

Aus
Natur und Geisteswelt

— 301 —

R. Vater
Die
Maschinenelemente

Dritte Auflage



—
B. G. Teubner · Leipzig · Berlin

Die Sammlung

Aus Natur und Geisteswelt

Die Sammlung, die nunmehr schon über 700 Bändchen umfassend, dient seit ihrem Entstehen (1898) den Gedanken, auf denen die heute sich so mächtig entwickelnde Volkshochschulbewegung beruht. Sie will jedem geistig Mündigen die Möglichkeit schaffen, sich ohne besondere Vorkenntnisse an sicherster Quelle, wie sie die Darstellung durch berufene Vertreter der Wissenschaft bietet, über jedes Gebiet der Wissenschaft, Kunst und Technik zu unterrichten. Sie will ihn dabei zugleich unmittelbar im Beruf fördern, den Gesichtskreis erweiternd, die Einsicht in die Bedingungen der Berufsarbeit vertiefend.

Sie bietet wirkliche „Einführungen“ in die Hauptwissensgebiete für den Unterricht oder Selbstunterricht des Laien nach den heutigen methodischen Anforderungen. Diesem Bedürfnis können Skizzen im Charakter von „Auszügen“ aus großen Lehrbüchern nie entsprechen, denn solche setzen eine Vertrautheit mit dem Stoffe schon voraus.

Sie bietet aber auch dem Sachmann eine rasche zuverlässige Übersicht über die sich heute von Tag zu Tag weitenden Gebiete des geistigen Lebens in weitestem Umfang und vermag so vor allem auch dem immer stärker werdenden Bedürfnis des Forschers zu dienen, sich auf den Nachbargebieten auf dem laufenden zu erhalten.

In den Dienst dieser Aufgabe haben sich darum auch in dankenswerter Weise von Anfang an die besten Namen gestellt, gern die Gelegenheit benutzend, sich an weiteste Kreise zu wenden, an ihrem Teil bestrebt, an der „Sozialisierung“ unserer Kultur mitzuarbeiten.

So konnte der Sammlung auch der Erfolg nicht fehlen. Mehr als die Hälfte der Bändchen liegen, bei jeder Auflage durchaus neu bearbeitet, bereits in 2. bis 7. Auflage vor, insgesamt hat die Sammlung bis jetzt eine Verbreitung von weit über 4 Millionen Exemplaren gefunden.

Alles in allem sind die schmucken, gehaltvollen Bände besonders geeignet, die Freude am Buche zu wecken und daran zu gewöhnen, einen kleinen Betrag, den man für Erfüllung körperlicher Bedürfnisse nicht anzusehen pflegt, auch für die Befriedigung geistiger anzuwenden. Durch den billigen Preis ermöglichen sie es tatsächlich jedem, auch dem wenig Begüterten, sich eine Bücherei zu schaffen, die das für ihn Wertvollste „Aus Natur und Geisteswelt“ vereintigt.

Jedes der meist reich illustrierten Bändchen
ist in sich abgeschlossen und einzeln käuflich

Jedes Bändchen kartoniert M. 1.75, gebunden M. 2.15
Hierzu Feuerungszuschläge des Verlages und der Buchhandlungen

Leipzig, im Dezember 1919.

B. G. Teubner

Jedes Bändchen kartoniert M. 1.75, gebunden M. 2.15

Hierzu Feuerzuzuschläge des Verlages und der Buchhandlungen

Bisher sind erschienen zur Technik und mechanischen Industrie:

Geschichte und Grundlagen der Technik.

Am tausenden Webstuhl der Zeit. Übersicht über die Wirkungen der Naturwissenschaft und Technik auf das gesamte Kulturleben. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. W. Launhardt. 3. Aufl. Mit 3 Abbildungen. (Bd. 23.)

Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit. Von Geh. Reg.-Rat M. Seitel. Mit 32 Abbildungen. (Bd. 28.)

Einführung in die Technik. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. H. Lorenz. Mit 77 Abb. im Text. (Bd. 729.)

*Normalisierung, Spezialisierung und Typisierung. Von Obering. R. Sank. (Bd. 520.)

Mechanik.

*Mechanik. Von Prof. Dr. G. Hamel. I. Grundbegriffe der Mechanik. II. Mechanik der festen Körper. III. Mechanik der flüssigen und luftförmigen Körper. (Bd. 684/686.)

Aufgaben aus der technischen Mechanik. Für den Schul- und Selbstunterricht. Von Prof. R. Schmitt. I. Bewegungslehre. Statik. 156 Aufgaben u. Lösungen mit zahlreichen Fig. im Text. II. Dynamik. 140 Aufgaben u. Lösungen mit zahlr. Fig. im Text. (Bd. 558/559.)

Statik. Mit Einschluß der Festigkeitslehre. Von Baugewerkschuldirektor Reg.-Baumeister R. Scha. Mit 149 Figuren. (Bd. 497.)

Einführung in die technische Wärmelehre (Thermodynamik). Von Geh. Bergrat Prof. A. Vater. Mit 40 Abb. im Text. (Bd. 516.)

Praktische Thermodynamik. Aufgaben und Beispiele zur technischen Wärmelehre. Von Geh. Bergrat Prof. A. Vater. Mit 40 Abb. im Text u. 3 Tafeln. (Bd. 596.)

Das Perpetuum mobile. Von Dr. Fr. Schat. Mit 38 Abb. (Bd. 462.)

Bergbau, Hüttenwesen und mechanische Technologie.

Unsere Kohlen. Von Bergassessor P. Kukut. 2. Aufl. Mit Abbildungen. (Bd. 396.)

*Metallurgie. Von Dr.-Ing. Aug. I. Leicht u. Edelmetalle. II. Schwermetalle. (Bd. 446/47.)

*Metallbearbeitung. Von Ing. Dir. O. Stolzenberg. Bd. I: Rohstoffe des Maschinenbaus. Bd. II: Arbeiten des Maschinenbauers. (Bd. 671/72.)

Das Eisenhüttenwesen. Von Geh. Bergrat Prof. Dr. H. Wedding. 5. Aufl. von Bergassessor F. W. Wedding. Mit 22 Abb. (Bd. 20.)

Maschinenelemente. Von Geh. Bergrat Prof. A. Vater. 3. Aufl. Mit 175 Abb. (Bd. 301.)

Hebzeuge. Hilfsmittel zum Heben fester, flüssiger und gasförmiger Körper. Von Geh. Bergrat Prof. A. Vater. 2. Aufl. Mit 67 Abb. im Text. (Bd. 196.)

Das Holz, seine Bearbeitung u. seine Verwendung. Von J. Großmann, Inspektor der Lehrwerkstätten für Holzbearbeitung in München. Mit 39 Originalabb. im Text. (Bd. 473.)

Die Spinnerei. Von Direktor Prof. M. Lehmann. Mit 35 Abbildungen. (Bd. 338.)

Die Kälte, ihr Wesen, ihre Erzeugung und Verwertung. Von Dr. H. Alt. Mit 45 Abbildungen. (Bd. 311.)

Maschinenlehre.

Industr.-Feuerungsanlagen und Dampfkessel. V. Ing. J. E. Mager. M. 88 Abb. (Bd. 348.)

Die Dampfmaschine. Von Geh. Bergrat Prof. A. Vater. 2 Bde. I. Bd.: Wirkungsweise des Dampfes im Kessel und Maschine. 4. Aufl. Mit 37 Abb. II. Bd.: Ihre Gestaltung und ihre Verwendung. 2. Aufl. Mit 105 Abb. u. 1 Taf. (Bd. 393/394.)

Die neueren Wärmekraftmaschinen. Von Geh. Bergrat Prof. A. Vater. 2 Bände. I. Bd.: Einführung in die Theorie und den Bau der Gasmotoren. 5. Aufl. M. 41 Abb. (Bd. 21.) II. Bd.: Gaserz., Grogasmot., Gas- u. Dampfstur. 4. Aufl. Mit 43 Abb. (Bd. 86.)

*Elektrische Maschinen. Von Dr.-Ing. A. W. Jacobsen. (Bd. 774.)

*Wasserkraftanlagen und -maschinen. Von Dr.-Ing. S. Lawaczek. (Bd. 792.)

Landwirtschaftliche Maschinenkunde. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. G. Fischer. Mit 64 Abbildungen. 2. Auflage. (Bd. 316.)

Elektrotechnik.

- Grundlagen der Elektrotechnik. Von Obering. A. Koth. 3. Aufl. Mit Abb. (Bd. 391.)
Die elektrische Kraftübertragung. Von Ing. P. Kühn. 2. Aufl. Mit 133 Abb. (Bd. 424.)
Drähte und Kabel, ihre Anfertigung und Anwendung in der Elektrotechnik. Von Oberpostinsp. H. Fried. 2. Aufl. Mit 43 Abb. (Bd. 285.)
Die Telegraphen- und Fernsprechtechnik in ihrer Entwicklung. Von Oberpostinsp. H. Fried. 2. Aufl. Mit 65 Abb. (Bd. 235.)
Das Telegraphen- und Fernsprechwesen. 2. Aufl. Von Oberpostrat Otto Sieblitz. Mit Fig. (Bd. 183.)
Die Funkentelegraphie. Von Teleg.-Inspr. H. Lhurn. 5. Aufl. Mit 51 Abb. (Bd. 167.)

Hausbau und -einrichtung.

- Der Eisenbetonbau. Von Dipl.-Ing. E. Hajmovici. 2. Aufl. Mit 82 Abbildungen im Text sowie 8 Rechnungsbeispielen. (Bd. 275.)
Heizung und Lüftung. Von Dipl.-Ing. Pradel. (Bd. 759.)
Beleuchtungsweisen. Von Ing. Dr. H. Lux. M. 54 Abb. (Bd. 433.)

Verkehrstechnik.

- Das Eisenbahnwesen. Von Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor a. D. Dr.-Ing. E. Viedermann. 3., verb. Aufl. Mit 62 Abbildungen. (Bd. 144.)
Die Klein- und Straßenbahnen. V. Oberlehrer A. Liebmänn. M. 85 Abb. (Bd. 322.)
*Das Automobil. Eine Einführung in den Bau des heutigen Personen-Kraftwagens. Von Dr.-Ing. R. Urtel. (Bd. 757.)
Die Luftfahrt, ihre wissenschaftlichen Grundlagen und ihre technische Entwicklung. Von Dr. R. Nimführ. 9. Auflage von Dr. F. Huth. Mit 60 Abbildungen. (Bd. 300.)
Nautik. Von Direktor Dr. J. Möller. 2. Aufl. Mit 64 Fig. im Text u. 1 Seelarte. (Bd. 255.)

Kriegstechnik.

- Die Handfeuerwaffen. Ihre Entwicklung und Technik. Von Major K. Weiß. Mit 69 Abbildungen. (Bd. 364.)
Unsere Kriegsschiffe. Ihre Entstehung und Verwendung. Von Geh. Marinebaurat a. D. E. Krieger. 2. Aufl. von Marinebaurat Friedr. Schürer. Mit 62 Abb. (Bd. 389.)

Graphische und Fein-Industrie.

- Wie ein Buch entsteht. Von Professor A. W. Unger. 4. Aufl. Mit 7 Tafeln und 26 Abbildungen im Text. (Bd. 175.)
Die Schmucksteine und die Schmuckstein-Industrie. Von Dr. A. Eppler. Mit 64 Abbildungen. (Bd. 376.)
Die Uhr. Grundlagen und Technik der Zeitmessung. Von Prof. Dr.-Ing. H. Vock. 2., umgearbeitete Auflage. Mit 55 Abbildungen im Text. (Bd. 216.)
Die Rechenmaschinen und das Maschinenrechnen. Von Reg.-Rat Dipl.-Ing. K. Lenz. Mit 172 Abb. im Text und auf 12 Tafeln. (Bd. 490.)

Zeichnen.

- Der Weg zur Zeichenkunst. Von Dr. E. Weber. 2. Aufl. Mit 81 Abbildungen und 1 farbigen Tafel. (Bd. 430.)
Geometrisches Zeichnen. Von akad. Zeichenlehrer A. Schudeitsch. Mit 172 Abb. im Text und auf 12 Tafeln. (Bd. 568.)
*Technisches Zeichnen. Von Reg.- u. Gewerbeschulrat Prof. A. Horstmann. (Bd. 548.)
Projektionslehre. Die rechtwinkl. Parallelprojektion und ihre Anwendung auf die Darstellung techn. Gebilde nebst Anhang über die schiefwinkl. Parallelprojektion in kurzer leichtfasslicher Darstell. f. Selbstunterr. u. Schulgebr. Von akad. Zeichn. A. Schudeitsch. M. 164 Fig. i. Text. (Bd. 564.)
Grundzüge der Perspektive nebst Anwendungen. V. Prof. Dr. K. Doehlemann. Mit 91 Fig. u. 11 Abb. (Bd. 510.)
Masse und Messen. Von Dr. W. Bloch. Mit 94 Abb. (Bd. 385.)

Die mit * bezeichneten und weitere Bände befinden sich in Vorbereitung.

Aus Natur und Geisteswelt
Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen

301. Bändchen

Die Maschinenelemente

Von

Richard Vater

Geh. Vergat

ord. Prof. an der Techn. Hochschule Berlin

Dritte Auflage

12. — 16. Tausend

Mit 175 Abbildungen im Text



CZ-T. 397

BS



621.81/85

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin 1919

Dorwort zur ersten bis dritten Auflage.

Dem Ziele, welches die Sammlung verfolgt, glaubte ich am nächsten zu kommen, wenn ich von einer Berechnung der Maschinenelemente vollständig Abstand nahm — mit ganz geringen Ausnahmen, wo sich eine Berechnung in einfachster Weise bewerkstelligen ließ — und dafür mit Hilfe einer großen Zahl teils schematischer, teils photographischer Abbildungen einem möglichst weiten Leserkreise Verständnis für die hauptsächlichsten Maschinenelemente und ihre Anwendung in der Praxis zu übermitteln strebte. Nicht zum wenigsten dachte ich dabei an unsere jungen Studierenden der technischen Hochschulen, Bergakademien usw., denen nach dem Verlassen der Schule während ihrer praktischen Beschäftigungszeit vor Beginn des eigentlichen Fachstudiums eine Fülle von technischen Ausdrücken begegnet, über welche sie sich kurz zu unterrichten wünschen, ohne auf alle Einzelheiten, insbesondere auch ohne auf die Berechnung der einzelnen Teile einzugehen. Ich hoffe und glaube, daß gerade ihnen das vorliegende kleine Buch erwünscht und von Nutzen sein wird, so daß ihnen später während ihres Studiums das Verständnis für dieses Gebiet wesentlich leichter fallen wird.

Eine von geschätzter Seite angeregte Behandlung der Grundgesetze der Festigkeitslehre erwies sich leider ohne wesentliche Überschreitung des zur Verfügung stehenden Raumes als unmöglich. Es ist aber in Aussicht genommen, ihrer Behandlung ein besonderes Bändchen zu widmen.

Berlin, im Januar 1919.

Rich. Vater.

Schutzformel für die Vereinigten Staaten von Amerika:
Copyright 1919 by B. G. Teubner in Leipzig.

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechts, vorbehalten.

Druck von B. G. Teubner, Dresden.

Inhaltsverzeichnis.

Erster Abschnitt.

Verbindende Maschinenteile.

Unlösbare und lösbare Verbindungen	5
1. Kap. Keile	5
Allgemeines	5
Befestigung von Rädern auf Wellen	7
Nut und Feder	8
2. Kap. Niete.	8
Die Niete und ihre Verwendung	8
Nietverbindungen.	9
Hand- und Maschinennietung	10
Derstemmen der Nietnaht	12
3. Kap. Schrauben	13
Erläuterungen	13
Scharfgängige und flachgängige Schrauben	13
Eingängiges und mehrgängiges Gewinde	14
Rechts- und linksgängige Schrauben	15
Schraubensysteme	15
Schraubensicherungen	17

Zweiter Abschnitt.

Maschinenteile der drehenden Bewegung.

1. Kap. Zapfen	19
Allgemeines	19
Tragzapfen, Spurzapfen	19
Andere Arten von Zapfen (Halszapfen, Kugelzapfen, Kammzapfen)	20
2. Kap. Achsen und Wellen	21
Allgemeines	21
Hohle Achsen und Wellen.	22
Form der Achsen und Wellen	23

Seite

3. Kap. Kuppelungen	24
Erläuterungen	24
Feste Kuppelungen	25
Bewegliche Kuppelungen	26
Ausrückkuppelungen	27
4. Kap. Lager	28
Allgemeines	28
Einzelheiten der Traglager.	30
Verstellbarkeit der Lager- schalen	31
Kugellager	33
Lagerschmierung	34

Seite

Dritter Abschnitt.

Räder.

Einleitung. Erläuterungen und Bewegungsgesetze	35
Allgemeines	35
Unmittelbar sich berührende Räder.	36
Räder, welche sich nicht unmittelbar berühren	37
Wichtige Sätze	37
Erster Teil. Unmittelbar sich berührende Räder	40
1. Kap. Reibungsräder.	40
2. Kap. Zahnräder	41
Allgemeines	41
Verzahnungsgesetz	42
Andere wichtige Gesetze	42
Erklärung	43
Form der Zahnflanken	43
Zykloiden- und Evolventen- verzahnung	44
3. Kap. Zahnräder beson- derer Art	45
Zahnstangen	45
Kegelräder	45
Pfeilräder	45
Schraube ohne Ende	46
Schraubenträder	48

Zweiter Teil. Räder zur Kraftübertragung mit= tels Zugorganen.	Seite	Fünfter Abschnitt.	Seite
		Rohre.	
1. Kap. Vorbemerkungen.	49	1. Kap. Gußeiserne Rohre	81
Allgemeines	49	Flanschrohr	81
Treibende und getriebene Scheiben	49	Muffenrohre	81
2. Kap. Riementrieb	50	Normalien für gußeiserne Rohre	82
Der Riemen	50	2. Kap. Rohre aus schmied= barem Eisen	83
Riemenabmessungen	51	Genietetete Rohre	83
Riemengeschwindigkeit	52	Geschweißte Rohre	84
Berechnung eines Riemens	53	Nahtlose Rohre	85
Ballige Riemen Scheiben	53	3. Kap. Kupfer-, Messing= und Bleirohre	86
Gekreuzte und geschränkte Riementriebe	55	4. Kap. Ausdehnungsvor= richtungen	87
Spannrollen	55		
Los- und Fest Scheiben	56	Sechster Abschnitt.	
Wendegeräte	58	Dentile.	
Stufenscheiben	59	1. Kap. Einteilung und all= gemeine Bauweise	89
3. Kap. Drahtseiltrieb	61	2. Kap. Hubventile	90
4. Kap. Hanfseil- und Baumwollseiltrieb	62	A. Absperrventile	91
Allgemeines	62	B. Selbsttätige Dentile	91
Berechnung eines Hanfseil= triebes	62	Das einfache Tellerventil	93
		Mehrfache Dentile	94
Dierter Abschnitt.		Mehrsitzige Dentile	94
Maschinenteile zur Um= änderung einer gerad= linigen in eine kreis= förmige Bewegung und umgekehrt. (Kurbelgetriebe.)		Stufen- oder Etagen= ventile	95
1. Kap. Zylinder	66	C. Gesteuerte Dentile	96
2. Kap. Kolben	68	3. Kap. Klappenventile	97
Allgemeines	68	4. Kap. Schieber	97
Scheibenkolben	68	Normalschieber	98
Tauschkolben	69	Drehschieber	98
3. Kap. Kolbenstangen	70	Hähne	98
4. Kap. Stopfbüchsen	71	5. Kap. Dentile zu beson= deren Zwecken	99
5. Kap. Geradföhrungen	73	Sicherheitsventile	99
6. Kap. Schubstangen	76	Druckverminderungsventile	100
7. Kap. Kurbeln	78	Drosselventile	101
8. Kap. Bauliche Abände= rungen der Kurbel	79	Rohrbruchventile	101
Kurbelschleife	79	Sachregister	103
Erzenter	80		

Erster Abschnitt.

Verbindende Maschinenteile.

Unlösbare und lösbare Verbindungen. Wenn im Maschinenbau die Bedingung gestellt wird, einzelne Teile, welche später ein mehr oder minder starkes Ganzes bilden sollen, miteinander zu verbinden, so hat man sich zunächst darüber klarzuwerden, ob diese Verbindung dazu bestimmt ist und befähigt sein soll, dauernd, d. h. während der ganzen Verwendungszeit des Gegenstandes dieselbe Form beizubehalten, oder ob die Verbindung die Möglichkeit bieten soll, ohne Zerstörung irgendeines Verbindungsstückes gelegentlich wieder einmal gelöst zu werden. Demgemäß unterscheidet man zwischen unlösbar und lösbar Verbindungen. Sieht man ab von einer Verbindung durch Schweißen und Löten, da hierbei die im eigentlichsten Sinne des Wortes unlösbar Verbindung nicht durch besondere Maschinenteile erfolgt, so versteht man unter unlösbar Verbindungen diejenigen, welche durch Nieten hergestellt werden, während Keile und Schrauben die Hilfsmittel zur Erzielung lösbarer Verbindungen darstellen. Die Blechplatten eines Dampfkessels, eines Gasbehälters, die Träger und Blechplatten einer großen Gitterbrücke, sie alle sind dazu bestimmt, solange der Kessel, der Gasbehälter, die Brücke ihrem Verwendungszwecke dient, nicht voneinander getrennt zu werden, sie werden daher miteinander vernietet. Der Deckel eines Dampfzylinders dagegen muß zeitweise abgenommen werden, um das Innere des Zylinders zu Reinigungs- und anderen Zwecken zugänglich zu machen, seine Anfügung an den Zylinder kann daher nur durch eine lösbar Verbindung, z. B. durch Schrauben erfolgen.

Erstes Kapitel.

Keile.

Allgemeines. Es liege die Aufgabe vor, in einem z. B. an der Decke befestigten Maschinenteile a (Abb. 1) eine Stange b zu befestigen, welche durch ein schweres Gewicht belastet ist. Dabei soll die Möglichkeit vorliegen, diese Stange bisweilen ohne Schwierigkeit herauszu-

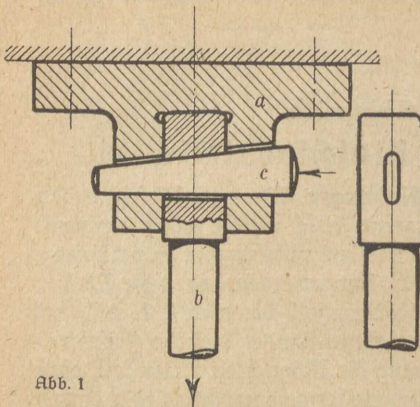


Abb. 1

nehmen. Die Abbildung zeigt, wie diese Aufgabe sich lösen läßt: a sowohl wie b erhalten einen länglichen, oben und unten abgerundeten Schlitz. Durch diesen gemeinsamen Schlitz wird ein Keil c hindurchgesteckt, der durch Schläge auf seine breitere (in der Abb. rechte) Endfläche möglichst weit hineingetrieben wird, bis die Stange auf dem Grunde des Loches aufsitzt. Man erkennt leicht, daß ein Herausnehmen

der Stange und damit eine Lösung der Verbindung ohne Schwierigkeit durch Herausschlagen des Keiles ermöglicht ist. Man erkennt aber auch, daß, falls die Stange b in dem zugehörigen Loche reibungsfrei sitzt, die ganze Festigkeit der Verbindung nur darauf beruht, daß der Keil seine Länge beibehält und nicht etwa selbsttätig durch die belastete Stange nach rechts herausgedrückt wird.

