriformzellen I 685.
Libythea Celtis II 482.
Lichen esculentus II 746.
Lichenen I 225.
Licht und Wachstum I 484.
— — Wärme II 215.
Lichtblume II 126.
— Pollenschutz II 123.* 124.
Lichteinfluß II 498 ff.
Lichtentwickelung der Pflanzen I
Lichtnelken II 208. [469.
Lichtscheue Ranken I 657 ff. 658.*
Lichtstärke, verschiedene I 352 ff.
Lichtwellen I 533.
Liegende Stämme I 620 ff. 521; II
Lignin I 254. 427. [139.
Ligula I 91; II 114. 652.
Ligurien II 816.
Ligustrum vulgare I 484. 540; II
Liliaceae II 657. [799.
Liliaceen II 41. 97. 167. 171. 222.
Lilie I 584. 610; II 88. 97. 548. 754.
— Farbenwechsel I 349.
— weiße I 484. 522; 300.
Lilienartige Gewächse I 593; II 118.
Liliiflorae II 657 ff. [310. 458.
Liliifloreen II 324. 330. 465. 571.
Lilium II 788.
— album I 584; II 209. 300.
— auratum II 181.
— bulbiferum II 300. 398. 456. 567. 754. 768.
— candidum I 484. 522.
— Carniolicum II 172.
— Chalcedonicum II 172.
— croceum II 456.
— lancifolium II 754.
— Martagon I 584. 614. 724; II 172. 310. 347. 402. 403.*

Lilium tigrinum II 84.* 754.
Limnanthemum I 627.
Limnobium molle I 245.
Limodorum II 662.
— abortivum I 103.
Limonie II 559.
Limosella aquatica II 385. 803.
Limosina II 161.
Linaceae II 681.
Linaria II 110. 169. 176. 205. 206. 225. 310. 387. 559. 565. 722.
— alpina II 169 † 176.*
— Cymbalaria I 49. 50.* 702; II 812.
— genistifolia II 27. 552.
— littoralis II 400.
— Macedonica II 442. 443.*
— minor II 400.
— pallida II 27.
— purpurea II 552.
— striata II 552. 579.
— stricta II 579.
— vulgaris I 401; II 27. 28. 579.
Linde I 378. 454. 586. 591. 606. 675. 679. 688; II 86. 197. 288. 295. 422. 521. 526. 773.
— Blattſtellung I 369.
— Duft II 197.
— Filzgalle II 521.
— Frucht II 420.*
— großblätterige I 522.
— — Galle II 532.*
— — Zweig I 687.*
— kleinblätterige I 522.
— Knoſpenlage I 325.
— Nebenblättchen I 325.
— Pollenſchutz II 108.
— weitduftend II 202.
Lindernia pyxidaria II 803.
Lindsaya II 14.
Lineen II 391.
Linksläufig I 594.
Links ſchwingen I 645.
Linnaea II 235. 713.
— borealis I 103; II 196. 300. 234.* 713. 804.*
Linné I 7. 8. 9. 11. 13. 15. 35. 129. 133. 614; II 9. 45. 83. 211. 287. 329. 480. 507. 536. 566. 570. 589. 713. 813.
Linnéſches Syſtem II 287 ff. 289.* 291.* 292.*
Linſen I 518. 652; II 399. 799.
Linſenplatterbſe I 652.
Linum I 575; II 172. 217. 234. 391.
— Austriacum II 208.
— catharticum II 216.
— grandiflorum II 212. 213. 286.
— hirsutum I 300.
— perenne II 208.
— tenuifolium II 209.
— usitatissimum I 365. 524; II 504. 506. 539.
— viscosum II 209. 212. 213. 250.
Lippchen II 172. 221. 662.
Lippe II 253.
Lippenblütler I 88. 495. 697; II 86. 88. 90. 97. 111. 179. 182. 186. 221. 234. 277. 284. 297. 310. 311. 314. 400. 440. 720. 791. 826.
— Auswerfen der Früchte II 778.
Lippenblütler (Baſtarte) II 573.
— bedornte I 413.
— behaarte I 293.
— Blattſtellung I 369.
— Gallen II 529.
Liquidambar I 455; II 290. 292.*
Liriodendron II 71. 82. 124.
— tulipifera I 325. 326.* 455.† 522; II 27.
Listera II 172. 256. 662.
— cordata I 103.
— ovata II 201.
Lithium I 63.
Lithophyllum I 239; II 624. 828.
— cristatum I 238.† 239.
— decussatum I 238.† 239.
Lithospermum II 310.
— affine II 96.
— arvense II 309. 330.
— purpureo-coeruleum I 622; II 190. 730.
Lithothamnien I 394. 533.
Lithothamnium I 239; II 624. 828.
Litorella lacustris II 452.
Littora II 815.
Livia Juncorum II 540.
Livistona spectabilis II 651.†
Llanos II 827.
Lloydia serotina II 661.
Loasaceae II 699.
Loaſaceen (Brennhaare) I 409.
Lobelia II 290.
— cardinalis II 191.
— fulgens II 191.
— graminea II 191.
— splendens II 191.
— Texensis II 191.
Lobeliaceae II 714.
Lobularia nummularia II 337.
— nummulariaefolia II 180.* 187.
Löcher der Antheren II 90.
Löcherſchwamm, gelber I 153.
Loden I 673; II 508.
Lodiculae II 652.
Lodoicea Sechellarum II 447. 651.
Löffelkraut, Kälte ertragend I 507.
Loganiaceae II 670.
Lohblüte I 31.
Loiseleuria I 278; II 672. 834.
Lolch (Stärke) I 428.*
Lolium II 571.
Lomatogonium Carinthiacum I 105.
Lonicera I 386. 641; II 99. 219. 713. 800.
— alpigena I 522. 523. 704; II 174. 239. 240.* 277. 304. 347. 713.
— Caprifolium I 644. 648; II 173. 192. 196. 197. 203. 204 207. 208. 209. 222. 372.
— ciliosa I 148. 149.*
— coerulea I 704; II 31. 713.
— Etrusca II 173. 204. 208. 224.* 372.
— fragrantissima II 31.
— grata II 173. 204.
— implexa II 173.
— nigra I 704; II 174. 277. 304. 239. 347.
— Periclymenum I 648; II 173. 204. 208. 372.
Lonicera Xylosteum I 704; II 174. 239. 277. 304. 347.
Lopezia coronata II 263.
— miniata II 263.
— racemosa II 263.
Lophogyne I 72.
Lophophyteen I 179.
Lophophytum I 179. 180. 181. 182.
— Leandri I 181.
— mirabile I 179. 180.* 181.
Loranthaceae II 701.
Loranthaceen I 189.
Loranthus II 29.
— buxifolius I 197.
— Europaeus I 190. 193.* 195.
— formosus I 197. [197.
— grandiflorus I 197.
— Mutisii I 197.
— tetrandrus I 197.
— Wurzel I 196.
Lorbeer I 568; II 91. 93. 98. 288. 297. 702.
— Atmung I 460.
— Krebs II 514.
— Pollenſchutz II 123.* 124.
Lorbeerartige II 702.
Lorbeerweide I 222. 288; II 237. 313. 394. 488. 565.
Lorcheln I 550; II 19.
— biſchofsmützenförmige II 19.*
Loſe Ableger II 737. [611.
Lotus I 496. 499; II. 399.
— corniculatus II 260.* 261. 425.* 504. 514. 536. 775.
Lotusblumen II 181.
Lotwurz I 409.
Löwenmaul II 176. 205. 206. 222. 225. 248 288. 426.
— rankendes I 652.
— Samen II 415. 416.*
Löwenzahn I 87; II 114. 205. 214. 317. 500.
— Fruchtverbreitung II 796.
— Pollen II 97.
Lucilia II 161. 202.
— cornicina II 192.
Luftwurzeln I 207.* 711. 729; II 27. 649.
— als Brücke II 680. 681.*
— der Orchideen I 204. 205.*
Lunaria rediviva I 263; II 788.
Lundſtröm II 802. [789.*
Lungenkraut I 262. 514. 590; II 564.
— Baſtarte II 555.
Lunularia II 745.
Lupinus II 260.
— digitatus II 776.
— variabilis II 514.
Lupulin II 680.
Luftfarben II 190.
Lutum II 815.
Luzula II 655.
— nivea II 309.
— vernalis II 95.
Luzuriaga II 657.
Lycaena II 153.
— Arcas II 153.
— Baetica II 153.
— Hylas II 153.
Lychnis II 172. 234.
— alpina II 351. [299
— diurna II 208. 209. 294. 298

Lychnis flos cuculi II 150.
— — Jovis II 122. 800.
— vespertina II 208. 298.
— Viscaria II 234. 235 297. 502. 504. 541.
Lychnophora I 292; II 715.
Lychnothamnus II 624.
Lycium I 631; II 27. 32. 239. 361. 804.
— barbarum II 361. 722.
Lycogala Epidendron I 31. 104; II 484. 485.*
Lycoperdaceae II 604.
Lycoperdon coelatum I 464.
— constellatum II 605.*
Lycopodiaceae II 630.
Lycopodiaceen II 15. 471.
Lycopodinae II 630 ff.
Lycopodium II 632.*
— alpinum I 105.
— annotinum II 631.*
— erubescens II 753.
— Haleakala II 753.
— inundatum I 105; II 598.
— lucidulum II 753.
— reflexum II 753.
— Selago II 456.* 632. 753.
— serratum II 753.
Lygodictyon II 15.
Lygodien II 13.
Lygodium II 15. 633.
Lysimachia ciliata II 118. 166.
— nemorum II 338.
— Nummularia I 622; II 398. 567.
— thyrsiflora I 271; II 166. 324.
Lythraceae II 698. [721.
Lythrarineen II 391.
Lythrum Salicaria II 301. 397. 803.

Macaubapalme I 641
Machien I 632.
Macis II 419.
Maclura aurantiaca II 27.
Macrocystis pyrifera I 360; II 827.
Macroglossa stellatarum II 202.
Madagaskar I 517. 625; II 176.
Madagassische Flora II 832.
Madeira I 331.
Magdeburg II 458.
Magelhaensstraße I 131.
Magellanische Flora II 832.
Magensaft I 125. 132.
Magnolia II 124.
— Campbellii II 181.
— grandiflora II 160. 801.
— obovata II 159. 198.
— Yulan II 159. 198.
Magnoliaceae II 681.
Magnoliaceen II 87. 124.
Magnolien I 586; II 97. 205. 244. 586.
— Nebenblätter I 325.
Mahalebkirsche II 32.
Mahonia I 451; II 119.
Maiblümchen I 690.
Maiglöckchen I 87. 522. 527; II 196.
— Blüte II 118. [288.
— Duft II 196.
— Stamm I 688.*
Mairaßling II 719.
Mais I 521. 524; II 95. 290. 311.
— Stärke I 428.*
Maispflanze I 719.
Majanthemum II 657.
— bifolium I 592. 593.*
Maja verrucosa I 71.
Majoran I 518.
Makrosporangien II 630. 635.
Makrosporen II 64. 471. 631.
Malachium aquaticum II 336.
Malaxis II 81.
— monophyllos II 41.
— paludosa II 39.* 41. 42.
Malcolmia Africana II 248.
— maritima II 248. 249.*
Malediviſche Nuß II 651.
Malpighiaceae II 676.
Malpighiaceen II 386.
Malteserschwamm I 183.* 184.
Maltose II 613.
Malva II 90. 288. 302. 423. 572.
— borealis II 351.
— crispa II 799.
— rotundifolia II 99.* 351. 804.
Malvaceen II 90. 96. 99. 108. 227. 302. 310. 404. 681.
Malven I 591; II 86. 281.
— Haare I 297.
Mamestra II 150. 152.
Mamillaria I 302; II 300. 344. 689; 770.
— glochidiata II 170.* 212. 213.
— gracilis II 766.* [286.
— pectinata II 689.*
— placostigma I 766.*
Mamillarien II 113. 177.
Mammutbaum I 681.
Mandel I 219. 427. 568. 601; II 73. 97. 415.
Mandelbaum I 378. 522. 526. 704; II 170. 198. 288. 517.
— Blüte II 71.*
Mandelmilch I 427.
Mandelöl I 430.
Mandelweide I 679; II 311.
Mandragora II 197. 303.
— officinalis I 87; II 277. 279.*
— vernalis II 113. 127.
Mangan I 63.
Manglebaum (Keimling) II 445. 446.*
Mangroven I 718. 722. 728; II 709.
— Keimung I 562.* 564.* [823.*
— Wassergewebe I 342.
— Wurzeln I 714. 716.*
Manila I 470.
Manna der Wüste II 748.
Mannaesche I 586; II 195. 294. 541.
Mannaflechte I 518. 518.*; II 746.
Mannaregen II 746.
Mannit I 429. 473.
Männliche Blüten II 293.
Mannsschild I 623; II 111. 193.†
Mannstreu II 180. 277. 321.
— Arten I 404.
— stahlblaue I 420.
Mantelgallen II 522.
Manubrium II 59.
Maranta I 592.
Marantaceae II 664.
Marasmius I 104. 110; II 608. 719.
— perforans II 21.*
— tenerrimus II 21.*
Marattiaceae II 633.
Marburg (Hessen) I 528.
Marcgravia II 728.
— paradoxa I 100.
— umbellata I 100. 668.
Marchantia I 79; II 745.
— polymorpha I 255.* 255; II 23.* 744.
Marchantiaceae II 625.
Mare II 815.
Mariendistel I 90.
Markgallen II 528.
Markstrahlen I 436.
— primäre und sekundäre I 437.
Marmorplatten von Wurzeln angeätzt I 237.
Marmorsäule bei Ambras I 228. 236.
Marrubium I 293; II 297. 573.
— peregrinum II 554. 573.
— remotum II 554. 573.
— vulgare II 554. 573. 807.* 808.
Marsilea I 627; II 15. 64. 635.*
— quadrifolia (Blättchenbewegung) I 313.
Marsiliaceae II 634.
Martini (11. November) II 719.
Martius I 641. 644; II 590.
Martynia lutea II 808.
— proboscoidea II 808.
Märzveilchen I 522.
Maserknollen II 34.
Maskenblume II 127. 253.
— Pollenabladen II 280.*
Massentransport der Stoffe I 448.
Maßliebchen II 126.
— Herbstblumen I 488.
Mastichonema I 229. 547; II 733.
Matricaria II 320.
— Chamomilla I 575. 699.
Matsche Blumenblätter II 167.
Matten II 824.
Matterhorn I 511.
Matthiola annua II 171. 197. 546.
— bicornis II 436.
— incana II 171. 197. 546. 565.
— Maderensis II 565.
— sinuata II 565.
— tricuspidata II 436. 438.*
— varia II 197.
Mattia II 772.
Mauerpfeffer I 257. 730; II 342. 783.
Maulbeerbaum I 591; II 92. 131. 426.
— schwarzer I 383; II 508.
Maulbeere II 430. 680.
Mauritia II 651.
Mäuse II 440.
— von Rosen abgehalten II 439.
Mäusedorn I 307. 403. 565; II 36. 75.
Mautern II 483.
Mayaceae II 655.
Mays del monte I 181.
Mechanik des Wachstums I 478.
Mechanisches Gewebe I 686; II 494.
Mechanische Veränderungen durch Pflanzen I 244.
— Zellen I 553. 684.
Medeola II 660.
— asparagoides II 28.
Medicago I 499. 624; II 266.
— agrestis II 807.*
— ciliaris II 811.
— falcata II 558. 568.

Medicago litoralis II 811.
— lupulina II 448.
— media II 558. 568.
— radiata II 807.*
— sativa II 558. 568.
— scutellata II 785. 786.*
— sphaerocarpa II 811.
— tentaculata II 811.
— tribuloides II 811.
Medinilla II 89.*
Mediterranflora I 718; II 706. 709. 831.
— behaarte Pflanzen I 292.
— Rutengewächſe I 305.
Meduſen II 466.
Meer II 815.
— Blühen I 361.
Meeresalgen I 539.
Meeresgrundpflanzen I 359.
Meeresſtrömungen II 784.
Meerſalat I 97. 548.
— Chlorophyllzerſtörung I 362.
Meerſtrandkiefer I 507.
Meerſtrandpflanzen I 362.
Meerträubel I 273. 306; II 435.
— Chlorophyll I 348.
Meerwaſſer (Farbe) I 360.
Meerzwiebel, zweiblätterige I 614; II 190.
Meesia alpina I 105.
Megacarpaea laciniata II 788. 790.*
Melaleuca I 310. 697· II 107. 290. 291.* 692.*
Melaleucen I 159.
Melampsora Goeppertiana II 518.
— populina I 235.
Melampyrum I 163. 165; II 111. 171.
— arvense II 186. [802.
— cristatum II 189.
— grandiflorum II 186.
— Keimung I 164.
— nemorosum II 187.
— pratense II 349.
— silvaticum I 160.*; II 372.
Melanium II 380. 387.
Melanostoma II 159.
Melanthaceen II 171.
Melaſtomaceen I 591. 595; II 266. 274. 697.
— Weichbaſtſtränge I 437.
Melastoma Malabathricum II 697.*
Melastomeae II 697.
Melden I 294. 401. 451. 561; II 103. 522.
— Trimethylamin I 431.
Meldengewächſe II 416.
Meliaceae II 676.
Melianthaceae II 675.
Melianthus II 168. 169. 196. 237.
— major II 168. 222. 224.*
Melica II 139.
— altissima I 399; II 311. 791.* 792.
— Balansae II 793. 795.*
Meligethes II 159. 163. 175.
— aeneus II 159.
Melilotus I 499; II 196. 252. 399. 826.
Melissa officinalis II 89.*
Melittis I 568; II 559.
— Melissophyllum II 189.
Melocactus I 302. 415; II 689.
Melone I 329. 496. 509. 518. 521 524; II 690.
Melosiraceae II 617.
Meltau I 152.*; II 19. 55. 609.
Meltaupilze I 154.
Melville-Inſel II 461.
Mengung (Kreuzung) II 553.
Menispermaceae II 681.
Meniſpermeen I 630.
Menispermum I 87.
— Carolinianum I 338.* 608.
Mentha II 297. 573. 725.
— alpigena II 720. 721.
— nemorosa II 574.
— Pulegium I 293.
— silvestris I 495.
Menyanthes II 91. 389.
— trifoliata I 110. 622; II 300. 309. 310. 385.
Menziesia II 95.
Mercurialis II 298. 775.
— annua II 299. 462.*
— ovata II 312.
— perennis I 263. 724; II 312. 395. 675; II 777.
Merismopödiaceae II 614.
Merk II 323.
Mertensia II 118. 301. 389.
— maritima I 291.
— Sibirica II 187.
Meruliaceae II 607.
Merulius lacrymans I 242. 249; II 608.
Mesembryanthemaceae II 696.
Mesembryanthemum I 302. 303; II 113. 697. 787.
— barbatum II 211. 212.
— blandum I 303.
— cristallinum I 303; II 211. 212. 213.
— foliosum I 303.
— formosum II 185.†
— linguiforme II 211. 212.
— muricatum II 185.†
— nodiflorum II 212.
— sublacerum I 303.
Mesocarpaceae II 618.
Mesocarpus I 156. 346.
Meſophyll I 256.
Meſopotamien II 746.
Meſozoiſche Zeit II 600.
Mespilus II 73. 195.
Metamorphoſe II 596.
— der Blätter I 9.
— von Goethe erklärt I 10—12.
Metamorphoſierte Blätter I 555.
Meteorſtaub I 74.
Metrosideros I 590. 697; II 107. 179. 530.
Metroxylon Rumphii II 651.†
Metzgeria I 540; II 745.
— pubescens II 745.
Meum II 323.
— Mutellina I 105; II 198. 295. 838.
Mexikaniſche Flora II 832.
Mexiko I 131. 250. 292. 313. 404. 415. 615 657; II 13. 181. 263. 689. 696.
Miasma I 151.
Micellen I 53. 531.
— Baſt I 684.
Micheli I 147.
Micrasterias papillifera II 486.*
Micrococcus I 74.
— diphthericus I 151.
— prodigiosus II 615.*
Microcystis ichthyloba I 98.
Micromeria Graeca II 579.
— Juliana II 579.
— Kerneri II 579.
— nervosa II 792. 794.*
Micropus II 296. 793. 811.
Microsporon furfur I 156
Mieren II 120. 171. 172. 306. 336. 351. 458.
Mikrokokken I 242.
Mikropyle I 604; II 77. 405. 408. 409. 413. 432.
Mikroſkop (Erfindung) I 20.
Mikroſomen I 31. 543.
Mikroſporangien II 630. 635.
Mikroſporen II 64. 631.
Milben II 455.
Milchdieb I 165.
Milchdiſtel II 317.
Milchgefäße I 438.
Milchkraut II 72.
Milchröhren I 438; II 714.
— als Reſerveſtoffbehälter I 439.
Milchſaft II 233. 608.
Milchſäure I 473; II 614.
Milchſtern I 293. 599. 610; II 86. 113. 179. 338.
— nickender II 375.
— Knoſpenlage I 322.
Milchzellen I 438.
Milium effusum I 399. 487.
Miltonia stellata II 68.*
Milzbrand I 151; II 615.
Milzfarn (Prothallium) II 12.*
Milzkraut II 90. 169.
Mimosa I 506; II 261.
— casta I 501.
— dormiens I 501.
— hispidula II 437. 439.* 788.
— humilis I 501.
— Lindheimeri I 499.
— — Blatt I 497.*
— polycarpa II 436.
— pudica I 501. 502.* 571; II [436.
— sensitiva I 501.
— viva I 501.
Mimosaceae II 694. 774.
Mimoſeen I 179. 182. 496; II 96.
— Antheren II 87. [107.
Mimoſen I 413. 499. 733; II 826.
— Blättchenbewegung I 313.
Mimulus I 496; II 91. 102. 127.
— luteus II 280.* [253.
— moschatus II 98.*
Minas Geraës I 292.
Mineraliſierung I 243.
Minze II 97. 725.
Miocän II 681. 838.
Miocänmeer II 624.
Mirabilis I 496.
— Jalappa II 85.* 88. 96. 208. 209 309. 353. 354. 668.*
— longiflora II 96. 192. 208. 222.
Miramare I 641.
Miſchlinge I 199; II 549.
Miſpeln II 73. 195.
Miſſiſſippiſche Flora II 832.
Miſſouriſche Flora II 832.

Mistel I 108. 189. 190. 191.* 193.* 235. 285. 304. 582. 707. 722; II 87. 421. 702.
— Kutikula I 285.*
— Pollen II 99.*
Mistelartige Pflanzen II 125.
Mitraria coccinea II 191.
Mittagsblumen II 783.
Mittelblätter I 557. 586 ff.
Mittelblattstamm I 614 ff.
Mitteleuropa I 614. 630.
Mittellamelle I 333.
Mittelländische Flora I 288. 406. 413; II 30. 184. 193. 578. 671. 672.
Mittelsamige II 667. [693.
Mnium I 79. 378.
— insigne II 461.
— punctatum II 61.†
Mohar I 521.
Mohl I 14. 24.
Mohn I 10.* 458. 521; II 72. 93. 97. 120. 160. 163. 165. 205. 206. 226 244. 281. 288. 426. 493. 546.
— Blüten aus Mumiengräbern I 541.
— Keimlinge (Atmung) I 461.
— Milchsaft I 439.
— Öl I 430.
— Stempel II 279.*
Mohnartige Gewächse II 88. 163.
Möhre I 494. [209. 309.
Moehringia II 169.†
— muscosa II 802.
Mohrrüben I 724.
Moleküle I 46. 53.
Molekülgröße I 533.
Molinia II 139.
— coerulea I 688.* 690.
Molluginaceae II 696.
Moltebeere I 220.
Monadelphia II 288.
Monandria II 288.
Monarda didyma II 191.
— fistulosa II 191. 779.*
Mondraute I 104; II 751.
Mondviole I 263.
Moneses II 118.
Monimiaceae II 693.
Monoecia II 290.
Monokotyledonen I 15. 690; II 97. 643 ff.
— Keimung I 565.
Monopetalen I 15.
Monothecische Antheren II 90.
Monotropa I 232. 260. 556; II 87. 174. 190. 241. 410.*
— glabra II 788.
— Verbindung mit Mycelien I 233.
Monotropaceae II 671.
Monsteraceae II 646.
Monstera egregia I 383.
Montblanc I 490.
Montbretia I 310.
Monte Baldo I 264. 274. 403.
Montevideo II 736.
Montia fontana II 385. 696.
Montiniaceae II 691.
Montona (Istrien) I 332.
Montrichardia II 647.
Moore I 105.
— Temperatur I 281.
Moorflora I 281.
Moorhirse II 139.
Moosbeere I 279. 281. 456. 621; II 90. 107. 171. 519. 714.
Moose I 107. 237. 239. 419. 425. 435. 479. 679; II 15. 49. 60 ff. 412. 452. 491. 492. 616. 625. 727. 749. 827.
— Ableger II 454.
— als Staubfänger I 245.
— Bastarte II 570.
— Nährgasleitung I 341.
— Parthenogenese II 460.
— Thallidien II 752.
— von Tieren nicht gefressen I 401.
Moraceae II 680.
Morchella esculenta II 19.*
Morcheln I 550; II 19. 611.
Moreen I 590.
Morina II 97. 715.
— Persica II 96. 98.* 102. 209. 218. 348.* 349
Morphin I 431.
Morsches Holz I 155.
Morus II 426. 680.
— nigra I 383; II 508.
Moschuskraut I 583. 610; II 333.
Mosselbai (Spitzbergen) I 511.
Most II 613.
Motte I 120.
Mottenkraut II 363.
Mucor I 242. 474; II 52.
— Mucedo I 156. 249; II 18.* 51.
— racemosus I 475.
Mucoraceae II 609.
Mucuna prurita II 438.
Mukorhefe II 609.
Mukorineen II 19. 50.* 51. 460. 474. 475.*
Mulgedium II 317
— Plumieri II 212. 213.
Murmeltier II 799.
Musa I 592; II 109.
Musaceen II 98. 664.
Muscardine I 156.
Muscari II 294. 769.
— comosum II 180.* 183.
— racemosum II 196. 724.* 768.
— tenuifolium II 183.
Muschelblümchen I 263; II 120. 175.
Muscideen II 164.
Muscineae II 625 ff.
Muskatbäume II 684.
Muskatblüte II 419.
Mutisia decurrens I 652.
— hastata I 652.
— ilicifolia I 652.
— subspinosa I 652.
Mutter II 549.
Mutterkorn I 156; II 612.* 764.
— Verbreitung I 429. 769.
Mutterzellen II 94.
— Pollen II 99.
Mycelien I 92. 484. 547; II 604.
— in Holzröhren I 109.
— leuchtend I 469.
Mycoideaceae II 619.
Mycorrhiza (Mycelmantel) I 230.*
Myoporaceae II 670.
Myosotis I 582. 590. 702; II 97. 186. 301. 513. 811.
— alpestris II 96. 193. 198.
Myosotis palustris I 589*; II 497.
— silvatica I 702; II 373. 800.
Myosurus minimus II 68.* 71. 682.*
Myricaceae II 704.*
Myrica Gale II 706.*
Myricilalkohol II 197.
Myriophyllaceae II 698.
Myriophyllum I 70. 239; II 296. 311. 744. 803.
— spicatum I 694.
Myristica aromatica II 419.
Myristicaceae II 684.
Myristicae II 684.
Myrmekophile Pflanzen II 231.
Myrobalaneae II 709.
Myrosin I 433.
Myrrhis I 420.
Myrsinaceae II 669.
Myrsineen II 40.
Myrtaceae II 691.
Myrtaceen I 288. 310. 595; II 4. 107. 108. 476.
Myrten I 508. 697; II 227.
Myrtengewächse I 590; II 179.
— Blattstellung I 369.
Myrtus I 590; II 692.
— communis II 693.
Myxamöben II 484. 604.
Myxomyceten II 405.
Myxomycetes II 604.
Myzus Ribis II 524.

Nabel II 419.
Nabelnarbe II 419.
Nabelschwiele II 419.
Nachreifen der Samen I 526.
Nachtblume II 208. 209. 309. 350. 354.
Nachtkerzen I 724; II 103. 104. 192. 195. 207. 208. 209.
— Blüte II 248.* 282.*
— Pollen II 101.*
Nachtschatten II 120.
— Duft II 197.
Nachtschattengewächse I 590; II 28. 90. 97. 102. 118. 126. 177. 192. 205. 277. 284. 310. 361. 362. 404.
— bedornte I 404.
Nachtschmetterlinge II 150. 204. 242.
Nachtviole II 197. 204. 208. 217.
Nacktdrüse II 256. 257.
Nacktsamige Pflanzen II 67.
— Phanerogamen II 430. 636 ff.
— — Befruchtung II 412.
Nadelblatt I 403.
Nadelhölzer I 84. 231. 425. 442. 731; II 77. 92. 117. 124. 131. 148.
— Blatt I 403. [598. 607.
— Chlorophyll I 347.
— Spaltöffnungen I 257.
Nadelholzsamen (Chlorophyll) I 348.
Nadelholzzapfen (Blattstellung) I 372.
Nadelkerbel (Blüte) II 339. 340.*
Nadeln, Stellung der I 85.
Nadelwälder II 825.
Nagel II 83.
Nährboden I 52.
Nährflüssigkeiten I 93.
Nährgase I 56.
— Leitung I 340 ff.

Nährsalze I 61. 62. 238. 479.
Nahrung (Aufnahme) I 51. 53.
— des Keimlings I 558.
— Qualität der I 52.
Nahrungssuche der Wurzel I 83
Najadaceae II 644.
Najadaceen II 105.
Najadeen I 394; II 105.
Najadoideae II 644.
Najas I 70. 404. 723; II 105.
Nananthea I 704.
Nanodes Tamarisci II 781.
Narbe I 602. 604; II 148.
— als Anflugsplatz II 226.
— als Pollenschutz II 111.
Narcissus II 330.
— juncifolius II 373.
— poëticus I 522; II 91. 186.* 196. 222. 281. 310.
— — Narbe II 279.*
— Pseudonarcissus II 173.*
Nardosmia fragrans II 196.
— frigida II 449.
Nardus II 139. 652.
— stricta I 104. 403. 420. II 828.
Narren (Pflaumen) II 517.
Narthecium I 310; II 332.
Narzissen I 293. 398. 565; II 97. 172. 173.* 186.* 205. 659.
— weiße I 522.
Nasturtium amphibium II 803.
— officinale II 41.
— palustre II 537. 803.
— silvestre II 537. 803.
Natterkopf I 409. 702; II 222. 246.
— Stechborsten I 408.*
Natterwurz II 325.
Natterzünglein II 27.
Natrium I 63.
Naturerkennen (Grenzen) I 18.
Naturgesetze II 5.
Natürliche Florenreiche II 831.
Naturphilosophen I 13.
Navicula I 37. 507.
— liber II 617.*
— tumida II 617.*
Naviculaceae II 617.
Neapel I 332. 517.
Nebenachse I 696.
Nebenblätter I 325. 418. 556. 596; II 86. 711.
— hinfällige I 325.
Nebenblattranken I 650.* 651.
Nebenkrone II 699.
Neckera Besseri II 461.
Nectandra II 703.
Nectria ditissima II 516.
Nektar II 168.
Nektarien II 168. 169.* 170.*
Nelken I 144. 465. 561. 576; II 83. 103. 182. 193. 196. 205. 206. 217. 227. 237. 238. 286. 297. 426. 492. 546. 547. 548. 558.
— Belegungsversuche II 396.
— Duft II 196. 557.
— proterandrische II 334.
Nelkengewächse I 697; II 171. 205. 234. 244. 251. 281. 298. 306. 310. 333. 351. 404. 439. 541.
Nelkengewächse (Bastarte) II 572.
Nelkenpfeffer II 692.
Nelkenstock II 7.
Nelkenwurz I 673; II 521. 522.
— kriechende I 623.
Nelumbium I 591.
Nelumbo II 445. 678. 824. 826.
— lutea II 181. 678.
— nucifera oder speciosa II 181. 430. 433.* 434.* 678. 679.*
Nemanthus Guilleminianus II 191.
Nematus gallarum II 529. 545.
— medullaris II 535.
— pedunculi II 545.
— vesicator II 545.
Nemopanthes II 679.
Neottia II 190. 664.
— Nidus avis I 103. 106. 106*; II 27. 662.
Neottiaceae II 661.
Nepenthes I 121. 122. 123. 125. 652; II 86.
— albo-marginata I 123.
— ampullaria I 115. 123.
— destillatoria I 124.*
— echinostoma I 125.
— Edwardsiana I 125.
— hybrida I 115.
— Rafflesiana I 125.
— Rajah I 123. 125.
— Veitchii I 125.
— villosa I 118.* 125.
— vittata I 115.
Nepeta Pannonica II 529.
— reticulata II 179.
Nephrodium Filix mas I 328; II 453. 761.* 764.
— — — Spaltöffnungen I 270.*
Nephrolepis Duffi II 12.*
Nerium Oleander I 273. 285. 285.* 707; II 482.
Neroliöl I 431; II 198.
Nerven (Blatt) I 588.
Nervenparenchym I 436.
Neslia paniculata I 575.
Nesseln I 159. 419. 582. 684; II 92. 102. 131. 148.
— Brennen I 410.
— Brennborsten I 408.* 432.
— Brennhaare I 409.
— Stäuben II 134.
— zweihäusige II 299.
Nestwurz I 103. 106. 106.*; II 190.
Netzförmiger Zellenverein I 547.
Netzläufig I 589.* 590. 591.
Neugranada I 131.
Neuguinea II 149.
Neuholland I 121. 159. 273. 288. 292. 302. 309. 310. 401. 615; II 228. 444. 452. 463 634. 693. 703.
Neuroterus fummipennis II 530. 545.
— lanuginosus II 530. 545.
— numismaticus II 530. 545.
— Schlechtendali II 533.
Neuseeland I 309. 360; II 183.
Neuseeländischer Flachs II 660.* 661.
New Albany I 528.
New York I 528.
Nicandra II 177. 343.
— physaloides II 212. 213. 284.
Nicken der Blüten II 121.
Nickendwerden der Blüten I 494. 495.*
Nicotiana II 361.
— affinis II 192. 197. 208. 222.
— paniculata II 568.
— rustica II 568.
— Tabacum II 361. 813.
Nidularia II 179.
Nidulariaceae II 604.
Niederblätter II 557. 583 ff.
Niederblattstamm I 609.
Niederschläge, atmosphärische I 73.
Niederwaldbetrieb II 35.
Nießwurz II 175. 277. 304. 732.
— schwarze I 400.
— — Farbenwechsel I 349.
Nießwurzarten I 294.
Nietneria II 659.
Nigella II 175. 251. 351.
— arvensis II 510.
— Damascena I 604.
— sativa II 176.*
Nigritella II 221. 571.
— nigra I 105; II 196. 557. 574.
— suaveolens II 555. 558. 574.
Nikotin I 421. 431.
Nilländer II 700.
Nitella I 239; II 624. 827.
— syncarpa I 504.
Nitophyllum ocellatum I 547.†
Nitschiaceae II 617.
Nixenkräuter II 645.
Nodosus (stirps) I 616.
Noëa spinosissima I 413.
Nolanaceae II 670.
Nominium II 387.
Nonnea II 97.
Nopale I 302. 533. 612; II 73. 177. 197. 209. 300. 309. 344. 404. 438. 548. 688.
— als Wasserquellen I 417.
— Chlorophyll I 348.
— Schutz gegen Tiere I 414.
— Stamm I 671.
Nordafrika I 331.
Nordamerika I 138. 288. 325. 455. 528. 615; II 571. 673. 676. 706. 708.
Nordsee I 548.
Nordtirol II 461.
Nostoc I 200.
Nostocaceae II 616.
Nostochineen I 200. 226. 227. 234. 239. 547.
— Chlorophyll I 347.
Notochlaena Marantae I 290.
Notofagus II 706.
Notorhizeae II 683.
Nucellus I 603; II 67. 76. 408.
Nucleus II 408.
Nulliporen II 624.
— Bänke I 238.†
— Kalk I 239; II 601.
Nuphar I 258. 568; II 71. 700. 785. 804.
— intermedium II 550. 572. 577.
— luteum II 550. 577.
— pumilum II 550. 577.
Nupharaceae II 699.
Nuß II 422.
Nußfrüchtige II 704.
Nußhäher II 441. 801.
Nützlichkeitsstandpunkt (bei Betrachtung der Natur) I 3.

Nyctaginaceae II 667.
Nyctago hortensis II 212.
Nyctandra II 89.* 91.
Nyktagineen I 533; II 96. 103. 192. 353.
Nymphaea I 258. 265. 568; II 113. 699. 804.
— alba I 63. 266. 522; II 99.* 211. 212. 213. 505.
— coerulea II 197. 700.
— dentata II 565.
— Devoniensis II 181.
— gigantea II 181.
— Guianensis II 41.
— Lotus I 486; II 565. 700.
— thermalis I 486.
Nymphaeaceae II 699.

Oberhaut II 678.
Oberitalien II 768.
Obione halimifolia II 464.
Obstbäume II 35. 476.
Ochna II 677.*
Ochnaceae II 676.
Octandria II 288.
Ocymum Basilicum I 575; II 303.
Odermennig II 288. 295. 341.* 429.
— Blüte II 341.*
Ödogoniaceen I 547.
Ödogonien I 98.
Odontidium I 547.
— hiemale I 65.
Odontites I 163.
— lutea I 167.
Odontoglossum II 166. 209.
— Rossii II 209.
Oedogoniaceae II 620.
Oedogonium I 27. 28.* 156. 346.
Oenothera I 724; II 192. 195. 208. 219. 692. 826.
— biennis II 101.* 209. 222. 248.* 282.* 349.
— grandiflora II 207. 209.
— muricata II 349.
Offen liegender Honig II 175.
Öffnen der Blüten II 205.
— der Pollenbehälter II 89.
Öffnungszellen II 91.
Ohnblatt I 103. 106. 109. 450. 611. 614. 708; II 172. 196. 222. 257. 283. 662.
— Blüte II 221. 223.*
— im Moder des Fichtenwaldes I 102.†
Ohrwürmer II 439.
Oken I 13; II 590.
Okulieren I 197; II 548.
Olacaceae II 701.
Ölbaum I 252. 470.
— Blattstellung I 369.
Oleaceae II 670.
Oleaceen II 250.
Oleander I 285. 438. 707; II 418. 482.
— Blattstellung I 368.
— Kutikula I 285.*
— Schwärmer II 482.
— Spaltöffnungen I 273.
— Wassergewebe I 342.
Oleaster I 298. 204.
Olivenhain I 253.*
Olivenöl I 430.
Öltropfen I 40.
Ombrophytum I 179. 181.
Omphalia I 94.
Omphalodes II 530.
— verna II 190.
Omphalodium II 419.
Onagraceen II 97. 102.
Onagrarieen II 391.
Önanthäther II 197.
Oncidium I 204. 711; II 166. 210.
— Cavendishianum I 302.
— cruentum II 209.
— longifolium I 302.
— Papilio II 221.† 226. 662.
— sphacelatum I 204.
Onesia II 202.
— sepulcralis II 192.
Onobrychis II 226. 252.
— aequidentata II 807.*
— cornuta I 413.
Ononis II 261.
Onopordon I 90. 404; II 125. 252.
Onosma I 409.
Ontogenie II 595.
Oogonium II 44. 409. 413. 459. 608. 621.
Ooplasma II 44. 409. 463. 549.
Ooplast II 622.
Ophelien II 174.
Ophioglossaceae II 633.
Ophioglosseen II 13.
Ophioglossum vulgare II 27.
Ophiopogon II 659.
Ophrydaceae II 661.
Ophrys II 96. 559. 662.
— cornuta II 223.* 225. 226.
Opium I 439.
Opoponax Cretica II 789. 790.*
Oporto I 144.
Opuntia I 302; II 73. 208. 227. 342.
— cynanchica II 96. [800.
— decumana I 415.
— longispina I 415.
— megacantha I 415.
— nana II 209. 264. 279.* 282. 309.
— Rafinesquii (Angelborsten) I
— Tuna I 415. [408.*
Opuntiaceae II 688.
Opuntien I 412. 415. 415.† 538; II 93. 113. 215. 244. 264.
— Angelborsten I 409.
Orakelblume II 187. 510.
Orange (Frankreich) II 459.
Orangenbaum I 508; II 40.
Orangenblüte I 705.
— Duft II 198.
— Öl I 430.
Oranjefluß II 806.
Oratava I 679.
Orchideae II 661.
Orchideen I 98. 104. 106. 170. 260. 285. 303. 515. 593. 599. 607. 679. 708. 709. 711. 723. 728; II 27. 41. 73. 77. 82. 87. 91. 96. 165. 172. 176. 186. 195. 198. 207. 210. 386. 398. 404. 445. 557. 586.
— Bastarte II 571.
— Blütenbau II 253. 255.*
— Blütendrehung II 220. 223.*
— Chlorophyll I 348.
— Dickblätter I 302.
Orchideen (Farbenwechsel) I 349.
— mit versteckten Spaltöffnungen I 276.
— Narben II 283.
— Pollenaufladung II 246.
— Samen II 42. 786. 795.
— — Chlorophyll I 349.
— Schleuderwerke II 268. 269.*
— westindische II 221.†
— winzige I 276.
— Wurzeln I 203.
Orchideenjahr II 478.
Orchis II 256. 283. 559. 571. 662.
— coriophora II 199.
— Dietrichiana II 574.
— fragrans II 197. 199.
— mascula II 167.
— militaris II 167.
— Morio II 167.
— pallens II 197.
Oreochloa disticha II 28.
Oreodoxa regia II 651.
Organe II 602.
Organische Säuren I 432; II 49.
Orgelgebirge (Brasilien) I 114.
Origanum II 297.
— vulgare II 311. 314.
Orlaya grandiflora II 180.* 182. 807.*
Ornithogalum I 322; II 41. 171. 179. 411.
— chloranthum II 86.
— Narbonense II 212. 213.
— nutans II 86. 375. 401.* 769.
— umbellatum II 113. 310. 338.
Ornithopus II 808.
Orobanchaceae II 670.
Orobanchaceen II 667.
Orobanche I 170. 556.
— caryophyllacea II 196.
— Epithymum I 160.*
— gracilis II 196.
— ionantha II 788.
— Keimung I 170.
— lucorum II 196.
— lutea I 170.
— ramosa I 170.
— Teucrii I 171. 172.
— violacea I 170.
Orobancheen I 168. 611; II 271.
Orobus II 226. 253.
— Pannonicus I 718.
— Venetus II 187.
— vernus I 263; II 187. 504. 773.* 775. 777.
Orotava I 672.
Orthoploceae II 683.
Orthostichen I 368.
Orthotrichum II 571. 745.
— fallax I 99.
— pallens I 99.
— speciosum II 61.†
— tenellum I 99.
Ortsveränderung des Protoplasten I 27 ff.
Oryza II 652.
— clandestina I 593*; II 386. 808.
Oscillaria I 37. 38.
— antliaria I 97.
— limosa I 97.
— tenuis I 97.
Oscillariaceae II 616.