Dieser Fall könnte aber eintreten, wenn die nichtparallelen Kanten des Keiles sich zu rasch nähern, d. h. wenn die Verjüngung oder, wie man auch sagt, wenn der „Anzug“ des Keiles zu stark ist. Abb. 2 zeigt diesen Fall schematisch in übertriebener Weise. Ist der Teil b mit Q kg belastet und tritt infolge großer Reibung eine Bewegung zwischen b und c nicht ein — man sagt, es herrscht Gleichgewicht —, so läßt sich nach dem bekannten Satze der Mechanik von dem Parallelogramm der Kräfte die Kraft Q in beliebiger Weise zerlegen, z. B. in eine (hier nicht in Betracht kommende) Kraft P senkrecht zur Keilfläche und in eine Kraft R parallel zur unteren wagerechten Fläche. Die Kraft R stellt dabei nichts anderes dar als denjenigen Betrag der Reibung, welcher eine Bewegung des Keiles c nach rechts verhindert, falls eine Bewegung des Teiles b nach links aus irgendwelchem Grunde nicht eintreten kann. Je stärker nun der Anzug des Keiles ist, um so größer wäre (im Falle des Gleichgewichtes) R , um

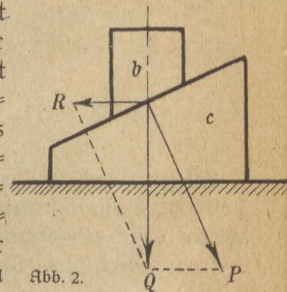


Abb. 2.

so mehr liegt aber die Gefahr vor, daß die Reibung nicht groß genug ist, um einer so großen Kraft R das Gleichgewicht zu halten. Tritt dieser Fall ein, so wird der Keil nach rechts herausgetrieben und damit im Falle der Abb. 1 die Verbindung selbsttätig gelöst.

Ganz besonders ist hierauf zu achten, falls die Stange b nicht eine ruhende, nur nach einer Richtung wirkende Kraft auszuhalten hat, sondern wenn entweder Erschütterungen auftreten können, oder, wie z. B. bei den Kolbenstangen der Wärmekraftmaschinen, wenn die Stange bald auf Zug, bald auf Druck beansprucht wird. In solchen Fällen ist es zweckmäßig, das Ende der Stange sowie natürlich auch die zugehörige Höhlung leicht kegelförmig zu gestalten (Abb. 3), damit durch das Eintreiben des Keiles die Stange fest in die kegelförmige Öffnung hineingepreßt und somit schon infolge der hierdurch entstehenden Reibung ein Festhalten der Stange erreicht wird.

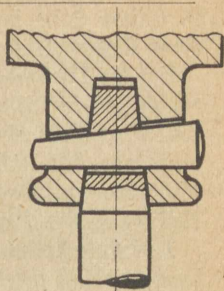


Abb. 3.

Befestigung von Rädern auf Wellen. Eine weitere Verwendung des Keiles zu lösbaren Verbindungen findet dann statt, wenn es sich darum handelt, Räder irgendwelcher Art, z. B. Riemenscheiben, Zahnräder u. dgl. so auf einer runden Welle zu befestigen, daß ein Verdrehen des Rades gegenüber der Welle nicht möglich ist. Abb. 4 zeigt in Schnitt und Ansicht, wie eine solche Befestigung erfolgt. Gleichlaufend mit der Achse der Welle ist an ihrem Umfange ein Stahlstab c von meist rechteckigem Querschnitte so eingelassen, daß er etwa zur Hälfte in der Welle versenkt ist. Der über die Oberfläche

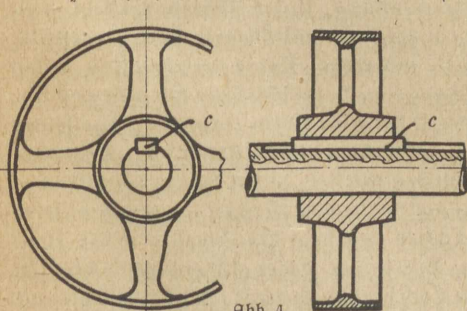


Abb. 4.

der Welle hinausragende Teil des Stahlstabes greift in eine entsprechende Nut der ausgebohrten Nabe und überträgt auf diese Weise eine Drehung der Welle auf das Rad oder umgekehrt. Der Anzug des Keiles ist

in diesem Falle äußerst gering und beträgt häufig nur Bruchteile eines Millimeters.

Um die Verbindung zu lösen, muß das Rad auf der Welle so weit verschoben werden, daß die Nabe in den auf der Welle feststehenden Keil nicht mehr eingreift. In den meisten Fällen zieht man es allerdings vor, das Rad zunächst an seiner Stelle zu belassen und erst den Keil herauszuschlagen, was natürlich nur dann möglich ist, wenn die Keilnut in der Welle entsprechend verlängert ist.

Nut und Feder. Bei dieser Gelegenheit möge gleich eine Einrichtung erwähnt werden, die mit der ebenerwähnten große Ähnlichkeit hat, ohne daß man von einer Keilwirkung sprechen könnte. Nicht selten kommen im Maschinenbau Fälle vor, wo Räder oder Scheiben auf einer Welle verschoben werden müssen, ohne daß während dieser Verschiebung die Bewegungsübertragung von Welle auf Rad oder umgekehrt aufhört. Man hat in einem solchen Falle nur nötig, den „Keil“ um so viel länger zu machen, als die Strecke beträgt, um welche das Rad auf der Welle verschoben werden soll. Natürlich muß in einem solchen Falle der „Anzug“ des Keiles gleich Null sein, und ferner muß auch die in der Bohrung der Nabe befindliche Nut so genau gearbeitet sein, daß das Rad an jedem Punkte der Welle feststößt, ohne zu schlottern. Der Keil trägt in einem solchen Falle den Namen Feder und man spricht dann von einer Verbindung mittels Nut und Feder. Anwendung dieser Befestigungsart siehe z. B. Abb. 42 auf S. 28 und Abb. 66 auf S. 40.

Zweites Kapitel.

Niete.

Die Niete und ihre Verwendung. Unter Nieten versteht man zylindrische, aus vorzüglichem, zähem, schmiedbarem Eisen hergestellte Bolzen, welche an einer Seite mit einem Kopfe versehen sind, dessen Form je nach dem Verwendungszwecke verschiedene Formen und Abmessungen haben kann. Abb. 5 stellt die Form eines Niets vor seiner Verwendung dar. Sollen zwei Bleche a und b (Abb. 6) durch ein oder mehrere solcher Niete verbunden werden, so hat das in der Weise zu geschehen, daß zunächst einmal in beiden Blechen an genau aufeinander passenden Stellen Löcher von dem Durchmesser d des Nietbolzens hergestellt werden. Das in der Regel glühend gemachte Niet wird durch das gemeinsame Loch hindurchgesteckt (Abb. 7) und hierauf

durch Hämmern oder Pressen aus dem vorstehenden Teile des Bolzens ein neuer Kopf gebildet (Abb. 8), welcher einmal das Niet am Herausfallen hindert, dann aber auch die beiden zu verbindenden Bleche aufeinander preßt. Der im ursprünglichen Zustande des Niets vorhandene Kopf heißt der Setzkopf, der bei der Vernietung hergestellte neue Kopf der Schließkopf des Niets, den dazwischen liegenden Bolzen nennt man den Nietschaft.

Der Grund, warum Niete vor ihrer Verwendung glühend gemacht werden, ist ein doppelter. Zunächst soll dadurch erreicht werden, daß das Eisen weicher wird. Dies hat einmal den Vorteil, daß das Bilden des Schließkopfes bedeutend erleichtert wird, dann aber wird durch das Schlagen oder Pressen beim Bilden des Schließkopfes der Schaft stärker gestaucht, so daß er das Nietloch besser ausfüllt. Noch wichtiger ist der zweite Grund. Bekanntlich dehnt sich Eisen bei zunehmender Temperatur aus und verkürzt sich bei abnehmender Temperatur. Wird nun das Niet zum Bilden des Schließkopfes erwärmt, so zieht es sich nachher beim Erkalten zusammen und preßt dadurch die zu verbindenden Bleche mit großer Gewalt aufeinander. Die hierdurch erzeugte Reibung bewirkt, daß die vernieteten Bleche einer gegenseitigen Verschiebung großen Widerstand entgegensetzen, und gerade diese durch das Zusammenpressen erzeugte Reibung ist es, welche die Festigkeit einer Nietverbindung hauptsächlich beeinflusst. Allerdings gibt es auch Ausnahmen. Erfordert z. B. die Stärke der Bleche die Verwendung von Nieten von weniger als 8 mm Durchmesser, so wird von einer Erwärmung der Niete meist abgesehen, da einmal derartig dünne Niete leicht im Feuer verbrennen, dann aber auch deshalb, weil bei der Vorzüglichkeit des Stoffes, aus dem die Niete hergestellt werden, sich Stauchen und Bildung des Schließkopfes hier auch im kalten Zustande ohne Schwierigkeit bewerkstelligen lassen.

Nietverbindungen. Sollen zwei Bleche miteinander vernietet werden, so kann das in zweierlei Weise geschehen. Der eine Weg ist der,



Abb. 5.



Abb. 6.

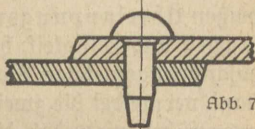


Abb. 7.

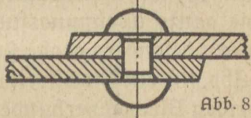


Abb. 8.

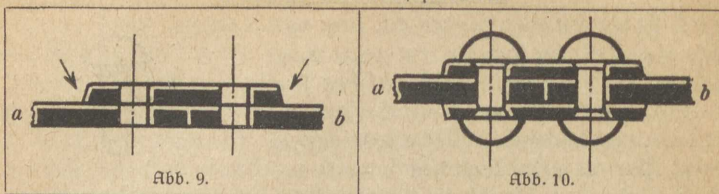


Abb. 9.

Abb. 10.

daß man die beiden Bleche mit ihren Kanten übergreifend aufeinanderlegt, etwa so, wie dies oben in Abb. 6 erläutert wurde, und die Niete durch beide Bleche hindurchsteckt. Nietverbindungen dieser Art heißen Überlappungsnetungen. Sie haben den Vorteil der Einfachheit und Billigkeit, haben aber anderseits den Übelstand, daß die zusammengenieteten Bleche nicht in einer Ebene liegen. Diesen Übelstand vermeidet die zweite Art der Vernietung, welche in der Weise ausgeführt wird, daß die zu verbindenden Bleche a und b (Abb. 9 und 10) mit ihren Kanten „stumpf“ aneinandergelegt werden. Über die ganze Trennungsfuge wird nun auf einer Seite (Abb. 9) oder, wenn besonders große Festigkeit erzielt werden soll, auf beiden Seiten (Abb. 10) ein Blechstreifen („Lasche“) gelegt und durch Niete mit den beiden Blechen verbunden. Derartige Verbindungen heißen dann einfache (Abb. 9) oder doppelte (Abb. 10) Laschennietungen.

Sind die zu verbindenden Bleche sehr stark, so wäre ein festes Aufeinanderpressen der Bleche und damit auch die Verhütung eines, wenn auch nur geringen Gleitens der Bleche aufeinander durch eine einzige Reihe von Nieten nicht zu erreichen. In diesem Falle sowie dann, wenn bei starken Blechen ein besonders dichter Abschluß zwischen den Blechen erzielt werden soll, z. B. bei Dampfkesseln für hohe Spannungen, ordnet man mehrere Reihen von Nieten nebeneinander an, wobei die einzelnen Nietreihen gegeneinander versetzt sind (Zickzacknietung). Abb. 11 zeigt eine zweireihige Laschennietung (auf jeder Seite der Trennungsfuge der Bleche befinden sich zwei Reihen von Nieten). Abb. 12 zeigt eine dreireihige Überlappungsnetung.

Hand- und Maschinennietung. Das Stauchen des Nietschaftes und die Bildung des Schließkopfes wurde früher ausschließlich mit der Hand ausgeführt in der Weise, daß nach Einstecken des glühend gemachten Niets in die vorbereiteten Löcher ein Arbeiter den Seßkopf mit einem schweren, als Amboß wirkenden Gegenstand stützte, während ein oder mehrere andere Arbeiter mit starken Hammerschlägen

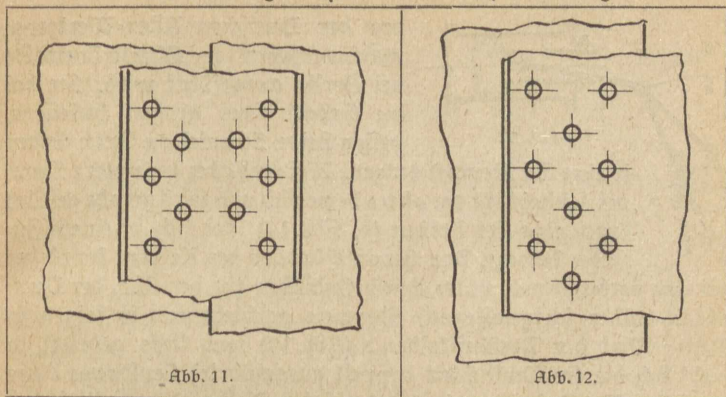


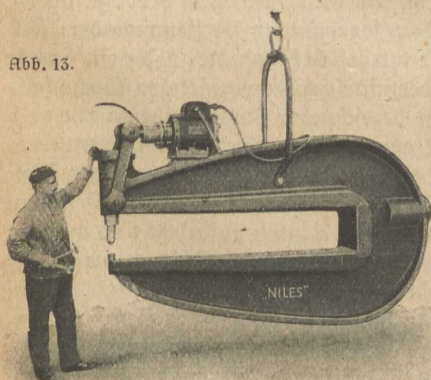
Abb. 11.

Abb. 12.

zuerst den Nietschaft stauchten, worauf dann mit Hilfe eines auf den herausstehenden Nietschaft aufgesetzten sogenannten Schellhammers (eines Hammers, der auf einer Seite eine dem fertigen Schließkopfe entsprechende Aushöhlung besitzt) der Schließkopf gebildet wurde. Später, als die zur Verwendung kommenden Bleche und damit auch die Niete immer stärker wurden, machte das richtige Stauchen und die Bildung des Schließkopfes solche Schwierigkeiten, daß man mehr und mehr dazu überging, die oben beschriebenen Vorgänge bei der Vernietung durch eine Maschine ausführen zu lassen. Heutzutage werden alle

einermaßen umfangreichen Vernietungen auch schon der Billigkeit wegen fast ausschließlich durch solche mit Preßwasser oder Preßluft betriebene Nietmaschinen ausgeführt. Abb. 13¹⁾ zeigt das Bild, Abb. 14 das Schema einer Nietmaschine zum Betriebe mit Preßluft, wie sie

Abb. 13.



1) Aus einem Katalog der Sa. Deutsche Niles-Werkzeugmaschinenfabrik.

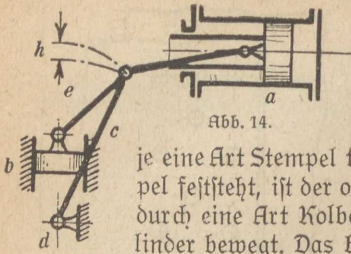


Abb. 14.

von der Deutschen Niles-Werkzeugmaschinenfabrik in Oberschöneweide bei Berlin ausgeführt wird. Sie hat die Gestalt eines großen Hufeisens, dessen beide Schenkel an ihren Enden

je eine Art Stempel tragen. Während aber der untere Stempel feststeht, ist der obere beweglich und wird gerade geführt durch eine Art Kolben (b, Abb. 14), der sich in einem Zylinder bewegt. Das Herunterdrücken des Kolbens b und des mit ihm verbundenen, unter ihm befindlichen (in der Abb. der Deutlichkeit halber fortgelassenen) Stempels geschieht nun in folgender Weise: Wird der Preßluftkolben a (Abb. 14) nach links gedrückt, so dreht sich die (in Wirklichkeit doppelt ausgeführte) Lenkstange c um den festen Punkt d und zwingt dadurch den Kolben b vermittels der Lenkstange e, sich um das Stück h nach abwärts zu bewegen. Nach Erkalten des Nietes wird der Preßluftkolben wieder nach rechts gedrückt und dadurch der Kolben b und der mit ihm verbundene Nietstempel wieder gehoben.

Verstemmen der Nietnaht. Wenn man sich einer neuzeitlichen Kesselschmiede nähert, so hört man meist schon aus großer Entfernung einen ohrenbetäubenden Lärm. Dieser Lärm stammt zum größten Teil daher, daß, namentlich bei Verbindungen, welche nicht nur fest, sondern auch dicht abschließen sollen, wie z. B. bei Dampfkesseln, ein besonderes Verfahren nötig ist, um diesen Abschluß herbeizuführen. Dieses Verfahren besteht in dem sogenannten Verstemmen der Nietnähte und wird in der Weise ausgeführt, daß die zu diesem Zwecke etwas abgeschrägten Kanten der miteinander vernieteten Bleche (also z. B. die in Abb. 9 mit Pfeilen bezeichneten Stellen) ebenso wie auch die Ränder der Nietköpfe mit einem Instrument von der Form eines stumpfen Meißels bearbeitet werden. Dieses Verstemmen der Nietnähte geschah früher ausschließlich von Hand, indem der Meißel in Richtung der Pfeile (Abb. 9) auf die Kanten aufgesetzt und auf das andere Ende des Meißels mit einem Hammer Schläge ausgeführt wurden. Heutzutage verwendet man auch hierzu kleine Maschinen in Gestalt der sogenannten Druckluftschlämmer, deren mit großer Geschwindigkeit aufeinanderfolgende Schläge das bekannte, bei fast jeder größeren Nietarbeit weithin hörbare knatternde Geräusch hervorrufen. Übrigens wird auch die Vernietung selber, namentlich bei solchen Teil-

len, die außerhalb der Werkstatt verbunden werden sollen (Brückenteile und dergleichen) in neuerer Zeit mit solchen Druckluſthämmern ausgeführt.

Drittes Kapitel.

Schrauben.

Erläuterungen. Wickelt man ein dünnes Papier von der Form eines rechtwinkligen Dreiecks ($a-b-c$ Abb. 15) so um einen Zylinder von entsprechender Dicke, daß die Punkte a und b zusammenfallen, so entsteht bekanntlich auf dem Zylinder eine sogenannte Schraubenlinie, die wir uns dann sowohl nach oben wie nach unten auf dem Zylinder fortgesetzt denken wollen (Abb. 16). Die

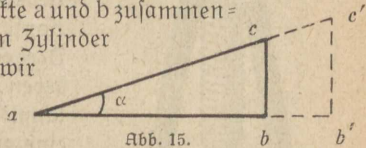


Abb. 15.



Abb. 16.

Entfernung $b-c$ nennt man die Ganghöhe, den Winkel a den Steigungswinkel der Schraubenlinie. Wird dann um diesen Zylinder, der Schraubenlinie entlang, ein prisma-

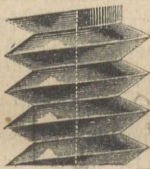


Abb. 17.

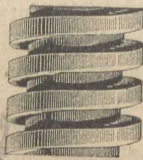


Abb. 18.

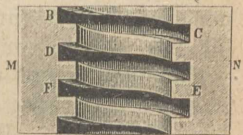


Abb. 19.

tischer Stab von beliebigem Querschnitte herumgelegt, so entsteht ein Schraubengewinde (Abb. 17 und 18). Würde dieses Gewinde im Inneren eines Hohlzylinders herumgelegt (Abb. 19), so entsteht das, was man eine Schraubenmutter nennt.

Scharfgängige und flachgängige Schrauben. Von den an sich beliebigen Gewindequerschnitten kommen im Maschinenbau im wesentlichen nur zwei Arten in Frage: das Dreieck und das Rechteck, und man nennt nun eine Schraube mit dreieckigem Gewindequerschnitt eine scharfgängige (Abb. 17), eine solche mit rechteckigem Querschnitt eine flachgängige Schraube (Abb. 18). Ihre Verwendungsart ist nicht beliebig. Soll die Schraube dazu verwendet werden, einen Maschinenteil auf einem anderen zu befestigen — daher auch der Name Befestigungsschraube —, so wird wohl ausschließlich ein scharfgängiges Gewinde angewendet, da in diesem Falle infolge der schrägen Flächen

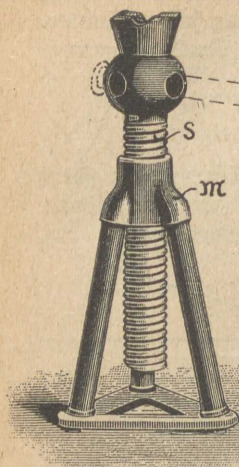


Abb. 20.

die Reibung vergrößert wird, was wiederum für die Sicherheit der Verbindung von Vorteil ist. Eine zweite Klasse von Schrauben sind die sogenannten Bewegungsschrauben, die unter anderem für Zwecke der Lasthebung vielfach Verwendung finden. Abb. 20 stellt z. B. ein solches Hebezeug dar, vermittels dessen eine auf dem Kopfe der Schraube S ruhende Last durch Drehen des Hebels P in der einen oder anderen Richtung gehoben oder gesenkt werden kann.¹⁾ Wie man leicht erkennt, würde hier eine größere Reibung zwischen den Flächen der Schraube S und der zugehörigen Schraubenmutter M einen unnützen Arbeitsverlust bedeuten. Man verwendet daher in solchen und ähnlichen Fällen einen rechteckigen Ge-

windequerschnitt und kann also kurz sagen, daß scharfgängiges Gewinde in der Regel für Befestigungsschrauben, flachgängiges Gewinde für Bewegungsschrauben angewendet wird.

Eingängiges und mehrgängiges Gewinde. Betrachten wir noch einmal den Vorgang bei der Lasthebung vermittels der Schraubengewinde (Abb. 20) in Verbindung mit Abb. 16, so dürfte leicht einzusehen sein, daß bei einer einmaligen Umdrehung des Hebels P die auf der Schraube ruhende Last gerade um die Höhe eines Gewindeganges, also um die Strecke bc (Abb. 16) gehoben wird. Soll diese Strecke aus irgendwelchem Grunde groß sein, so stehen zwei Mittel dafür zu Gebote. Das eine wäre das, den Steigungswinkel der Schraube ungeändert zu lassen, aber den Durchmesser der Schraube zu vergrößern. Wie aus den gestrichelten Teilen der Abb. 15 ersichtlich ist, vergrößert sich dann die Steigungshöhe der Schraube auf die Länge b' , c' . Da eine solche Verdickung der Schraubenspindel jedoch teuer und schwerfällig ist, wird meist der zweite Weg eingeschlagen, nämlich den Durchmesser der Schraube, also auch die Entfernung a , b (Abb. 15) ungeändert zu lassen, dafür aber den Steigungswinkel der Schraube zu vergrößern, den Schraubengang also steiler zu gestalten.