Oscillarien I 98.
Osmia II 164.
Osmose I 55.
Osmunda regalis II 13. 470.
Osmundaceae II 633.
Osnabrück I 528.
Ostafrikanische Flora II 832.
Osterluzei I 400. 592. 644; II 161. 201. 218. 245. 290. 426. 482. 701.
— Falter II 482.
— Fliegenfang II 245.
Ostindien I 302. 309; II 37.
Ostrya I 324. 589.*
— carpinifolia I 493; II. 786.* 792.
Ostseegebiet I 189; II 460.
Ostsibirien I 36.
Ottakring bei Wien I 22.
Otteliaceae II 645.
Ötzthal II 620.
Ötzthaler Gletscher II 579.
Ouviranda I 70.
— fenestralis I 625.
Ovarium I 601.
Ovulum I 602; II 67. 408.
Oxalidaceae II 681.
Oxalideen II 386. 391.
Oxalis II 126. 208. 217. 387. 391. 425.* 426. 557. 558.
— Acetosella I 313. 323.* 499; II 212. 213. 415. 416.* 772.*
— corniculata II 385. [777.
— lasiandra II 120. 209. 212. 213.
— rosea I 496.
— sensitiva I 496. 499. 500. 501. 502.
— stricta II 208. 337. 385.
— Valdiviana I 496; II 212. 213.
Oxalsäure I 421. 427. 432.
Oxalsaurer Kalk I 533.
— — Oberhaut I 302.
Oxyanthus tubiflorus II 176.
Oxybaphus I 575.
— nyctagineus II 96.
Oxycoccaceae II 713.
Oxycoccos palustris I 279. 281. 621.
Oxydation I 459.
— der Kohlenhydrate I 351.
Oxyria digyna II 295.
Oxythyrea funesta II 243.*

Pachypapa vesicalis II 523.
Pachyphyllae II 696.
Pachypleurum II 310. 322.
Pachysandra I 605; II 179. 195. 296.
— Trimethylamin I 431.
Padina I 104.
— Pavonia I 547.† 548. 550.
Paederota II 171. 222. 310.
— Ageria I 725; II 300. 393.
— Bonarota II 333.
Paeonia I 88. 294. 347. 451; II 113. 197. 207. 310. 546. 732.
— Moutan II 181.
— officinalis I 522.
— pubens II 95.
— Russi II 801.
— tenuifolia II 95.
Painciras I 292.
Pajonales II 827.
Paläontologie I 595; II 597.
Paläozoische Formationen II 598.
Paleae I 600.
Palermo I 331.
Palissadengewebe I 341.
Palissadenzellen I 256. 262. 343. 353. 440.
Palmella cruenta I 97.
Palmellaceen I 226. 546.
Palmen I 425. 435. 451. 545. 565. 616. 618. 639. 683. 689. 714; II 97. 131. 296. 439. 649. 826.
— Blattgröße I 264.
— Blütenstände I 704.
— Höhe I 672.
— Keimblatt I 560.
— Keimblattscheide I 567.
— Wärmeentwickelung I 468.
— Wassergewebe I 342.
Palmyrapalme I 671. 672. 672†; II 651.
Paludella squarrosa II 461.
Paludes II 815.
Pampas II 827.
Pampasgras II 736.
Panaschüre I 262.
Pandanaceae II 643.
Pandanales II 643.
Pandaneen I 618. 637. 672.
Pandanus I 372. 402. 672. 719.
— utilis I 714. 715.*
Panicula I 697.
Panicum II 652.
— diffusum II 800.
— milliaceum II 139.
Panurgus ursinus II 159.
Panus conchatus I 235.
Panzer I 299.
Papaver II 72. 163. 205. 227. 281. 288. 426.
— alpinum II 120. 189. 195. 209.
— nudicaule II 211.
— Rhoeas I 458; II 186. 493. 546. 799.
— somniferum I 439; II 160. 181. 186. 209. 279. 493. 546.
Papaveraceae II 687.
Papaveraceen I 438; II 391.
Papayaceae II 699.
Papayin I 433.
Paphiopedilium caudatum II 181.
Papiermaulbeerbaum I 383. 387. 388.* 391; II 135.* 148. 298. 508.
Papilionaceae II 694.
Papilionaceen II 386. 573. 774. 826.
Pappeln I 231. 455. 574. 591. 675; II 35. 119. 131. 298. 418. 517. 572. 686.
— Blattstiele I 397.
— Gallen II 527.
Pappus II 716.
Papyrus antiquorum II 653.* 654. 827.
Paracelsus Bombastus I 4.
Paradiesapfel I 496. 521.
Paradisia II 222.
Paraffinoide Düfte II 197.
— — weitreichend II 202.
Parallelläufig I 593.*
Parallelodrom I 593.
Paranüsse II 692.
Paraphysen II 61. 607. 611.
Parasiten I 147.
Parastichen I 372. 373.*
Parenchymmantel I 720.
Parietales II 687.
Parietaria I 590; II 133. 135. 297. 668. 811.
— officinalis II 304. 305.*
Paris (Stadt) I 490. 528; II 560. 624.
Paris (Pflanze) II 227. 657.
— quadrifolia I 263; II 85.* 185. 210. 338. 339. 395.
Parkeria II 14.
Parkia II 87.
Parmelia conspersa II 721.
— saxatilis I 225.
Parnassia II 174. 276.
— palustris I 592. 593.* 694; II 204. 209. 249.* 251. 306. 502. 788.
Paronychia (Schuppen) I 364.
— Kapella II 785. 791.*
Paronychiaceae II 667.
Parthenogenese II 42. 459 ff. 625.
Paspalum tenue II 808.
Passiflora I 22.† 630. 656; II 102. 241.
Passiflora (Chlorophyll) I 347.
— cirrhiflora I 652.
— gracilis I 657.
— kermesina II 98.* 99.
— Leitungsröhren I 337.
— sicyoides I 656. 657.
Passifloraceae II 699.
Passifloreen II 418.
Passiflorinae II 699.
Passionsblume II 102.
Passionsblumige II 699.
Pastinaca II 192.
Pathogene Spaltpilze II 614.
Paullinia I 652.
Paulownia imperialis I 704; II 27.
Paulowniaduft II 196. [196.
Paulownien I 675.
Pavia II 294. 295.
Pazifische Flora II 832.
Pechnelke II 234.
Pedalium Murex II 810.*
Pediastrum I 536. 537. 548; II 620.
— granulatum II 24.* [739.
Pedicellus I 555.
Pedicularis I 163. 166. 718; II 170. 573. 671.
— asplenifolia II 271. 371.
— atrorubens II 558. 574.
— comosa II 371.
— foliosa II 371.
— incarnata I 487; II 204. 370.*
— limnogena II 816. [558.
— Oederi II 193.† 371.
— palustris II 497.
— Portenschlagii II 371.
— recutita I 487; II 272.* 371. 558.
— rostrata I 487; II 204. 271.
— Sceptrum II 839. [371.
— tuberosa II 371.
— Wurzeln I 166.
Pedunculus I 600. 695.
Pektinkörper I 426.*
Pelargonien I 60. 61. 212. 223; II 27. 286. 548.

Pelargonium atrum II 192. 196. 204. 242.
— glaucifolium II 196.
— heterogamum I 88.
— lividum I 211.*
— triste II 192. 196. 204. 242.
— zonale I 88; II 190. 209.
Pelargonsäure II 197.
Peltaria II 788.
— alliacea I 485.
Peltigera canina II 611.†
Pemphigus I 235.
— bursarius II 527.
— cornicularius II 527. 544.
— spirotheca II 528.
Penicillium I 474; II 55. 56. 748.
— crustaceum II 18.* 22.
— glaucum I 242. 518; II 721.
Penium I 33. 346; II 51.
— Brebissonii II 486.*
— interruptum I 22.†
Pentandria II 288.
Pentstemon I 80*; II 221. 277. 302.
Peperomia II 41. [310.
— arifolia I 270.
— — Spaltöffnungen I 270.*
Peplis Portula II 385.
Pepones II 689.
Pepsin I 427. 433.
Pepsinartiges Ferment I 125.
Peptonisierung der Eiweißverbindungen I 242.
Pereskia II 688.
Periblem I 608.
Periderm I 678.
Peridermium Pini I 154.
— Strobi II 520.
Peridie II 605.
Perigon I 601; II 427. 641.
Perigonium I 601.
Perikarpium II 44. 426.
Perine II 99.
Periploca II 96
Perisperm II 416.
Perithecien II 20. 611.
Perlgras II 139.
Peronospora grisea II 518.
— infestans II 52.
— violacea II 517.
— viticola II 52. 53.* 609.
Peronosporaceen II 608.
Peronosporeen I 152.* 153; II 22. 52. 53.* 474. 759.
Persica vulgaris I 522. 523.
Persien I 186. 288 404; II 453. 746.
Pertusaria II 752. 827. [787.
Peru I 313. 499.
Perückenstrauch I 451; II 192. 793.
Pestwurz I 612; II 294. 296. 449 725. 726.
— Blattgröße I 263.
— Knospenlage I 322.
Petagnia saniculifolia II 816.
Petasites I 322. 612; II 294. 296. 725. 824. 826.
— niveus II 720.
— officinalis I 263; II 720. 726.
Peterſilie II 192. 423.
Petites espèces II 570.
Petiveria I 581.
Petroselinum II 192.
— sativum II 421.* 423.
Petunia II 197. 548. 558.
— violacea II 204.
— viscosa II 204.
Peyssonnelia rubra I 238.†
— squamaria I 547.† 548.
Peziza I 94.
— aeruginosa I 242.
— aurantia II 761.* 763.
— vesiculosa II 19.*
— Willkommii I 153. 155; II 515.
Pfaffenröhrlein II 317.
Pfahlſtamm I 671.
Pfahlwurzel I 717.
Pfefferarten I 81. 691. 729.
— Waſſergewebe I 342.
Pfeffergewächſe II 41.
Pfefferkraut I 22†; II 506.
Pfeifengras II 139.
— Stamm I 688.*
Pfeifenſtrauch I 633. 679.
— Trennungsſchicht I 335.
Pfeilkraut I 91; II 232. 495. 645.† 724. 726.
Pfennigkraut I 622; II 188.
Pferde II 799. 811.
Pfifferling I 458.
Pfingſtroſe I 451. 522; II 732.
— dünnblätterige II 95.
— flaumhaarige II 95.
Pfirſichbaum I 454. 522. 568; II 170.
— Gummi I 427. [517.
— Laub I 288.
— Laubfall I 331.
Pflanze und Tier I 21. 50. 471; II 478.
Pflanzenanſiedelung, erſte I 246.
Pflanzen auf Tieren I 234.
— grüne I 56.
— ohne Sauerſtoff I 471.
Pflanzenblatt, größtes I 264.
Pflanzenfreſſer I 399.
Pflanzengeſtalten I 545 ff.
Pflanzenhaare gegen Austrocknung I 289 ff.
— lufterfüllt I 289.
Pflanzenquelle I 249.
Pflanzenreſte in den Mumiengräbern I 241. 541.
Pflanzenteile, auf den Gletſchern verkohlt I 241.
Pflanzentiere II 466.
Pflanzenzellen I 21.*
— Saugung der I 78.
Pflaumen I 219. 508. 522. 601; II 73. 421. 440. 517.
— Duft II 196.
Pflaumenbäume (Gummi) I 427.
Priemengras I 318. 493.
Pfropfen I 197; II 548.
Pfropfhybride II 560.
Phaca II 266.
Phajus Wallichii I 206.†
Phalaenopsis II 290. 662.
— grandiflora II 209.
— Schilleriana I 99. 712; II 223. 224.*
Phalangium II 222. 303.
Phalaris I 91.
— arundinacea I 271. 396; II 726.
Phallaceae II 604.
Phallus I 94. 200.
— caninus I 426.
Phallus impudicus II 765.
Phanerogamen II 10. 46. 636 ff.
— Befruchtung II 392 ff.
— Früchte II 68.* 70.* 71.* 74.* 75.*
— Generationswechſel II 467.
— Parthenogeneſe II 461 ff.
Phänologie I 527.
Phascaceae II 625.
Phaseolus communis I 642.
— multiflorus I 644.
Phellandrium II 803.
— aquaticum II 726. 744.
Phellonſäure I 285.
Phelypaea I 170.
Philadelphaceae II 694.
Philadelphus I 335. 679; II 32.
Philesia II 657.
Philippinen II 181.
Phillyrea II 136.
Philodendraceae II 646.
Philodendron I 207; II 647.
— Imbe I 339.*
— Lindeni I 206. 207.*
— pertusum I 91. 337. 339.* 383.
Philoſophiſches Pflanzenſyſtem Okens I 13.
Phleum II 139.
Phlomis I 298. 293.
— herba venti II 787.
Phlox II 111. 241. 250.
— paniculata II 162. 198.
Phoenix I 704.
— dactylifera I 687.* 689.
— — Keimung I 566.*
Phormium tenax I 398; II 66. 660.*
Phosphor I 62.
Phosphoreszieren der Pilze I 470.
Phosphorſäure I 433.
Phragmidium subcorticium I 153; II 606.
Phragmites I 91; II 744.
— communis I 63. 396. 689.* 690; II 645.† 652. 726.
Phrygana I 414.
— Dornen I 413.
— Geſtrüpp I 292.
Phrynium micans II 812.
Phycophäin II 621.
Phygelius II 310.
— Capensis II 177.* 178. 377. 378.*
Phykoerythrin I 351. 429; II 623.
— Fluoreszenz I 361.
Phykokyan II 616.
Phyllagathis rotundifolia I 589.*
Phyllanthaceae II 674.
Phyllanthus I 309. 403.
— Cyclanthera II 88.
— speciosus I 308.†
Phyllerium II 522.
Phyllocactus II 688.
Phyllocladia I 360.
Phyllodien I 310. 324. 365. 597.
Phyllokladien I 308. 324. 360. 608. 612. 710; II 13. 36. 633.
Phyllostachys bambusoides I 271.
Phylogenie II 595.
Physalis II 118. 250. 361. 427.
— Alkekengi I 429.
Physcia cirrochroa II 721.
Physcomitrium II 571.

Physocaulis II 811.
Physostigma venenosum II 284. 285.* 419.*
Phytelephantaceae II 649.
Phyteuma II 177. 207.
— comosum I 725.
— confusum II 358.
— Halleri II 358.
— hemisphaericum II 358. 736.
— orbiculare II 356.* 358. 517.
— spicatum II 358. [536.
Phytocrene bracteata I 249.
— gigantea I 249.
Phytolacca II 288. 800.
— decandra II 289.* 415. 416.*
Phytolaccaceae II 681.
Phytophthora infestans II 609. 759.
Phytoptus II 455. 522. 542.
Pic du Midi I 490.
Picea excelsa II 641.
Picknelke II 234.
Piemont II 816.
Pienninen II 816.
Pieris Brassicae II 763.
— Callidice II 482.
— hieracioides II 211.
Pilea microphylla II 96. 135.
— muscosa II 135.
Pili fasciculati I 298.
— floccosi I 298.
— stellati I 297.
Pilobolus cristallinus II 760. 761.*
Pilostyles I 186.
— Aethiopica I 189.
— Caulotreti I 185.*
— Haussknechtii I 185. 185.* 186.
Pilularia I 70.
— globulifera II 635.*
Pilze I 92. 102. 105. 109. 148. 151. 225. 356. 535; II 604 ff.
— im Waldboden I 232.
— steinhebend I 481.
Pilzling I 464; II 485.†
Pilzmycelium I 229.
— als Vertreter von Saugzellen I 84.
— als Wurzelhülle I 230.
Pimenta officinalis II 692.
Pimpernuß I 568.
Pimpinella magna I 488. 494; II 198.
— saxifraga I 494.
Pinguicula I 133. 222; II 111. 174. 352. 667. 671.
— alpina I 127.*
— Backeri II 41. 728.
— calyptrata I 131.
— vulgaris I 130.† 131. 132. 133; II 89.* 90.
Pinie I 507; II 432.
Pinsel (Narben) II 148.
Pinselschimmel II 22. 56.
Pinularia I 37.
Pinus I 573; II 97. 296. 414. 482. 638.
— Cembra I 507. 681; II 432. 441. 640. 801.
— excelsa I 507.
— Halepensis I 507.*
— humilis I 457. 512; II 169.† 641.
— Mughus I 457; II 556.
Pinus Pinea I 507; II 432.
— Pumilio I 457; II 98.* 142.*
— Rhaetica II 556.
— serotina II 436. 437.*
— silvestris I 522. 618. 681; II 435.* 444. 556. 639.* 641.
— Strobus I 455†; II 520. 641.
Piperaceae II 667.
Piperaceen I 262.
Piper Betle II 430. 431.*
Pippau II 317.
Piptocephalidaceae II 609.
Piptocephalis Freseniana I 156.
Pirola I 556; II 90.
— media II 360.
— rotundifolia II 89.*
— secunda I 482; II 174. 273.*
— uniflora I 220; II 89.* 197. 210. 376. 377.* 788.
Pirolaceae II 671.
Pirolaceen I 84. 231; II 90. 95.
Pirus II 73. 195. 198. 515. 560.
— communis I 484. 523. 589.* 590.
— Malus I 522. 523; II 70.*
— salicifolia I 199.
Pisa armata I 71.
— tetraodon I 71.
Pisange II 109. 136. 288. 664.
Pisonia aculeata II 805.*
Pistacia II 544. 572.
— Lentiscus II 520. 526.*
— Terebinthus I 451.
Pistia I 70. 628; II 744.
Pistiaceae II 646.
Pistillum I 601; II 67.
Pisum I 652; II 253. 399. 440.
Pitcairnia II 179.
— flammea II 191.
Pitlekaj (Sibirien) I 507.
Pittosporaceae II 676.
Pittosporum Tobira II 198.
Pityriasis versicolor (Hautkrankheit) I 156.
Placenta I 604.
Plagiothecium nekeroideum I 79.
Plagiotropidaceae II 617.
Plankton II 618.
Plantae heterophyllae I 627.
— natantes I 628.
— submersae I 627.
— viviparae II 451.
Plantaginaceae II 670.
Plantagineen II 391.
Plantago I 575. 592; II 122. 124. 140. 164. 288.
— Cretica II 786. 787.*
— major I 401; II 813.
— maritima I 495.
— media I 87. 495; II 309.
— Psyllium II 501.
— recurvata I 495.
Plasmodiophora Brassicae II 515.
Plasmodium II 604.
Plataneae II 708.
Platanen I 523. 675. 679; II 117. 131. 311. 144. 708.
— Blätter I 334.
— Laubfall I 331.
— westliche I 455.
Platanthera I 103; II 256. 283.
— bifolia II 196. 199. 204. 222. 224.* 257.
Platanthera Hookeri II 257.
— montana II 199. 256.
Platanus I 591.
— acerifolia I 522. 523.
— orientalis I 681; II 85.*
Platonia II 97.
Plattenförmige Zellenvereine I 547.
Platterbsen I 310. 420. 596. 665; II 185. 253.
— knollenbildende II 768.
Platycerium alcicorne II 470. 471.*
Platzwechsel der Antheren und Narben II 302.
Plectocomia elongata I 704.
Pleea II 659.
Pleurococcus angulosus I 98.
Pleurorhizeae II 683.
Pleurosigma I 37.
— angulatum II 617.*
Plinius I 6. 8. 331; II 3. 520. 588.
Plocamium coccineum I 547.†
Plumbaginaceae II 669.
Plumbagineen I 215. 217. 403; II 391.
Plumbago II 27. 235. [391.
— Capensis II 805.*
— Europaea II 234.*
Plumula I 557.
Plusia II 242. 257.
Poa I 324; II 139. 756.
— alpina II 449. 450.* 756.
— annua I 487; II 448. 505.
— cenisia II 449. 450.*
— laxa II 652.
— nemoralis I 487; II 522.
Podium I 704.
Podocarpus II 434.
Podolien II 816.
Podophyllum I 324. 451.
— peltatum I 599; II 126.
Podosira I 346.
Podosphaera II 57.
Podostemaceae II 673.
Podostemaceen I 72. 394.
Podostemeae II 673.
Poduren I 465. 507.
Pogonatum II 728.
Poinsettia II 675.
Polarweide II 686.
Polemoniaceae II 670.
Polemoniaceen II 250. 310.
Polemonium II 171. 239.
— coeruleum II 120. 185. 373.
Polierschiefer I 240; II 618.
Pollen I 600; II 82. 94 ff. 98.* 99.* 101.*
— im Überfluß II 165.
— sparsam II 165.
— verkümmert II 394.
Pollenähnliche Belege II 165.
Pollenauswahl II 395.
Pollenbehälter II 87.
Pollenblätter I 601; II 81 ff. 82. 84.* 85.* 88.* 89.* 636 ff.
— bunte II 179.
— mit Nektarien II 171.
Pollenblüten II 293.
Pollenkölbchen II 254.
Pollenschläuche II 401 ff.
Pollenübertragung I 698.
— durch den Wind II 128 ff.
— durch Tiere II 149 ff.

Pollenvierlinge II 282.
Pollenzelle(n) II 44.
— Gestalt II 97.
— Größe II 96.
Pollinia II 296.
Pollinien II 96. 258.* 664.
Pollinodium II 611.
Polster II 733.
Polyadelphia II 290.
Polyandria II 288.
Polycarpon tetraphyllum II 385.
Polyembryonie II 465.
Polygala II 288. 387.
— alpestris II 676.
— amara II 85.*
— amarella II 559.
— Chamaebuxus II 97. 196.
— glochidiata II 806.
— myrtifolia II 97.
Polygalaceae II 675.
Polygaleen I 104. 305; II 86. 386.
Polygamia II 290.
Polygonaceae II 667.
Polygoneen II 324. 391.
Polygonum I 624. 728; II 800. 803.
— amphibium I 271. 382. 395; II 449. 496.
— Bistorta I 322; II 295. 325. 326. 511.
— bulbiferum II 449. 754.
— Convolvulus I 642. 644.
— dumetorum II 789.
— Fagopyrum II 198. 668.
— Hydropiper II 385.
— lapathifolium II 494.
— minus II 385.
— mite II 385. 574.
— Sieboldi II 789. 790.*
— Tataricum II 668.
— Virginicum II 779.*
— viviparum I 322. 465.† 467; II 449. 754. 755.* 765.
Polyotus Magellanicus I 551.
Polypenstock I 552.
Polyphagus Euglenae I 157.* 158.
Polypodiaceae II 633.
Polypodiaceen II 11.
Polypodium II 12.* 571.
— alpestre (Blattgröße) I 263.
— glaucophyllum I 269.
— serpens II 12.*
— sporodocarpum I 269.
— vulgare II 11.†
Polyporaceae II 607.
Polyporeen I 153.
Polyporus I 155; II 601.
— betulinus I 154.
— confluens II 482.
— fomentarius I 154; II 485.† 608.
— frondosus II 482.
— ovinus II 482.
— perennis II 21.* 608.
— populinus I 235.
— sulfureus I 153. 242.
Polyrrhiza II 662.
Polysiphonia I 360; II 827.
Polystachya II 165.
Polystichum Filix mas II 13.
Polytrichum I 202. 255. 320; II 472. 626. 728. 749. 750.*
— commune II 16.*
Polytrichum strictum I 105.
— urnigerum II 61.†
Pomaceae II 694.
Pomaceen II 428. 429. 513. 515. 561. 607.
Pomaderis phylicifolia I 270.
Pomeranzenbäume II 586.
— Blätteröl I 430.
Pontederia I 70.
— crassipes I 597. 628.
Pontederiaceae II 657.
Pontische Flora II 578. 831.
Populus II 119. 298. 686. 793. 811.
— alba I 327. 681; II 517.
— canescens II 574.
— dilatata II 527.
— nigra I 189. 723; II 521. 527.
— pyramidalis I 589.* 592; II 527.
— — Galle II 526.*
— tremula I 220. 378. 397. 723; II 27. 417.* 476. 508. 517. 522. 530. 535. 722.
Porliera hygrometrica I 313.
Poronia punctata I 110.
Porphyra I 548; II 619.
Portugal I 282.
Portulaca II 548.
— grandiflora II 208.
— oleracea I 624; II 166. 208. 354. 385.
Portulacaceae II 696.
Portulaceen II 361.
Portulak II 354.
Portulakaceen I 302.
Porus (Spaltöffnung) I 257.
Posidonia II 105.
Posidoniaceae II 644.
Posoqueria fragrans II 222. 268.
Potamogeton I 70. 239; II 106. 133. 144. 644. 645. 726. 744. 803.
— crispus I 515. 515*; II 144. 146.* 309. 742.
— fluitans I 360; II 495.
— heterophyllus I 69. 627.
— lucens (kalksammelnd) I 240.
— natans I 69. 258.
— obtusifolius II 742.
— pectinatus II 724.
— pusillus II 742.
— rufescens I 627.
— spathulatus I 627; II 574.
— trichoides II 742.
Potamogetonaceen II 105. 739.
Potamogetoneae II 644.
Potamogetoneen II 571.
Potentilla I 604; II 73. 193. 556. 573.
— anserina I 623; II 804.
— arenaria I 298.
— atrosanguinea II 120. 208. 209.
— aurea II 828. [376.
— Carniolica II 703.†
— caulescens II 169.† 309.
— chrysocraspeda II 828.
— cinerea I 298.
— — Haare I 297.*
— Clusiana I 621.
— formosa II 209.
— Fragariastrum II 554.
— micrantha II 177. 554.
— nitida I 290. 621.
— procumbens II 574.
Potentilla recta II 208. 209.
— repens II 376.
— reptans I 623; II 731. 804.
— spuria II 554.
— sterilis II 554.
— supina II 804.
— Tiroliensis II 504.
— Tormentilla II 513.
Poterium II 140. 311. 521. 695.
— polygamum II 294.
— spinosum I 413.
Pothoidaceae II 646.
Pothos I 667; II 728.
Pottia intermedia II 727.*
Prangos II 444.
Prärien (Kompaßpflanze) I 312.
Prasiola I 548.
— Sauteri II 620.
Prater (Wien) I 189. 194.
Preißelbeeren I 214 230. 401. 482; II 90. 95. 107. 273. 282. 500. 713. 765.
— Krebs II 518.
Prenanthes II 317.
Primärstrang I 588.
Primeln I 527. 725; II 83.
— Bastarte II 396. 558.†
— japanische II 72.
— Knospenlage I 322.
Primordialschlauch I 24.
Primula I 595; II 573. 669.
— acaulis I 323; II 573. 578.
— Auricula I 725; II 193. 194. 196. 197. 199. 310. 315. 389. 390. 391. 558.† 559. 565. 838.
— brevistyla II 578.
— Carniolica II 558.
— Cashmiriana II 111.
— Clusiana I 725; II 518.
— cortusoides II 122.
— denticulata I 323; II 111.
— digenea II 573.
— elatior I 323; II 395. 511. 573.
— farinosa I 268. 270; II 111. 511.
— glutinosa I 105; II 236. 389. 390. 391. 396. 574. 736.
— hirsuta I 144. 725; II 558.† 559. 564. 565.
— Japonica II 72. 84.*
— — Antholysen II 75.* 76.
— Lehmanni II 199.
— longiflora II 310. 315. 389. 390. 391.
— minima II 193. 239. 301.† 389. 390. 391. 396. 518. 556. 574.
— Oenensis II 558. [736.
— officinalis I 522. 594; II 396. 398. 578.
— pubescens II 558.† 564. 565. 574. 669.
— Salisburgensis II 574.
— Sinensis I 60.
— spectabilis II 84.†
— Sturii II 556.
— Tiroliensis II 564.
— variabilis II 578.
— Venzoi II 564.
— villosa I 144; II 236. 556. 558.
— viscosa I 144; II 236.
— Wulfeniana II 564.

Primulaceae II 669.
Primulaceen I 88. 595; II 111. 118. 177. 250. 301. 339. 363. 391.
— Baſtarte II 573. [739.
Primulinae II 669.
Prolepſisſehre I 9.
Promycelium II 606.
Pronuba yuccasella II 153. 155.
Propan I 422. [246.
Prosopanche Burmeisteri I 184.
Prosopis II 164. 202.
Protea I 310.
— globosa II 179.
— mellifera I 273. 287.
— — Spaltöffnungen I 273.*
Proteaceae II 684.
Proteaceen I 282. 310. 401; II 4. 93. 97. 107. 179. 227. 424.
— Dickblatt I 302.
Proteales II 684.
Proteinkörner I 426.* 427.
Proterandriſche Dichogamie II 307.
Proterogyne Dichogamie II 307.
Prothallium II 62. 629. 631.
— Farne II 467. 468.* 633.
— mit Ablegern II 453.
Protococcaceae II 619.
Protococcus Atlanticus (Maſſenhaftigkeit) I 361.
— roseo-persicinus I 98.
Protoderma viride I 548.
Protonema II 472.* 473. 625.
Protonemafäden II 727.*
Protoplasma I 17. 24.* 434. 520.
— Band- I 24. [644.
— Fäden als Nerven I 45.
— kriechendes I 30.
— ſchwimmendes I 28.*
— ſpezifiſche Konſtitution I 47. 67. 375. 475. 528. 530. 708; II 199. 481 ff. 506. 542.
— Strang- I 31.
— Strömung I 31.
— Schnelligkeit d. Strömung I 32.
— Wand- I 24.
— Wimmeln der Körnchen I 33.
Protoplaſten I 25.
— Bauthätigkeit I 534.
— Individuum I 545.
— kriechende I 30.
— Verkehr mit der Außenwelt I 44.
Prunella II 241. 297.
— grandiflora II 100.
Prunus Armeniaca I 522. 523; II 198.
— avium I 323.* 324. 451. 484. 522. 523; II 198. 421.
— Chamaecerasus I 454.
— domestica I 522. 523; II 517.
— insititia II 517. 520.
— Laurocerasus II 119.
— Mahaleb II 32.
— Padus I 522. 523. 454; II 119. 198. 517. 525. 526. 801.
— spinosa I 412. 454. 484. 522; II 198. 517. 525.
Pſeudomorphoſen I 171.
Psilotaceae II 630.
Psychoda II 161.
— phallaenoides II 161.
Psychotria leucocephala II 362.
Pſylloden II 524.
Ptelea II 788. 790.*
— trifoliata II 295.
Pteranthus echinatus II 807 * 809.
Pteris aquilina I 263. 420; II 11.†
— Cretica II 453.
Pterocarya Caucasica I 573; II 30.
Pterococcus II 811.
Pterogonium gracile II 461.
Ptilidium ciliare I 551.
Puccinia fusca II 517.
— graminis II 606.
— Malvacearum II 606.
— Prunorum II 606.
— Soldanellae II 517.
— suaveolens II 518.
— Veronicarum II 606.
— Vincae II 518.
Pulmonaria I 590; II 118. 389. 564. 573.
— angustifolia II 190. 555.
— hybrida II 555.
— officinalis I 262. 514; II 187. 190. 301.* 555.
— Stiriaca II 190.
Pulque I 250.
Pulsatilla II 572. 793.
— alpina II 297. 302.
— Hakelii II 574.
— montana II 579.
— nutans II 579.
— patens II 315.
— pratensis II 179.
— vernalis II 175. 297. 302.
— vulgaris II 175. 579.
Pumpwerk der Schmetterlingsblüten II 260.*
Punica II 205.
— Granatum II 692.
Pupalia atropurpurea II 808.
Purpurweide I 488; II 312. 545. 554. 556.
— Galle II 525.*
Pußtenflora I 300. 420.
Puſterthal II 574.
Pyramidenpappel I 288. 592.
— Galle II 526.*
Pyrellia II 202.
Pyrenäen I 36; II 456. 667.
Pyrenien II 611.
Pyrenomycetaceae II 609.
Pyrethrum carneum II 187.
— corymbosum II 502. 503.
Pythium II 52.

Quamoclit coccinea I 581.*
Quarnero II 47. 839.
Quassia amara II 677.*
Quecke I 611; II 725. 726.
— Ausläufer I 481. 613; II 140.
Quellen I 94.
— zur Geſchichte der Pflanzen II [3 ff.
Quellſäure I 93.
Quellung I 55.
Quendel II 539.
— Galle II 523.*
Quercus I 324; II 290. 296. 704. 706.*
— Austriaca II 526.* 529. 531. 534.*
— pedunculata I 332. 522. 523. 681; II 297.* 429. 508. 545.
— pendulina II 535.
Quercus pubescens II 533. 534.* 535.
— sessiliflora I 681; II 533. 535.
Querläufig I 594. [429.
Quito I 292.
Quitten II 429. 561. 801.
— Kerne I 427.

Rabe II 799.
Racemus I 697.
— compositus I 697.
Rachenblütler I 88. 704.
Rade I 458. 496; II 493.
— Pollenſchlauch II 405.
— Stärke I 428.* 429.
Rädertierchen I 234. 519; II 627.* 628.
Radices adligantes I 712.
— adventiciae I 709.
— aereae I 711.
— columnares I 714.
— fasciculatae I 709.
— fulcrantes I 712.
— grumosae I 718.
— hypogaeae I 710.
— napiformes I 717.
— natantes I 710.
— nodosae I 718.
— parasiticae I 711.
— parietiformes I 712.
— ramosae I 708.
Radicula I 557.
Radiolarien I 234.
Radix I 614.
Radula II 745.
— complanata II 721. 745.
Raffia Ruffii I 704.
Rafflesia I 184. 185. 187.
— Arnoldi I 187.
— Padma I 188.*
— Schadenbergiana II 181.
Rafflesiaceae II 700.
Rafflesiaceen I 184. 185.* 187.* 450. 556. 611. 695; II 195.
Rafflesien I 435; II 192. 804.
Ragwurz, gehörnte II 225.
Raigras I 521.
— franzöſiſches (Blüten) II 137.* 138. 139.
— Narbe II 402. 403.*
Rainſalat II 114. 217.
Rainweide I 484; II 540.
Rakelhuhn II 562.
Ramiſch II 462.
Ramondia II 90. 273.
— Pyrenaica II 89.*
Randläufig I 589.* 591.
Rankende ausdauernde Pflanzen I 691.
Rankender Stamm I 649.
Ranſonnet I 239. 264. 564. 712; II 651.
Ranunculaceae II 681.
Ranunculus II 71. 82. 126. 499. 546. 572. 744.
— acer II 120. 209. 212. 213. 342.
— alpestris I 465.† 467; II 174. 193. 297. 302. 342.
— aquatilis I 69. 239. 627.
— Baudotii I 627.
— bulbosus I 724.
— divaricatus I 239.

Ranunculus Ficaria II 455. 456.*
— fluitans I 360.
— glacialis II 170. 174. 297. 302. 683.
— hololeucus I 69. 627.
— Lingua II 728.
— montanus II 342.
— Neapolitanus I 718.
— pedatus I 576.†
— reptans I 728; II 731.
— Sardous II 804.
Ranunkeln I 465. 582; II 93. 206.
Ranunkulaceen I 592. 601; II 87. 97. 113. 118. 124. 174. 179. 251. 297. 302. 309. 310. 326. 342. 351. 376. 572. 586. 793.
— Knospenlage I 324.
— Leistenzellen I 347.
Rapataceae II 655.
Raphanus II 99.
— Raphanistrum II 813.
— sativus II 799.
Raphia taedigera I 264.
Raphiden I 426.*
Raphidophora decursiva II 649. 684.
Rapistrum perenne II 787.
Rapunzel II 207. 347. 355.
— Blüte II 356.* 358.
— Galle II 516.* 541.
Rasenameise II 802.
Rasenschmiele II 139.
Rassen II 569 732.
Rauhblätterige Pflanzen I 697; II 187. 190. 573.
— Stechborsten I 409.
Rauhgras I 318. 493.
Raupen II 439.
Rauschbeere I 281. 230. 277. 279. 401. 457; II 95.
Raute I 92; II 99. 194. 288. 426.
Rautenduft II 197.
Rautengewächse II 241.
Rautenöl II 197.
Ravenala Madagascariensis II 665.* 666.
Reaumurien I 218.
Reben I 435; II 36. 297.
— wilde (Kristalle) I 426.*
Rebhuhn II 804.
Rechtsläufig I 594.
Rechts schwingen I 644.
Reduktion der Kohlensäure I 351.
Regenlose Perioden II 107.
Regensburg I 64.
Regenwasser, Abfließen in einer Schraubenlinie I 89.
— Abfuhr I 85.
— Ableger verbreitend II 744.
— Ableitung I 89.*
— Samen verbreitend II 782.
Rehmannia II 280. 671.
Reichenbach II 590.
Reichenbachs System II 591.
Reif, Fettausscheidung I 430.
— Wachsüberzug I 268.
Reifweide I 431.
Reihenförmiger Zellenverein I 547.
Reiherschnabel II 310. 333. 334.
— Blüte II 305.*
Reine Fruchtblüten II 293.
— Pollenblüten II 293.
Reis (Stärke) I 428.* 429.
Reiser I 673.
Reisquecke I 593.
Reitende Blätter I 310.
Reitgras II 139. 571. 827.
Reizfortpflanzung I 136.
Reizker I 458.
Reizübertragung (Wurzelspitze) I 733.
Renanthera Lowii II 662.
Renntierflechte I 457.
Reseda II 68.* 72.
— Bäumchen II 448.
— Duft II 196.
— odorata II 196. 204.
Resedaceae II 688.
Resedaceen I 305.
Resedales II 688.
Reserveknospen II 30. 508.
Reservestoffe I 717.
Restiaceae II 654.
Restiaceen II 827.
Retama I 269. 275. 305. 348; II 266.
Revolverblüten II 250.
Rhabarber I 86.* 88. 327. 451. 720; II 72. 326.
— Knospenlage I 323.
Rhagadiolus edulis II 211. 212.
— stellatus II 808.
Rhakomitrien I 201.
Rhamnaceae II 694.
Rhamneen I 282; II 429.
Rhamnus II 169. 192. 421. 572.
— Alaternus II 563.
— alpina II 563.
— Cathartica I 369; II 96. 298. 522.
— Frangula I 590.
— hybrida II 563.
— pumila I 389. 489. 638. 639; II 198.
— saxatilis I 412; II 298.
— tinctoria II 298.
— Wulfenii I 589.* 590.
Rhapis II 651.
Rhein I 630; II 36.
Rheinlande II 483.
Rheum I 323. 451; II 72. 326.
— Ribes (Trichome) I 327.
Rhinanthaceen I 163. 165. 168. 591. 594; II 128. 170. 271. 329. 349. 372. 573.
Rhinanthus I 88. 163. 165 589.* 591; II 111. 171. 788.
— angustifolius II 271. 273.* 361.
— hirsutus II 361.
— minor II 349.
Rhipidopteris peltata II 12.* 13. 470.*
Rhipsalis I 99; II 688.
Rhizidiomyces apophysatus I 157.* 158.
Rhizobotrya alpina II 333. 816. 839.
Rhizocarpon geographicum I 224†; II 827.
Rhizoiden I 79.
— Wirkung I 479.
Rhizom I 584. 611.
Rhizoma I 584.
Rhizomorpha II 607.
Rhizophora II 667.
— conjugata I 562.* 565. 718.
— Mangle II 446.*
Rhizophoraceae II 709.
Rhizopoden I 114.
Rhizopus nigricans I 518.
Rhizotomen, die griechischen I 4.
Rhodiola rosea II 298. 696.
Rhodites Eglanteriae II 529. 544.
— Rosae II 530. 544. 545.
— spinosissimae II 545.
Rhododendreen I 231.
Rhododendren II 205.
Rhododendron I 230. 401; II 95. 107.† 118. 489. 522 573. 672.
— Chamaecistus II 101. 246. 300. 309. 373.
— ferrugineum I 457; II 174. 239. 513. 523.* 524. 541. 555. 576.
— hirsutum I 214. 457 509; II 101.* 174. 239. 309. 362. 385. 513. 523. 555. 576.
— intermedium II 555. 576.
— Lapponicum I 507.
— Ponticum I 507; II 836.
Rhodomelaceae II 623.
Rhodopegebirge II 816.
Rhodoraceae II 671.
Rhodothamnus II 834.
Rhodotypus II 32.
Rhopalocnemis phalloides I 177.* 179.
Rhus II 192.
— Cotinus I 451; II 297. 793.
— semialata II 527.
— Toxicodendron I 455. 455†; II 297.
— typhinum I 451. 455.† 707.
Rhynchosia phaseoloides I 443.* 444. 692. 693.
— — Stammquerschnitt I 444.*
Ribes II 103. 235. 690. 810.
— alpinum II 298. 482. 524. 690.
— aureum II 196.
— Grossularia I 522. 523; II 234.*
— petraeum II 482 800.
— rubrum I 522; II 169.* 482. 524. 691.* 799.
— Uva crispa II 421.
Ribesiae II 690.
Ricciaceae II 625.
Riccia fluitans I 70; II 744. 767.
— natans II 744. 767.
Richardia II 296.
— Aethiopica II 179.
Richtung der Blattflächen I 379.
Richtungswechsel der Blüte II 219.
Ricinus I 570. 591; II 124. 290. 311. 675.
— communis I 615; II 85.*. 292.* 299. 773.* 774.
— — Gefäße I 438.*
— — Kristalloide I 426.*
— Samen I 559*; II 419.*
Riechstoffe der Giftpflanzen I 400.
Riede II 824. 827.
Riedgras I 271; II 10. 313. 571. 654. 735.
— vom Vieh gemieden I 408.
— Widerhäkchen I 408.*
Riella helicophylla II 598. 599.*
— Reuteri II 598.
Riemenblume I 190. 193.* 195. 582; II 29.

Riemenzunge II 197.
Riesengebirge II 578.
Riesenkürbis II 447.
Rind II 799.
Rindenwurzeln der Mistel I 192.
Ringelblume II. 115. 294. 296. 319.
Ringelborke I 679. [483.
Ringeln I 447.
Ringelranken I 653. 654.
Ring- und Kranzbildung II 717.
Rippen (Blatt) I 587.
Rippenfarn, nordischer I 270.
Rippenschwämme II 607.
Rispe I 697.
Rispengräser II 139. 495. 505.
Rispenhirse I 521.
Rissige Borke I 679.
Rittersporn I 382; II 239.
— Antholyse II 74.*
— großer I 702.
Rivina II 97.
Rivulariaceae II 616.
Robinia II 234.
— Pseudacacia I 418. 499. 522. 525; II 30. 196. 799.
— — I 417.*
Robinie I 455. 522.
Robsonia II 690.
Rochea I 303.
— falcata II 39.
— — Kieselpanzer I 299. 299.*
Rochelia Persica II 807.*
Rodnaer Gebirge II 816.
Roemeria II 163. 281. 338.
— violacea II 208.
Roestelia II 607.
Rogeria II 810.
Roggen I 521.
— Blätter I 397. 398.
Roher Nahrungssaft I 252.
Rohr I 672; II 645.† 652. 726. 744.
— Blätter I 396.
— gemeines I 690.
— — Stamm I 689.*
— südliches I 673; II 31.
Rohrartige Gewächse I 91.
Röhrenblatt I 397.
Röhrenblumige II 670.
Röhrenlorchel II 19.*
Röhrenschwämme I 152*; II 21.
Rohrglanz II 726.
Rohrkolben I 567. 723; II 96. 134. 311. 793.
— Blätter I 397.
— Keimung I 566.*
— kleiner II 311.
— schmalblätteriger I 398.
— Schraubenblatt I 398.
Rohrzucker I 429.
Rollblatt I 277. 277.*
— in verschiedenen Himmelsstrichen I 279.
Rollgallen II 522.
Rollung der Blätter in der Knospe I 322.
Rom I 331.
Roridula dentata I 145.
— muscipula II 234.
Roripa II 572.
— amphibia II 499. 573.
— anceps II 573.
— palustris II 41.
Roripa silvestris II 573.
— stenocarpa II 574.
Rosa I 632; II 27. 73. 88. 288. 342.
— alba II 558. [573.
— alpina II 199. 481. 557.
— arvensis II 199. 209. 212. 213. 481. 557.
— Banksiae II 231.
— canina I 581*; II 199. 545.
— Centifolia I 522; II 199. 557.
— cinnamomea II 199. 481.
— Damascena II 558.
— Gallica II 199. 481. 557. 558.
— glutinosa II 557.
— Indica II 199. 481. 557.
— lutea II 557.
— moschata II 199.
— Nasterana II 481. 557.
— pimpinellifolia II 199.
— pomifera II 481.
— punicea II 557.
— rubiginosa II 212. 213. 481.
— rubrifolia II 545. [557.
— rugosa II 557.
— Schottiana II 70.*
— semperflorens I 632.
— sepium II 481.
— setigera I 633.
— Thea II 199.
Rocaceae II 694.
Rosaceen II 82. 88. 102.
Rosen I 402. 582. 618. 632. 633; II 27. 83. 93. 97. 113. 165 205. 206. 207. 227 244. 428. 430. 547. 556. 605.
— Bastarte II 553. 561.
— Blüte I 705.
— Duft II 197. 481. 557.
— Früchte II 438.
— Gallen II 525.* 530. 544.
— Gallwespe II 530.
— Käfer II 160.
— Knospenlage I 324.
— verschieden duftend II 199.
— wilde II 207.
Rosenwurz II 298.
Rosenzucht II 547.
Rosette I 380.
Rose von Jericho I 319; II 782.*
Rosifloreen II 90. 153. 170. 297. 302. 309. 310. 324. 376. 383.
— Bastarte II 573.
— bedornte I 413.
Roß, John I 36.
Roßkastanie I 387. 522. 523. 527. 568. 678. 710; II 195. 222. 288 294. 295. 521. 522. 676.
— Haare I 327.
— Knospenlage I 324.
— Laubfall I 334.*
— Trennungsschicht I 334.
Roßkümmel II 322. 324
Rostellum II 257.
Rostpilze II 22. 606.
Rotalgen I 239.
Rotang I 335. 336.* 618. 634. 635. 636. 636.* 691; II 651.
Rotbuche I 230. 522. 523; II 428. 508. 529. 707.* 708.
Rote Blumen II 190.
Rote Nelken II 189.
Roter Schnee I 35; II 620.
Roter Schnee in der Baffinsbai I 36. 36.†
Rotes Meer I 361.
Rotfäule I 242.
Rotkehlchen II 799.
Rotlauf II 615.
Rousseau I 7.
Rovigno II 483.
Rozella septigena II 512.
Rubaceae II 694.
Rübe, gelbe I 272.
Rüben I 717.
Rübenförmige Wurzel I 717.
Rubia I 596.
— tinctorum II 712.
Rubiaceae II 711.
Rubiaceen I 88; II 82. 176. 268. 391. 573.
Rubus I 632; II 32. 521. 573. 730.
— amoenus I 632; II 333.
— bifrons I 725.
— Chamaemorus I 220.
— Idaeus II 27. 73. 74.* 209. 430.
— Nutkaensis II 567. [722.
— odorus II 567.
— saxatilis I 623.
— squarrosus I 637.
— ulmifolius II 833.
Ruchgras II 139.
Rückennaht II 424.
Rückfalltyphus I 151.
Rückschläge der Bastarte II 569.
Rudbeckia fulgens II 187.
— laciniata II 187. 725.
Ruderata II 815
Ruhrkraut II 298.
— norwegisches I 456.
Rühr' mich nicht an II 777.
Rumex I 323. 451; II 72. 133. 326.
— Acetosella II 27. 298.
— alpinus II 140. 294. 297. 311. 314. 326.
— aquaticus II 579.
— Burchelii II 807.*
— crispus II 579.
— maritimus II 494.
— maximus II 574.
— nemorosus II 314.
— obtusifolius II 294. 297. 314.
— Patientia II 579.
— scutatus II. 78.* 80. 140.
— tuberosus I 718.
Runkelrüben I 88.
Runzelgallen II 524.
Runzelung der Blätter I 300.
— in der Knospenlage I 322.
Rupestria II 815.
Ruppia I 70. 724.
Ruscus II 36. 657.
— aculeatus I 307. 403
— — Flachsproß I 307.*
— androgynus I 641.
— Hypoglossum I 307.
— — Flachsproß I 307.*
Russelia II 191.
Rußland II 461.
Rüstern I 390. 454. 586. 675. 688. 710; II 103. 148. 309. 311.
— Blätter I 392.* [527.
— Blattstellung I 369.
— Blüten II 140. 141.*
— Gallen I 378; II 524. 525.* 545.

Rüstern (Laubfall) I 331.
Ruta II 192. 288. 525.* 426.
— graveolens II 194. 197. 304.* 415 416.*
Rutaceae II 676.
Rutaceen II 102. 197.
Rutengewächse I 304 ff. 305. 306.* 395. 612.
Rutensträucher I 617; II 643. 826.
— Anatomie I 439.