1) Vgl. d. Verf. „Hebezeuge“ (AMuG Bd. 196 Teil I Abschn. 2).

Diese Anordnung hätte aber den Nachteil, daß auf einer Schraubenspindel von bestimmter Länge und namentlich auch in der zugehörigen Schraubenmutter nur wenige Gewindgänge vorhanden wären, die Last also nur von einer verhältnismäßig kleinen Fläche getragen werden müßte. Um diesen Übelstand zu beseitigen, ordnet man gleichlaufend mit dem ursprünglichen Gewindengange noch einen oder mehrere (in Abb. 21 noch drei) weitere Gewindgänge an und nennt derartige Schrauben, je nach der Anzahl der Gewindgänge, die auf eine Ganghöhe fallen, eingängige, zweigängige Schrauben usw., so daß also Abb. 21 z. B. eine viergängige Schraube veranschaulichen würde.



Abb. 21.

Rechts- und linksgängige Schrauben. Die Richtung, in welcher der Schraubengang oder das Schraubengewinde um den Schraubenbolzen herumläuft, ist an sich völlig gleichgültig. Es hat sich jedoch der Gebrauch herausgebildet, den Schraubengang in dem Sinne herumlaufen zu lassen, daß beim Einschrauben einer Schraube in die zugehörige Schraubenmutter, oder umgekehrt beim Ausschrauben der Schraubenmutter auf einen Schraubenbolzen, Schraube oder Mutter in der Richtung des Uhrzeigeranges herumgedreht werden müssen, und man nennt derartige Schrauben rechtsgängige Schrauben. Schrauben mit einem Gewinde, welches nach der entgegengesetzten Richtung umläuft, nennt man dementsprechend linksgängige Schrauben. Sie finden in der Technik meist nur in Verbindung mit rechtsgängigen Schrauben Verwendung, z. B. bei sogenannten Spannschlössern (Abb. 22). Besitzen die beiden durch das Spannschloß verbundenen Stangen a und b verschieden gerichtetes Gewinde, so ist leicht zu erkennen, daß bei der Drehung des Spannschlusses in der einen Richtung die beiden Stangen einander genähert (gespannt), bei der Drehung in der anderen Richtung dagegen voneinander entfernt (entspannt) werden.

Schraubensysteme. Es ist klar, daß für irgendwelche Verwendungszwecke der Schrauben die Form des Gewindes, die Stärke des Schraubenbolzens sowie die Ganghöhe der Schraube innerhalb gewisser Grenzen beliebig sind. Wollte nun aber jede Maschinenfabrik, ja auch nur jedes Land bei der Anfer-

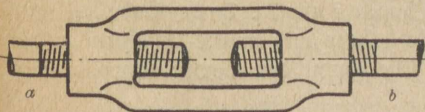


Abb. 22.

tigung von Maschinen die drei genannten Größen willkürlich annehmen, so ist unschwer einzusehen, daß das einen Verkauf dieser Maschinen ungemein erschweren würde, denn bei jeder vorkommenden Ausbesserungsarbeit müßten die notwendig gewordenen Ersatzschrauben stets von den Erbauern der Maschine, oder wenigstens aus dem Lande, aus dem die Maschine stammt, bezogen werden. Um diesem Übelstande abzuhelpfen, bemüht man sich schon lange, ein sogenanntes Schraubensystem aufzustellen, welches in sämtlichen Industriestaaten der Welt anerkannt und ausgeführt würde. Leider sind diese Bestrebungen bisher nur insofern erfolgreich gewesen, als die Zahl der verwendeten Schraubensysteme nur auf einige wenige beschränkt wurde, von denen hier das aus England stammende Whitworth-System angeführt werden möge, welches, namentlich in Europa, immer noch die größte Verbreitung genießt.

1	2	3	4	5	6	7
Äußerer Durchmesser des Gewindes		Kern-durchmesser	Anzahl der Gewindengänge auf 1 Z engl.	Höhe der Mutter, abgerundet	Höhe des Kopfes, abgerundet	Schlüsselweite, abgerundet
engl. Z.	d mm	d ₁ mm		h ₁ mm	h ₀ mm	s ₀ mm
1/4	6,35	4,72	20	6	4	13
5/16	7,94	6,13	18	8	6	16
3/8	9,52	7,49	16	10	7	19
7/16	11,11	8,79	14	11	8	21
1/2	12,70	9,99	12	13	9	23
5/8	15,87	12,92	11	16	11	27
3/4	19,05	15,80	10	19	13	33
7/8	22,22	18,61	9	22	15	36
1	25,40	21,33	8	25	18	40

Die vorstehende Tabelle stellt ein Stück der Schraubentabelle nach dem Whitworth-System dar. Wie man sieht, ist durch diese Tabelle festgestellt:

1. Welche Schraubentärken (in dem hier dargestellten Teile zwischen 1/4 und 1 Zoll engl.) überhaupt nur ausgeführt werden dürfen (Spalte 1 und 2).
2. Die Form des Gewindes (Spalte 2 und 3). In der Tabelle ist nur angegeben der sogenannte äußere und innere Durchmesser der Schraube (s. d. Abb. 23). Die Form des Gewindequerschnittes selber gibt Abb. 24.

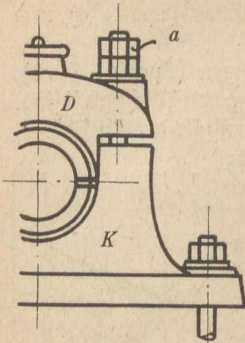


Abb. 25.

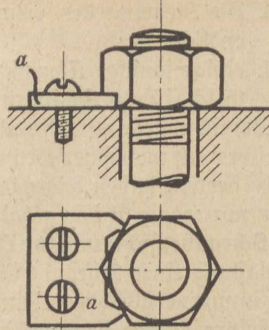


Abb. 26.

Überwindung großer Reibungswiderstände drehen könnte. In einem solchen Falle macht man es so, daß man zunächst auf die im Lagerkörper befestigte Schraube eine Schraubenmutter aufsetzt und diese Schraubenmutter nur so fest anzieht, als es mit Rück-

sichtnahme auf die Welle wünschenswert erscheint. Hierauf schraubt man noch eine zweite Mutter, die sogenannte Gegenmutter *a*, darauf und zieht diese nun so fest an, als es die Rücksichtnahme auf die Festigkeit des Schraubenbolzens zuläßt. Auch hier besteht die Sicherung nur in der erhöhten Reibung, ein sicherer Schutz gegen unbeabsichtigtes Lösen etwa infolge von Erschütterungen ist daher auch hier nicht vorhanden.

Eine sehr einfache und dabei unbedingt zuverlässige Sicherung erhält man durch Hindurchschlagen eines Stiftes — Splint genannt — durch Schraubenmutter und Bolzen. Der große Übelstand hierbei besteht nur darin, daß, falls später einmal ein stärkeres Anziehen der Schraubenmutter notwendig ist, die Öffnungen in Schraubenmutter und Schraubenbolzen nicht mehr aufeinander passen, und durch ein neues Loch die Festigkeit des Schraubenbolzens stark beeinträchtigt wird.

Eine recht zweckmäßige, billige und in vielen Fällen anwendbare Sicherung besteht darin, daß man durch irgendein passend angebrachtes, mit einem entsprechenden Ausschnitt versehenes Blech *a* (Abb. 26) die Schraubenmutter an unbeabsichtigter Drehung verhindert. Sollte später eine Drehung der Mutter notwendig werden und das alte Blech etwa nicht mehr passen, so ist die Beschaffung eines neuen Bleches ohne Schwierigkeit und mit geringen Kosten möglich. Die an dem Kreuztopfe (Abb. 123 S. 76) links befindlichen vier Schrauben sind in dieser Weise gesichert.

Zweiter Abschnitt.

Maschinenteile der drehenden Bewegung.

Erstes Kapitel.

Zapfen.

Allgemeines. Unter Zapfen versteht man im Maschinenbau Drehkörper, welche, von hülsenförmigen Körpern (Lagern) umschlossen, entweder dem Maschinenteile, an welchem die Zapfen, oder demjenigen, an welchem der hülsenförmige Körper sitzt, die Drehung ermöglichen. Um einen Wagen fortzubewegen, wird er auf Räder gesetzt. Zu diesem Zwecke befinden sich an zwei oder vier Stellen des Wagens zylindrische Vorsprünge, auf welche die Räder mit ihren Naben aufgesteckt werden. Diese Vorsprünge sind die Zapfen. Um einem schweren Schleifsteine die Drehung zu ermöglichen, wird er auf einen senkrecht zum Steine durch seinen Mittelpunkt hindurchgehenden stabförmigen Körper gesteckt, welcher an seinen zylindrisch geformten Enden in hülsenförmigen Körpern aufliegt (Abb. 27). Jene Enden des stabförmigen Körpers nennt man Zapfen, die hülsenförmigen Körper, in denen sie sich drehen können, die zugehörigen Zapfenlager.

Ein scheibenförmiger Körper irgendwelcher Art (eine Turbine, ein Mühlstein od. dgl., Abb. 28) soll sich in wagerechter Ebene drehen: Er wird zu diesem Zwecke auf einer senkrecht stehenden Spindel befestigt, deren unteres Ende S sich in einer Hülse drehen kann. Auch hier wieder heißt das Ende der Spindel Zapfen, die Hülse, in welcher sich der Zapfen drehen kann, das Lager.

Tragzapfen, Spurzapfen. Betrachtet man die beiden letzten Beispiele, so erkennt man leicht einen wesentlichen Unterschied zwischen jenen beiden Arten von Zapfen. Bei dem Schleifstein wird der Zapfen

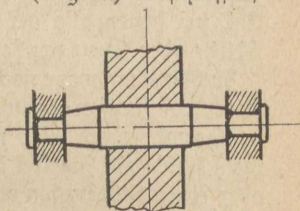


Abb. 27.

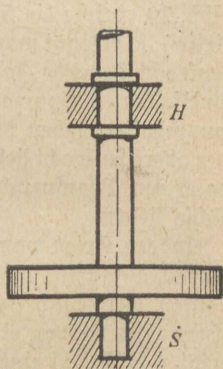


Abb. 28.

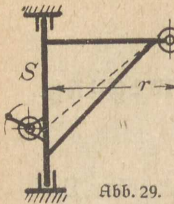


Abb. 29.

durch einen Druck beansprucht, welcher senkrecht zur Achse des Zapfens gerichtet ist. Der Mühlstein dagegen übt einen Druck aus, der in die Richtung der Zapfenachse selber fällt. Die beiden Zapfenarten führen daher auch verschiedene Namen, und zwar nennt man Zapfen der ersteren Art, die also durch einen Druck beansprucht werden, welcher senkrecht zur Achse des Zapfens gerichtet ist, Tragzapfen, Zapfen der zweiten Art, bei denen also der Druck in die Richtung der Zapfenachse fällt, Stütz- oder Spurzapfen.

Zu bemerken wäre noch, daß häufig, ja sogar meistens bei beiden Arten von Zapfen genau genommen jede der beiden Beanspruchungen vorkommt, jedoch wird meist die eine der beiden vorwiegen, so daß wohl selten ein Zweifel darüber bestehen wird, ob man einen Trag- oder einen Stützzapfen vor sich hat. Ferner ist zu beachten, daß Tragzapfen nicht etwa immer wagerecht, Stütz- oder Spurzapfen nicht etwa immer senkrecht zu stehen brauchen. Betrachtet man z. B. Abb. 29, welche die Skizze eines Kranes zum Heben von Lasten darstellt¹⁾, so erkennt man, daß die Säule S dieses Kranes oben und unten senkrecht stehende Zapfen besitzt. Während aber der untere Zapfen zweifellos ein Spurzapfen ist (obgleich er ebenfalls Beanspruchungen auszuhalten haben dürfte, die senkrecht auf seiner Achse stehen), ist der obere senkrecht stehende Zapfen unzweifelhaft nur ein Tragzapfen, da er nur Beanspruchungen auszuhalten hat, die senkrecht auf seiner Achse stehen.

Andere Arten von Zapfen. Halszapfen. Eine besondere Art von Tragzapfen sind die sogenannten Halszapfen. Es sind Tragzapfen, welche sich nicht, wie die bisher besprochenen Zapfen, an dem Ende eines Stabes, einer Achse oder dgl. befinden. Abb. 28 auf S. 19 zeigt z. B. bei H einen solchen Halszapfen.

Kugelzapfen. Soll ein Zapfen eine Drehung nicht bloß um eine einzige, in derselben Lage bleibende Achse gestatten, so muß er kugelförmig gestaltet werden (Abb. 30). So zweckmäßig eine derartige Gestaltung eines Zapfens theoretisch auch sein mag, so wird er doch nur in seltenen Fällen angewendet, da eine große Schwierigkeit darin besteht, den Lager-schalen, welche den Zapfen umschließen sollen, genau

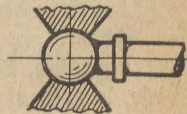


Abb. 30.

1) Vgl. Anmerkung auf S. 14.

dieselbe Kugelform zu geben und diese Übereinstimmung der Kugelform bei Zapfen und Lagerschalen auch während des Betriebes beizubehalten.

Kammzapfen. Ist der durch einen Spurzapfen aufzunehmende Druck sehr groß, so gibt man dem Zapfen bisweilen mehrere Spurzkränze und erhält dann die sogenannten Kammzapfen (Abb. 31). Ihre Hauptanwendung finden sie bei den Maschinenwellen von Schraubendampfern, bei denen der gesamte Druck der das Schiff vorwärtstreibenden Schraubensflügel durch solche Kammzapfen aufgenommen werden muß. Der Hauptübelstand dieser Kammzapfen besteht darin, daß es schwierig ist, die einzelnen Ringe (Kämme) des Zapfens ganz gleichmäßig zu belasten. Tritt z. B. an einem der Ringe zufällig eine stärkere Abnutzung ein als an den anderen, so liegt dieser eine Ring sehr bald weniger stark an seiner Lagerschale an, die anderen Ringe werden entsprechend stärker belastet, und es kann dann bei unaufmerksamer Bedienung leicht ein Warmlaufen der Welle stattfinden. Im allgemeinen sind daher derartige Kammzapfen im Maschinenbau wenig beliebt und werden nur dort angewendet, wo sie sich, wie z. B. bei Schraubenschiffen, nicht gut durch andere Zapfen ersetzen lassen. Vgl. auch Abb. 44 S. 29.

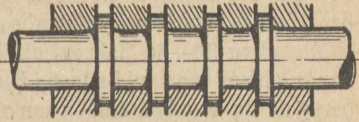


Abb. 31.

Zweites Kapitel.

Achsen und Wellen.

Allgemeines. Unter Achsen versteht man mit Zapfen versehene, in der Regel zylindrisch gestaltete Träger schwingender oder sich drehender Maschinenteile. Der Balancier einer Dampfmaschine¹⁾ schwingt um eine Achse, die mit dem aufgewickelten Seil versehene Trommel der Winde Abb. 32 dreht sich um eine Achse. Tritt dagegen bei einem solchen Träger noch die Aufgabe hinzu, ein Drehmoment fortzuleiten, so spricht man von einer Welle. So ist z. B. bei der eben erwähnten Winde der obere

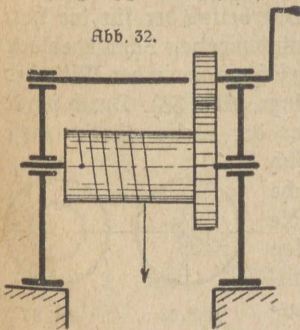


Abb. 32.

1) Vgl. d. Verf. „Dampfmaschine II“ (ANuG Bd. 394 Abschn. I Kap. 2).

Träger des kleinen Zahnrades als Welle zu bezeichnen, da er nicht bloß als Träger des Zahnrades dient, sondern auch die vermittels der Kurbel erzeugte Drehbewegung (das drehende Moment) von der Kurbel nach dem Zahnrade fortzuleiten hat.

Vor etwa 30—40 Jahren, als die Technik der Herstellung schmiedbaren Eisens noch nicht so hoch entwickelt war, als dies heutzutage der Fall ist, wurden Achsen sowohl wie Wellen häufig aus Gußeisen hergestellt, wobei ihr Querschnitt mannigfaltige Formen, z. B. die eines Kreuzes, eines Sternes u. dgl. erhielt. Auch Achsen und Wellen aus Holz, mit Eisenteilen beschlagen, wurden mitunter, z. B. für Wasserräder, ausgeführt. Heutzutage dürften alle diese Ausführungsformen zu den Seltenheiten gehören. Der Stoff, aus dem in neuerer Zeit Achsen und Wellen hergestellt werden, ist wohl ausnahmslos schmiedbares Eisen (Schweiß Eisen, Flußeisen, Flußstahl), der Querschnitt ein Kreis oder ein Kreisring.

Hohle Achsen und Wellen. Gerade der Kreisring-Querschnitt wird neuerdings häufig angewendet, das heißt, man pflegt wichtige Achsen und Wellen, namentlich wenn ihr Durchmesser größer wird, der ganzen Länge nach in der Mitte auszubohren. Die Gründe für ein solches Ausbohren sind mannigfacher Natur. Zunächst wäre festzustellen, daß diese Ausbohrung, vorausgesetzt, daß sie sich in mäßigen Grenzen bewegt, die Festigkeit der Welle sowohl in bezug auf Biegung wie in bezug auf Drehung fast gar nicht beeinträchtigt. Der rechnerische Beweis dafür läßt sich allerdings hier nicht durchführen, man denke aber z. B. an die große Festigkeit der Bambusrohre, die doch eine sehr große „Ausbohrung“ besitzen. Ein wichtiger Grund für die Ausbohrung dicker Achsen und Wellen besteht darin, daß ihre Haltbarkeit durch das Ausbohren geradezu wächst. Durch das Bearbeiten der für die Herstellung starker Achsen und Wellen bestimmten rohen Schmiedeblocke unter Pressen und Dampfhammern bilden sich gerade in der Mitte des Querschnittes nicht selten Risse und Sprünge (Abb. 33). Durch starke Biegungs- und Drehungsbeanspruchungen der Welle würden diese (von außen nicht sichtbaren!) Sprünge sich leicht erweitern und schließlich zum Bruche der Welle führen. Bohrt man dagegen die Welle in der Mitte aus (Abb. 34), so fallen diese schlechten Stellen heraus und die Haltbarkeit im Betriebe nimmt also durch das Aus-



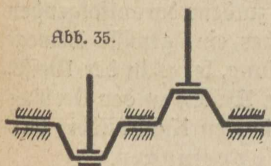
Abb. 33.



Abb. 34.

bohren sogar noch zu. Ferner beachte man, daß man infolge der Ausbohrung die Welle geradezu von innen betrachten kann, was bei starken Wellen z. B. dadurch möglich ist, daß man eine brennende Glühlampe in das Innere der Ausbohrung hineinschiebt. Es bedarf wohl keiner weiteren Erklärung, daß eine solche Beobachtung starker wichtiger Wellen auch von der Innenseite für die Sicherheit des Betriebes von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist. Endlich wäre noch als letzter, ebenfalls nicht unwichtiger Grund für die Zweckmäßigkeit der Ausbohrung der Umstand anzuführen, daß infolge des Ausbohrens die Welle natürlich leichter wird, was aus naheliegenden Gründen in verschiedener Hinsicht Vorteile bietet.

Form der Achsen und Wellen. Die Mittellinie der Achsen ist naturgemäß immer eine gerade Linie, wobei der Durchmesser an den einzelnen Stellen der Achse aus Gründen der Festigkeit verschieden groß sein kann; er wird in der Regel nach der Mitte zu am stärksten sein (vgl. Abb. 27 auf S. 19). Bei Wellen kommen dagegen neben geradlinigen Formen auch andere Formen vor. Eine wichtige Art geradliniger Wellen sind die sogenannten **Triebwerks- oder Transmissionswellen**. Es sind dies lange, an mehreren Stellen durch Lager unterstützte zylindrische Wellen, die man z. B. in Werkstätten sehen kann, wo sie, von einer Kraftmaschine in Umdrehung versetzt, als Träger von Riemenscheiben dienen, von denen aus durch Riementriebe Arbeitsmaschinen der verschiedensten Art (Drehbänke, Bohrmaschinen, Hobelmaschinen usw.) angetrieben werden. Zu den nicht geradlinigen Wellen gehören die sogenannten **gekröpften Wellen**. Es sind dies Wellen von einer Form, wie sie Abb. 35 zeigt. Die Mittellinie der Welle ist hier, wie man sieht, an vier Stellen geknickt, und diese mehrfache Knickung (man nennt sie eine **Wellenkröpfung**) wird dazu benutzt, um die Treibstange irgendeiner Kraftmaschine (Dampf- oder Gasmaschine) hier angreifen zu lassen und so die Welle etwa mit dem darauf sitzenden Schwungrade in Umdrehung zu versetzen. Unentbehrlich sind derartige Kröpfungen z. B. bei Kraftmaschinen mit mehreren nebeneinanderliegenden Zylindern, wie sie zum Antriebe von Schiffen oder Automobilen vorkommen. Abb. 36 zeigt eine von der A.=G. Oberbiller Stahlwerk in Düsseldorf-Oberbilk ausgeführte Welle einer Schiffsmaschine mit vier Kröpfungen T, T. . . ;



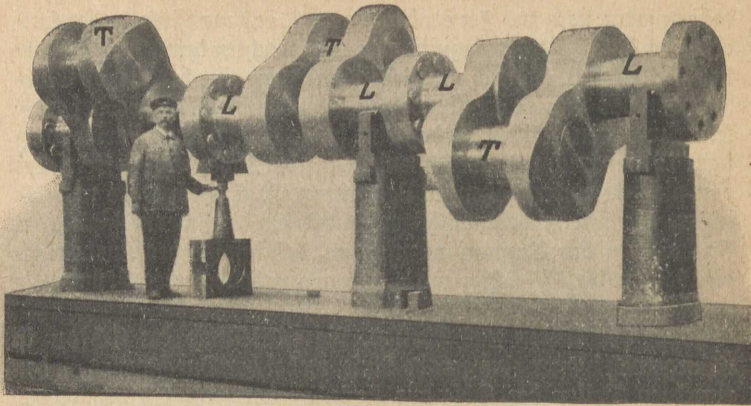


Abb. 36.

L, L . . sind die Stellen, an denen die Welle gelagert ist, während in der Mitte der Kröpfungen T, T . . die Treibstangen der Dampfmaschinenzylinder angreifen. Die Herstellung solcher Wellen bietet große Schwierigkeiten, weshalb z. B. bei großen Schiffsmaschinen derartig gekröpfte Wellen meist aus mehreren Stücken zusammengesetzt werden.

Drittes Kapitel.

Kuppelungen.

Erklärungen. Wenn zwei oder mehr Wellen so miteinander verbunden werden sollen, daß sie einen fortgesetzten Wellenstrang bilden, so geschieht das mit Hilfe von Maschinenteilen, die Kuppelungen genannt werden. Folgende drei Fälle sind dabei denkbar:

1. Die Wellen sollen unter Übereinstimmung ihrer mathematischen Achsen so fest miteinander verbunden sein und dauernd verbunden bleiben, daß sie einen vollständigen Ersatz für eine einzige geradlinige Welle bilden: als Hilfsmittel dazu dienen feste Kuppelungen.
2. Der eine Wellenteil soll im Verhältnis zu dem darauffolgenden Wellenteile auch während des Betriebes eine gewisse Beweglichkeit besitzen, sei es in der Längsrichtung, sei es in der Weise, daß die mathematische Achse der beiden Wellen an der Verbindungsstelle einen mehr oder weniger starken Knick bildet: dies läßt sich erreichen durch bewegliche Kuppelungen.

3. Es soll die Möglichkeit vorhanden sein, während der eine Teil des Wellenstranges im Betriebe ist, den anderen Wellenstrang je nach Bedarf von dem ersteren zu lösen und wieder mit ihm zu verbinden: als Hilfsmittel dazu dienen die sogenannten Ausrückkuppelungen.

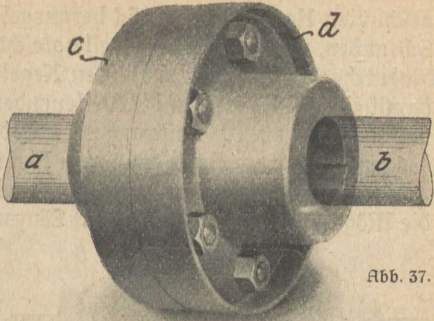


Abb. 37.

Feste Kuppelungen. Eine häufig gebrauchte feste Kuppelung ist die Scheibenkuppelung (Abb. 37¹⁾. Auf den aneinander stoßenden Enden der beiden Wellen a und b wird je eine Scheibe c, d befestigt, und diese beiden Scheiben werden dann durch eine Reihe von Schrauben miteinander verbunden. Die Kuppelung ist billig und die einzelnen Wellenenden sind bei Bedarf leicht wieder voneinander zu lösen. Sie hat nur den Nachteil, daß Riemenscheiben, Zahnräder u. dgl., die später noch auf die Welle aufgesetzt werden sollen, zweiteilig hergestellt werden müssen, da die fest auf den Enden aufsitzenden, schwer abzunehmenden Kuppelungshälften c, d das Aufbringen ungeteilter Räder nicht zulassen.

Besser in dieser Beziehung ist die ebenfalls häufig angewandte Klemm- oder Doppelfegelskuppelung (Abb. 38): Auf die beiden Wellenenden werden fegelförmige Hülsen a und b geschoben, welche an einer Stelle c, c der Länge nach aufgeschlizt sind. Diese beiden Kegel sitzen in einer Hülse H, die mit entsprechenden Kegelflächen ausgeführt ist. (In der Abbildung ist der Deutlichkeit wegen sowohl aus der Hülse H wie aus den beiden längs-

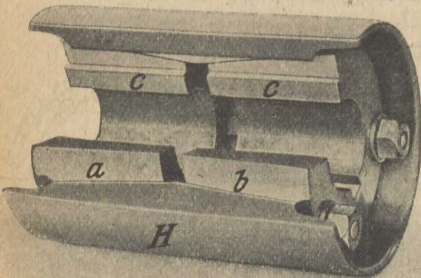


Abb. 38.

1) Die Abb. 37, 38, 39, 42, 50 aus einem Kataloge der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau = A. = G. Dessau und Berlin.

geschlitzten Kegeln je ein Stück herausgeschnitten.) Vermittels dreier Schrauben, welche, mit der Welle gleichlaufend, durch beide Kegel hindurchgehen, werden die beiden Kegel in die Hülse H hinein- und damit gleichzeitig fest auf die Wellenenden aufgedrückt, so daß die Mitnahme des einen Wellenstranges durch den anderen schon vermittels der durch die Kuppelung erzeugten Reibung erfolgt.

Bewegliche Kuppelungen. Soll der eine Teil des Wellenstranges die Möglichkeit haben, sich in der Längsrichtung gegen den anderen

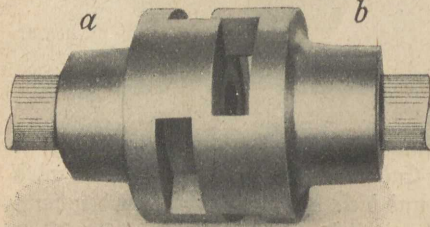


Abb. 39.

Teil zu verschieben, z. B. um Längenänderungen infolge von Temperaturschwankungen auszugleichen, so befestigt man auf zwei aneinanderstoßenden Wellenenden mit Vorsprüngen versehene Scheiben a und b (Abb. 39), welche klauenförmig ineinander eingreifen. Man erkennt leicht, daß diese Klauen eine Mitnahme des einen Wellenstranges durch den anderen bewirken und dabei doch die geforderte Längsbewegung der einen Welle ermöglichen.

In neuerer Zeit kommt es häufig vor, daß zwei Wellenenden so miteinander verkuppelt werden sollen, daß eine etwaige Ungenauigkeit in der Lagerung der einen Welle die andere Welle nicht beeinflusst. Ein solcher Fall liegt z. B. vor, wenn die Welle einer Dynamomaschine mit der Welle einer Dampfmaschine, Gasmaschine od. dgl. verbunden werden soll. In solchem Falle bedient man sich ebenfalls beweglicher, oder wie man sie in diesem Falle auch nennt, elastischer Kuppelungen. Ein Beispiel einer solchen bietet die häufig angewandte Kuppelung von Zedel-Voith (Abb. 40). Auf dem Ende jeder der beiden miteinander zu verbindenden Wel-

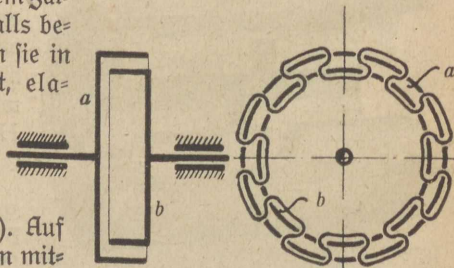
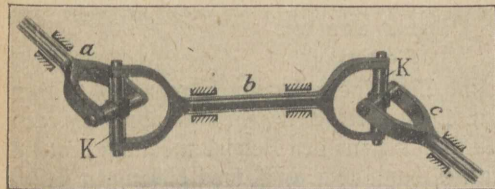


Abb. 40.

len sitzt eine Art flacher Glocke a und b, deren Ränder mit einem gewissen Spielraum übereinandergreifen, etwa wie die Teile einer Butterdose. Durch die Ränder dieser Glocken ist nun ein fortlaufender starker Lederriemen in der Weise hindurchgezogen, wie dies die rechte Hälfte der Abb. 40 zeigt. Die Nachgiebigkeit dieses Riemens bewirkt einmal die verlangte Unabhängigkeit der einen Welle von der anderen, nebenbei aber auch noch eine elektrische Isolierung der beiden Wellen gegeneinander, was bei Dynamomaschinen von Vorteil ist.

Sollen die beiden Wellenstränge an der Verbindungsstelle einen starken Knick bilden, so gibt es auch hierfür ein Hilfsmittel in der Gestalt der sogenannten Kreuzgelenkkuppelung. Abb. 41 zeigt einen zweimal geknickten Wellenstrang a, b, c unter Anwendung solcher Kreuzgelenkkuppelungen. Die Kuppelung besteht aus einem Kreuzstück K, dessen vier Enden paarweise von den gabelförmig gestalteten Wellenenden in kurzen Lagern umfaßt werden.

Ausrückkuppelungen. Als einfache Ausrückkuppelung kann nach einer geringen Abänderung die bei der vorigen Gattung von Kuppelungen erwähnte Klauenkuppelung verwendet werden. Ordnet man nämlich eine der beiden Klauenhälften (Abb. 39 auf S. 26) so auf der zugehörigen Welle an, daß sie zwar bei einer Drehung von der Welle mitgenommen wird, sich dabei aber doch auf der Welle verschieben läßt, so erkennt man leicht, daß durch Herausziehen der verschiebbaren aus der feststehenden Klaue der eine der beiden Wellenstränge zum Stillstande kommt. Ein Übelstand dabei ist jedoch der, daß ein solches Auseinanderziehen bei schwer belasteter Welle nur mit großer Kraftanstrengung möglich ist. Außerdem dürfte nicht schwer einzusehen sein, daß ein Wiedereinrücken einer solchen Kuppelung während des Betriebes nicht gut angängig ist. Einmal wird es überhaupt schwierig sein, während des Ganges der einen Welle die beiden Klauen miteinander zum Eingriff zu bringen, und dann würde ein solches plötzliches Einrücken mit einem so heftigen Stoße verbunden



sein, daß höchstwahrscheinlich irgendwo in der Wellenleitung ein Bruch erfolgen müßte.

Soll daher eine Ausrückkuppelung

Abb. 41.

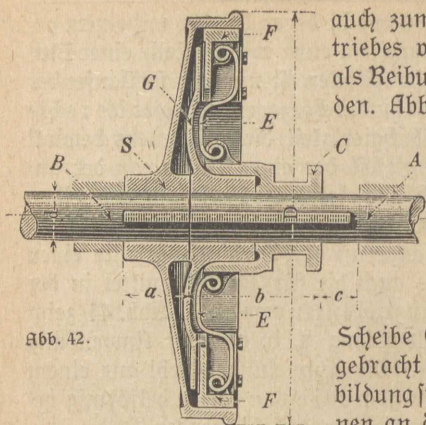


Abb. 42.

auch zum Einrücken während des Betriebes verwendet werden, so muß sie als Reibungstuppelung ausgebildet werden. Abb. 42 zeigt die Skizze einer Reibungstuppelung Bauart Dohmen-Leblanc der Berlin-Anhaltischen Maschinenfabrik. Auf dem Wellenende A ist die Scheibe G, auf dem Wellenende B die Scheibe S festgekeilt. An dem Umfange der

Scheibe G sind vier Gleitstücke F angebracht (zwei davon sind in der Abbildung sichtbar), welche durch Gleitbahnen an der Scheibe G geführt sind und

sich dort in senkrechter Richtung verschieben lassen. Werden diese Gleitstücke nach außen bewegt, so pressen sie sich allmählich an den äußeren wagerechten Rand der Scheibe S an und durch die hierdurch erzeugte Reibung wird Scheibe G mit Scheibe S und somit auch Welle A mit Welle B gefuppelt. Dieses Verschieben der Gleitstücke F in senkrechter Richtung geschieht nun in folgender Weise: Auf der Welle A ist eine Hülse C mittels Nut und Feder (s. S. 8) so angeordnet, daß sie sich zwar auf der Welle verschieben läßt, aber auch von der sich drehenden Welle mitgenommen wird. An vier Vorsprüngen dieser Hülse sind S-förmige Federn E angebracht, die mit ihren Enden an den Gleitstücken F angreifen. Schiebt man nun die Hülse C nach links, so stellen sich die Federn aufrecht, drücken sich schließlich, wenn die Gleitstücke F an dem wagerechten Rande der Scheibe S anliegen, ein wenig durch und erzeugen so die vorher erwähnte allmähliche Anpressung der Gleitstücke an die Scheibe S und somit auch die allmähliche stoßfreie Mitnahme der Welle B durch die Welle A.

Viertes Kapitel.

Lager.

Allgemeines. Lager sind Maschinenteile zum Tragen und Stützen von Zapfen und Wellen. In der Regel bestehen sie aus mehreren Teilen, einmal um die Aufstellung für den Betrieb möglichst bequem und zweckmäßig zu gestalten, dann aber auch, weil diejenigen Teile,

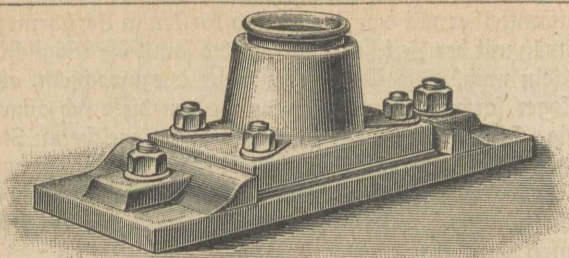


Abb. 43.

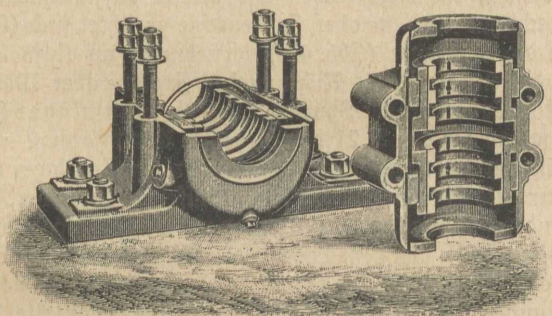


Abb. 44.

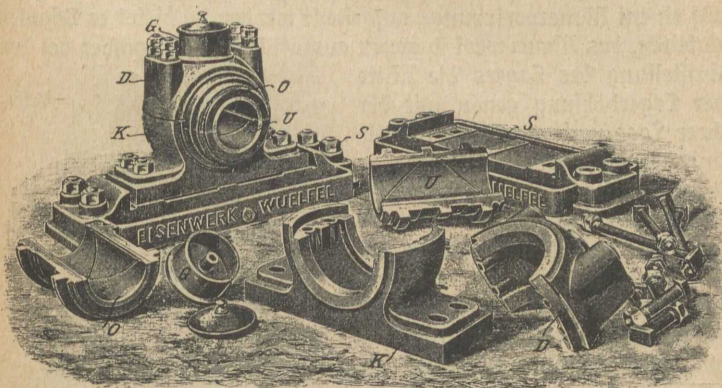
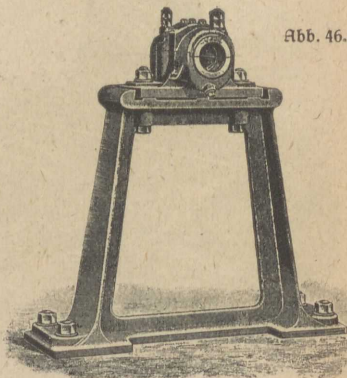


Abb. 45.

welche unmittelbar mit den Zapfen und Wellen in Berührung stehen, naturgemäß mit der Zeit sich abnutzen und somit die Möglichkeit vorhanden sein muß, diese Teile gegen neue auszuwechseln, ohne das ganze Lager fortzuwerfen. Übrigens werden diese sich abnutzenden Teile, die „Lagerschalen“, absichtlich aus einem weicheren Stoffe als die Wellen hergestellt, eben damit nicht etwa die Abnutzung an der teureren Welle, sondern an den leicht zu ersetzenden Lagerschalen eintritt.

Der Gattung nach unterscheidet man, ähnlich wie das früher bei den Zapfen besprochen wurde, Traglager und Stütz- oder Spurlager, wobei die Traglager zur Aufnahme von Wellen und Tragzapfen dienen, im wesentlichen also Kräfte aufzunehmen haben, die senkrecht zur Wellen- oder Zapfenachse gerichtet sind (Abb. 45), während die Spurlager (Abb. 43¹⁾ vornehmlich zur Aufnahme von Kräften dienen, die in die Richtung der Zapfen- oder Wellenachse fallen. Eine Sonderart der Spurlager sind die Kammlager (Abb. 44) zur Aufnahme der auf S. 21 beschriebenen Kammzapfen.

Einzelheiten der Traglager. Das gewöhnliche Traglager (in einer Ausführung des Eisenwerkes Wülfel in Wülfel bei Hannover, Abb. 45) besteht in der Hauptsache — bei Spurlagern treten einige sinngemäße Änderungen ein — aus dem Lagerkörper K, dem Lagerdeckel D und den eingesetzten Lagerschalen O und U, wozu dann neben verschiedenen Schrauben bisweilen noch eine sogenannte Sohlplatte S hinzukommt. Der Zweck dieser Sohlplatte ist folgender: Soll ein Lager z. B. auf einem Mauervorsprunge aufgestellt werden, so bietet es Schwierigkeiten, das Mauerwerk so genau auszuführen, daß nachher bei der Aufstellung des Lagers die Mitte der Lagerhöhle genau mit der ihrer Lage nach gegebenen Mittellinie des Zapfens oder der Welle zusammenfällt. In einem solchen Falle wird auf dem Mauervorsprunge zunächst eine gußeiserne Platte, die Sohlplatte, möglichst genau aufgestellt und durch Schrauben mit dem Mauerwerk verbunden. Auf die glattgehobelte Fläche der Sohlplatte



1) Die Abb. 43, 44, 46, 47 aus einem Kataloge von G. Polysius, Dessau.

wird dann das Lager gestellt, durch Hinundherschieben, gegebenenfalls durch Unterlegen dünner Bleche u. dgl. in seine richtige Stellung gebracht und dann durch Schrauben mit der Sohlplatte verbunden. Durch Einlegen passender Keile zwischen die Lagerkörper und die nasenartigen Vorsprünge der Sohlplatte wird endlich eine Verschiebung des Lagers auf der Sohlplatte während des Betriebes verhindert.

Bei Traglagern unterscheidet man der Aufstellungsart nach gewisse Formen, die entweder durch eigene Gestaltung des Lagers oder auch, wie z. B. in den folgenden Abbildungen, in der Weise erzielt werden, daß ein gewöhnliches Traglager auf entsprechend geformte Träger gesetzt wird. So unterscheidet man z. B. Bodlager (Abb. 46), Hängelager (Abb. 47), Wandlager (Abb. 48) usw.

Verstellbarkeit der Lagerschalen. Eine sehr wesentliche Bedingung bei einem Lager ist die, daß bei eingetretener Abnutzung der Lagerschalen die Schalen in der Richtung, in welcher die Abnutzung stattgefunden hat, nachgestellt werden können, damit die Welle wieder ihre ursprüngliche Lage erhält. In der Regel wird dies, in Folge des

Eigengewichts der Welle, die untere Schale sein. Falls nun keine besondere Vorrichtung zum Nachstellen vorhanden ist, wie sie z. B. bei dem weiter unten zu besprechenden Sellerslager ausgeführt wird, läßt sich ein Nachstellen, d. h. Heben der abgenutzten Lager-

schalen einfach dadurch erreichen, daß man entweder unter die Lagerschale oder gegebenenfalls unter den Lagerkörper eine Anzahl dünner Bleche legt, bis die Welle mit der festanliegenden Lagerschale wieder ihre ursprüngliche Lage eingenommen hat.

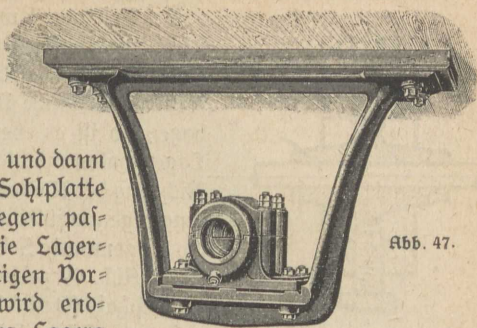


Abb. 47.

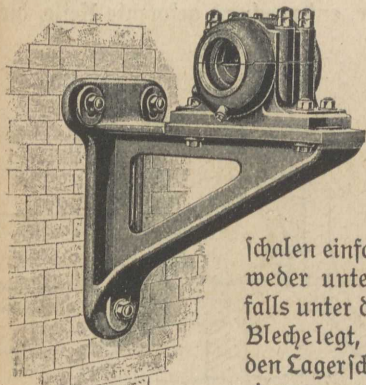


Abb. 48.

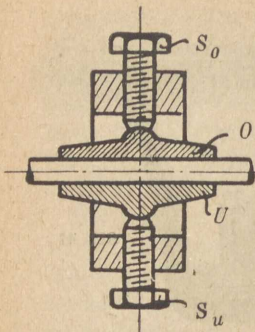


Abb. 49.

Bei Triebwerkswellen ist es oft erwünscht, leicht eine geringe Veränderung der Höhenlage der Welle herbeiführen zu können. Hat sich ferner eine solche Welle ein klein wenig verbogen, so ist es ebenso erwünscht, daß sich die Lagerschalen möglichst selbsttätig genau in die Richtung der Wellenachse einstellen. Beide Bedingungen erfüllt in recht zweckmäßiger Weise das sogenannte Sellerslager, dessen Gerippsskizze Abb. 49 zeigt. Die obere und untere Lagerschale (O und U) ruhen mit Kugelflächen auf zwei Schrauben S_o , S_u auf, welche in dem Lagerkörper drehbar sind. Durch Heraus- und Hereinschrauben der beiden Schrauben läßt sich erstens die Höhenlage der Welle bequem verändern, und ferner können sich infolge der Lagerung in den Kugelflächen die Lagerschalen in ziemlich weiten Grenzen nach der Lage der Wellenachse selbsttätig einstellen. Abb. 50 zeigt ein Sellerslager als sogenanntes Stehlager ausgeführt.

Ein besonderer Fall tritt ein bei Lagern, bei welchen auch Drucke in wagerechter Richtung vorkommen, wie es z. B. die Lager sind, in denen die Wellen der Dampfmaschinen oder Gasmaschinen ruhen.

Hier wird es meist so gemacht, daß die Lagerschalen in vier Teile geteilt werden (Abb. 51) und die seitlichen Lagerschalen keilförmige Flächen erhalten. Durch eingelegte, entsprechend geformte Keile, die

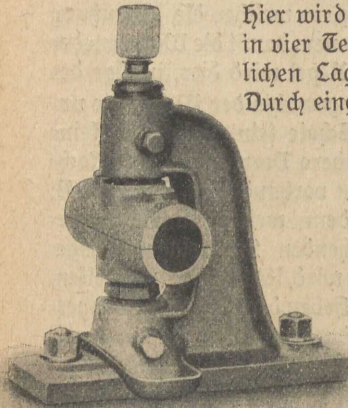


Abb. 50.

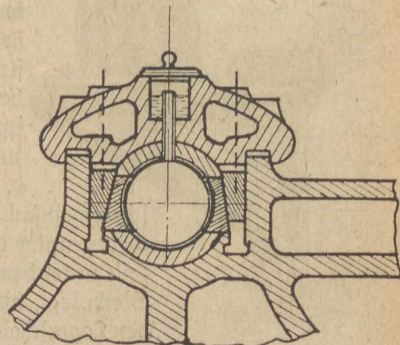


Abb. 51.