Sabadilla II 90.
Saccharomyces cerevisiae I 538; II 613.*
Saccharomycetaceae II 609.
Saccharomyceten I 473.
Saccharum officinarum I 689.* 690.
Saccolabium II 795.
— guttatum I 206 †
Safflor I 89.
Safran I 584; II 98. 112. 216. 281. 330. 657.
— Blätter I 398.
— Knospenlage I 322.
— Narbe II 279.*
— Pollenschutz II 113.*
Safthalter II 168.
Saftmale II 186.
Sagina Linnaei II 172.
— saxatilis II 209. 336. 385.
Sagittaria I 91; II 232. 296. 785. 803.
— sagittifolia II 495. 645.† 724. 726.
Sagopalme (Blattgröße) I 264.
Sahara II 746.
— Flora II 832.
Salat I 438.
Salbei I 292. 575. 590; II 86. 97. 98. 184. 191. 274. 302. 671.
— Blüte (Schlagwerk) II 261.
— Gallen II 536. [262.*
Salicales II 686.
Salicariae II 698.
Salicin I 421.
Salikornien (Chlorophyll) I 348.
Salina II 815.
Salix II 168. 298. 686. 811.
— acuminata II 556.
— alba II 555.
— amygdalina I 268; II 311.
— arbuscula I 457.
— aurita II 509. 538. 556.
— Austriaca II 574.
— Bastarte (Aufblühen) II 563.
— Caprea I 378; II 198. 530. 538. 552. 556.
— cinerea II 509. 531. 552.
— Cremsensis II 552.
— daphnoides I 431. 522. 523; II 198. 237. 394. 552. 565.
— depressa II 839.
— elaeagnifolia II 556.
— Erhartiana II 556.
— fragilis II 298.* 744.
— grandifolia II 509. 531. 538. 554.
— hastata I 457.
— herbacea I 378; II 312. 687.
— incana I 269. 378; II 523.* 529. 545. 552. 565.
— Jacquiniana I 488; II 563. 838.
Salix Lapponum II 552.
— myrsinites II 187. 794.*
— nigricans II 557.
— pentandra I 378; II 555.
— plicata II 556.
— polaris II 418.* 686.
— pruinosa I 268. 431; II 237.
— purpurea I 268. 369. 418; II 187. 312. 525. 539 545. 552. 554. 556. 557.
— repens II 187. 553. 556.
— reticulata I 278. 280. 488; II 312.
— — Rollblatt I 277.*
— retusa I 457. 488; II 312. 563. 838.
— retusoides II 563.
— rosmarinifolia II 509.
— rubra II 556.
— serpyllifolia I 488. 489.
— Silesiaca II 552.
— viminalis II 312. 552. 556.
— Wichurae II 552.
Salomonsinseln I 309.
Salomonssiegel I 611.
Salpetersäure I 59. 60. 426. 432.
Salsola II 133. 810. 826.
— Kali II 787.
Salsolaceen I 303.
— Dickblatt I 302.
Salvia I 293. 575; II 221. 302. 573. 671. 791.
— argentea I 210.
— Austriaca I 576.†
— betonicifolia II 573.
— cardinalis II 191.
— cleistogama II 388.
— coccinea II 191.
— glutinosa II 98.* 261. 262.* 277. 805.*
— lavandulaefolia I 294.
— nemorosa II 565. 573. 576.
— nutans II 573.
— officinalis II 85.* 563. 529.
— pratensis I 673; II 263. 565. 576.
— silvestris II 565. 576.
— splendens II 179.
— verticillata II 779.*
— viridis II 184. 360.
Salvinia I 628; II 15. 64.
— natans I 723.
Salviniaceae II 634.
Salweide II 313. 530. 553. 554.
— vergrünt II 78. 79.
— Weidenrosen II 538.
Salzausscheidungen I 288.
Salzburg II 459.
Salz I 78.
Salzgehalt der Dickblätter I 304.
Salzkräuter I 605; II 133.
— bedornte I 413.
Salzkrusten I 217.
Salzlösung II 491.
Salzpflanzen I 68.
Salzquellen II 815.
Samara II 424.
Sambesische Flora II 832.
Sambucaceae II 711.
Sambucus II 199.
— Ebulus I 400. 673; II 27. 196. 713. 722. 826.
Sambucus nigra I 484. 552. 523; II 31. 181. 197. 421. 713 800. 801.
— racemosa I 451; II 195. 324.
Samen I 447. 484.
— Anlage II 67. 76 ff.
— Atmung I 460.
— Chlorophyll I 348.
— Gehäuse II 420.
— Hitze ertragend I 518.
— Keimkraft I 508.
— mit Flügeln II 417.* 418.* 788.
— Schale II 417. 432.
— Schwiele II 419. 802.
Samenknospen I 602; II 67.
Samenmantel II 418. 434. 638.
Samenpflanzen II 636 ff.
Sammelfrucht II 429.
Samolus Valerandi II 338. 339. 803.
Samtig (behaart) I 295.
Samtige Narben II 281.
Samydaceae II 699.
Sandboden II 815.
Sanddorn I 298. 412. 618. 632 633; II 27. 144. 147. 148. 298. 702. 722. 744.
— Pollenschutz II 109.*
Sandginster I 621.
Sandiger Boden II 493.
Sandimortelle I 522.
Sandluzerne II 558. 568.
Sandveilchen II 387.
Sanguinaria II 85. 167. 195. 237.
— Canadensis I 439; II 85.* 209. 802.
Sanguisorba II 140.
— alpina II 141.
— officinalis II 153
Sanicula II 310. 321. 807.
— Europaea I 514; II 295.
Sanseviera II 660.
Santalaceae II 701.
Santalaceen I 163. 189. 282. 304. 305; II 391.
Santalinae II 701.
Santolina I 293.
Saperda populnea II 535.
Sapindaceae II 675
Sapindaceen I 455; II 416. 418.
Saponaria lutea II 816. [504.
— ocymoides I 493. 624; II 290.
— officinalis I 720; II 150. 541
— Vaccaria II 209. 334.
— viscosa I 145.
Saponin I 431. 720.
Sapotaceae II 671.
Sapria I 183.
Saprinus II 202.
— nitidulus II 161.
Saprolegnia II 512.
— ferax I 98.
— lactea II 17.*
Saprolegniaceen I 156; II 17.* 18. 460. 474.* 608. 737.
Sarcanthus II 795
— rostratus I 99. 302. 711.
Sarcinaceae II 614.
Sarcina ventriculi I 539; II 615.*
Sarcophaga II 202.
— carniaria II 192.
— Sarraceniae I 120.
Sarcophytaceae II 708.

Sarcophyte sanguinea I 180.* 182.
Sarepta (Rußland) I 528.
Sargaſſomeer II 622.
Sargassum I 71; II 827.
— linifolium I 547.† 550.
— natans II 612.*
Sarmentum I 623.
Sarothamnus I 275; II 266.
Sarracenia I 139; II 86. 93.
— Drummondii I 121.
— laciniata I 118.* 121.
— purpurea I 115. 116.* 117. 119; II 197. 279.* 284.
— undulata I 121.
— variolaris I 118. 118.* 119. 120.
Sarraceniaceae II 671.
Sarracenien I 134. 597.
Satanaspilz I 458.
Satureja II 221.
— hortensis I 364; II 501. 504.
Sauerampfer II 27. [506.
Sauerdorn I 454. 484. 522. 523. 590. 618. 632. 633; II 27. 91. 119. 195. 263. 421. 520. 607. 684.
— Waffen I 418.
— Zweigſtück I 417.*
Sauerklee I 496. 499; II 120. 122. 126. 205. 208. 217. 337. 426. 557. 772.*
— Blättchenbewegung I 313.
— Knoſpenlage I 323. 323.* 325.
— Samen II 415. 416.*
Sauerſtoff I 56. 458. 459.
— gebundener I 472.
Saugenden Zellen, Druck der I 260.
Saugwurzeln I 85. 331.
— von Verweſungspflanzen I 106.*
Saugzellen I 79. 106. 210. 212. 337. 433. 479. 722; II 491.
— von Keimlingen I 560.
— von Penstemon I 80.*
Säule (Orchideen) II 254.
Säulenfeſtigkeit I 683.
Säulenwurzeln I 714. 718.
Saure Flüſſigkeit in den Drüſen der Pinguicula I 132.
Saurer Zellſaft I 477.
Sauſſure I 35.
Saussurea alpina II 196.
Savannengras II 139.
Savoyiſches Hochgebirge I 35.
Saxifraga I 380. 623; II 235. 343. 559.
— aizoides I 84; II 98. 186. 550. 572.
— Aizoon I 215. 215.* 216. 217. 219. 380; II 186. 572.
— androsacea II 310. 333. 736.
— aquatica II 297.
— biflora II 185.
— bryoides II 186. 209. 277.
— bulbifera I 144; II 754.
— Burseriana II 209. 335.
— caesia I 216. 279; II 193.† 550. 572.
— cernua II 449. 450.* 757. 758. 837.
— controversa II 234.* 236. 297. 335. 336. 498.
— cortusaefolia I 485.
— cuneifolia I 485; II 277. 572.
— Cymbalaria II 343.
Saxifraga flagellaris II 729.*
— florulenta II 816.
— Geum I 485; II 277.
— Hausmanni II 550.
— hieracifolia II 373.
— Hirculus II 839.
— Huetiana II 120. 121. 343.
— inclinata II 550.
— Japonica I 258.
— juniperifolia II 324.
— luteo-viridis I 144.
— muscoides II 736.
— mutata II 550. 572.
— nivalis II 449. 450.* 757. 758.
— oppositifolia I 65; II 696.
— patens II 550.
— peltata I 220. 223. 324. 622; II 310. 824. 826.
— rotundifolia II 186. 277. 305. 306.*
— sarmentosa I 258. 485. 621. 623; II 186.
— Seguieri II 736.
— squarrosa II 572.
— stellaris II 84.* 86. 186. 277. 449. 757.
— Sturmiana I 65.
— tridactylites I 144. 487; II 236.
Saxifragaceae II 694. [297.
Scabiosa II 400.
— Columbaria I 495; II 182.
— Cretica I 296; II 182.
— graminifolia I 296; II 182. 791.* 792.
— Hymettia I 296.
— lucida I 495; II 120.* 2 7.
— pulsatilloides I 294.
Scandix II 310. 776.
— Pecten Veneris I 582; II 339. 340.*
Scapania nemorosa II 752.
Scapus I 606.
Scatophaga II 202.
— stercoraria II 192.
Scenedesmus obliquus II 486.*
Schachtelhalme I 304. 401. 541. 612; II 10. 11. 14.* 15. 63. 470. 571. 629. 726. 834.
— Chlorophyll I 348.
— Sporen II 751.*
Schafähnliche Haaſtien II 184.
Schafgarbe I 487; II 182. 541. 725. 800.
— weißblätterige, bittere I 290.
Schaft I 616.
Scharbockkraut I 611; II 179.
— Ableger II 455. 456.* 746.
Scharfe Blätter I 407.
Scharlachkraut I 21.*
Schattenblümchen I 592. 593.*
Schattenloſe Wälder Neuhollands I
Schattenpalme I 704. [310.
Schaumkraut I 451; II 188. 288.
— bitteres I 487. [295.
Scheibenboden I 704.
Scheibenpilze II 19. 609.
Scheide (Blatt) I 556.
Scheidewandbildung I 539 ff.
Scheinſchmarotzer, tropiſche I 206.†
Scheinzwitterige Fruchtblüten II
— Pollenblüten II 293. [293.
Scheitelzelle I 540. 541.
Scheitelzellengruppe I 541.
Scheuchzeria II 645.
Schiefergebirge II 490. 491.
Schieferpflanzen II 493.
Schierling I 84.
— gefleckter I 400. 412; II 194.
Schiverekia II 171.
— Podolica II 337. 816.
Schildchen I 565.
Schildförmige Blätter I 591.
Schildkraut II 88.
Schilf II 105. 643. 645.† 726. 744.
Schilflilie I 91.
Schimmel I 156. 242. 260. 472. 473; II 18.* 19. 55. 721.
— in Bernſtein II 601.
Schimmelpilze II 50.* 51.
Schinzia Alni II 515.
Schiras II 785.
Schistostega II 625.
— osmundacea I 22.† 346. 357. 358; II 472. 473.* 728.
Schizaeaceae II 633.
Schizäaceen II 11.
Schizaea fistulosa II 12.*
Schizanthus II 268.
— pinnatus II 265.
Schizocaena II 13.
Schizocarpium II 423.
Schizochlamis gelatinosa I 98.
Schizoloma II 14.
Schizomyceten I 150; II 614 ff. 615.*
Schizoneura lanuginosa II 526.
— Ulmi II 525. 545.
Schizopetalon Walkeri I 573.
Schlaf der Pflanzen I 498.
Schlafende Augen II 29. 33. 508.
— Knoſpen II 29.
Schlagwerk zum Pollenaufladen II 261. 262.*
Schlangenwurz I 622. 667; II 296. 324. 647. 649.
Schläuche II 611.
Schlauchpflanzen I 114. 118.*
Schlauchpilze II 609 ff. 610.* 612.* 613.*
Schlauchſporen II 20.
Schlehdorn I 412. 454. 484. 522; II 170. 198. 517. 525.
Schleiden I 360.
Schleierchen II 13.
Schleifenblume (Blüte) II 180.* 182.
Schleimige Gärung I 473.
Schleimpilze I 52. 532. 534. 546; II 405. 484. 485.* 604. 748.
— Äthalien I 478.
Schleimſtoffe II 636.
Schleuderfrüchte II 771.
Schleudern II 749.
Schleuderwerke zum Pollenaufladen II 264 ff. 265.* 266.* 267.* 269.*
Schließen der Blüten II 112.
Schließfrucht II 422.
Schließzellen I 257. 284.
Schlingenläufig I 589.* 590. 591.
Schlupfweſpen II 256.
Schlutte (Farbe) I 429.
Schmarotzer I 52. 147. 224. 434. 553. 556. 695. 730; II 77. 445.
— auf Waſſerpflanzen I 157.*
— echte I 148.
Schmarotzermilben II 83.

Schmarotzerpflanzen I 59. 433. 728. 729; II 667.
Schmarotzerwurzeln I 711.
Schmeißfliege I 120.
Schmetterlinge II 202. 248. 256.
Schmetterlingsblumen II 205.
Schmetterlingsblütler I 275. 294. 304. 305. 601. 652; II 30. 82. 86. 93. 97. 102. 182. 185. 197. 198 206. 218. 219. 226. 266. 285. 309. 310. 387. 398. 424. 440. 441. 573. 586.
— bedornte I 413.
— behaarte I 293.
— Chlorophyll I 348.
— mit Wachsüberzug I 269.
Schminkbeere II 800.
Schnecken II 237. 439. 504.
— Abwehr der I 402.
Schneckenklee I 499. 624. 557; II 811.
Schneealge, rote I 97.
Schneeball I 455; II 183. 195. 324.
— Haare I 327. [526.
— wolliger I 699.
— — Knospenlage I 323.* 326.
Schneedruck I 332. 384. 488.
Schneeglöckchen I 494. 522. 525. 565. 614; II 81. 97. 210. 273 331.
— Nektarien II 172.* [659.
Schneehühner II 765.
Schneerosen II 179.
Schneestaub (Kryokonit) I 36. 74. 241; II 618.
Schnepfen II 803.
Schnittlauch (Blätter) I 397.
Schnittspahn II 560.
Schoenus II 735.
Schöllkraut II 72. 419.
— Milchsaft I 439.
Schopf I 600.
Schorfe II 825. 827.
Schößling I 623.
Schote II 426. 683.
Schotengewächse I 379. 582. 697. 702. 703; II 22. 41. 52. 72. 82. 91. 97. 99. 120. 171. 182. 187. 197. 198. 210. 278. 285. 308. 310. 333. 337. 346. 387. 436. 492. 541. 683.
— Anthokyan I 485.
— Bastarte II 572.
— bedornte I 413.
— Gallen II 537.
— Haare I 297.
Schotenklee I 499. 624.
Schott I 174.
Schräges Aufsteigen des Blütenstaubes II 132.
Schrankia II 436. 439.*
— aculeata I 449.
Schraubenblatt I 398.
Schraubenblütige II 693.
Schraubendrehung der Lianen I 693.
Schraubige Antheren II 91.
— Blattstellung I 369. 370.*
Schülferig behaart I 298.
Schülfern I 298.
Schuppenblätter I 382.
Schuppenborke I 679.
Schuppenwurz I 126. 127.* 128. 167. 168.* 235. 450. 451. 611; II 128. 190.
Schuppenwurz, Blüte II 327.* 328.
— Keimung I 168.
Schutt II 815.
Schutzeinrichtungen der Oberhaut I 283 ff.
Schutzmittel der Blätter gegen Tiere I 399 ff.
— der Blüte gegen unberufene Gäste II 229 ff.
— der Samen II 436 ff. 438.* 439.*
— der Wurzeln I 720.
— des Chlorophylls I 362 ff.
— des Pollens II 105 ff. 109.* 110.* 112.* 113.* 116.* 120.* 123.*
— — gegen den Wind I 395 ff.
— gegen übermäßige Transpiration I 283 ff.
— gegen Wärmeverlust I 493 ff.
Schwalben II 803.
Schwalbenwurz II 198. 424.
Schwämme I 614; II 21.* 484. 607.
— Wärmeentwickelung I 463.
Schwammgewebe I 256.* 257.
Schwammparenchym I 257. 262.
Schwammweiß I 92.
Schwanken im Winde I 683.
Schwarm (Zellen) I 546.
Schwärmer (Schmetterlinge) II 202.
Schwärmsporen I 355. 536; II 18. 609. 620.
— und Jochsporen I 22.†
Schwarzerle I 288.
— Bestäubung II 133.*
Schwarzes Meer I 331.
Schwarzföhren I 190.
Schwarzkümmel II 175. 351.
Schwarzpappel I 189. 235. 454. 723; II 521.
— Gallen II 523.*
Schwarzwald II 452.
Schwarzwurzel II 99. 317. 438.
Schwebefliege II 167.
Schwebende Blumenbesucher II 222.
Schweden II 719. 720.
Schwefel I 62.
Schwefelregen II 148.
Schwefeljäure I 432.
Schwefelwasserstoff I 473.
Schwein II 799.
Schweinitzia I 556.
Schwerkraft I 643.
— Wirkung der I 81.
Schwertel I 584; II 173. 177. 247. 277. 281. 296. 302.
— Narbe II 579.*
Schwertlilien I 324. 565. 576; II 83. 93. 97. 173. 279. 288. 369. 657. 720.
— bartlose I 398.
— Blätter I 365. 397. 439.
— Blüte II 247.*
— gepfropft II 561.
— mit Wachsüberzug I 269.
— Reitende Blätter I 310.
Schwimmende Pflanzen I 628.
— Wurzeln I 710.
Schwimmvorrichtungen an Blättern I 597.
Schwingelgräser II 139. 736.
— Blattschließen I 314.
— giftige I 316.
Schwingende Ranken I 654.
Sciara II 161.
Scientia amabilis I 8.
Scilla II 310. 338.
— bifolia I 614; II 190.
— liliohyacinthus II 209.
— Sibirica II 209.
Scirpaceae II 654.
Scirpus I 304; II 654. 744.
— atropurpureus II 804.
— caespitosus I 690
— Duvalii II 574.
— lacustris I 271; II 645.† 654. [808.
— maritimus II 803.
— tuberosus II 724.
Scitamineae II 664.
Scleranthus II 169. 293. 333.
Sclerophyllae II 671.
Scleropoa II 139.
Sclerotium II 604.
Scoglien I 305.
Scolia bicincta II 259.
— haemorrhoidalis II 259.
— quadripunctata II 259.
Scolopendrium I 42*; II 571. 826.
— hybridum II 571.
— officinarum I 356; II 571.
Scopolia II 118 277. 303. 361.
Scorodosma Asa foetida I 572. 703.
Scorpiurus sulcata II 807.*
Scorzonera I 438; II 317.
— Hispanica II 99.
— rosea II 828.
Scrophularia II 171. 175. 246. 277. 304. 310.
— nodosa I 88.
Scrophulariaceae II 670.
Scrub (Australien) II 107.
Scutellaria II 88.
Scutellum I 565.
Scybaliaceae II 708.
Scybalium depressum I 174.
— fungiforme I 174. 175.*
— Glaziovii I 174.
— Jamaicense I 174.
Scytonema I 72. 550.
Scytonemaceae II 616.
Scytonemeen I 226.
Sebastiana Pavoniana II 781.
Sechsfacher Bastart II 552.
Securidaca virgata II 788.
Sedum I 372. 401; II 770.
— acre I 257; II 504. 783.
— album I 301. 303; II 504.
— annuum II 171. 342. 447.
— atratum I 302. 487; II 171. 209. 342.
— Bolonieuse I 302. 730.
— dasyphyllum I 301. 303; II. 342. 758.*
— elegans I 730.
— glaucum I 303; II 447.
— Hispanicum I 302.
— maximum II 788.
— reflexum I 82. 301. 730.
— repens II 696.
— Rhodiola I 507.
— sexangulare II 504.
— Telephium I 303 718.
— villosum I 145; II 236. 757.
Seeanemonen I 234; II 466.
Seegras I 625; II 705. 743.

Seekohl II 28.
Seeroſen I 63. 258. 265. 395. 522. 568. 591. 606. 627; II 41. 71. 88. 97. 113. 232. 505.
— Anthokyan I 486.
— blaue (Duft) II 197.
— Pollen II 99.*
— Schatten der ſchwimmenden Blätter I 266.
Seggen I 465. 565. 593; II 131. 134. 140. 298. 311. 313. 489. 492. 654. 720. 735.
— Anthokyan I 487.
— Blatt I 403.
— Keimung I 566.*
Seidelbaſt I 186. 230. 263. 264. 400. 522; II 103. 197. 288. 295. 300. 394.
— Düfte verſchiedener Arten II 199.
— Frucht II 420.* 421.
Seidelbaſtartige, behaarte I 293.
Seidenpflanze II 27. 198. 722.
Seidenraupen I 156.
Seidenſpinner II 460.
Seidig behaart I 295.
Seifenkraut I 720; II 150.
— niederliegendes I 493.
Seitenſtändige Blüte I 600.
Seitenwurzeln I 708.
Sekundäres Holz II 641.
Selaginella I 540; II 64.
— Helvetica I 391.
Selaginellaceae II 630
Selbſtreinigung der Flüſſe I 243.
Selleny I 643. 663. 681.
Selliera I 575.
Semifrutex I 673.
Sempervivum I 303. 372. 380. 401. 617. 623; II 288. 696. 770. 827.
— acuminatum I 403; II 788.
— arenarium I 623; II 758.
— hirsutum II 516.*
— hirtum II 758.
— montanum I 144. 507; II 236.
— Neilreichii II 758. [342.
— Pittonii II 816.
— Ruthenicum II 342.
— soboliferum I 623; II 757.*
— tectorum I 257.
— Wulfenii I 507.
Senecio I 699; II 321. 792. 811.
— Carniolicus I 290; II 736.
— cordatus II 320.
— Doronicum II 320.
— erucifolius I 581.*
— Fuchsii II 357.
— incanus I 290.
— nebrodensis I 485; II 448.
— nemorensis I 485; II 357.
— viscosus II 359.* 360.
— vulgaris I 575; II 448. 493. 501. 794.*
Senf I 458. 521. 527; II 288.
— Keimlinge (Atmung) I 461.
— weißer I 524.
Senker der Miſtel I 192.
Senna (Hülſe) II 426.
Sennhütten, Pflanzen bei den I 419.
Senſitiven I 500.
Sepsis II 202.
Septoria Menyanthis I 110.
Sequoia I 452.
Serapias II 571.
Seriale Knoſpen II 29.
Sericeus I 295.
Serjania I 445; II 28. 676.
— gramatophora I 652. 653.*
Serpentariae II 700.
Serra d'Eſtrella (Braſilien) I 174.
Serratula lycopifolia II 244.
— mit Ameiſen II 243.*
Seſchellennuß, Seichellennuß II 447. 651.
Sesleria I 314.
— coerulea I 314; II 311. 720.
— tenuifolia (Blattquerſchnitt) I [315.
Setae I 407.
Setaria Italica II 139.
— verticillata II 8. 6.* 810.
Sevenſtrauch I 400.
Sherardia II 97.
Sibbaldia II 90. 169.
— procumbens I 621; II 89.*
Sibirien I 508; II 461. 641. 643.
Sibiriſche Flora II 831.
Sicheldolde I 494.
Sicyos II 811.
Sideritis I 293.
— montana II 187.
— Romana II 187.
— scordioides II 97.
Siebenbürgen II 573. 816.
Siebplatten I 437.
Siebröhren I 42.* 43. 437.
Sierra Leone II 176.
— Nevada I 36. 223.
Sigillariaceae II 632.
Signaturlehre I 4.
Silberlinde (Blattſtellung) I 312.
— Blüte I 605.* 606.
Silberpappel I 454. 455. 681; II 523.
— Haare I 327.
— Wurzel mit Mycelmantel I 230.*
Silberweide I 455.
— Galle II 54.
Silberwurz I 280. 621; II 73.
Silene II 97. 572.
— acaulis II 193.† 299. 539. 669. 827.
— conica II 334.
— Elisabethae II 239.
— Gallica II 501.
— inflata I 293; II 150.
— longiflora II 192. 196. 204. 208.
— muscipula II 234.
— noctiflora II 208. 212. 297. 385. 400.
— nutans II 150.* 150.* 151.* 192. 196. 204. 213. 242. 299. 442. 443.*
— Otites II 299.
— Pumilio I 105; II 239.
— Saxifraga II 192. 208. 213. 299. 306. 397.
— Vallesia II 208. 213.
— vespertina II 208.
— viridiflora II 204.
— viscosa I 145.
Siler II 322.
— trilobum I 699; II 324.
Silikate I 76.
Siliqua II 426.
Silphium I 222.
— laciniatum I 311.* 312.
— perfoliatum I 221. 221.* 223. 689.* 690; II 232.
Silybum Marianum I 90.
Simarubaceae II 676.
Simſen I 304. 673. 689.* 690; II 95. 131. 310. 386. 449. 495. 540. 571. 654. 720.
— Anthokyan I 487.
— Chlorophyll I 348.
Sinapis II 91. 99. 288.
— alba I 524.
— arvensis II 209. 250. 346.
— nigra I 458.
Singdroſſel II 799.
Sinngrün I 621. 622. 667; II 37. 190. 205. 518. 730.
— großes II 95.
Sinnpflanze II 261. 436.
— Keimung I 571.
Siphonaceen I 537. 546; II 54. 474.
Siphoneae II 620.
Sisymbrium II 182.
— Alliaria II 333.
— Sophia II 309. 537. 799. 813.
— Thalianum II 120. 333.
Sisyrinchum II 173. 367. 369.
— anceps II 186. 208. 385.
Sitzende Blätter I 556.
Sium II 323.
— latifolium II 726.
Siversia II 793.
Sizilien II 483. 816.
Skabioſen I 456; II 99. 237. 244. 277. 294. 400.
— behaarte I 293.
Skandinavien I 36; II 461. 702.
Skarlettpelargonium II 190.
Sklerotien I 546; II 604. 611. 612.*
Skrofelkraut I 88.
Skrofularineen II 97. 102. 118. 170. 191. 234. 280. 300. 310. 324. 362. 377. 387. 400. 404. 573.
Skye (Schottland) II 655.
Smaragdmoos II 472. 473.* 626.
Smilaceae II 657.
Smilaceen I 608; II 97. 657.
Smilax II 657.
— aspera I 650.* 651.
Smithia sensitiva I 500. 501.
Smyrnium II 179.
— Olusatrum I 573.
— perfoliatum I 582.
Soboles I 611.
Sockenblume II 91. 93. 175. 235.
— Blüte II 344. 345.*
Sokotora I 309.
Solanaceae II 670.
Solanaceen II 28. 804.
Solaneen II 391.
Solanum II 804.
— argenteum I 404.
— Dulcamara I 648; II 185. 421.
— jasminoides I 608.
— Lycopersicum I 496; II 88. 89.* 212. 213.
— pyracanthos I 404.
— rigescens I 406.
— sisymbriifolium II 439.
— sodomaeum II 439.