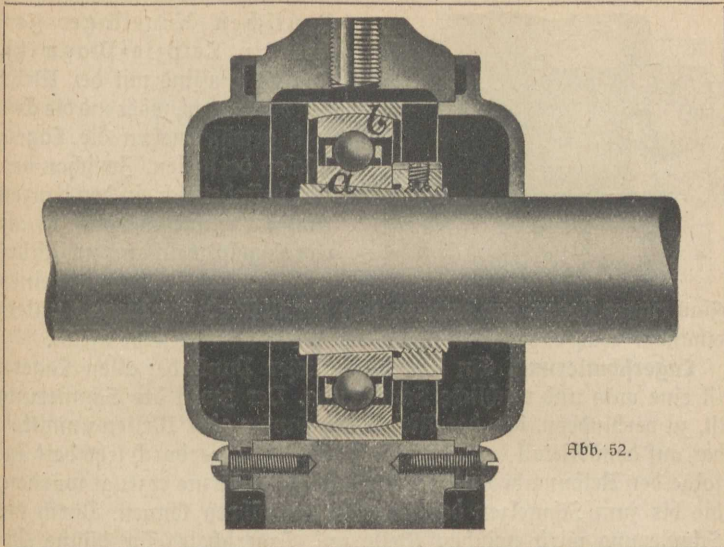


Abb. 52.

von außen her durch Schrauben gehoben oder gesenkt werden können, ist es möglich, diese seitlichen Lagerschalen in wagerechter Richtung nachzustellen (vgl. die Abb. 51).

Kugellager. Es ist eine Erfahrungstatsache, daß die Überwindung rollender Reibung wesentlich weniger Kraft erfordert, als unter sonst gleichen Umständen (d. h. bei gleichen Stoffen und gleicher Belastung) die Überwindung der Reibung zweier aufeinander gleitender Körper. So ist es allbekannt, daß z. B. eine schwere Kiste sich leichter auf dem Fußboden fortbewegen läßt, wenn man Rollen darunter legt, als wenn man die Kiste unmittelbar auf dem Fußboden fortschieben wollte. Das hat in neuerer Zeit zu einer ausgedehnten Verwendung der sogenannten Kugellager geführt, deren Grundgedanke immer darauf beruht, daß zwischen Zapfen und Lager sehr genau gearbeitete, gehärtete Stahlkugeln zwischengeschaltet werden, so daß der Zapfen nicht mehr, wie bei den gewöhnlichen Trag- und Spurlagern, auf den Lagerschalen schleift, sondern gewissermaßen auf den dazwischengeschalteten Kugeln rollt. Abb. 52 zeigt die Ausführung eines Kugellagers an Stelle eines Traglagers (z. B. für eine Wellenleitung), Abb. 53 ein als Kugellager ausgeführtes Spurlager (beide von der

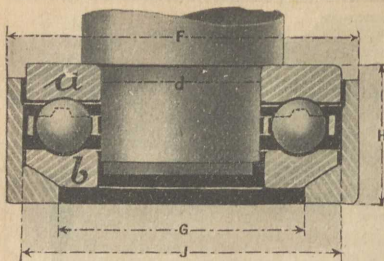


Abb. 53.

Deutschen Kugellager-Fabrik in Leipzig-Plagwitz). Die Teile a sind mit der Welle fest verbunden, während die Teile b gewissermaßen die Lagerschalen darstellen. Zwischen beiden befindet sich ein den ganzen Umfang einnehmender Kranz von Kugeln, welche in reichlich bemessenen Durchbohrungen eines

Gladringes liegen, der bewirkt, daß der Abstand der Kugeln untereinander während der Drehung der Welle stets derselbe bleibt.

Lagerschmierung. Ein sehr wesentlicher Punkt bei allen Lagern ist eine gute und reichliche Schmierung. Der Zweck der Schmierung ist, zu verhindern, daß das Metall der Zapfen oder Wellen unmittelbar auf dem Metall der Lagerschalen läuft, da hierdurch sehr bald infolge der Reibung bedeutende Mengen von Wärme erzeugt würden, die bis zum Schmelzen der Lagerschalen führen können. Durch die Schmierung wird zwischen Welle und Lagerschale eine dünne Ölschicht gebracht, so daß also eigentlich nicht Metall auf Metall, sondern Metall auf Öl läuft, was eine wesentlich geringere Reibung zur Folge hat. Die Zahl der Vorrichtungen zum dauernden, mehr oder weniger selbsttätigen Schmieren von Wellen und Zapfen ist sehr groß. Eine der einfachsten Vorrichtungen besteht darin, auf dem Lagerdeckel eine Höhlung anzubringen, in welche ein dünnes Röhrchen gesteckt ist, das bis nahezu auf den Zapfen herabreicht (vgl. G Abb. 45 auf S. 29). Die Höhlung wird mit Öl angefüllt, und ein in dem dünnen Röhrchen stehender Docht bewirkt, daß das Öl ganz allmählich dem Zapfen zufließt.

Wesentlich besser ist die sogenannte Ringschmierung, welche namentlich für Triebwerkswellen ausgedehnte Verwendung findet. Der Grundgedanke einer solchen Ringschmierung (Abb. 54) ist folgender. In dem Lager sind an zwei oder mehreren Stellen Höhlungen ausgespart, in welchen dünne gußeiserne Ringe R stecken, welche oben lose auf der Welle aufliegen und mit ihrem unteren Teile in Öl eintauchen. Die geringe Reibung zwischen Ring und Welle genügt, um die Ringe in Umdrehung zu versetzen und so fortwährend geringe Mengen Öl aus dem unteren Teile der Lagerhöhle auf die Welle heraufzubringen, wo es sich durch entsprechende Rillen, die in der

oberen Lager-
schale ange-
bracht sind,
über die gan-
ze Lagerfläche
verbreitet.

Der Vorteil
dieser Art von
Schmierung

besteht darin, daß die Schmierung eine sehr reichliche ist und doch keine Verschwendung von Öl eintritt, da das Öl immer wieder in den unteren Teil des Lagers zurüctropft und so wieder von neuem verwendet werden kann. Derartige Ringschmierlager können monatelang ohne jede Bedienung in Betrieb stehen, was bei umfangreichen Wellenleitungen in Fabriken natürlich von großer wirtschaftlicher Bedeutung ist.

Bei sehr wichtigen Lagern, wie es z. B. die Kurbelwellenlager großer Wärmekraftmaschinen oder die Lager von Dampfturbinen sind, wird die Anordnung so getroffen, daß das Öl durch besondere kleine Preßpumpen in ununterbrochenem Strome durch die Lager hindurchgedrückt wird. Das aus dem Lager kommende Öl durchstreicht eine Reinigungs- und eine Kühlvorrichtung und wird sofort wieder verwendet, so daß ein dauernder Kreislauf des Öles entsteht. Thermometer, welche in die Lagerschalen eingesetzt, gegebenenfalls sogar mit einer elektrischen Warnungsschelle verbunden sind, zeigen dem Maschinisten an, ob die Temperatur im Lager nicht zu hoch, die Schmierung also auch gut im Gange ist.

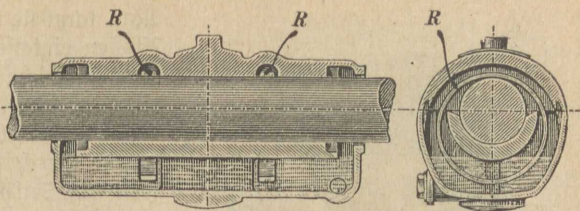


Abb. 54.

Dritter Abschnitt.

Räder.

Einleitung.

Erklärungen und Bewegungsgesetze.

Allgemeines. Es liege eine von einem Wasserrade, einer Dampfmaschine od. dgl. angetriebene Welle vor, welche ständig in ein und derselben Richtung umläuft, und es soll nun die Aufgabe gelöst werden, von dieser Welle eine andere so anzutreiben, daß sie sich ebenfalls ständig umdreht. Als Hilfsmittel dazu dienen geeignet gestaltete Scheiben oder Räder, von denen je eins auf jeder Welle sitzt.

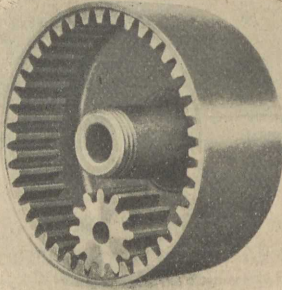


Abb. 55.

Man kann sie in zwei große Klassen einteilen, nämlich erstens in solche Räder, welche einander unmittelbar berühren, und zweitens in Räder, welche durch ein Zugorgan (Riemen, Seil oder Kette) miteinander in Verbindung stehen. Soll dabei die Bewegungsübertragung eine ständige sein, so ist offenbar bei beiden Klassen von Rädern die Bedingung zu stellen, daß niemals zwischen den Rädern unter-

einander oder zwischen Rad und Zugorgan ein Gleiten eintritt. Der Einfachheit halber sollen hier nur kreisförmige Räder und Scheiben behandelt werden, deren Mittelpunkt mit dem Mittelpunkte der Welle zusammenfällt.

Unmittelbar sich berührende Räder. Zu der ersten Klasse von Rädern gehören die Reibungsräder und Zahnräder. Unter Reibungsrädern versteht man glatte Scheiben, deren Umfänge in radialer Richtung fest aneinandergedrückt sind, so daß infolge der an den Umfängen auftretenden Reibung die eine Scheibe durch die andere mitgenommen wird.

Zahnräder dagegen sind Räder, deren Umfänge mit Vorsprüngen (Zähnen) und Lücken versehen sind, die stets ineinander eingreifen, so daß also die Mitnahme des einen Rades durch das andere nicht durch eine radiale Pressung geschieht wie bei den Reibungsrädern, sondern durch eine tangentielle Pressung.

Sind die durch die Räder miteinander



Abb. 56.

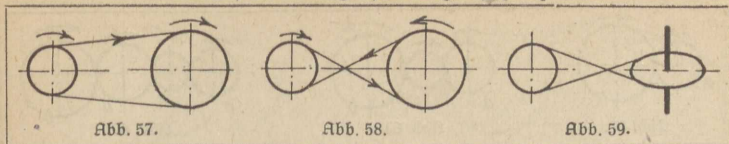


Abb. 57.

Abb. 58.

Abb. 59.

zu verbindenden Wellen gleichlaufend, so spricht man von zylindrischen oder Stirnrädern (Abb. 55 und 67 S. 41), wobei noch unterschieden werden kann zwischen Rädern, die sich beide an ihrem äußeren Umfange berühren, Außenräder (Abb. 67), und Rädern, von denen eins an seinem inneren Umfange von dem anderen berührt wird: Innenräder (Abb. 55¹).

Würden sich die beiden zu verbindenden Wellenstränge hinreichend verlängert im Raume schneiden, so erhält man Kegelmäder (Abb. 56).

Kreuzen sich die beiden Wellen im Raume, ohne einander zu schneiden, so erhält man Hyperbelräder (Abb. 81 S. 48).

Räder, welche sich nicht unmittelbar berühren. Die zweite oben erwähnte Klasse von Rädern findet ihre Anwendung bei dem sogenannten Riementrieb, Seiltrieb und dem selteneren Kettentrieb. Die Gestalt der Räder ist hier in allen Fällen zylindrisch, jedoch unterscheidet man je nach Lage der miteinander zu verbindenden Wellen drei Arten des Betriebes, nämlich:

1. Den offenen Betrieb (Abb. 57)
2. Den gekreuzten Betrieb (Abb. 58)
3. Den geschränkten Betrieb (Abb. 59) bei Wellen, die einander im Raume kreuzen, ohne sich zu schneiden.

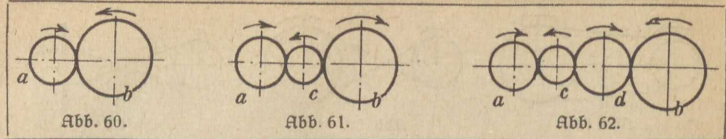
Ehe auf die Beschreibung der Räder im einzelnen eingegangen werden soll, mögen folgende **wichtige allgemeine Sätze** hier Platz finden.

Erster Satz. Bei einem sich unmittelbar berührenden Räderpaare haben die Räder entgegengesetzte Drehrichtung bei Außenrädern; dieselbe Drehrichtung bei Innenrädern. Dies folgt sofort aus der Betrachtung der Abb. 55 auf S. 36 und Abb. 60 auf S. 38.

Zweiter Satz. Ein zwischen zwei Räder geschaltetes Rad verändert die bisherige Drehrichtung der angetriebenen Welle in die entgegengesetzte (siehe Abb. 61 und 62).

Dritter Satz. Stehen die Räder in Verbindung durch ein Zugorgan, so haben die Wellen gleiche Drehrichtung bei einem offenen

1) Aus einem Kataloge von Fr. Stolzenberg & Co., Berlin-Reinickendorf West.



Betriebe; entgegengesetzte Drehrichtung bei gekreuztem Betriebe (vgl. die Abb. 57 und 58).

Da nach der auf S. 36 ausgesprochenen Bedingung ein Gleiten zwischen zwei mittelbar oder unmittelbar miteinander in Verbindung stehenden Rädern nicht eintreten darf, so folgt daraus sofort ein

Vierter Satz. Zwei sich mittelbar oder unmittelbar berührende Räder besitzen gleiche Umfangsgeschwindigkeit c , d. h. jeder Punkt des Umfangs der beiden Räder legt in einer Zeiteinheit denselben Weg zurück.

Hat ein sich drehendes Rad den Halbmesser r , so hat sein Umfang bekanntlich die Größe $2r\pi$. Macht dabei das Rad n Umdrehungen in der Minute, so legt ein Punkt am Umfange des Rades in der Minute den Weg $2r\pi n$ Meter zurück. Denselben Weg muß aber nach dem eben ausgesprochenen Satz IV auch jeder Punkt am Umfange des zweiten Rades zurücklegen. Hat dieses zweite Rad den Halbmesser r_1 und dreht es sich dabei n_1 mal in der Minute um, so kann man Satz IV auch in der Form ausdrücken: Bei zwei sich mittelbar oder unmittelbar berührenden Rädern muß stets

$$2r\pi n = 2r_1\pi n_1$$

sein, und daraus folgt endlich in einfacher Weise ein sehr wichtiger

Fünfter Satz. Bei zwei sich mittelbar oder unmittelbar berührenden Rädern ist stets

$$rn = r_1n_1 \quad \text{oder} \quad \frac{n}{n_1} = \frac{r_1}{r}$$

In Worten: Die minutliche Umdrehzahl zweier Wellen verhält sich umgekehrt wie die Halbmesser der auf ihnen sitzenden Räder, durch welche sie miteinander in Verbindung stehen.

Beispiel: Von einer Welle a , welche $n_a = 80$ Umdrehungen in der Minute macht, soll eine andere Welle b angetrieben werden, welche $n_b = 120$ Umdrehungen in der Minute machen soll. Lösung: Setzt man auf die Welle a eine Scheibe (ganz gleichgültig, ob Riemenscheibe, Zahnrad od. dgl.), z. B. vom Halbmesser $r_a = 60$ cm, dann muß die entsprechende Scheibe auf der Welle b einen Halbmesser r_b erhalten, dessen Größe sich ergibt aus der Beziehung

$$r_b = r_a \frac{n_a}{n_b} = 60 \frac{80}{120} = 40 \text{ cm.}$$

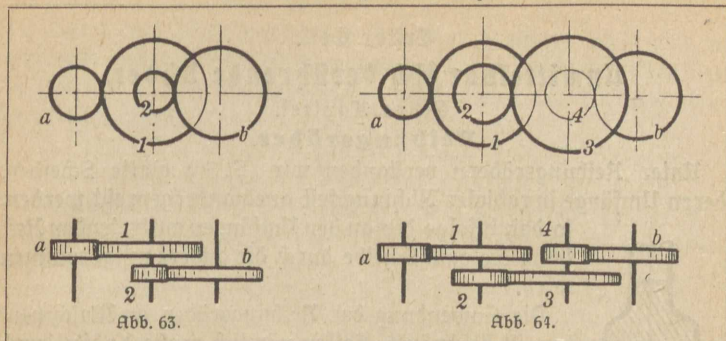


Abb. 63.

Abb. 64.

Sechster Satz. Mehrere Wellen mit je einem Rade. Soll eine Welle b von einer Welle a aus durch unmittelbar sich berührende Räder angetrieben werden in der Weise, daß eine oder mehrere Wellen mit je einem darauffitzenden Rade dazwischengeschaltet werden (Abb. 62), so ist die Anzahl und Größe der dazwischengeschalteten Räder ohne Einfluß auf das Übersetzungsverhältnis der Wellen a und b.

Nach Satz IV ist nämlich

$$2r_a \pi \cdot n_a = 2r_c \pi n_c = 2r_d \pi n_d = 2r_b \pi n_b;$$

das heißt aber, da 2π sich überall forthebt,

$$r_a \cdot n_a = r_b \cdot n_b \quad \text{oder} \quad \frac{n_a}{n_b} = \frac{r_b}{r_a}.$$

Das Übersetzungsverhältnis der Wellen a und b ist also genau dasselbe, als wenn die Zwischenräder c und d nicht vorhanden wären.

Siebenter Satz. Mehrere Wellen mit paarweise darauf befindlichen Rädern. Bezeichnet wieder r den Halbmesser der einzelnen Räder, n die Umdrehzahl in der Minute, so ergibt sich nach Satz V und Abb. 63

$$n_1 = n_a \frac{r_a}{r_1}, \quad n_b = (n_2) \frac{r_2}{r_b}.$$

Da nun Rad 1 und 2 auf einer gemeinschaftlichen Welle befestigt sind, so ist $n_2 = n_1$, und es ergibt sich

$$n_b = \left(n_a \frac{r_a}{r_1} \right) \frac{r_2}{r_b} \quad \text{oder} \quad \frac{n_a}{n_b} = \frac{r_b}{r_a} \left(\frac{r_1}{r_2} \right).$$

Man sieht sofort, wie das weitergeht: bei zwei zwischengeschalteten Räderpaaren z. B. erhält man (Abb. 64)

$$\frac{n_a}{n_b} = \frac{r_b}{r_a} \left(\frac{r_1}{r_3} \cdot \frac{r_3}{r_4} \cdot \dots \dots \right) \text{ usw.}$$

Erster Teil.

Unmittelbar sich berührende Räder.

Erstes Kapitel.

Reibungsräder.

Unter Reibungsrädern verstanden wir (S. 36) glatte Scheiben, deren Umfänge in radialer Richtung fest aneinandergepreßt werden, so daß infolge der an den Umfängen auftretenden Reibung die eine Scheibe durch die andere mitgenommen wird.

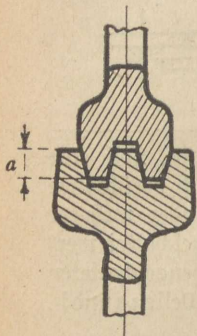


Abb. 65.

Die Anwendung der Reibungsräder im Maschinenbau ist beschränkt. Sollen nämlich große Kräfte durch solche Räder übertragen werden, so müßten, um ein Gleiten der Umfänge aufeinander zu vermeiden, die Räder sehr stark aneinandergepreßt werden, was wiederum starke Abnutzung zur Folge hätte. Will man die Reibung zwischen den Rädern erhöhen, so kann man die Umfänge keilförmig gestalten (Abb. 65). Jedoch darf die Tiefe der Rillen (a) nicht zu groß werden (etwa 10—12 mm), da sonst eine zu starke Abnutzung, gegebenenfalls auch eine zu starke Erwärmung der Räder eintritt. Recht fesselnd ist eine Art von Reibungsrädern, die unter anderem z. B. bei Automobilen angewendet worden ist. Es sei b (Abb. 66) eine Welle, die (z. B. von der Antriebsmaschine des Automobils) in ständiger, ungefähr gleichbleibender Umdrehung gehalten wird. Von dieser Welle soll eine andere Welle a (die mit den Rädern des Automobils in Verbindung steht) so angetrieben werden, daß nicht nur die Umdrehzahl, sondern sogar auch die Drehrichtung von a geändert werden kann. Zu diesem Zwecke befestigt man auf dem Ende von b eine glatte Scheibe, gegen deren Fläche sich ein auf der Welle a befindliches Rad fest anlegt. Dieses Rad ist dabei so angeordnet, daß es sich auf der Welle verschieben läßt, aber doch bei jeder Drehung die Welle a mitnimmt (Verbindung vermittelt Nut und Feder; vgl. S. 8). Nach dem auf S. 38 genannten Satze V ist

$$n_a = n_b \frac{r_b}{r_a}.$$

Man erkennt sofort: je kleiner r_b wird, d. h. je mehr

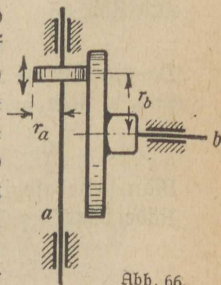


Abb. 66.

das Rad a dem Mittelpunkte der Scheibe b genähert wird, um so langsamer dreht sich die Welle a, und wenn das kleine Rad über den Mittelpunkt von b hinausgeschoben wird, kehrt die Welle a ihre Drehrichtung um.

Zweites Kapitel.

Zahnräder.

Allgemeines. Es seien I und II (Abb. 67) Stücke zweier ineinander eingreifender Zahnräder. Denkt man sich die beiden Räder um ihren Mittelpunkt gedreht, so erkennt man, daß sie offenbar mit stets wechselnden Radien ineinander eingreifen, denn einmal wird die Spitze eines Zahnes vom Rade I auf dem Grunde der Lücke des Rades II anliegen, während bald darauf die Verhältnisse umgekehrt sind. Es fragt sich nun,

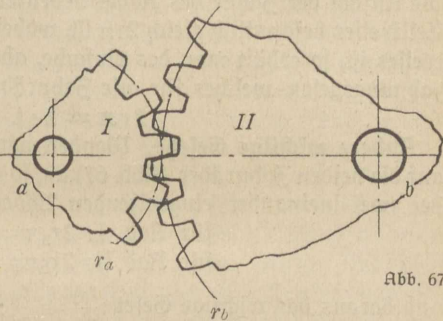


Abb. 67.

welcher Augenblick der Berührung ist maßgebend für das Übersetzungsverhältnis der beiden Wellen a und b. Die Antwort hierauf ist folgende: Denkt man sich die Mittelpunkte a und b der beiden Wellen durch eine Gerade, die sogenannte „Zentrallinie“, verbunden, so ist für die Übersetzung derjenige Punkt maßgebend, in welchem sich zwei Zähne der beiden Räder in der Zentrallinie berühren. Denkt man sich jetzt durch diesen Punkt um die Mittelachse a und b Kreise geschlagen vom Halbmesser r_a und r_b , so ist bei richtig ausgeführten Zahnrädern die Bewegungsübertragung von einer Welle auf die andere so, als wenn zwei glatte (Reibungs-) Räder von der Größe dieser beiden Kreise aufeinander rollen. Die Umfangsgeschwindigkeiten dieser beiden Kreise sind dann nach dem früheren Satze IV (S. 38) offenbar einander gleich.