Solanum tuberosum I 610; II 68.* 72. 120. 126. 212. 213. 366.
Soldanella II 118. 193. 332 573. 669.
— alpina I 465†; II 85.* 363. 517.
— — Streuzange II 274.*
— montana I 485.
— pusilla I 105. 465. 465†
Soldanellen im Schnee I 465.†
— Wärmeentwickelung I 466.
Solenobia II 460.
Solidago I 378. 699; II 296. 319.
— Canadensis II 162. 725. 814.
Solstein (Tirol) I 74. 264. 493; II 388.
Sommerfelt I 37.
Sommerlinde I 681.
Sommerwurz I 160.* 170. 556. 611; II 196. 445.
Sommerzwiebel I 24.* 560.
— Blätter I 397.
— Same I 559.*
Somomyia II 161.
— Caesar II 161.
Sonchus II 120.
— arvensis II 126. 211 ff.
— cervicornis I 413.
— Lapponicus II 211. 212.
— oleraceus II 211 ff.
Sonnenaufgang II 214.
Sonnenblume I 521; II 74. 716.
Sonnenlicht und Atmung I 462.
Sonnenröschen I 388; II 97. 120. 122. 126. 163. 210. 281. 309. 386. 404.
— großblätteriges (Zweig) I 387.*
— Haare I. 298.
— Pollenschlauch II 406.*
Sonnenrose I 496.
Sonnenstäubchen I 73.
Sonnenstrahlen I 483; II 478.
— Blüten öffnend II 215.
— und Chlorophyllkern I 350.
— verschieden wirkend I 351.
Sonnentau I 130.† 133. 216. 222. 733; II 72. 87. 174. 210. 236.
— Narbe II 279.* [352.
Sophora I 582.
— alopecuroides I 499; II 27.
— Japonica mit Mycelmantel I 232.
Sorbus II 195. 515. 573.
— Aucuparia I 321. 522. 523. 585.
— Chamaemespilus I 457.
— latifolia II 574.
Soredien I 228; II 24. 751.
Sorghum II 139.
Sorus II 11.
Sorveira (Milchpflanze) I 438.
Spadix I 697.
Spalten der Antheren II 90.
Spaltöffnungen I 209. 257.
— des Seerosenblattes I 266.
— Größe I 258.
— honigausscheidend II 168.
— in Gruben I 274.*
— Öffnen und Schließen I 284.
— überwölbt I 273.*
— umwallt und vertieft I 272 ff.
— ungeschützt I 270. 270.*
— vertieft I 301.
— Zahl I 257.
Spaltfrucht II 423. 711.
Spaltpilze I 150; II 614 ff. 615.*
Spanien I 403; II 836.
Spanisches Rohr II 651.
Spanner II 217. 257.
Sparganiaceae II 643.
Sparganium I 625; II 134. 296. 311. 644. 785. 803.
Spargel I 612; II 294. 298.
Spargelarten I 634.
— dornige I 403.
Sparmannia I 87.
— Africana II 118.
Spartium I 269. 305. 348; II 226. 266.
— junceum II 197.
— scoparium I 305. 305.* 395; II 30. 204. 266.* 267.*
— — Stammquerschnitt I 306.*
Spatha I 600.
Spathegaste tricolor II 530. 545
Spathularia I 200.
— flavida II 717. 718.* 763.
Species (Artbegriff) I 7. 8. 541; II 480.
Specularia II 116. 179. 205. 387.
— falcata II 809.
— Speculum II 113. 212. 213. 365.* 366.
Speichergewebe I 559; II 415.
Speik II 736.
Speisemorchel II 19.*
Spektrum der Sonne I 351.
Spelzen II 428.
Spergula II 172.
— arvensis II 208. 336. 385.
Spermakerne II 410. 414.
Spermatien II 606. 615.
Spermatoplasma II 44. 82. 95. 463. 549.
Spermatozoiden II 45. 407. 452.
Spermogonien II 606.
Spermotheca II 420.
Sperrkraut II 120. 185. 239.
Spezifische Konstitution des Protoplasma, s. Protoplasma.
Sphacelaria II 827.
— scoparia I 547.†
Sphacelariaceae II 621.
Sphaerella II 601. 619. 737.
— nivalis I 22† 37. 465. 507; II 620.
— pluvialis I 37. 98. 355. 519. 545.
Sphaerobolus stellatus II 761.* 764.
Sphaerococcaceae II 623.
Sphaerolobium I 304.
Sphaeroplea annulina II 620.
Sphaeropleaceae II 620.
Sphaerotheca Castagnei II 56.
Sphaerotilus thermalis I 517.
Sphaerozosma vertebratum I 98
Sphagnaceae I 202; II 625.
Sphagnaceen II 625. 728.
Sphagnum I 28*. 203; II 472. 626.
— acutifolium II 734.
— cymbifolium I 130.†; II 16.
— poröse Zellen I 203.*
Sphenophyllum II 630.
Sphenostemon II 679.
Sphinx Convolvuli II 203.
— Nerii II 482.
— Pinastri II 224.*
Spica I 697.
— composita I 697.
Spiegelglocke (Blüte) II 365.* 366.
Spielart II 481.
Spielhuhn II 562.
Spierstaude I 632.
— Duft II 196.
— knollige I 718.
— ulmenblätterige I 269. 633; II 182. 196. 324.
Spina I 401.
Spinacia II 810.
Spinat I 521.
Spindel der Cyme I 696.
Spindelbaum I 454; II 175. 418.
— Blüte II 169.* [521.
Spindelfasern I 542. 543.
Spinnen II 504.
Spinner II 202.
Spiraea I 632; II 324.
— Aruncus I 87. 334. 704; II 299. 788.
— chamaedryfolia II 195.
— crenata II 32.
— Filipendula I 718.
— Ulmaria I 269; II 196.
— ulmifolia II 195.
Spiraeaceae II 694.
Spiräen I 618.
Spiranthae II 693.
Spiranthes II 96.
Spirillen I 242.
Spirillum Cholerae asiaticae II 615.*
Spirochaete Obermeieri I 151; II 615.*
Spirogyra I 34. 35. 156. 346. 543; II 585. 596. 601. 619.* 828.
— arcta I 22.† 539; II 52.
Spirogyren (Chlorophyllzerstörung) I 362.
Spirolobeae II 683.
Spirophyton II 598.* 629.
Spitzahorn I 10.* 389. 454. 521. 591; II 509.
Spitzbergen I 36.
Spitzklette II 311.
Spitzläufig I 592. 593.*
Splachnaceen I 95.
Splachnum ampullaceum I 95. 110; II 472. 473.*
— luteum I 110; II 472. 473.*
— rubrum I 110.
— vasculosum II 472. 473.*
Sporangium II 11. 12.* 22. 627. 629. 630. 633.
Sporen I 447. 484; II 8. 10. ff. 470.
— durch Wind verbreitet II 748. 750.*
— Wärme ertragend I 518.
Sporenbehälter II 11. 12.*
Sporenbüchse (Moose) II 473.
Sporenpflanzen II 604 ff.
Sporenträger I 153; II 607.
Sporidien II 606.
Sporn (Orchideen) II 172.
Spornblume (Blüte) II 302. 303.*
Sporobolus asper II 736.
Sporodinia II 50.* 51. 52
Spreit (Pflanzengenossenschaft) II 824. 826.
Spreite (Blatt) I 555.

Sprengwedel (Narben) II 148.
Spreublättchen I 600; II 715.
Spreuschuppen I 600.
Springböcke II 806.
Springkraut I 263; II 387.
— Kleistogamie II 388. 389.
Spritzgurke II 690. 771.
Sproß I 557.
— als Kegel I 367.
— Anfang II 26.
— Blätter I 557.
Sproßblattstamm I 557.
Sprossung II 613.
— Hefe I 473.
Spumaria alba II 484. 485.*
Squamariaceae II 623.
Stachel I 401. 407.
— als Blütenschutz II 237.
Stachelbeere I 522. 523; II 421.
Stachelpilze I 104.
Stachelrasen I 403. 404. 405.* 414. 723.
Stachelschwämme II 607.
Stachys I 293; II 573.
— palustris II 352.
— silvatica II 352.
— spinosa I 413
Stagna II 815.
Stamina I 601; II 82.
Staminodien I 606.
Stamm I 614.
Stammbaum II 594.
Stammdurchschnitte, schematisch I 687.* 688.* 689.* 694.*
Stämme des Pflanzenreiches II 588 ff.
Stammgestalten I 607 ff.
Stammhebung durch Wurzeln I 727.
Stammkrebse II 515.
Stammranke I 652.
Stammständige Knospen II 227 ff.
Standorte II 814.
Stanhopea I 104; II 166. 196. 210.
— Devoniensis II 221.† 226.
— oculata II 788.
— tigrina II 207.
Stanniolplatten, durchwachsen I 482.
Stapelia II 671.
Stapelien I 302; II 192. 195.
Stapf I 404.
Staphyleaceae II 676.
Stärke I 423. 427. 428.* 433. 517. 558. 561.
— Körner I 39. 428.*
— Löslichmachung I 449.
— Scheiden I 447.
Starrblätterige II 671.
Statice I 217. 218. 219. 451; II 98.
— purpurea II 839.
Staub I 73. 75.
Staubblätter I 601.
Stäubender Pollen II 103. 131.
Staubfaden I 601; II 83.
Staubförmige Samen II 788.
Staubgefäße I 11. 601.
Staub- und mehlartige Belege in den Blüten II 165.
Staude I 673.
Staudenstengel I 673.
Staurastrum alternans II 486.*
— furcatum II 486.*
Stearin I 285.
Stechapfel I 400. 412. 420; II 113. 118. 197. 208 209. 436.
— Blätter I 391.
— Blättermosaik I 381.*
Stechborsten I 409.
Stechpalme I 285; II 680.
— Kutikula I 285.*
— untere Blätter bedornt I 402.
Stechwinden I 650*; II 657.
Stecklinge I 729.
Steinbrech I 144. 215. 257. 290. 380. 465. 618. 623. 723; II 28. 74. 82. 120. 169. 175. 186. 193. 236. 251. 272. 294. 297. 305. 310. 333. 335. 343. 489 492. 736.
— Ableger II 449. 450.*
— Bastarte II 550.
— Blättermosaik I 380.*
— immergrüner I 215; II 98.
— japanischer I 485. 621. 623.
— Vergrünung II 84.* 86.
— zweiblütiger II 185.
— zwiebeltragender II 754.
Steindrossel II 799.
Steineichen I 454. 632.
Steinkauz II 804.
Steinkern II 421.
Steinklee II 196. 219. 252. 399.
Steinkohlenperiode I 595; II 616.
Steinkresse II 188.
Steinlinde II 136.
Steinmoose I 201. 519.
Steinpflanzen I 52. 57. 73.
— Nährgasleitung I 341.
Steinsame, rotblauer I 622; II 730.
Stellaria bulbosa II 458.
— glochidiata II 806.
— graminea II 120. 351.
— Holostea II 351.
— media I 210. 210.* 211.* 496; II 293. 336.
Stellera Passerina II 385. 510.
Stelzenwurzeln I 712. 718.
Stemonaceae II 657.
Stemonitis fusca I 534. 535; II 484. 485.*
Stempel I 601; II 67.
— als Anflugsplatz II 227.
Stenactis II 296.
— bellidiflora II 814.
Stendeln II 222. 256. 661.
Stengel I 615. 673.
— Blätter I 88.
— Glieder I 367. 616
— Haare I 211.*
Stengelherablaufende Blätter I 311.
Stengellose Gentianen (Autogamie) II 381. 382.*
Stengeltreibende Veilchen II 387.
Stenomeridaceae II 666.
Stenorrhynchus longirostris I 71.
Stephanosperma II 643.
Steppen II 736. 815.
Steppenflora I 293. 576*; II 458.
Steppenhexen I 703; II 787.
Steppenpflanzen I 288. 519. 576; II 32 836.
Steppentiere II 458. 836.
Stereocaulon II 752.
— coralloides II 752. [227*
— ramulosum mit Scytonema I
Sterculiaceae II 681. 774.
Sterigmen II 21. 607. 608.*
Sternanis II 424. 482.
Sternbergia II 112. 367.
— Clusiana I 398.
— lutea II 212. 213. 368.
— stipitata I 398.
Sterndolde II 321. 322.
Sternhaare I 297; II 555.
— Filz I 299.
Sternkräuter I 596; II 93. 182. 324.
Sternmiere I 496. [329.
Stickstoff I 57. 59.
— Gewinnung durch die Pflanzen I 147.
Stiefmütterchen I 596; II 95. 97.
— Blütennicken I 495.* [186.
Stieglitz II 799.
Stiel I 555.
Stieldrüsen an Früchten und Samen II 804.
Stieleiche I 522. 523. 681; II 297.* 508. 535. 545.
— Laubfall I 332.
Stieltellerförmige Blüten II 111.
Stigma I 602.
Stilfserjoch II 641.
Stiller Ozean I 361.
Stinkfasant I 572. 703.
— Keimung I 570.*
Stipa I 576†; II 652. 793.
— capillata I 318. 319.
— — Blattquerschnitt I 316.*
— pennata I 493. 576.† 577*; II 736.
Stipulae I 325. 418. 556.
Stirps I 614
— biennis I 617.
— cirrhosa I 649
— clathrans I 638.
— flectens I 631.
— fluctuans I 620.
— herbacea I 615.
— humifusa I 623.
— lignea I 615.
— palaris I 620. 671.
— procumbens I 620.
— prostrata I 622.
— radicans I 660.
— repens I 622.
— scandens I 620. 631.
Stockknospe I 584.
— Sproß I 611.
Stockwerke des Stengels I 368.
Stoffwandlung in der lebenden Pflanze I 424 ff.
Stolo I 622.
Stoppelschwamm I 480.
Storchschnabel I 576; II 522.
— Blättermosaik I 380.*
— Früchte I 577.* 579; II 776.
— Pollenschutz II 120.*
Storchschnabelgewächse II 120. 171. 172.
Strahldolde (Blüte) II 180.*
Strahlenförmige Seitenstränge I 588.
Strandnelken I 451; II 98.
Stränge (Blatt) I 588.
Stratiomyideen II 161.
Stratiotaceae II 645.
Stratiotes II 232.

Stratiotes aloides I 63. 70. 404. 515. 618. 710; II. 646. 742.
Strauch I 673.
Strauchartig I 673.
Strauchflechten I 225; II 611.†
Sträuchlein I 673.
Strauch- und Laubflechten I 227.*
Straußfarn I 672; II 633.
Straußgras II 139. 506.
— ausläufertreibendes II 506.
Streifensysteme (Zellhaut) I 531.
Streptocarpus polyanthus I 582.
— Rexii I 581.* 582.
Streptopus amplexifolius I 263.
Streubüchsen II 272.
Streukegel II 274.
Streuwerke zum Pollenaufladen II 270 ff. 272.* 273.* 274.*
Streuzangen II 270.
Striga orobanchoides I 170.
Strohblumen I 294.
Strunk I 671.
Struppe II 821. 826.
Struthiopteris II 13. 633.
— Germanica I 672.
Strychnin I 421. 431.
Stubaier Gletscher II 482. 620.
Stubaithal I 404.
Stubenfliegen I 156.
Studentenröschen I 592. 593.* 694; II 174. 204. 276. 306. 312.
— Blüte II 249.* 251.
Stufenleiter (Pflanzengestalten) I 545 ff.
Stulpgallen II 524.
Sturm im Hochgebirge I 490.
Stützblatt I 600.
Stützwurzeln I 712.
Stylidiaceae II 714.
Stylus I 602.
Styphnolobium I 582.
— Japonicum II 415.
Styracaceae II 694.
Suberin I 285. 427.
Subex I 609.
Subularia aquatica II 385.
Succisa II 277.
Südafrika II 654.
Südalpen II 333. 497.
Südamerika II 622. 693. 696. 701.
Sudan II 107.
Sudanesische Flora II 832.
Südarabisch-mesopotamische Flora II 832.
Sudeten I 314.
Südrußland I 576; II 736. 746.
Südsteiermark II 734.
Suffrutex I 673.
Sukkulente I 302.
Sumach II 169. 297. 527.
Sumatra I 188; II 647.
Sumbulstaude II 194.
— Stamm I 688.*
Sumpfblume I 627; II 232.
Sumpfcypresse I 679. 681.
— virginische I 681.
Sümpfe II 815.
Sumpfgas I 422.
Sumpfpflanzen I 69. 265. 382. 394. 723; II 296.
Sumpfporst I 279. 281. 412; II 95. 519.
Sumpfreiherschnabel II 774.
Sumpfschaumkraut, gefülltblühend II 455.
Sumpfstorchschnabel I 633.
Sumpfwurz II 172 175. 283.
— Blüte II 254. 255.*
Surculus I 610.
Surirayaceae II 617.
Süßgras II 139. 495. 726.
Süßholz II 436. 514.
Süßwasserkalk I 240; II 645.
Swammerdam I 20.
Swertia II 174.
— perennis II 241. 310. 338. 339.
— punctata II 338. 339.
Swietenia Mahagoni II 282. 285.*
Sycophaga II 158.
Sykesville I 528.
Symphoricarpus II 801.
Symphytum I 409. 590. 702; II 96. 97. 373. 573.
— officinale II 274.* 275.
— Tauricum II 187.
Synantheraceae II 715.
Syncarpium II 429.
Synchitrium II 512.
— Anemones II 513.
— Myosotidis II 513.
— pilificum II 513.
— Taraxaci II 513.
Synedra I 546.
— Ulna II 617.*
Synedraceae II 617.
Synergiden II 410.*
Syngenesia II 290.
Synthese im Chlorophyllkern I 350.
Syrenia I 296.
— angustifolia I 576 †
Syrien II 782.
Syringa II 27. 199. 206. 288. 332.
— Emodi II 197.
— vulgaris I 522; II 96. 196. 197. 289.* 540.
Syrphideen II 164.
Syrphus pirastri II 167.
Syrrhopodon scaber II 23. 23.* 752.
System Linnés I 7.
— natürliches I 15.
Syzygites II 460.

Tabak I 329. 509. 521; II 208. 361. 800.
— Kreuzung II 568.
Taccaceae II 657.
Tafelberg I 282.
Tafelwurzeln I 712.
Taglichtnelke II 294.
— Samenschutz II 442. 443.*
Taglilie II 281. 300.
— gelbe I 718.
— gelbrote II 393.
Tagmen I 53.
Tagschmetterlinge II 393.
Taimyrland II 706.
Talinum fruticosum I 302.
Talipotpalme (Blattgröße) I 264.
Tamaricaceae II 687.
Tamarindus II 291.*
— Indica II 288.
Tamarisken I 723; II 748.
Tamarix I 218; II 34.
— Gallica II 781.
— — mannifera II 748.
Tamus I 691; II 97.
— communis II 666.
Tanacetum II 826.
Tange I 71. 97. 148. 360. 394 425. 550; II 47.† 621.
— Länge I 360.
Tännel II 499.
Tannen I 454. 455. 679; II 28. 143. 431. 432. 641. 825.
— Baumschlag I 675 677.*
— Frucht II 433. 435.*
— Hexenbesen II 519.* 520.
Tannenhäher II 441. 799.
Tannenholz mit Viscum I 193.*
Tannenlaus II 460.
Tannennadeln (Wachsstreifen) I 268.
Tannenwedel II 82. 288. 499. 726.
Tannin I 431.
Tanningärung I 474.
Tapetenzellen II 92.
Taraxacum II 114. 317. 792.
— officinale I 87; II 97. 99.* 211. 212. 213. 214. 500. 504. 794.*
Täschelkraut II 188. [796
Taschen (Krebse) II 517.
Tasmanische Flora II 832.
Taube II 799.
Taube Blüten II 182. 293.
Taubecher I 210.* 221. 401; II 347.
— Knospenlage I 323.
Taubenkropf, beerentragender I 634.
Taubenschwanz II 202. 250.
Taublatt I 143. 143.*
Taubnessel II 247.
— gelbe I 262. 264.
— Kleistogamie II 386.
— stengelumfassende II 388.
— weiße I 689.
— — Stamm I 687.*
Tauern II 239.
Taufall I 267.
Taurus I 316. 319; II 167. 188. 746.
Tauscheria lasiocarpa II 807.
Tausendblatt I 239. 394. 625; II 311. 744.
— Stamm I 694.*
Tausendfuß I 117.
Tausendguldenkraut I 88; II 91. 112. 167. 208.
Tausendschön II 185. 493.
— nichtduftend II 205.
Taxaceae II 638.
Taxineen II 432. 434.
Taxodiaceae II 638.
Taxodium distichum I 681.
— Mexicanum I 681.
— mucronatum I 615.
Taxus II 298. 638. 801.
— baccata I 64. 681; II 143.* 434. 436.* 539.
Tayloria Rudolfiana I 110.
— serrata I 110.
Tecoma I 448.
— radicans I 660. 661. 665. 667. 668. 709. 712; II 27.
— — Querschnitt I 444.*
— — Zweige I 445. 446.*
Teesdalia I 575
Teilbare Individuen II 7.

Tejo I 361.
Telekia I 220; II 320. 778.
— speciosa II 187.
Telephium Imperati I 624; II 171. 209. 307.
Telephoraceae II 607.
Telephorus II 175.
Teleutosporen II 515. 606.
Tellima grandiflora II 362.
Temperaturen, höchste I 518.
— niedrigste I 508.
Terebinthaceae II 676.
Terminaliaceae II 709.
Terniola I 72.
Ternstroemiaceae II 681.
Terpenoide Düfte II 198.
Terpentingallapfel II 527.
Terpentinöl I 154. 430.
Tertiärzeit II 607. 608. 613. 617. 623. 629. 636. 671. 674. 676. 679. 683. 684. 686. 696. 698. 700. 702.
Testa II 418.
Testudinaria II 667.
Tetractium quadricorne II 436.
Tetraden (Pollen) II 96.
Tetradynamia II 288.
Tetragonolobus siliquosus I 499.
— — Blatt I 497.* [624.
Tetramorium caespitum II 802.
Tetrandria II 288.
Tetraneura alba II 527. 545.
— Ulmi II 525. 526. 545.
Tetrao medius II 562.
— tetrix II 562.
— Urogallus II 562.
Tetraphis pellucida I 102; II 23. 23.* 752.
Tetraplodon angustatus I 96. 110.
— urceolatus I 110.
Tetrapus II 158.
Tetrasporaceae II 619.
Tetrasporen II 24. 623. 738.
Teucrium I 293; II 206.
— Chamaedrys I 171.
— Euganaeum II 779.*
— flavum II 779.*
— montanum I 171. 172; II 97. 536.
— orientale II 303.*
— Scordium II 536.
— subspinosum I 413.
Teufelsaugen II 187.
Teufelskralle II 536.
Teufelszwirn I 158.† 159. 160.* 556; II 341. 385. 445.
Texanische Flora II 832.
Thais Hypermenestra II 482.
Thalamus I 695.
Thalassioidaceae II 645.
Thalassophyllum Clathrus II 624.
Thalictrum II 124. 141. 179. 326.
— alpinum II 140. 326.
— angustifolium II 140.
— aquilegifolium II 85. 140. 141.
— flavum II 140.
— foetidum II 140. 326.
— galioides I 221.
— minus II 140. 326.
— simplex I 221.
Thallidien II 8. 23. 23.* 24. 24.* 475. 620.
Thallophyten II 22. 604 ff.
Thallus I 553.
Thea-Rosen II 548.
Thelymitra II 662.
Theobroma Cacao II 89.*
Theophrast I 5. 9. 292. 413; II 3. 588.
Theophrasta Jussieui II 40.
Thermische Konstanten I 521.
— Vegetationskonstanten I 520.
Thesium I 163; II 97. 100. 123. 173. 301. 389.
— alpinum I 164.* 212; II 98. 124. 702.
— Keimung I 164.
— rostratum II 98.
Thibaudia I 177; II 95.
Thladiantha dubia II 723. 724.* 773.
Thlaspi II 171.
— alliaceum II 188. 333.
— arvense II 188. 333.
— rotundatum II 187.
Thon II 449.
— Boden II 815.
— Erde I 63.
Thränen der Weinstöcke I 248.
Thränenschwamm I 242. 249. 260. 475; II 717.
Thrips II 164.
Thrithrinax aculeata I 402.
Thuidium abietinum II 461. 753.
Thuja I 382. 452; II 144. 544.
— occidentalis I 455†; II 539. 641.
— orientalis II 436.* 539.
— plicata II 539.
Thujopsis I 301.
Thunbergia I 386. 448; II 102.
— grandiflora II 278. 279.*
— laurifolia I 445. 691.
— — Stammquerschnitt I 444.*
Thymelaeaceae II 702.
Thymelaea Passerina II 361.
Thymian I 621; II 88. 97. 440.
Thymus I 387. 621; II 88. 297. 440. 791.
— Chamaedrys II 481.
— citriodorus II 198.
— Marschallianus I 300.
— montanus II 198. 481.
— Serpyllum II 85. 523.* 539.
— vulgaris II 481.
— Zygis II 481.
Tierblütige Pflanzen II 128.
Tiere, Ableger verbreitend II 764 ff.
— Früchte und Samen verbreitend II 798 ff.
Tierfangende Pflanzen I 130 † 433. 556. 723.
Tigerlilie, vergrünt II 84.*
Tilia I 369; II 199. 288. 291. 422. 526. 572.
— alba I 606; II 197.
— Americana I 606; II 197.
— argentea I 312. 605.* 606.
— grandifolia I 325. 522. 581.* 681. 687*; II 532.*
— intermedia II 789. 791.
— parvifolia I 325. 522. 523; II 197.
— ulmifolia II 85.*
Tiliaceae II 681.
Tillandsia II 233. 792. 798.*
— recurva I 574.
— usneoides I 574.
Tillandsien I 114.
Timmia Norvegica II 454.
Timor (Insel) I 410.
Tirol I 490; II 11. 107. 189. 575.
Tiroler Alpen II 708. [719.
Tithymalaceae II 674.
Tithymalus II 675.
Todea I 711.
— barbata I 208. 672; II 634.
Tofjeldia I 310; II 171. 332. 660.
— borealis I 105; II 661.
Tofjeldien I 324.
Tollkirsche I 390. 400. 522; II 127. 239. 277. 282. 284. 288. 303. 421. 800.
— Blättermosaik I 391.*
Tolpis barbata II 212. 213.
Tolypella II 624.
Tolypellopsis II 624.
Tomentellaceae II 607.
Tommasinia verticillaris I 493.
Topinambur II 715. 723. 767.
Torenia II 280.
Torf I 241.
— -Moore II 599. 815.
— -Moos I 202. 222; II 472. 492. 626. 728.
— — poröse Zellen I 203.*
— — spitzblätteriges II 734.
Torilis Anthriscus II 806.* 807. 811.
Tornelia fragrans I 337. 383. 468.
Torrentes II 815.
Torus I 704.
Totes Meer I 361.
Tournefort II 589.
Tournefortia II 41.
Tozzia I 163.
— alpina II 89.* 360.
Tracheen I 254.
Tracheiden I 254.
Tradescantia I 560. 565; II 166.
— crassula II 210. 306. 167.
— Virginica II 208. 210. 306.
— — Samen I 559.*
Tradeskantien I 485.
Tragacanthacei Astragalus I 416.
Tragant I 427.
Tragantsträucher I 185. 404. 405.* 414. 576.
— Behaarung I 296.
— Dornen I 416. 417.*
Träger I 686.* 687.
— 2. Ordnung I 688. 690.
Tragopogon I 699; II 205. 217. 285. [317.
— floccosus II 212.
— orientalis II 212.
— pratensis II 211.
Tragus II 9.
Trametes I 155.
Transpiration I 251. 259.
— Förderungsmittel I 261 ff.
— in verschiedenen Jahreszeiten I 321 ff.
— Regulierung I 260 ff.
— und Laubfall I 332.
— Wichtigkeit I 260.
Transpirationsstrom I 252. 255.
Transpirierende Zellen I 255.*
Transvaal II 806.

Trapa I 394. 569. 576.* 597. 627.
— natans I 83. 526. 566.*; II 427.
Traube I 703. [698.
— Blütenstand I 697.
Traubenfarn II 13
Traubenhyazinthe II 294.
Traubenkirsche I 522. 523; II 119. 198.
Traubenschimmel I 154.
Traubenzucker I 473.
Trauerviole II 196. 242.
— nachts duftend II 204.
Trauerweide I 632.
Träumerin, elfenhafte I 104.
Treibende Kräfte der Stoffwandlung I 457 ff.
Treiben der Pflanzen I 527.
Tremandraceae II 675.
Tremella I 104.
Tremellinaceae II 607.
Tremellodon gelatinosum I 104.
Trennungsschicht I 333.
Trentepohlia II 619.
— jolitha II 620.† 828.
Trespe II 140. 539.
Triandria II 288.
Tribulus I 624.
— orientalis II 810.*
Triceratium Favus II 617.*
Trichia clavata II 749.*
Trichius II 175.
Trichocline I 575.
Trichocolea tomentella I 551.
Trichodesmium erythraeum I 361.
Trichogyne II 56. 623.
Tricholoma gambosum II 719.
Trichomanes Lyelli II 12.* 634.
Trichome gegen Austrocknung I 289 ff.
Trichophyton tonsurans I 156.
Trichostomum tophaceum I 239; II 739.
Tricyrtes II 660.
— pilosa I 90; II 172. 177.* 178. 348.*
Tridactylites (Steinbrech) II 335.
Trientalis Europaea I 105.
Trifolium I 496. 499. 624; II 219. 252. 285. 399.
— agrarium II 427. 791.
— badium II 180.* 427. 791. 792.*
— fragiferum I 622; II 791.
— globosum II 786.
— hybridum I 702; II 187.
— incarnatum II 501.
— nidificum II 786. 791.*
— plumosum II 793.
— pratense I 724.
— repens I 622; II 78. 79. 500.
— resupinatum II 198. 204.
— spadiceum II 187. 427.
— spumosum II 808.
— stellatum II 780.* 781.*
— subterraneum II 786. 812.
— tomentosum II 786.* 791.
Triften II 815.
Triglochin II 133. 144. 312. 645.
— Barellieri I 605.* 606.
— palustre II 146. 147.* 809.* 810.
Trigonella Foenum Graecum II 514.
Trillium II 171. 210. 310 657. 660.
— grandiflorum II 197. 330.
Trimethylamin II 195.
Trins (Tirol) I 364. 511. 512.
Triopteris bifurca II 789. 790.* 794.*
— brachypteris II 97.
Trioza Rhamni II 524.
Tripel I 240; II 601. 618.
Tripelbastarte II 552.
Trisetum II 139. 140.
Tristichaceae II 673.
Tritelia II 97.
Triticum II 139.
— caninum I 399.
— repens I 611.
— sativum II 571.
— vulgare I 539.*
Triumfetta Plumieri II 807.*
Trixago I 163; II 271.
— apula II 349.
Trockenfrüchte II 425.*
Trollblume II 175. 197.
— Pollenschutz II 110.*
Trollius II 175. 179. 251.
— Europaeus II 110.* 197. 249.* 511.
Trompetenbaum I 451. 522. 523; II 280.
Tropaeolaceae II 681.
Tropaeolum I 87. 568. 652. 653; II 97. 173.
— majus I 566.* 702.
Tropenländer I 630.
Trüffel II 613.*
Truncus I 673.
— arborescens I 673.
— frutescens I 673.
Truthahn II 799.
Tryphon II 256.
Tsuga Canadensis I 455.† 641.
Tuber I 610.
— melanosporum II 613.*
Tuberaceae II 609.
Tuberkulose II 615.
Tubiflorae II 670.
Tulipa I 584; II 122. 208. 227. 288. 788.
— Didieri II 306.
— Gesneriana II 500.
— silvestris II 120. 198. 212 213. 239. 240.* 373. 769.
Tulostoma mammosum II 605.*
Tulpen I 293. 527. 584. 610; II 83. 88. 97. 120. 171. 216. 286. 548.
— wilde II 768.
— Zucht II 547.
Tulpenbaum I 455. 522. 556. 586. 595; II 27. 71. 82. 97. 124.
— Laubentfaltung I 325. 326.*
Tümpel II 815.
Tupatipalme (Blattgröße) I 264.
Turfosa II 815.
Turgenia II 310.
— latifolia II 295 339. 501.
Turgor I 55.
— der Zellen I 477; II 771.
Turio I 584.
Türkenbund I 614. 724; II 172. 347.
— Pollenschlauch II 402. 403.*
Turkistan I 703.
Turneraceae II 699.
Turritis glabra I 485.
Tussilago II 120. 294. 296. 319. 824. 826.
Tussilago Farfara I 269. 612; II 212. 213. 311.
Tylanthus ericoides I 278.
— Rollblatt I 277.*
Typha I 567. 723; II 134. 296. 311. 744. 793.
— angustifolia I 398.
— latifolia II 96. 644.† 645.† 726.
— minima II 311.
— Shuttleworthii I 566.*; II 96.
Typhaceae II 643.
Typhaceen I 397.
Tyrosin I 427. 432. 473.
Tyrsa II 736.

Übergänge II 566.
Überpflanzen I 52. 108. 556. 730; II 77. 634. 662.
Übertragung des Pollens durch Tiere II 149 ff.
— — — durch Wind II 123 ff.
Überzug II 555.
Uferkraut I 624.
Ulex I 275; II 266. 440.
— Gallii I 403; II 439.
— micranthus I 403; II 439.
— nanus I 403; II 439.
Uliginosa II 815.
Ulmaceae II 680.
Ulme I 455. 681.
Ulmus I 391. 392.*; II 141. 681. 788.
— campestris I 681; II 309. 524. 525.* 527.
— glabra II 140. 141.*
Ulotrichaceae II 619.
Ulotrix I 28. 29. 29.*; II 46. 47.* 51. 596. 616.
Ulva I 346. 548.
— Lactuca I 97.
Ulvaceae I 362. 548; II 619.
Umbella I 697.
— composita I 697.
Umbellaceae II 710.
Umbellatae II 710.
Umbelliferen II 572.
Umbilicaria pustulata I 224.†
Umbilicus erectus II 788.
— spinosus I 403.
Umwallungsgallen II 527.*
Unberufene Blütengäste II 218.
Unbewehrte Pflanzen unter bewehrten I 420.
Uncaria II 809.
Unebenheiten der Samenschale I 575.
Ungarn II 36. 453. 579.
Unger I 13. 22; II 4. 489.
Ungeschlechtliche Fortpflanzung II 8.
— Vermehrung II 26.
Ungleiche Blattgröße I 390.
Unkräuter I 527. 582; II 804.
Unlustfarben II 190.
Unona odoratissima II 196.
Untergetauchte Wasserpflanzen I 627.
Unterirdische Sprosse (Länge) II 725.
Unterlage zum Pfropfen I 197.
Unvollkommen, strahlläufig I 589.* 591.
Upasbaum II 680.
Upsala II 211. 213.
Ural I 36.

Urania I 672; II 109.
Uredinaceae II 606. 748.
Uredosporen II 606.
Urform des Blattes I 554.
Urmutterzellen II 94.
Uromyces Alchimillae II 517.
— Phyteumatum II 517.
— Pisi II 518.
— Primulae integrifoliae II 518.
Urophora Cardui II 535.
Urpflanze Goethes I 12. 13.*
Ursachen der Erscheinungen I 16.
Ursprung der Arten II 565 ff.
Urtica II 800.
— crenulata I 410.
— dioica I 408.* 410. 419; II 299. 527. 726.
— mentissima I 410.
— stimulans I 410.
— urens I 410. 582; II 296. 311.
Urticaceae II 667.
Urticineen II 135.
Urzeugung II 584.
Usnea barbata II 611.†
Ustilaginaceae II 606.
Ustilago Mayidis II 517.
Utrecht I 528.
Utricularia I 556; II 106. 232. 288. 353. 671. 739. 742. 767.
— clandestina I 113.
— Grafiana I 112. 112.*
— minor I 112. 112.* 113.
— montana I 114.
— nelumbifolia I 114.
Utricularieen II 41.
Utricularien I 111. 114; II 280.
Uvularia II 657.
— grandiflora II 173. 330.

Vacciniaceae II 713.
Vaccineen I 231.
Vaccinium II 95. 118. 373. 573.
— intermedium II 574.
— Myrtillus I 88; II 90. 107. 171. 201. 309. 714. 801.
— Oxycoccos II 89.* 90. 209.
— uliginosum I 456; II 89.* 90. 107. 171. 519. 714. 801.
— Vitis Idaea I 214. 401; II 90. 107. 273. 500. 518. 714. 801.
Vagina I 556.
Vakuolen I 29. 31.
— Pulsieren I 29.*
Valeriana II 288. 716. 792.
— Celtica I 105; II 482. 736. 838.
— dioica II 294. 310. 482.
— elongata II 482.
— globulariaefolia II 174.
— montana I 485. 621; II 174. 197. 297.
— officinalis II 174.* 197. 289.* 306. 426.* 482.
— Phu II 482. 504.
— polygama II 310.
— Saliunca II 297.
— saxatilis II 197. 482.
— simplicifolia II 294. 504.
— supina II 297.
— tripteris I 485. 621; II 310. 794.*
— tuberosa I 718.
Valerianaceae II 715.
Valerianeen II 309. 310. 391.
Valerianella Auricula II 347.
— carinata II 347. 516.* 541.
— dentata II 309.
— echinata II 808. 809.
— hamata II 808.
Vallisneria I 24.* 49. 70; II 106. 298. 646. 726. 827.
— alternifolia II 131.
— spiralis I 517. 625. 626.*
— — (Pollenübertragung) II 129. 130.* 131.
Vallisneriaceae II 645.
Vallisnerie I 569.
Valonia II 827.
Vanda coerulea II 209.
— teres I 302; II 795. 796.* 798.*
Vandaceae II 661.
Vanessa Urticae I 411; 482.
Vanilleduft II 196.
Vanillin II 196.
Vanillosmopsis II 715.
Varietäten II 481. 566.
— unbeständig II 507.
Vater (Pollen gebende Stammart) II 549.
Väter der Botanik, die deutschen I 6.
Vaucheria I 28. 28.* 30. 346. 537; II 54. 474. 596. 601. 621.
— clavata I 22. 22.† 27. 41. 245. 352. 355; II 733.
— sessilis II 50.*
Vaucheriaceae II 620.
Vaucheriaceen II 737.
Vaucherien I 546; II 17.
Vegetabilische Quellen I 249.
Vegetable sheep II 184.*
Vegetationslinien II 816.
Vegetation und Polhöhe I 528.
Veigl II 197.
Veilchen I 88. 451. 527. 592; II 83. 93. 97. 102. 111. 197. 380. 387. 426.
— Bastarte II 572.
— Duft II 196.
— duftendes II 395.
— Fruchtanlage II 68.* 72.
— gelbes II 193.
— Kleistogamie II 387.
— langsporniges II 189.
— Pollenabladen II 279.*
— Same II 419.*
— sonderbares II 387.
— Streukegel II 275. 279.*
— zweiblütiges I 84.
Veilchenalge II 620.†
Veilchenstein II 620.†
Vella spinosa I 413.
— — Sprosse mit Dornen I 417.*
Velloziaceae II 657.
Venedig II 105.
Venezuela I 185; II 107.
Venusfliegenfalle I 138. 138.* 139.*
Venusspiegel II 116. 127. 179. 205.
Veränderungen in ruhenden Pflanzenteilen I 525 ff.
Verankerung der Früchte I 576 ff.
Verästelte Haare I 298.
Veratrum II 296. 657.
— album I 88. 400.
Verbände aus Zellenvereinen I 550 ff.
Verbascum I 380. 411; II 166. 454. 566. 573. 826.
— Austriacum II 185. 536. 566.
— Blattaria II 173. 363. 558. 566.
— commutatum II 558.
— Granatense I 327.
— Lychnitis II 536.
— nigrum II 185. 536.
— Olympicum I 298.
— phlomoides I 89.* 90. 269.
— phoeniceum II 173. 558. 566.
— pseudophoeniceum II 558. 566.
— pulverulentum I 298. 327.
— rubiginosum II 558. 566. 574.
— Schmidlii II 558.
— thapsiforme I 298.
— — Haare I 297.*
— Thapsus I 210. 269; II 347.
— versiflorum II 558.
Verbenaceae II 670.
Verbena officinalis II 241.
Verbindungseinheiten I 422.
Verborgene Seitenachsen II 34.
Verbreitungsbezirk II 816.
— Grenzen II 813 ff.
— Linie II 816.
Verbreitungsmittel der Samen II 417. 770 ff.
Verbreitung und Verteilung der Arten II 717 ff.
Verdünnte Stellen der Pollenwand II 102.
Verdunstungskammern I 255; II 626.
Veredeln I 197; II 547.
Vereinigung II 553.
Verein (Zellen) I 546.
Vererbung II 487.
Vergißmeinnicht I 590. 702; II 96. 97. 186. 193. 513.
Vergletscherung II 840.
Vergrünung II 76. 83. 540.
Verholzung I 621.
Verjüngung II 43.
Verkleinerung der Blattflächen I 300.
Verkümmerte Organe I 706.
Verkürzung (Antheren) II 91.
Verlängerung der Blattstiele I 389.
— der Blumenblätter II 114.
Verletzungen von Knospen II 28.
Vermischungstheorie II 586.
Vermoderung I 475.
Vernunft II 408.
Verona I 190.
Veronica II 222. 288. 310. 671. 788.
— agrestis II 783.
— alpina II 385.
— Anagallis II 494. 495. 783. 803.
— aphylla II 209. 788.
— arvensis II 501.
— Beccabunga II 495. 497. 783.
— bellidifolia II 385.
— Chamaedrys I 388; II 212. 213. 223.* 246. 385. 539.
— Cymbalaria II 783.
— hederifolia I 624. 695.
— longifolia I 369.
— maritima II 324.
— officinalis I 388; II 241. 541. 546.
— Persica II 212. 213.
— polita II 501.
— praecox I 487