Sämtliche Zähne zweier ineinander eingreifender Räder müssen selbstverständlich den gleichen Abstand voneinander haben. Diesen Abstand (t) der Mitten zweier Zähne voneinander, gemessen auf dem ebengenannten Kreise, nennt man die Teilung des Zahnrades (vgl. Abb. 68 S. 43), die beiden Kreise führen daher den Namen Teil-

kreise. Sie spielen bei den Zahnrädern eine wichtige Rolle, da man sich, wie ja eben erwähnt, die Zahnräder in ihrer Wirkung geradezu durch ein Paar Reibungsräder von diesem Teilkreis halbmesser ersetzt denken kann. Wenn daher von dem Halbmesser eines Zahnrades die Rede ist, so ist damit stets der Halbmesser des betreffenden Teilkreises gemeint.

Verzahnungsgesetz. Es ist wohl ohne weiteres einleuchtend, daß der Umfang des Teilkreises ein Vielfaches der Teilung t sein muß, und zwar derart, daß t in dem Umfange z mal enthalten ist, wobei z die Anzahl der Zähne des Rades bedeutet. Da nun der Umfang des Teilkreises bekanntlich gleich $2r\pi$ ist, wobei r der Halbmesser des Teilkreises ist, so erhält man das einfache, aber ungemein wichtige Verzahnungsgesetz, welches für alle Zahnräder gilt, nämlich

$$2r\pi = z \cdot t.$$

Andere wichtige Gesetze. Wenden wir den eben erhaltenen Satz auf die beiden Zahnräder (Abb. 67) an, so erhält man, da die Teilung bei zwei ineinander eingreifenden Rädern genau gleich sein muß,

$$\text{für Rad I: } 2r_a\pi = z_a \cdot t$$

$$\text{für Rad II: } 2r_b\pi = z_b \cdot t$$

und daraus das wichtige Gesetz $\frac{r_a}{r_b} = \frac{z_a}{z_b}$;

in Worten: Es verhalten sich die Teilkreisradien zweier ineinander eingreifender Zahnräder wie die Zähnezahlen der beiden Räder und umgekehrt.

Nach dem S. 38 gefundenen Satz V verhalten sich aber die Umdrehzahlen zweier voneinander abhängiger Wellen umgekehrt wie die Radien der auf ihnen sitzenden Räder, oder

$$\frac{r_a}{r_b} = \frac{n_b}{n_a} \quad \text{und} \quad \frac{n_a}{n_b} = \frac{r_b}{r_a},$$

und daraus folgt sofort auch das weitere wichtige Gesetz $\frac{n_a}{n_b} = \frac{z_b}{z_a}$;

in Worten: Die Umdrehzahlen zweier ineinander eingreifender Zahnräder (oder zweier Wellen) verhalten sich umgekehrt wie die Zähnezahlen der beiden Zahnräder.

Wir können also in dem Beispiel auf S. 38 statt der Zentimeter auch Zähnezahlen setzen und sagen: Wenn das auf der Welle a sitzende Zahnrad 60 Zähne hat und die Welle a 80 Umdrehungen in der Minute macht, dann muß das Zahnrad auf der Welle b 40 Zähne haben, damit die Welle b 120 mal in der Minute umläuft.

Ebenso läßt sich jetzt der Satz VII auf S. 39 offenbar auch so schreiben:

$$\frac{n_a}{n_b} = \frac{z_b}{z_a} \left(\frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \dots \dots \right),$$

wobei z_a, z_1, z_2 usw. die Zähnezahlen der Räder a, 1, 2 usw. bedeuten.

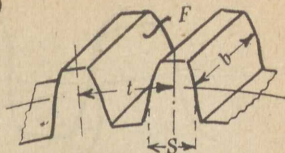


Abb. 68.

Erklärung. Da für die folgenden Besprechungen eine Reihe von Bezeichnungen wichtig sind, mögen diese Bezeichnungen an Hand der beifolgenden Skizze (Abb. 68) erläutert werden. Die Abmessung b nennt man die Zahnbreite, s ist die Zahnstärke, F sind die Zahnflanken, t ist die mehrfach erwähnte Zahnteilung.

Form der Zahnflanken. Kommt es nur darauf an, daß ein Zahnrad durch das andere überhaupt eine Drehbewegung erhält, so könnte die Form der Zahnflanken in weiten Grenzen beliebig gewählt werden. Es wird jedoch stets die Bedingung gestellt, daß die Bewegung der Zahnräder ebenso gleichmäßig erfolgen soll, als wenn an Stelle der beiden Zahnräder zwei aufeinander rollende Reibungsräder von der Größe der beiden Teilkreise vorhanden wären. Aus diesem

Grunde ist die Form der Zahnflanken nicht beliebig, sondern die geforderte Gleichmäßigkeit der Bewegung tritt aus Gründen, die zu erörtern hier zu weit führen würde, nur dann ein, wenn die Zahnflanken in ihren einzelnen Teilen entweder aus Zykloiden verschiedener Art oder unter Zuhilfenahme von Evolventen geformt sind, und man unterscheidet demnach Zahnräder mit Zykloidenverzahnung und solche mit Evolventenverzahnung.

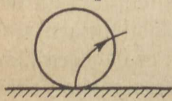


Abb. 69.

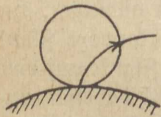


Abb. 70.

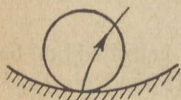


Abb. 71.

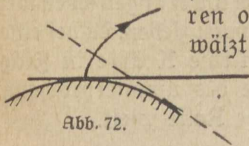


Abb. 72.

Was die Bedeutung und Form dieser Kurven betrifft, so sei kurz folgendes erwähnt: Eine Zykloide nennt man eine Kurve, welche entsteht durch die Bewegung eines Punktes am Umfange eines Kreises, welcher auf einer Geraden oder auf dem äußeren oder inneren Umfange eines Kreises abgewälzt wird. Die drei Kurven führen dann die besonderen Namen: gemeine Zykloiden (Abb. 69), Epizykloiden (Abb. 70) und Hypozykloiden (Abb. 71). Evolvente

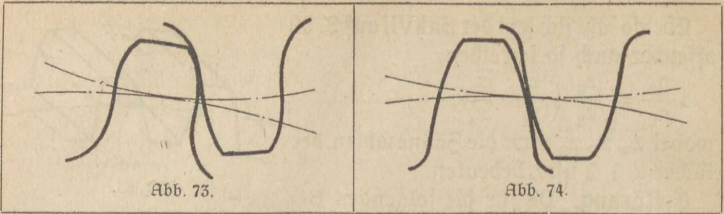


Abb. 73.

Abb. 74.

nennt man diejenige Kurve, welche ein Punkt einer Geraden beschreibt, die man auf dem Umfange eines Kreises abwälzt (Abb. 72).

Zykloiden- und Evolventenverzahnung. Auf die genauere Ausbildung der eben besprochenen Zahnformen, sowie namentlich auf die Abhängigkeit der Zahnformen von der Anzahl der Zähne und von dem Halbmesser des Rades kann hier aus Raummangel nicht eingegangen werden. Es mögen daher nur folgende kurzen Bemerkungen darüber hier Platz finden. Die aus Zykloiden gebildeten Zahnflanken haben im allgemeinen eine S-Form (Abb. 73), während die Evolventenzähne im allgemeinen nach Art der Abb. 74 geformt sind. Bei gleicher Stärke im Teilkreise ist also der Evolventenzahn an der Zahnwurzel stärker als der Zykloidenzahn (vgl. die Abbildungen) und kann daher auch größere Kräfte übertragen. Kommt es dagegen nicht auf die Übertragung großer Kräfte, also auf besonders große Festigkeit des Zahnes an, sondern spielt mehr die Abnutzung der Zähne eine Rolle, so ist die Zykloidenzahnform im allgemeinen günstiger. Hier läuft nämlich nicht, wie bei Evolventenzähnen, die konvexe Flanke auf einer konvexen (Abb. 74), sondern eine konkave Flanke auf einer konvexen (Abb. 73), die Zykloidenflanken berühren sich daher in einer verhältnismäßig breiten Fläche, während sich die Evolventenflanken (auf der ganzen Breite des Zahnes) nur in einer Linie berühren, so daß die Abnutzung hier eine viel stärkere wird.

Man findet daher die Evolventenverzahnung hauptsächlich bei Rädern für Winden, Krane u. dgl., wo große Kräfte durch die Zahnräder zu übertragen sind. Anders dagegen bei Kraftmaschinen. Soll hier vermittels Zahnradübersetzung irgendeine Welle angetrieben werden, so pflegt man die Zykloidenverzahnung vorzuziehen, da bei einer solchen Übertragung im allgemeinen nur kleine Kräfte in Frage kommen, während die Abnutzung infolge des ununterbrochenen raschen Arbeitens der Räder eine wesentliche Rolle spielt.

Drittes Kapitel.

Zahnräder besonderer Art.

Zahnstangen. Eine bauliche Abart der gewöhnlichen Stirnzahnräder (Abb. 67 auf S. 41) erhält man dann, wenn der Halbmesser des einen Rades „unendlich groß“ wird. Das Zahnrad mit „unendlich großem“ Halbmesser bekommt dann die Form einer Zahnstange (Abb. 75¹).

Kegelräder. Eine weitere bauliche Besonderheit ist es, wenn die Zähne sich nicht auf dem Umfange zylindrischer Räder befinden, sondern auf dem Umfange kegelförmiger Räder (Abb. 56 auf S. 36). Es gelten hier genau dieselben Verzahnungsregeln, die früher auf S. 42 besprochen wurden. Zu bemerken wäre vielleicht noch, daß der Winkel, den die beiden mit Kegelrädern versehenen Wellen miteinander bilden, in der Regel ein rechter ist, jedoch können auch Kegelräder für beliebige andere Winkel ausgeführt werden.

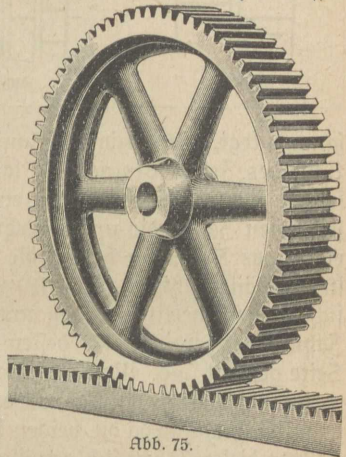
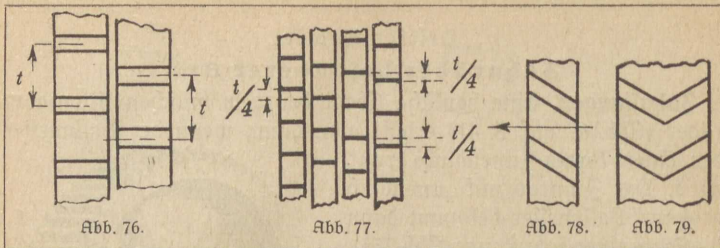


Abb. 75.

Pfeilräder. Eine eigentümliche Gattung der Zahnräder bilden die sogenannten Pfeilräder, deren Zweck und Wirkungsweise sich aus folgender Betrachtung ergibt. Es dürfte nicht schwer einzusehen sein, daß, gute Herstellung vorausgesetzt, eine Kraftübertragung durch Zahnräder von einer Welle auf eine andere gleichmäßiger und sicherer vor sich geht, wenn auf jeder Welle zwei Zahnräder nebeneinander sitzen, deren Zähne immer um eine halbe Teilung gegeneinander versetzt sind (Abb. 76). Was von zwei Rädern gilt, gilt natürlich um so mehr z. B. von vier Rädern, bei denen die Zähne immer um je $\frac{1}{4}$ der Teilung gegeneinander versetzt sind (Abb. 77). Vergrößert man die Zahl der Räder immer mehr bis ins „Unendliche“, wobei die Breite der Zähne zugleich immer geringer wird, so bekommt man schließlich, wenn man alle diese unendlich dünnen Zahnräder zu-

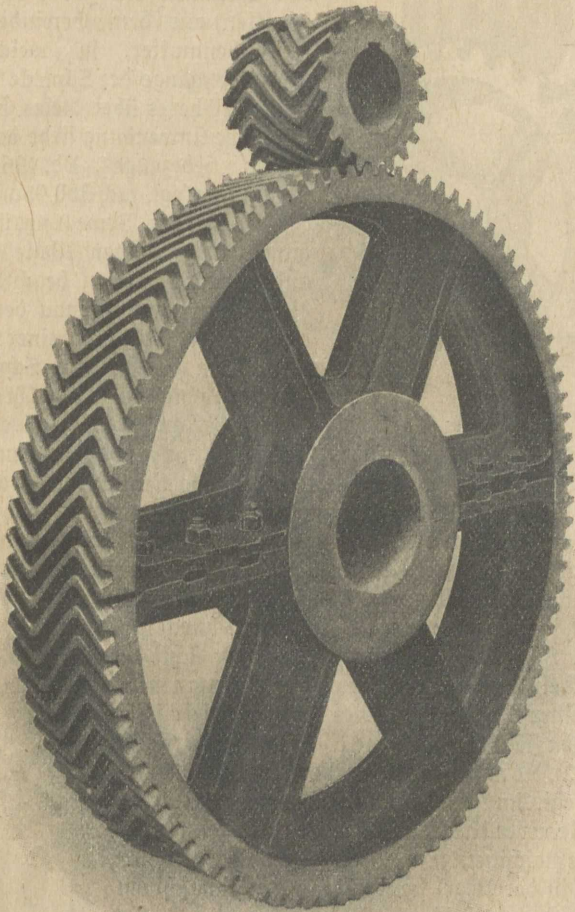
1) Abb. 56, 75, 81, 82 aus einem Kataloge der Zahnräderfabrik Otto Döring, Berlin N.



sammenlegt, ein einziges Zahnrad, dessen Zähne nicht mehr zu der Achse des Zahnrades parallel laufen (Abb. 78). Läßt man nun zwei solcher Zahnräder ineinander eingreifen, so tritt infolge der schräg-stehenden Zähne die unangenehme Erscheinung auf, daß die Zahnräder das Bestreben haben, die Wellen, auf denen sie befestigt sind, in der Längsrichtung (Abb. 78) zu verschieben. Dieser Übelstand läßt sich dadurch beseitigen, daß man auf dieselben Wellen ein zweites Zahnräderpaar aufsetzt, dessen Zähne nach der entgegengesetzten Seite geneigt sind. Man erhält aber auch offenbar dieselbe Wirkung, wenn man statt dessen Zahnräder ausführt, deren Zähne nach Abb. 79 gestaltet sind, und da die beiden schräg gegeneinander gestellten Zahn-hälften dieser Zähne sich gewissermaßen gegenseitig stützen und somit eine erhöhte Festigkeit haben, sind solche Zahnräder (man nennt sie dann aus leicht ersichtlichem Grunde Pfeilräder) für die Übertragung großer Kräfte, z. B. in Walzwerken u. dgl., stark in Aufnahme gekommen.

Eine besonders eigentümliche Ausbildung der Pfeilräder zeigt die Abb. 80 auf S. 47 (von der Bergischen Stahlindustrie in Remscheid). Man könnte sie als doppelte Pfeilräder bezeichnen. Ihre Anwendung bietet, wie leicht zu erkennen, die eben besprochenen Vorteile der Pfeilräder in erhöhtem Maße.

Schraube ohne Ende. Wenn zwei Wellen sich im Raume kreuzen, ohne einander zu schneiden, und die eine Welle durch die andere angetrieben werden soll, so kann dies geschehen mit Hilfe eines Getriebes, welches man als Schnecke mit Schraubenrad, auch wohl als Schraube ohne Ende (Abb. 81 auf S. 48) zu bezeichnen pflegt. Das kleinere Rad, die Schnecke, hat Ähnlichkeit mit einer Schraube, wobei der Querschnitt des Schraubengewindes die Form des Zahnes einer Zahnstange erhält. Die Zähne des größeren Rades erhalten



Абб. 80.

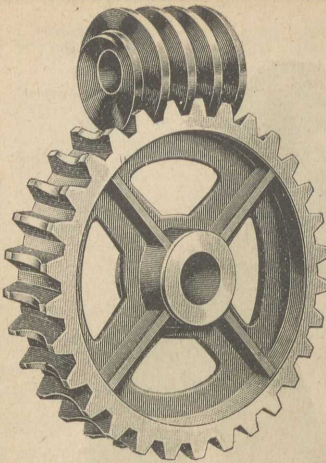


Abb. 81.

dann zweckmäßigerweise bei guten Ausführungen die Form von Ausschnitten aus dem Gewinde einer Schraubennutter, in welche die Schraubengänge der Schnecke hineinpassen. Näheres über dieses Getriebe und seine Anwendung siehe des Verfassers „Hebezeuge“, Bd. 196 dieser Sammlung (vgl. auch Abb. 95 auf S. 59).

Bezüglich der Bewegungsübertragung von der einen Welle auf die andere wäre noch zu beachten, daß diese Übertragung genau dem Vorgange bei der Bewegung einer Schraube in dem zugehörigen Schraubennuttergewinde entspricht. Ist also das „Gewinde“ auf der Schnecke als „eingängige“ Schraube ausgeführt (Abb. 81), so entspricht einer einmaligen vollen Umdrehung der Schnecke eine Drehung des Schraubenrades um einen Zahn, bei einer zweigängigen Schraube um zwei Zähne usw.

Schraubenräder. Das eben besprochene Getriebe kann man in der Weise abändern, daß man die Schnecke als Schraube von sehr vielen Gängen ausführt, so daß also die Gewindengänge sehr „steil“ werden, d. h. sich immer mehr nach der Achse der Schnecke hinneigen. Schneidet man nun senkrecht zur Achse der Schnecke ein Stück aus ihr heraus, so erhält man in der Form einer Scheibe oder eines Rades mit sehr schief stehenden Zähnen eine neue Klasse von Zahnrädern (Abb. 82), die man als Schraubenräder zu bezeichnen pflegt. Im Maschinenbau finden sie zur Übertragung kleinerer Kräfte nicht selten Anwendung, z. B. bei Gasmaschinen zum Antriebe der Steuerwellen, welche in der Regel senkrecht zur Hauptmaschinenwelle und unterhalb von ihr angeordnet sind. Zur dauernden Übertragung großer Kräfte sind derartige Schraubenräder (ebenso wie die Schneckenräder) wegen der ziemlich beträchtlichen Reibungsverluste wenig geeignet.

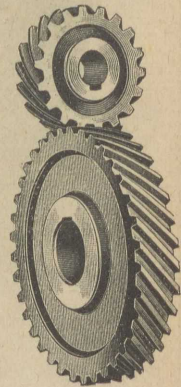


Abb. 82.

Zweiter Teil.

Räder zur Kraftübertragung mittels Zugorganen.

Erstes Kapitel.

Vorbemerkungen.

Allgemeines. Ist die Entfernung zweier Wellen so groß, daß unmittelbar sich berührende Räder zu bedeutende Abmessungen erhalten würden, oder soll aus sonstigen Gründen die Anwendung von Zahnrädern oder Reibungsrädern vermieden werden, so kann eine Welle von einer anderen auch dadurch angetrieben werden, daß man auf jeder der beiden Wellen eine geeignet gestaltete Scheibe anbringt und um diese Scheiben ein Zugorgan (Band, Riemen, ein oder mehrere Seile, Kette od. dgl.) herumschlingt.

Sieht man von den Ketten ab, die für Kraftübertragungen von untergeordneter Bedeutung sind, so geschieht das Festhalten des Zugorganes auf den Scheiben durch Reibung, und zwar kann diese Reibung auf dreierlei Weise erzeugt werden: erstens dadurch, daß das Zugorgan in gespanntem Zustande auf die Scheibe aufgebracht wird (z. B. beim Riementrieb, Hanfseil- und Baumwollseiltrieb), zweitens dadurch, daß die eigene Schwere des Zugorgans die Reibung hervorruft (angewendet beim Drahtseiltrieb), endlich drittens durch Anwendung von besonderen Spannrollen.

Treibende und getriebene Scheiben. Ist *a* (Abb. 83) diejenige Welle, von der die Bewegung ausgeht, so nennt man *a* die treibende Welle (Scheibe), *b* die getriebene Welle (Scheibe). Die beiden zwischen den Scheiben befindlichen Stücke des Zugorganes nennt man ein **Trum** und unterscheidet dann ebenfalls zwischen einem ziehenden (Riemen-, Seil- oder Ketten-) **Trum** und einem gezogenen **Trum**. Ist die Drehrichtung der Scheiben die in der Abbildung angegebene, so ist *z* das ziehende, *g* das gezogene **Trum**. Um zu erkennen, welches in jedem Falle das ziehende und welches das gezogene **Trum** ist, braucht man sich nur für einen Augenblick das endlos um die Scheiben geschlungene Band an je einer Stelle der beiden Scheiben befestigt zu denken. Man erkennt dann z. B. in Abb. 83 sofort, daß die Bewegungsübertragung von der treibenden auf die ge-

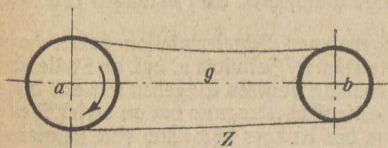


Abb. 83.

triebene Welle eben nur durch das in der Abbildung untere Trum z erfolgt, während das Trum einfach von der Scheibe b mitgezogen wird.

Auf die drei möglichen Betriebsarten des offenen, gekreuzten und geschränkten Betriebes wurde bereits auf S. 37 hingewiesen.

Zweites Kapitel.

Riementrieb.

Der Riemen. Der Stoff des Bandes, welches beim Riementrieb um die Scheiben geschlungen wird, besteht in den meisten Fällen aus Leder. Das scheint zwar schon in dem Worte „Riemen“ zu liegen; jedoch sind, hauptsächlich infolge der hohen Preise solcher Lederriemen, auch andere Stoffe in Aufnahme gekommen, z. B. Baumwolle, Kamelhaar, Gummi u. dgl., für die sich dann ebenfalls der Name „Riemen“ eingebürgert hat.¹⁾

Betrachten wir zunächst den immer noch am häufigsten angewandten Lederriemen, so ist zu beachten, daß ein solcher Riemen naturgemäß aus verhältnismäßig kleinen Stücken zusammengesetzt werden muß, da man sowohl in der Länge wie in der Breite und Dicke an die Abmessungen der Ochsenhäute (nur solche werden zweckmäßigerweise verwendet) gebunden ist. Die Dicke der Häute beträgt in den Rückenstücken, welche die besten Treibriemen liefern, im Mittel etwa 5—6 mm, die größte verwendbare Breite dieser Stücke etwa 500 bis 600 mm, die Länge etwa $1\frac{1}{2}$ m. Hieraus folgt also, daß Treibriemen immer aus einzelnen Stücken zusammengesetzt werden müssen, und zwar geschieht dieses Zusammensetzen am besten durch Zusammenleimen oder Zusammennähen der einzelnen Stücke. Andere Verbindungsarten, so z. B. unter Zuhilfenahme von Metallteilen (Schrauben, Nieten, Krallen u. dgl.) kommen auch vor. Sie haben den Vorzug der Einfachheit und Billigkeit, stehen aber ihrem Werte nach dem Verbinden durch Leimen und Nähen nach.