Veronica saxatilis II 541.
— scutellata I 634. 637; II 783.
— serpyllifolia II 783.
— spicata I 369; II 324.
— spuria II 324.
Verrucaria II 827.
— calciseda I 518.
— purpurascens I 518.
Versauern der Erde I 105.
Verschiebung der Blattansätze I 376. 377.*
Verschiedenblätterige Wasserpflanzen I 627.
Verschmelzungstheorie II 552.
Versengen der Pflanzen I 516.
Verstärkungen einfacher Träger I 689.
Versteckter Honig II 175 ff. 176.* 177.*
Verstümmelung und Pflanzengestalt II 507 ff.
Verteilung der Blätter I 367 ff.
— der Geschlechter II 295 ff.
— der Stränge (Blatt) I 587 ff. 589.* 593.*
Verticillatae II 674.
Verticordia oculata II 792.
Vertikalstellung der grünen Organe I 365.
Vervollkommnen II 547.
Vervollkommnungstheorie II 583.
Verwandtschaft, chemische I 54.
Verwesung I 92.
— notwendig für das Leben I 243.
Verwesungspflanzen I 52. 59. 83. 434. 556. 695; II 445. 628. 665.
— auf Baumborke I 98.
— wählerisch in der Nahrung I 110.
Vesicastrum Trifolium II 791.
Vespa Austriaca II 2[illegible]5.
Vibrionen I 242.
Viburnum II 800.
— Lantana I 323.* 326. 327. 699; II 195. 324. 526.
— Opulus II 183. 195. 324.
Vicia I 420. 652; II 221. 253.
— amphicarpa II 387. 812.
— Barbazetae II 185.
— Cracca II 504.
— dumetorum II 440.
— Faba II 185.*
— melanops II 185.
— picta II 185.
— pisiformis II 440.
— sepium II 504.
— silvatica II 440.
— tricolor II 186.
Victoria I 258. 265.
— regia I 596; II 181.† 185. 232. 700.
— — Anthokyan I 486.
— — Stacheln I 402.
Vielarmige Zellen I 257.
Vierlinge (Pollen) II 95.
Villarsia I 382; II 167. 232.
— Anthokyan I 486.
— nymphaeoides I 265. 486; II 806.
Villosus I 295.
Viminaria I 304.
Vinca I 387. 621. 622.
— herbacea II 240.* 518. 730.
— Libanotica II 730.
— major II 95. 730.
— minor II 190. 518.
Vincetoxicum officinale II 602.
Viola II 111. 169. 419.* 425.* 426. 548.
— alpina I 105.
— arvensis II 381.
— biflora I 84; II 193.
— calcarata II 189.
— canina II 776.
— collina II 387.
— cucullata II 504.
— elatior II 773.* 774.
— mirabilis II 197. 387.
— odorata I 522; II 68.* 72. 85.* 196. 197. 275. 279.* 395.
— polychroma II 197. 199. 559.
— sepincola II 387. 388. 812.
— silvatica II 777.
— tricolor I 495 596; II 95. 96. 97. 186. 199. 419.* 448.
Violaceae II 687.
Violette Blumen II 190.
Viridiflorae II 680.
Viscaceae II 701.
Viscaria nivalis II 816.
Viscidus II 234.
Viscin an Pollen II 100. 101.*
Viscosissimus II 234.
Viscosus II 234.
Viscum II 87.
— album I 189. 190.* 193.* 285.* 707; II 85.* 99.* 421. 702.
— Keimung I 191.
— moniliforme I 197.
— orientale I 197.
— Oxycedri I 195.
Vitex Agnus castus II 31.
Vitis I 451. 455. 658; II 124. 206. 521. 560.
— cordata II 299.
— inconstans I 658.*
— inserta I 658.* 659.
— macrocirrha II 297.
— Royleana I 659.
— silvestris II 297.
— vinifera I 522. 523. 656. 679; II 197. 204. 294. 297. 421. 609.
Vittaria II 14.
Vochysia II 417.*
Vochysiaceae II 675.
Vogelbeerbaum I 454. 585; II 513.
— Haare I 327.
— Knospenlage I 324.
Vogelbeeren II 195. 801.
Vogelkirsche I 522. 523.
Vogelkopf II 361.
Vogelleim der Mistel I 304.
Volderthal (Tirol) I 94.
Volkmannia II 630.
Volvocaceae II 620.
Volvocineen I 35. 519.
Volvox globator I 35. 547.
Voralpen I 630. 638.
Vorherrschen einzelner Blütenfarben II 193.
Vorkeim des Leuchtmooses I 357.
Vorspelze II 652.
Wachau (Österreich) I 454; II 202.
Wachholder I 420. 454. 508; II 67. 87. 117. 144. 298. 413. 414. 432. 476. 483. 508. 539. 544. 638.
— Bastart II 557.
— Beeren II 434.
— Frucht II 436.*
— -Krebs II 514.* 515.
— Laub I 301.
— Mistel I 195.
— Wachsstreifen I 268.
Wachsartige Ausscheidungen der Zellhaut I 287. 427.
Wachsblume I 646; II 40. 275.
Wachstum und Wärme I 483 ff.
Wachstumstheorie I 476 ff.
— Wärme I 520 ff.
Wachsüberzug I 268.
— als Blütenschutz II 236.
Wachtelweizen I 160.* 163. 165; II 111. 186. 802.
— Autogamie II 372.
— kammähriger II 189.
Waffen der Pflanzen I 401 ff. 408.* 417.*
Wahlvermögen der Pflanzen I 63.
Walderbse I 263. 718; II 187. 226. 253.
Wälder II 821.
Waldfarn I 598.
Waldhähnchen, weißes II 179.
Waldmeister I 263. 514. 596. 634. 690; II 83. 194. 196. 288. 295. 530. 537. 712.† 725.
— Chlorophyllzerstörung I 363.
— Duft II 196.
— eine Art nachts duftend II 204.
— Stamm I 688.*
Waldmoos II 472.
Waldrebe I 652; II 163. 165. 195.
— ganzblätterige II 346.
— im Winter getrieben I 527.
Waldrispengras II 522.
Waldschmiele II 140.
Waldsteinia geoides I 514; II 376.
Waldvergißmeinnicht I 702.
— Autogamie II 373.
Waldzwenke I 594.
Walnuß I 451. 455. 522. 568. 585. 595; II 93. 119. 131. 144. 296. 311. 428. 441. 521. 704.
— Blüte I 699. 700.*
— Knospenlage I 323.* 324.
Walpurgisnacht II 719.
Wanderstärke I 449.
Wanderung der Arten II 817.
— — Stoffe I 434 ff.
Wanderzug der Pflanzen II 579.
Wandlung und Wanderung der Stoffe I 421 ff.
Wandsamige II 687.
Wanzenduft II 194.
Wanzenkraut II 175. 198.
Wärme II 496.
— Quellen I 483 ff.
— und Lichtentwickelung I 462 ff.
— — Wachsen I 478.
Waten II 737.
Wasser II 493.
— Ableitung I 86.*
— — — zentripetale I 87.

Wasser als Betriebsmaterial I 199.
— — Nahrung I 199.
— — Verbreitungsmittel II 782.
— Schutzmittel gegen Tiere I 401.
— und Wachstum I 476 ff.
Wasseraufsaugende Blätter I 145.
Wasserausscheidung in Tropfen I 249.
Wasserbecken an Pflanzen I 221.*
Wasserdampf, Freihaltung der Bahn für den I 266 ff.
Wasserdolden II 726.
Wasserdost (Blüte) II 318.*
Wasserfäden I 543.
Wasserfarne I 627. 723; II 11. 14. 64. 634. 635.*
Wasserfeder I 70; II 232. 742.
Wasserfenchel II 744.
Wassergehalt der Stärke I 428.
Wassergewebe I 342.
— der Nopalgewächse I 303.
Wasserhaltende Kraft II 493.
Wasser in der Erde I 76.
Wasserliesche II 645.
Wasserlilien I 625.
Wasserlinsen I 70. 628. 712; II 646. 739. 767.
— Anthokyan I 486.
— blütenarm II 452.
— Chlorophyll I 348. 354. 354.*
— dreiteilige I 394.
Wassermoos I 245.
Wassernabel I 591.
Wassernetz I 536. 537. 547; II 23. 24.* 475. 739.
Wassernuß I 83 526. 597. 627; II 415. 427. 698.
— Blätter I 394.
— Keimung I 566.* 569.
— Verankerung I 576.*
Wasserpest II 452.
Wasserpflanzen I 52. 97. 156. 393. 723; II 65. 296. 767.
— als Schlammfänger I 245.
— bedornt I 404.
— kalksammelnd I 238.
— Nährgasleitung I 340.
— Nahrungsaufnahme I 69.
— ohne Gefäßbündel I 553.
Wasserporen I 340.
Wasserranunkeln I 382. 625. 627; II 106. 726. 744.
Wasserriemen I 625; II 105. 726.
Wasserrohr I 63.
Wasserschere I 63. 404. 515. 618. 710; II 232. 646. 742.
Wasserschierling II 288.
Wasserschimmel II 512. 608.
Wasserschlauch I 111. 112.* 556. 628; II 232. 353. 767.
Wasserschwänze I 550.
Wasserspalten II 168.
Wasserstern II 106. 423. 499.
Wasserviole II 71. 232. 288. 295. 645.† 726.
Wasservögel II 744. 767. 803.
Wasserwurzeln I 710. 720.
Webera nutans I 102.
Wechsel der Blattgestalt I 9.
— der Fortpflanzung II 447 ff.
Weddellinaceae II 673.
Wedel der Farne II 13. 633.
Wegdorn II 198. 421. 429. 522.
— Blattstellung I 369.
Wegerich I 87. 495. 575. 592; II 122. 124. 131. 133. 140. 164. 288. 309. 452.
— behaarter I 293.
— breiter I 401.
Weibliche Blüten II 293.
Weichbast I 437. 441.
— Ringeln I 447.
Weichpflanzen (Weichtiere) I 553.
Weichselbäume I 590.
Weide, fünfmännige I 488.
— geöhrlte II 509.
— graue I 269.
— großblätterige I 488; II 554.
— kaspische II 237.
— kellerhalsblätterige I 431. 522
— kriechende II 553.
— netzaderige I 278.
— rosmarinblätterige II 509.
— thymianblätterige I 489.
Weiden I 231. 378. 454. 465. 488. 574. 590. 675. 688. 710; II 4. 34. 81. 97. 168. 187. 198. 290. 298. 418. 476. 535. 572. 686. 731. 793.
— Antheren II 179.
— Bastarte II 552. 575.
— — Aufblühen II 563.
— Blattstellung I 369.
— Knospen II 32.
— Wachsschicht I 268.
— Zweige I 81. 729.
Weidenröschen I 88; II 73. 96. 103. 104. 121. 185. 208. 333. 418. 725. 792. 796.
— Bastarte II 572.
— Blüte II 350.*
— Fruchtanlage II 71.*
— schmalblätteriges I 702; II 277. 448.
— — Dichogamie II 307. 308.*
— — Pollen II 101.*
Weiderich II 301. 397. 698.
— schmalblätteriger II 177. 191.
Weidetiere und Mimosen I 503.
Weimutskiefer I 455; II 520.
Weinbeeren II 440.
Weinbergslauch (Stamm) I 688.*
Weinraute II 197.
— Blüte II 304.*
— Samen II 415. 416.*
Weinrebe I 154. 454. 508 510. 522. 652. 656. 679; II 35. 52. 124. 197. 204. 206. 294 297. 324. 421. 521.
— Blütenduft II 197.
— Thränen I 250. 338.
— Trauben, zweifarbige II 560.
— Trennungsschicht I 334.
— weitduftend II 202.
— wilde I 630.
Weinsäure I 432.
Weißdorn I 455. 618; II 27. 546. 561.
— Dorne I 413.
— Duft II 195.
— Gallen II 539.
— Trimethylamin I 431.
Weiße Glockenblumen II 189.
Weißmoos I 202. 203; II 626.
— poröse Zellen I 203.*
Weißtanne I 190. 230. 681.
Weizen I 518. 521. 560; II 139.
— Blätter I 397.
— Schildchen I 559.* 565.
— Stärke I 428.*
Wellingtonia gigantea I 681.
Wellung der Lianen I 693.*
Welwitsch II 643.
Welwitschia II 641. 834.
— mirabilis II 642.* 643.
Wermutarten I 294; II 320. 804.
— Behaarung I 296.
Wespe II 192. 255. 283. 460.
Westafrika II 701.
Westasien II 708.
Westindien II 634.
Wetteranzeiger (Carlina) II 117.
Wetterdistel I 487; II 121.
— Pollenschutz II 115. 116.* 117.
— Wärmeentwickelung I 468.
Wetterwendische Pflanzen II 119. 120.*
Wettstein II 556.
Wicke I 420. 518. 652; II 185. 221. 253. 440.
— dreifarbige II 186.
Wickel I 697.
Widerhäkchen I 407.
Widerhaken an Ablegern II 766.
— — Früchten und Samen II 805.
Widerthone I 78. 202. 255. 378; II 61.† 472. 626. 728. 749. 750.* 827.
— Blattquerschnitt I 320.*
— Blattschließen I 320.
Wiederkäuer II 508.
Wien I 331; II 214. 501. 576. 624.
— Wachstumsstufe I 484.
Wiener botanischer Garten I 510; II 155. 161. 191. 299. 464. 502. 503. 563.
Wienerwald II 578.
Wiesenflachs II 216.
Wiesenklee I 724; II 198.
Wiesenknopf II 140. 153.
Wiesenknöterich II 295. 325.
Wiesenküchenschelle II 179.
Wiesenorchideen II 167. 443.
Wiesenraute I 221; II 140. 326.
Wiesensalbei I 673; II 263.
Wiesenschaumkraut I 724. 729; II 42 728.
Wigandia urens I 409.
Wildbäche I 732.
Willdenow II 36.
Wimperfäden I 27.
Wimpern als Bewegungsmittel I 23.
— des Sonnentaublattes I 134.*
— von Drosera I 133—137.
— — — Bewegung I 135.
Wind als Pflanzenverbreiter II 785 ff.
Windblütige Pflanzen II 128.
Windbruch II 35.
Winden II 208.
Winden der Pflanzen I 642 ff.
Windender Stamm I 641.
Windhalm II 447.
Windhexen II 787.

Windlinge I 159. 642. 644. 648. 704; II 91. 93. 102. 171. 205. 227. 250. 300. 331. 333. 334.
— behaarte I 293.
— dreifarbige II 186
— ſeidigbehaarte I 295.
Windlingsſchwärmer II 203.
Windröschen I 568; II 120. 122. 126. 163. 167 206. 216. 227. 244. 288. 295. 557. 725.
Winkler II 520.
Winterblume II 114. 179. 216. 394.
Wintereiche I 681.
Wintergrün I 220. 230. 556; II 90. 95. 118. 174. 197. 282.
— einblütiges II 210.
— Samenſchutz II 442. 443.*
— ſteinhebend I 482.
— Streuwerk II 273.*
Winterzwiebel (Blätter) I 397.
Wirbelborſte II 299.
Wirkungen wachſender Zellen I 479 ff.
Wirte der Schmarotzer I 149.
Wirtel I 368. 368.*
Witsenia I 310.
Wittern der Düfte II 203.
Witterungsſchutz des Samen II 441 ff. 443.*
Wohlverlei I 522; II 182. 189. 489.
— Blüte II 358. 359.*
Wolffia II 646. 744.
Wolfsbohne II 260.
Wolfsmilch I 438; II 27. 72. 170. 722.
— cypreſſenförmige II 539.
— Stärke I 428.* 429.
— ſüße I 611.
Wolfsmilcharten I 302. 400. 420; II 28. 86. 98. 198.
— Anatomie I 440.
— Anthokyan I 485.
Wolfsmilchbäume Oſtindiens I 302.†
Wolfsmilchgewächſe II 86. 90. 179. 227. 296. 311. 674.
— bedornte I 413.
— Samenverbreitung II 775.
Wollbäume I 616*; II 683. 793.
Wollgras, beſcheidetes II 735.
Wollhaare (Drehung) I 295.
Wollhaarfilz I 299.
Wollig behaart I 295.
Wollkraut I 298. 420.
Wollſchwamm I 480.
Wollſtauden I 292.
Wrangelia I 360.
Wrightia I 663. 712.
Wulfenia amherstia II 834.
— Carinthiaca II 816. 834. 839.
Wunderbaum II 290.
Wundklee II 97. 153. 260. 514.
Wundkork II 512.
Wurmfarn II 13.
Wurmgänge II 623.
Wurzel I 614.
— Ablenkung I 732.
— Aufgaben I 709.
— bandförmig I 99.
— Bau I 718 ff.
— Bewegungen I 730 ff.
— Definition I 721.
Wurzel, Druck I 250. 259. 260.
— Geſtalt I 707 ff.
— Haare I 79. 106.
— Haube I 721.
— Knöllchen II 615.
— Knoſpen II 508.
— Krebſe II 515.
— Läufer I 611.
— Ranke I 652.
— ſauerſtoffbedürftig I 459
— Spitze und Gehirn I 733.
— Stock I 584. 611.
— und Leuchtgas I 459.
— Verkürzung I 727.
— Wirkung I 480.
— Zöpfe I 710.
— Zug I 725; II 769.
Würzelchen I 557.
Wurzellos I 708.
Wurzelſchlagen I 729.
Wurzelſchlagende Blätter I 729.
Wurzelſtändige Knoſpen II 25 ff.
Wüſte II 824. 827.
Wüſten II 815.

Xanthidium aculeatum II 486.*
— octocorne II 486.*
Xanthium II 311. 808.
— spinosum I 420. 574; II 807.
Xanthophyll I 345.
Xanthoptera semicrocea I 120.
Xanthorrhoea I 672.
Xanthorrhoeaceae II 654
Xanthosoma sagittifolia II 726.†
Xenogamie II 300. 316.
Xeranthemum I 294; 715.
— annuum II 179.
Xylaria hypoxylon II 610.*
Xylocarpa violacea II 267.*
Xylomelum pyriforme II 425.* 444. 685.*
Xyridaceae II 655.

Ylangduft II 196. 242.
Yſop II 97.
— blaublühender II 191.
Yucca I 235. 372. 403. 565. 672; II 192. 218. 440. 657. 661.
— aloëfolia II 155.
— angustifolia II 96.
— gloriosa I 618. 619.*; II 155.
— Motte I 235; II 153 ff. 154.* 394.
— Treculiana II 156.
— Whipplei und Motte II 153. 154.*

Zahl der Pflanzenarten I 8.
— Ableger II 455. 457.*
Zahnwurz I 102. 263. 611. 612; II 725. 753.
— Rhizome I 451.
Zaluzianskia lychnidea II 197. 242.
Zamia I 406. 566.
Zamiaceae II 636 ff.
Zannichellia I 70. 724; II 105. 296.
Zannichelliaceae II 644.
Zanonia I 87.
Zanthoxylaceae II 676
Zanthoxylon II 31.
Zapfen II 434.
Zaunlilie II 171.
Zaunrebe (Trennungsſchicht) I 334.
Zaunrübe II 88. 690.
— inſektenanlockend II 201.
— Ranken I 655.* 657.
Zeaceae II 651.
Zea Mays I 524; II 290. 296. 311.
Zedern I 618.
Zeilenbildung (Beſtände) II 722.
Zeiſig II 799.
Zeitloſe I 400. 515. 604; II 93. 97. 102. 112. 216. 804.
— Stärke I 428.* 429.
Zelkova II 681.
Zellen I 14. 21.
— Größe I 40.
— Leib I 24.
— nackte I 25.
— Wanderungen I 355.
Zellenräume, Verbindung benachbarter I 41.
Zellenvereine I 546.
Zellgewebe I 26.
Zellhaut I 24. 427
Zellkammern I 25.* 40.
Zellkern I 29.
— Zentralorgan der Zelle I 45.
Zellkernteilung I 542.*
Zellſaft I 31. 39.
Zellſtoff I 285. 423; II 619. 624
Zellverbände I 549.
Zellwand (Verdickung) I 41.
— von Kanälen durchbrochen I 43.
Zentifolien I 331. 508; II 557.
Zentralalpen I 279; II 457. 629 641. 669 683. 687. 702. 703. 711. 734.
Zentralamerika II 752.
Zentralkern II 415.
Zentralzelle II 413.
Zentrifugale Blütenſtände I 696.
Zentripetale Blütenſtände I 697.
Zephyranthes II 659. 661.
Zerknitterte Knoſpenlage I 322; II 205.
Zerſtückelung (Protoplasma) I 536.
Zerſtückte Verbreitungsbezirke II 817.
Zichorie II 114.
Zickzackig (Stamm) I 616.
Ziegenbart I 550.
Zieſt II 352.
Zimtbaum I 595; II 91. 124. 702.
Zimtrindenbaum I 589.
Zingiber I 592.
Zingiberaceae II 664.
Zinnia hybrida II 187.
Zirbelkiefer I 488. 507. 681; II 432 441. 801.
Zirbelnüſſe II 432.
Ziſtroſen I 288.
— behaarte I 293.
— Haare I 298.
Zitronenbaum II 40. 85.
— Blüte I 705.
— Duft II 198.
— Säure I 432.
Zittergras II 139.
Zitterpappel I 220. 378. 435.
— Blattſtiele I 397.
Zoidiophilae II 128.
Zonotrichia I 37. 38. 72.
Zoogloëaform II 614.
Zoosporen II 18. 474.

Zostera I 70. 625; II 726.
Zosteraceae II 644.
Zottenblume I 622.
Zottig I 295.
Zombék II 645.† 654. 735.
Zuchtwahltheorie II 588.
Zucker I 431. 432. 433. 472. 458.
— Ausscheidung II 167.
— — der Hüllschuppen II 244.
— Fabrikation I 350.
— in Früchten II 440.
— Kristalle in Blüten II 168.
— Scheiden I 447.
Zuckerrohr I 690.
— Stamm I 689.*
Zuckerrübe I 521.
— Atmung I 460.
Zug der Wurzeln I 725; II 768.
Zugfestigkeit I 691; II 495.
Zuleitungszellen I 440.
Zunderschwamm II 608.
Zunge II 114.
Zungenblüten II 115. 317.
Zürgelbaum I 390. 586. 591; II 31. 482.
Zusammenfalten der Blätter I 313.
— der Grasblätter I 315. 316. 317 318.*
— der Moosblätter I 320.*
Zusammengerollte Knospenlage II 205.
Zusammengesetzte Ähre I 697.
— Blätter (Bewegung) I 496 ff.
— Blüte II 716. [497.*
— Cyme I 696.
— Dolde I 697.
— Gallen II 533.
— Individuen II 7.
— Traube I 697.
Zusammengewachsene Blätter I 556.
Zusammenhängender Pollen II 103.
Zwecke (Brachypodium) II 139.
Zweiblatt II 172. 201. 256.
Zweierlei Riechstoffe in einer Blüte II 198.
Zweifacher Bastart II 549.
Zweifarbiges Laub I 269.
Zweifünftel-Stellung I 371.
Zweigeschlechtige Blüten II 293.
Zweihäusige Pflanzen (Parthenogenese) II 464.
— — (proterogyn) II 311.
Zweijähriger Stamm I 617.
Zwergbirke II 714.
Zwergige Pflanzen II 493.
Zwerglauch II 171. 302.
— Autogamie II 379. 380.*
Zwergmandel II 32.
Zwergmispel I 457.
Zwergorchis II 201.
Zwergpalme I 672; II 651.
Zwergpflanzen II 511.
Zwergvergißmeinnicht II 497.
Zwergwachholder I 488. 514; II 641.
Zwergwegedorn I 489.
Zwergweichsel I 454.
Zwergweide I 280.
Zwetschen II 517.
Zwiebelarten I 87. 258. 293. 324. 440. 514. 521. 583. 610. 613; II 28.
— Blätter I 397. 398.
— Knospenlage I 322.
— Schuppenknospen II 42.
Zwiebelkuchen I 583. 610.
Zwitterblüten II 287. 290.
Zygänen II 202.
Zygnema I 346. 543.
— pectinatum I 22.† 539.
Zygnemaceae II 618.
Zygnemaceen I 547; II 52.
Zygodon II 745.
Zygomorphismus II 226.
Zygophyllaceae II 676.
Zygote II 51. 619.
Zymogene Spaltpilze II 614.

KATEDRA BOTANIKI
Wyższej
Szczecińskiego 17
351.



Druck vom Bibliographischen Institut in Leipzig.
(Holzfreies Papier.)

Biblioteka Główna
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologicz
Księgozbiór Przyrodniczy
II 604/Bd 2
520-000027186