Reicht die Dicke der Riemen nicht aus, so näht man wohl zwei oder gar drei Riemenlagen übereinander und erhält dann einen doppelten und dreifachen Riemen, doch möge gleich hier kurz erwähnt werden,

1) Die durch den Krieg hervorgerufenen Schwierigkeiten haben dazu geführt, noch andere Ersatzstoffe wie Papier, Zellulose u. dgl. an Stelle von Leder für Treibriemen zu verwenden. Ein näheres Eingehen auf alle diese Stoffe und ihre Eigenschaften für die Kraftübertragung hat an dieser Stelle keinen Wert, da sie nach Beendigung des Krieges schwerlich eine nennenswerte Bedeutung erlangen werden.

daß solche zwei- und dreifachen Riemen durchaus nicht etwa das Zwei- und Dreifache leisten wie einfache Riemen von gleicher Breite.

Riemenabmessungen. Es scheint zunächst, als wenn man bezüglich der Abmessungen eines Riemens zwei Größen zur freien Auswahl hätte, die Dicke und Breite des Riemens. Was zunächst die Breite anbetrifft, so ist sie theoretisch insofern unbeschränkt, als man, wie eben erwähnt, durch Aneinanderfügen einzelner Häute Riemen beliebiger Breite herstellen kann. Sehr breite Riemen haben jedoch die unangenehme Eigenschaft, daß sie nicht ruhig laufen. Sie kommen in starke Schwankungen, sie „schlagen“ und liegen infolgedessen nicht dauernd auf den Scheiben auf, wodurch ihre Übertragungskraft wesentlich herabgemindert wird. Man geht daher bei einfachen Riemen nicht gern über 500—600 mm Riemenbreite heraus. Was die Dicke der Riemen be-

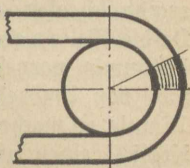


Abb. 84.

trifft, so wurde vorhin schon erwähnt, daß die besten, aus dem Rücken herausgeschnittenen Stücke der Häute nur etwa 5—6 mm dick sind. Nach der Bauchseite hin werden die Häute etwas stärker (bis zu 8 mm), doch ist die Güte dieser Stücke in der Regel geringer. So bleibt also bezüglich der Dicke nur das Aushilfsmittel der doppelten und dreifachen Riemen, doch sind mit Bezug hierauf die folgenden Betrachtungen von Wichtigkeit: Je dünner ein Riemen ist, um so besser ist er, d. h. um so höher kann er bei sonst gleichem Gesamtquerschnitt belastet werden. Betrachtet man nämlich Abb. 84, welche einen sehr dicken um eine Scheibe herumgeschlungenen Riemen darstellt, so erkennt man leicht, daß beim Herumbiegen des Riemens um die Scheibe die außenliegenden Riementteile gegenüber den innenliegenden Teilen sehr stark auseinandergezerrt werden, und es ist klar, daß der schon durch dieses Herumbiegen so stark in Anspruch genommene Riemen nicht auch noch in dem Verhältnis seiner Dicke stärker belastet werden kann als ein sehr dünner Riemen von sonst gleich großem Querschnitt, bei welchem eine solch starke Beanspruchung durch das Herumbiegen um die Scheiben nicht auftritt.

Ist man somit bei Wahl der Dicke und Breite des Riemens beschränkt, wenn es sich um die Übertragung einer bestimmten Anzahl von Pferdestärken (PS)¹⁾ handelt, so hat man glücklicherweise noch

1) Bez. des Ausdruckes Pferdestärke siehe des Verf. Neuere Wärmekraftmaschinen I, Abschn. 1, Kap. 1, Bd. 21 dieser Sammlung.

eine andere Größe zur Verfügung, welche ebenfalls von Einfluß ist auf die Anzahl der PS, die ein Riemen übertragen kann: die Riemen-
geschwindigkeit.

Riemengeschwindigkeit. Ist a (Abb. 85) die treibende, b die ge-
triebene Scheibe, so ergibt sich aus der Anwendung des einfachen
Hebelgesetzes, daß

$$P_1 \cdot r_1 = P_2 \cdot r_2$$

mit anderen Worten: die an dem Umfange der Scheibe a wirkende
Kraft P wird um so kleiner, je größer ihr Hebelarm ist. Andererseits
ergibt sich aber auch folgendes:

Da die Welle a ebenso wie b eine
bestimmte vorgeschriebene An-
zahl von Umdrehungen in der
Minute zu machen hat, muß die
Kraft P einen um so größeren
Weg in der Zeiteinheit zurücklegen

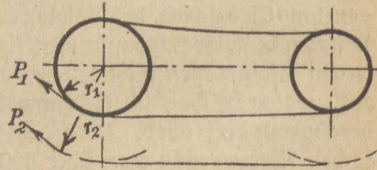


Abb. 85.

(ihre Geschwindigkeit muß um so größer sein), je größer r ist, je
größer also die Scheibe gemacht wird. Da nun der Riemen durch die
Reibung auf der Scheibe festgehalten wird, ein Punkt des Riemens
also dieselbe Geschwindigkeit haben muß wie der Umfang der Scheibe,
so wirkt in ihm, dem ziehenden Trum des Riemens, eine um so klei-
nere Kraft, je größer die Riemengeschwindigkeit ist, je größer also
(bei einer bestimmten Umdrehzahl der Welle) der Halbmesser der
Scheibe gewählt wird. Die Geschwindigkeit des Riemens hängt also
ab (vgl. Tab. S. 65) von der minutlichen Umdrehzahl der Welle (n)
und von dem Halbmesser der Scheibe (R). Da der Riemen auf beiden
Scheiben fest aufliegt, so ist leicht zu ersehen, daß (wie schon auf S. 38
hervorgehoben wurde) die Umfangsgeschwindigkeit der Scheibe b
genau so groß sein muß als die Umfangsgeschwindigkeit der Scheibe a.

Die Größe des Umfanges einer Scheibe vom Halbmesser R ist be-
kanntlich $2R\pi$ Meter. Diese Strecke muß also ein Punkt des Um-
fanges bei einer einmaligen Umdrehung des Rades zurücklegen. Bei
n Umdrehungen in der Minute also $2R\pi \cdot n$ Meter. Folglich ist der
Weg in der Sekunde, d. h. „die Umfangsgeschwindigkeit“ des Rades
und damit auch die Riemengeschwindigkeit

$$c = \frac{2R\pi \cdot n}{60} \text{ m/sec.}$$

oder für überschlägige Rechnungen im Kopfe genügend genau
 $c = 0,1R \cdot n$, wobei R natürlich in Metern einzusetzen ist.

Berechnung eines Riemens. Ziehen wir aus dem eben Gesagten den Schluß, so erkennen wir: Die durch einen Riemen übertragbare Anzahl von PS ist erstens um so größer, je breiter der Riemen ist, zweitens um so größer, je größer die Riemen geschwindigkeit ist. Beides natürlich nur in gewissen Grenzen. In welchem Verhältnisse Riemenbreite und Riemen geschwindigkeit zu der Anzahl der zu übertragenden PS stehen, läßt sich rechnerisch allein nicht mit voller Sicherheit bestimmen, vielmehr müssen hier Erfahrungswerte in Rücksicht gezogen werden, die durch zahlreiche Versuche gewonnen wurden. Besonders einfach gestalten sich die Verhältnisse bei den am meisten verwendeten einfachen Riemen, wo für mittlere Verhältnisse folgende einfache Formel brauchbare Werte ergibt. Es ist

$$N = b \cdot R \cdot n.$$

Hierin bedeutet: N die Anzahl der durch einen einfachen Riemen zu übertragenden PS, b die Breite des Riemens in Metern; R , in Metern gemessen, den Halbmesser der Riemensscheibe, n die minutliche Umdrehzahl der Welle, auf welcher die zur Berechnung gewählte Scheibe vom Halbmesser R sitzt.

Beispiel. Von einer Welle, welche $n_1 = 80$ Umdrehungen in der Minute macht, sollen auf eine andere Welle, welche $n_2 = 120$ Umdrehungen in der Minute machen soll, 18 PS durch einen einfachen Riemen übertragen werden. Die getriebene Welle muß dann offenbar eine kleinere Scheibe bekommen (vgl. S. 38).

Wählt man den Halbmesser dieser kleineren Scheibe $R_2 = 0,30$ m, dann ist zunächst (nach S. 38) $R_1 = \frac{120}{80} R_2 = 0,45$ m, und man erhält die Breite des gesuchten Riemens aus

$$b = \frac{N}{R \cdot n} = \frac{18}{0,3 \cdot 120} \text{ oder auch (wegen } R_1 n_1 = R_2 n_2) = \frac{18}{0,45 \cdot 80} = 0,5 \text{ m.}$$

Die Riemen geschwindigkeit ist hier also überschlägig

$$c = 0,1 \cdot 0,45 \cdot 80 = 3,6 \text{ oder genauer } c = \frac{2 \cdot 0,3 \cdot \pi \cdot 120}{60} = 3,77 \text{ m/sec. ;}$$

das ist sehr gering. Die gewöhnlich gewählten Riemen geschwindigkeiten bewegen sich etwa in den Grenzen 3—30 m/sec. Würde man z. B. $R_2 = 0,6$ m wählen, also $R_1 = 0,9$ m, so erhielte man

$$c = 7,54 \text{ m/sec., und } b = 0,25 \text{ m.}$$

Gewölbte (ballige) Riemenscheiben. Durch Schwankungen in der

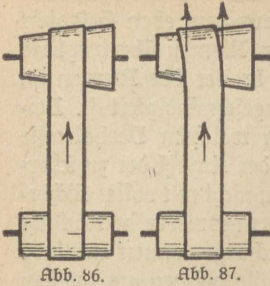


Abb. 86.

Abb. 87.

Größe der zu übertragenden Kraft, durch Ungenauigkeiten bei der Herstellung usw. bewegt sich der Riemen auf den Scheiben hin und her und würde sehr bald von den Scheiben herunterfallen, wenn dagegen nicht Maßnahmen getroffen würden. Diese Maßnahmen dürfen nun aber nicht darin bestehen, daß der Rand der Riemenscheibe mit vorspringenden Rändern versehen wird, denn diese Ränder würden gerade das Gegenteil der beabsichtigten Wirkung zur Folge haben, wie aus den folgenden Betrachtungen hervorgeht. Es sei (Abb. 86) ein Riemen über zwei Riemenscheiben gespannt, von denen die eine zylindrisch, die andere dagegen kegelförmig gestaltet sei. Der Riemen bewege sich in der Pfeilrichtung. Setzt man die Scheiben in Bewegung, so scheint es auf den ersten Blick, als wenn der Riemen nach links die kegelförmige Scheibe hinunterrutschen müßte. Gerade das Gegenteil ist der Fall. Der Riemen würde immer weiter nach rechts, also die kegelförmige Scheibe hinaufrutschen, bis er zum Schlusse nach rechts hinunterfiel. Der Grund ist nicht schwer einzusehen. Da nämlich die Elastizität des Riemens beschränkt ist, wird er nicht, wie die Abb. 86, sondern wie die Abb. 87 zeigt, auf der kegelförmigen Scheibe aufliegen. Dreht man nun die Scheiben in der angegebenen Richtung, so hat der Teil des Riemens, welcher sich der kegelförmigen Scheibe nähert, immer das Bestreben, geradeaus zu laufen, muß sich also gegenüber der bisherigen Lage nach rechts zu bewegen. Der nächste ankommende Teil hat wieder das Bestreben, geradeaus zu laufen, d. h. sich nach rechts zu bewegen, usw. Der Riemen muß also immer höher hinaufklettern und schließlich nach rechts hinunterfallen.

Das gibt nun aber ein einfaches Mittel an die Hand, den Riemen auf einer glatten Scheibe festzuhalten. Führt man die eine Scheibe als Doppelkegel aus, wobei die großen Durchmesser der beiden Kegel in der Mitte zusammenstoßen, so ist nun leicht ersichtlich, daß der Riemen immer das Bestreben haben würde, nach der Mitte hinzulaufen. Da jedoch eine solche Doppelkegelform den Riemen zu ungleich beanspruchen würde (die mittleren Teile des Riemens würden zu stark gestreckt werden), führt man den Umfang (in der Regel nur den der

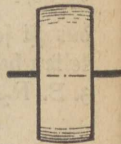


Abb. 88.

getriebenen Scheibe) nur leicht gewölbt, oder wie man es nennt, ballig aus und erhält dann eine Form der Riemenscheiben, wie sie Abb. 88 darstellt.

Gekreuzte und geschränkte Riementriebe. Über die gekreuzten Riementriebe (vgl. Abb. 58 S. 37) sei hier nur so viel bemerkt, daß sie bei großen zu übertragenden Leistungen nur im Notfalle angewendet werden, wenn (wie auf S. 38 erwähnt) die beiden Wellen entgegengesetzte Drehrichtung bekommen sollen. Da nämlich derartige Riemen an der Kreuzungsstelle fortwährend aneinanderrreiben und gegeneinanderschlagen, so nutzen sie sich verhältnismäßig rasch ab, was bei der Kostspieligkeit großer Riemen von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist.

Was die geschränkten Riementriebe anlangt (Abb. 89), so ist zu beachten, daß bei gegebenen Lagen der Scheiben eine Bewegungsübertragung nur in einem Drehsinne möglich ist, und zwar so, daß das auf eine der beiden Scheiben auflaufende Trum dies in der Mittelebene derjenigen Scheibe tut, auf welche es aufläuft. Das von der Scheibe ablaufende Trum kann in irgendeiner Richtung von der Scheibe ablaufen. Es ist also z. B. in Abb. 89 nur die durch den Pfeil angegebene Drehrichtung möglich, bei der entgegengesetzten Drehrichtung würde der Riemen von den Scheiben herunterfallen. Daß dem so sein muß, ergibt sich aus Betrachtung der Abb. 90. Bei Bewegung des Riemens in der Pfeilrichtung a würden alle Teile des sich der Scheibe nähernden Riemens das Bestreben haben, sich in den durch die Pfeile angedeuteten Richtungen, also, wie man sieht, von der Scheibe herunter zu bewegen; bei der durch Pfeil b angegebenen Drehrichtung tritt das nicht ein.

Spannrollen. Bei der Mehrzahl der Riementriebe fanden bisher immer nur zwei Scheiben Verwendung, eine treibende und eine getriebene Scheibe, wobei die Reibung zwischen Riemenscheibe und Scheibe dadurch hervorgebracht wurde, daß der Riemen schon mit einer gewissen Spannung auf die Scheiben aufgelegt wurde. In neuerer Zeit hat die Verwendung von Spannrollen c (Abb. 91) eine große Bedeutung erlangt, eine Anordnung, deren Wirkungsweise aus der Abbildung hinreichend verständlich sein dürfte. Der Vorteil solcher



Abb. 89.

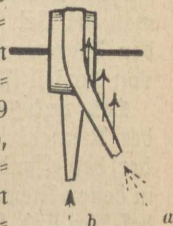


Abb. 90.

Spannrollen kann ein mannigfaltiger sein. Handelt es sich z. B. um Scheibendurchmesser a und b , deren Größen sehr wesentlich voneinander abweichen, also bei starken Übersetzungen, so würde der Riemen auf der kleinen Scheibe auf einem so kleinen Umfange aufliegen, daß es schwer wäre, die zum Betriebe nötige Reibung allein durch An-

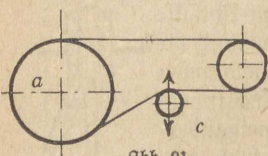


Abb. 91.

spannen des Riemens zu erzeugen. Aus der Abbildung ist leicht ersichtlich, daß durch Anwendung einer Spannrolle c diesem Übelstande abgeholfen, der Umschlingungswinkel auf der kleinen Scheibe also vergrößert werden kann. Die Spannrolle hat aber auch noch

den weiteren Vorteil, daß man durch sie dem Riemen immer genau die Spannung geben kann, die für den Betrieb notwendig ist. Hat sich durch langandauernden Betrieb der Riemen etwas gelängt, so braucht man ihn nicht sofort zu verkürzen, was immer mit Betriebsstörungen und Kosten verbunden ist, sondern kann durch Nachstellen der Spannrolle die zum Betriebe nötige Spannung wieder erzeugen. Außerdem kann man bei Betriebsunterbrechungen durch Nachlassen der Spannrolle den Riemen entlasten, was für die Erhaltung der Riemenelastizität von Vorteil ist.

Los- und Festscheiben. Bei den bisher besprochenen Anordnungen des Riemetriebes war immer nur von Scheiben die Rede, die auf der betreffenden Welle befestigt waren. Es gibt jedoch auch Fälle, in denen Riemenscheiben Verwendung finden, die nicht auf der Welle befestigt sind, sondern nur lose auf ihr aufsitzen und sich um die z. B. feststehende Welle drehen können. Man nennt sie daher auch Losscheiben im Gegensatz zu der erstgenannten Gattung, welche als Festscheiben bezeichnet werden.

Der Zweck der Anwendung solcher Losscheiben kann ein mannigfaltiger sein. So können sie z. B. dazu dienen, eine Nebenwelle b (Abb. 92 auf S. 57) von einer Hauptwelle a aus zeitweise in Umdrehung zu versetzen und dann wieder stillzusetzen. Zu diesem Zwecke befinden sich auf der Nebenwelle b dicht nebeneinander eine Festscheibe F und eine Losscheibe L , während sich auf der Hauptwelle a eine (natürlich feststehende) Riemenscheibe befindet, deren Breite mindestens ebenso groß ist wie die der beiden anderen Riemenscheiben zusammengekommen. Liegt der Riemen in der in der Abbildung gezeichneten Stellung, so wird die Welle b von der sich ständig drehenden Welle a

mitgenommen. Schiebt man dagegen den Riemen nach rechts herüber, so daß er bei der getriebenen Welle b auf der Losscheibe aufliegt, so dreht sich eben nur die lose sitzende Scheibe L auf der Welle b, während die Welle b selbst stehen bleibt.

Ein solches Hinüberücken des Riemen von einer Stellung in die andere ist in bequemer Weise nur ausführbar, wenn der Riemen selbst in Bewegung ist. Abb. 93 zeigt eine solche Vorrichtung dazu, einen sogenannten „Riemenausrücker“. F und L stellen eine Fests- und eine Losscheibe dar, die auf einer kleinen, in diesem Falle an der Decke angebrachten Welle sitzen. Da diese kleine Hilfswelle dazu bestimmt ist, vermittels der Riemenscheibe R wiederum irgendeine andere Welle oder eine Maschine (Drehbank, Bohrmaschine usw.) anzutreiben, so daß also die Hilfswelle gewissermaßen jener anderen Maschine vorgelagert ist, nennt man eine solche Hilfswelle mit den daraufsitzenden Scheiben ein Vorgelege. Man erkennt aus der Abbildung, wie durch Ziehen oder durch Stoßen an dem herunterhängenden Handgriff eine auf einer Stange sitzende Gabel hin und her geschoben werden kann, welche ihrerseits den zwischen ihren Zinken laufenden, von der Hauptwelle kommenden Riemen von der einen Scheibe auf die andere hinüberschiebt. Es läßt sich wohl ohne Schwierigkeit einsehen, daß dies unmöglich wäre, wenn der Riemen stillsteht, denn

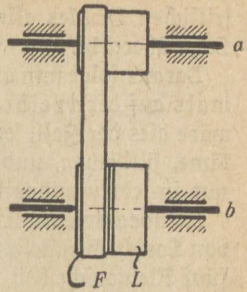


Abb. 92.

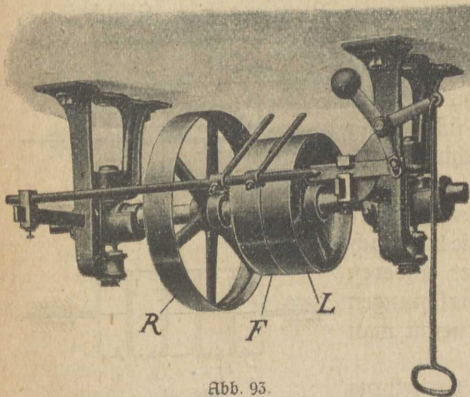


Abb. 93.

in diesem Falle würde eben der Riemen nur an der Stelle, wo sich die Gabel befindet, nach rechts oder nach links etwas hinübergezerrt werden, während im anderen Falle der in Bewegung befindliche Riemen infolge des von der Gabel ausgeübten

seitlichen Druckes allmählich seiner ganzen Länge nach in die neue Lage übergeht.

Daraus folgt nun aber der wichtige Satz, daß eine Losscheibe niemals auf der treibenden Welle (z. B. a Abb. 92) sitzen darf. Denn wäre dies der Fall, so würde der Riemen, wenn er auf die Losscheibe käme, stillstehen, und sein Zurückbringen auf die feste Scheibe wäre nur in sehr umständlicher Weise möglich.

Wendegeriete. Einen weiteren wichtigen Fall der Anwendung von Losscheiben stellt Abb. 94 dar. Auf der getriebenen Welle b sitzen fünf Riemenscheiben, von denen nur die mittlere eine Festscheibe ist, während die übrigen Losscheiben sind. Die auf der ständig sich drehenden Hauptwelle a befindliche Riemenscheibe ist wieder so breit wie die fünf anderen Riemenscheiben zusammengenommen. Nun befinden sich auf diesen Scheiben um die Breite zweier Scheiben voneinander entfernt zwei Riemen R und R_1 , von denen der Riemen R ein offener, der Riemen R_1 dagegen ein gekreuzter ist. In der in der Abbildung gezeichneten Stellung (R und R_1 sind nur schematisch gezeichnet) steht die Welle b still, da beide Riemen auf Losscheiben laufen. Schiebt man beide Riemen in ähnlicher Weise, wie dies oben die Abb. 93 zeigte, gleichzeitig nach rechts, so kommt der offene Riemen auf die Festscheibe: die Welle b dreht sich in gleicher Richtung um wie die Welle a. Schiebt man die beiden Riemen wieder in die Anfangsstellung (wie in der Abbildung angegeben), so steht b wieder still; schiebt man jetzt beide Riemen um eine Scheibenbreite nach links, so kommt der gekreuzte Riemen auf die Festscheibe F, die Welle b dreht sich in entgegengesetzter Richtung wie die Welle a. Mit anderen Worten: die Einrichtung gestattet von einer sich ständig in ein und derselben Richtung umdrehenden Welle a eine andere Welle b zeitweise in Umdrehung zu versetzen, und zwar so, daß sie bald nach der einen, bald nach der anderen Richtung umläuft. Vorrichtungen dieser und ähnlicher Art nennt man Wendegeriete.

Zum Zwecke billigerer Herstellung

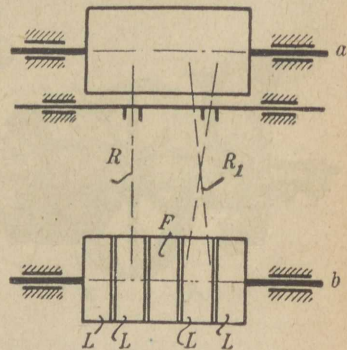
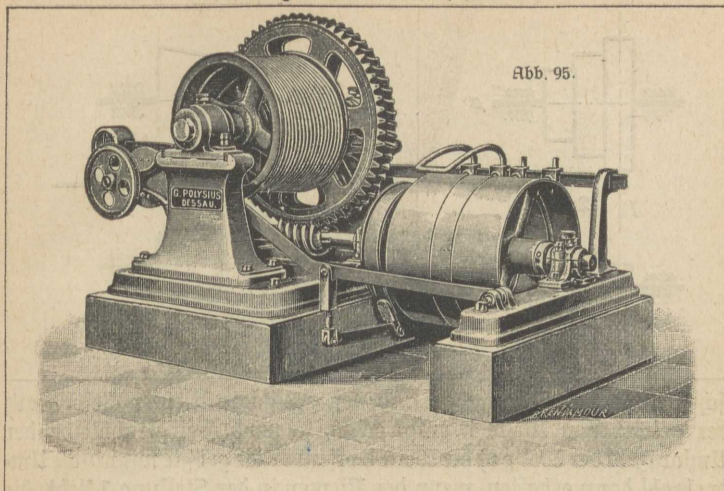
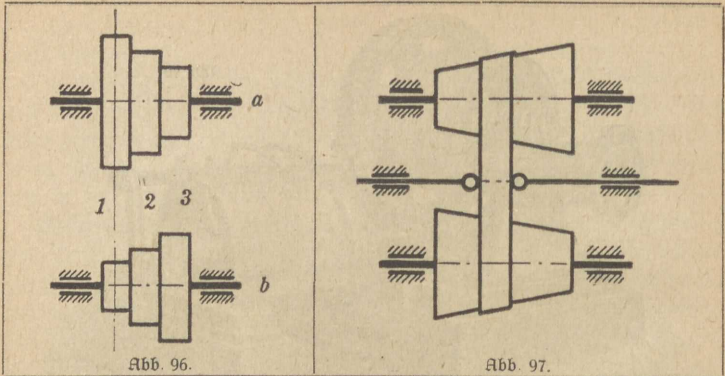


Abb. 94.



werden die zu beiden Seiten der Festscheibe sitzenden Losscheiben meist als je eine Scheibe von doppelter Breite ausgeführt. Abb. 95 zeigt eine solche Ausführung (von G. Polysius, Dessau) in Verbindung mit einem Schneckenradgetriebe zum Betriebe eines Aufzuges. Man erkennt auf der Schneckenwelle in der Mitte die schmale Festscheibe, zu deren beiden Seiten doppelt so breite Losscheiben sitzen. Die über den Scheiben sichtbare Gabel führt den offenen Riemen, während die den gekreuzten Riemen führende Gabel sich in der Abbildung hinter den Scheiben und unterhalb von ihnen befindet.

Stufenscheiben. Unter der Voraussetzung, daß die treibende Welle eine unveränderliche Umdrehzahl hatte, war es vermittels der bisher besprochenen Riemenscheiben immer nur möglich, der getriebenen Welle eine einzige bestimmte Umdrehzahl zu geben. Liegt nun die Aufgabe vor, eine Welle, z. B. die einer Drehbank, einer Bohrmaschine usw. mit wechselnden Umdrehzahlen laufen zu lassen, so kann man sich dazu einer besonderen Art von Riemenscheiben bedienen, der sogenannten Stufenscheiben (Abb. 96). Nach dem auf S. 38 ausgesprochenen fünften Satze verhalten sich die minutlichen Umdrehzahlen zweier Wellen umgekehrt wie die Halbmesser der auf ihnen sitzenden Räder, durch welche sie miteinander in Verbindung stehen. Setzt man daher auf die treibende Welle a Riemenscheiben mit ver-



schieden großen Durchmessern, denen geeignete Riemenscheiben auf der getriebenen Welle b entsprechen, so wird (bei gleichbleibender Umlaufzahl der Welle a) die Welle b offenbar die größte minutliche Umdrehzahl dann erhalten, wenn der Riemen in der Stellung 1 steht, die geringste Umdrehzahl dann, wenn der Riemen in Stellung 3 steht usw.

Damit nun für alle drei Stellungen immer derselbe Riemen verwendet werden kann, muß die Summe der Scheibenhalbmesser $1_a + 1_b = 2_a + 2_b = 3_a + 3_b$ sein.

Mathematisch genau stimmt diese Beziehung allerdings nur für gekreuzte Riemen, für offene Riemen dagegen, wie eine hier nicht durchführbare Rechnung ergibt, nur mit einer für die meisten Fälle genügenden Annäherung.

Der Einfachheit wegen werden die zu dem genannten Zwecke bestimmten auf einer Welle sitzenden Riemenscheiben aus einem Stück hergestellt und erhalten dann, wie erwähnt, den Namen Stufenscheiben. Die Zahl der Stufen beträgt in vielen Fällen 3, steigt aber bis auf 4—5 und mehr Stufen. Der Wechsel in der Umdrehzahl der Welle b geschieht dabei aber immer sprunghaft. Ist das unzulässig oder soll eine viel größere Zahl von Abstufungen möglich sein, so kann man die Zahl der Stufen gewissermaßen unendlich groß machen dadurch, daß die Riemenscheiben kegelförmig ausgeführt werden, wie Abb. 97 darstellt. Es ist darauf zu achten, daß in einem solchen Falle der Riemen ständig etwa durch eine Gabel (ähnlich wie in Abb. 93 auf S. 57) geführt sein muß, da er sonst, wie durch Abb. 87 S. 54 gezeigt wurde, nicht in der ihm einmal erteilten Stellung stehenbleiben würde.

Drittes Kapitel.
Drahtseiltrieb.

Das für Kraftübertragungszwecke verwendete Drahtseil besteht aus einzelnen Strähnen oder Lizen, die schraubenförmig um eine Hanfseele gewunden sind. Die Lizen selber bestehen aus einzelnen Drähten, die ebenfalls wieder um eine Hanfseele schraubenförmig gewunden sind. In der Regel wird nur ein einziges Drahtseil verwendet, welches um schmale Scheiben herumgeschlungen ist, deren Umfang eine mit Leder, bisweilen auch mit Holz oder Guttapercha gefütterte Rille besitzt. Bei der geringen Dehnbarkeit des Seiles in der Längsrichtung kann hier die zur Erzeugung der Reibung zwischen Seil und Scheibe erforderliche Spannung nur durch Benützung des Eigengewichtes des Seiles hervorgebracht werden. Daraus folgt, daß zur Anwendung des Drahtseiltriebes ein gewisser Mindestabstand der Wellen erforderlich

ist, der etwa 16—20 m beträgt, eine Entfernung, bei der die Kraftübertragung durch Riemen nicht mehr zweckmäßig ist. Die größte Achsenentfernung kann bis zu 100 m und darüber betragen. Da aber eine Kraftübertragung auf größere Entfernung in neuerer Zeit besser und einfacher auf elektrischem Wege geschieht, werden Drahtseiltriebe zur Kraftübertragung heute nur noch selten verwendet. Gekreuzter oder geschränkter Betrieb sowie Übersetzungen

ins Langsame oder Rasche sind bei Drahtseiltrieb unzulässig. Die beiden Wellen sollen außerdem möglichst in ein und derselben wagerechten Ebene liegen. Abb. 98 zeigt eine Scheibe für Drahtseiltrieb, Abb. 99 den Querschnitt der mit Leder ausgefüllten Rille dieser

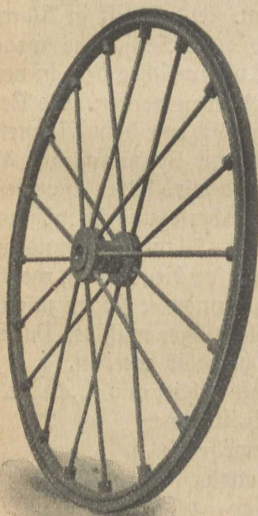


Abb. 98.



Abb. 99. Scheibe.

Diertes Kapitel.

Hanfseil- und Baumwollseiltrieb.

Allgemeines. Die Kraftübertragung durch Hanf- oder Baumwollseile stellt einen Ersatz für Riementriebe dar. Die Übertragung geschieht hier durch eine größere Anzahl von Seilen, welche nebeneinander auf den mit entsprechenden Rollen versehenen Scheiben angeordnet sind. Dies hat gegenüber dem Riementrieb mancherlei Vorteile; zunächst den Vorteil der größeren Betriebssicherheit, da selbst bei Schadhafwerden eines oder mehrerer Seile der Betrieb meist noch mit den übrigbleibenden Seilen aufrecht erhalten werden kann; ferner ist es möglich, von einer treibenden Scheibe *a* aus mehrere, z. B. in verschiedenen Stockwerken liegende Scheiben *b* anzutreiben, eine Anordnung (Abb. 100), von welcher z. B. in großen Spinnereien häufig Gebrauch gemacht wird. Abb. 101 zeigt eine solche Ausführung mit Hanfseilen der A.-G. für Seilindustrie vorm. Ferd. Wolff in Mannheim-Neckarau. Man erkennt vorn das große als Seilscheibe ausgebildete Schwungrad einer Dampfmaschine, von welcher drei in verschiedenen Stockwerken liegende Wellen angetrieben werden. Die Reibung zwischen Scheibe und Seil wird hier ähnlich wie beim Riementrieb dadurch hervorgebracht, daß das Seil mit Spannung auf die Seilscheibe aufgelegt wird. Gefreuzter Betrieb wird selten angewendet, dagegen ist hier die Anwendung einer Übersetzung in mäßigen Grenzen sehr häufig. Die Seile sind etwa 30—50 mm stark und bestehen ähnlich wie die Drahtseile aus Litzen (in der Regel drei), welche aus einer größeren Zahl schraubenförmig gewundener Fäden zusammengesetzt sind. Je dicker die Seile sind, desto größer muß der Durchmesser der kleineren der beiden Scheiben gewählt werden, um welche das Seil gelegt ist. Zu jedem Seile gehört also ein Seilscheibendurchmesser, der nicht unterschritten werden sollte und der von den Seilfabriken gewöhnlich mit angegeben wird. Baumwollseile sind etwas biegsamer als Hanfseile, können also um kleinere Scheiben herumgeschlungen werden.

Berechnung eines Hanfseiltriebes. Die Berechnung eines Hanfseiltriebes geschieht in der Praxis meist an der Hand von Tabellen, welche von Firmen herausgegeben

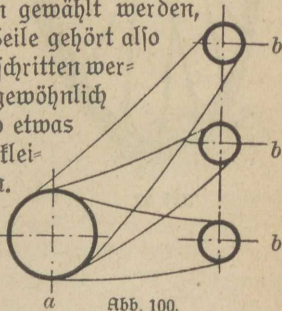


Abb. 100.

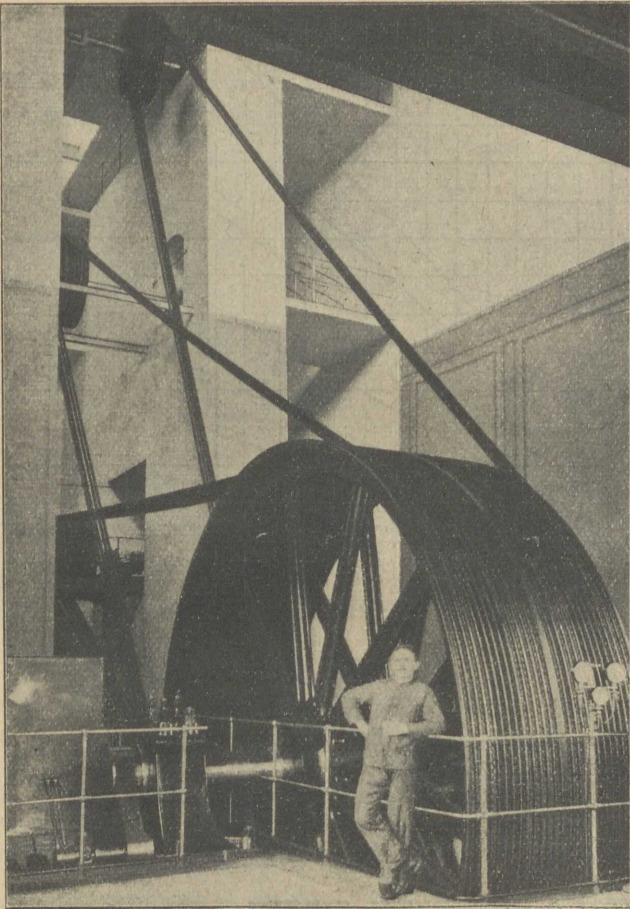
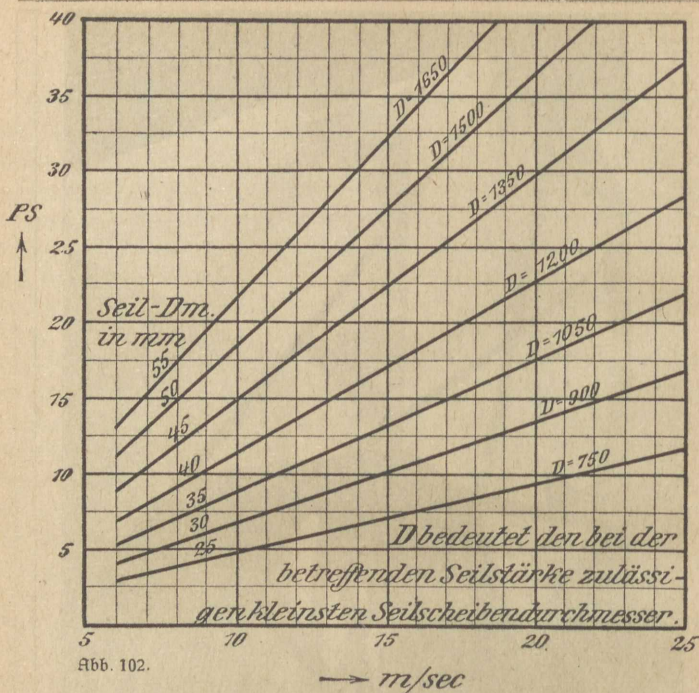


Abb. 101.

werden, die sich mit der Herstellung solcher Kraftübertragungen befassen. Besonders einfach wird diese Berechnung, wenn man eine solche Tabelle zeichnerisch darstellt, wie dies in Abb. 102 geschehen ist, welche in einfachen Schaulinien die Angaben einer Tabelle für Hanffseile aus dem Kataloge der Firma C. Polysius, Dessau, darstellt. Auf



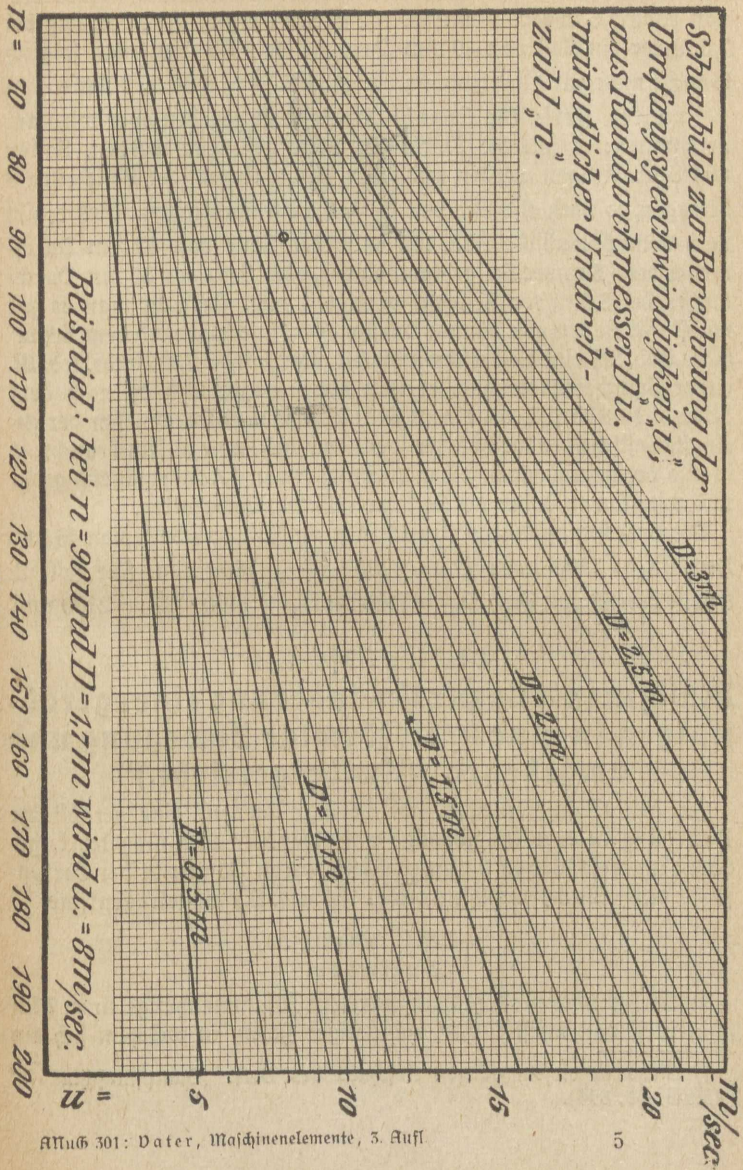
den Senkrechten wird die Anzahl der von einem Seile zu übertragenden PS abgelesen, auf den Wagerechten dagegen die Seilgeschwindigkeit. Ein Beispiel wird die Sache erläutern:

Beispiel: Es seien 60 PS von einer Welle auf die andere zu übertragen. Die treibende Welle mache $n_1 = 80$ Umdrehungen in der Minute, die getriebene Welle soll $n_2 = 120$ Umdrehungen in der Minute machen.

Erster Fall: Es wird die Seilstärke angenommen und daraus die Anzahl der Seile berechnet. Bei einem Seil von 40 mm Durchmesser beträgt nach den Angaben des Schaubildes Abb. 102 der kleinste noch zulässige Scheibendurchmesser, also hier der Durchmesser auf der getriebenen Scheibe, $D_2 = 1200$ mm. Nach dem Schaubilde Abb. 62 entspricht einem Durchmesser von 1,2 m bei 120 Umdrehungen i. d. M. eine Umfangs- (und demgemäß auch eine Seil-) Geschwindigkeit

Schaubild zur Berechnung der
Umfangsgeschwindigkeit u ,
aus Radhorchmesser D u.
minütlicher Umdreh-
zahl, n .

Beispiel: bei $n = 90$ und $D = 17\text{ m}$ wird $u = 8\text{ m/sec}$.



von etwa 7,5 m/sec. Aus Abb. 102 a. S. 64 ergibt sich aber, daß bei 7,5 m/sec ein Seil von 40 mm Durchmesser 9 PS überträgt, folglich braucht man zur Übertragung von 60 PS $\frac{60}{9} = 6,66 = 7$ Seile.

Zweiter Fall: Die Anzahl der Seile ist gegeben oder wird angenommen; es soll die Stärke der Seile gefunden werden. Sollen 60 PS übertragen werden und soll z. B. die Anzahl der Seile etwa 8 betragen, so muß also ein Seil $\frac{60}{8} = 7,5$ PS übertragen. Dies ergibt nach dem Schaubilde Abb. 102 entweder Seile von 40 mm Durchmesser bei 6,5 m/sec Seilgeschwindigkeit, oder Seile von 35 mm Durchmesser bei 8,5 m/sec Seilgeschwindigkeit usw. Versucht man es zunächst mit Seilen von 35 mm Durchmesser, so ergibt nach dem Schaubilde Abb. 103 eine Seilgeschwindigkeit von 9 m bei 120 Umdr. i. d. M. einen Seilscheibendurchmesser von etwa 1,4 m, und da nach dem Schaubilde Abb. 102 bei einem Seile von 35 mm Durchmesser der geringste Seilscheibendurchmesser sogar nur 1050 mm zu sein braucht, so ist also der gefundene Scheibendurchmesser von 1,4 m genügend groß, und wir können daher die Seile von 35 mm beibehalten.

Die Berechnung würde also ergeben für Fall 1: 7 Seile von 45 mm Dm; $D_2 = 1200$ mm; $D_1 = 1200 \cdot \frac{120}{80} = 1800$ mm. Für Fall 2: 8 Seile von 35 mm Dm; $D_2 = 1400$ m; $D_1 = 1400 \cdot \frac{120}{80} = 2100$ mm.

Dierter Abschnitt.

Maschinenteile zur Umänderung einer geradlinigen in eine kreisförmige Bewegung und umgekehrt. (Kurbelgetriebe.)¹⁾

Zu den Maschinenteilen, welche dazu dienen, eine geradlinige Bewegung in eine kreisförmige umzuwandeln und umgekehrt, gehören im wesentlichen diejenigen Teile, deren Namen in der Gerippsskizze einer Dampfmaschine (Abb. 104 a. f. S.) eingetragen sind.

Erstes Kapitel.

Zylinder.

Unter Zylinder versteht man in diesem Zusammenhange einen Maschinenteil von meist kürzer, röhrtartiger Form, in welchem sich ein

1) Siehe zu diesem ganzen Abschnitt des Verf. „Dampfmaschine II“ (AMuG Bd. 394).

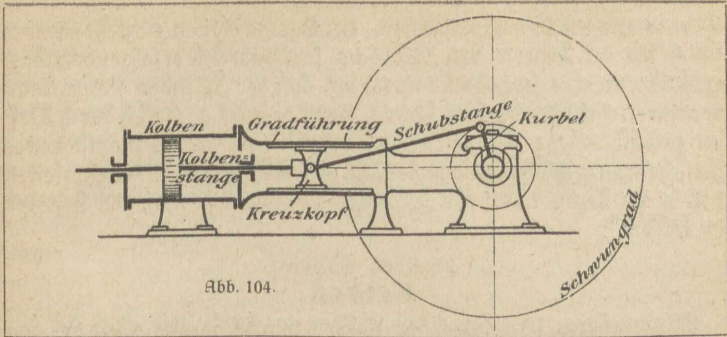


Abb. 104.

Kolben bewegt. Zweck des Zylinders ist, entweder den Druck einer in ihn eingeleiteten hochgespannten Flüssigkeit auf den Kolben zu übertragen (Dampfmaschine, Gasmaschine u. dgl.), oder aber umgekehrt bei einer in den Zylinder eingeleiteten Flüssigkeit eine Drucksteigerung zu ermöglichen, welche durch einen in den Zylinder eindringenden Kolben erfolgt, auf den von außen her Kraft übertragen wird (Pumpen).

Die Grundform eines solchen Zylinders wird durch Abb.105 dargestellt, wobei man den Zylinderkörper a und die beiden an den Enden befindlichen Zylinderdeckel b und c unterscheidet. Bei Dampfmaschinen erhalten die Zylinder häufig eine andere Gestalt dadurch, daß in den äußeren Zylindermantel (a, Abb.106) noch ein innerer sogenannter Laufzylinder b eingesetzt wird. Der Grund hierfür ist ein mehrfacher. Zunächst kann der durch die doppelte Wandung entstehende Zwischenraum dazu benützt werden, um Dampf hindurchzuleiten und so den Zylinder zu heizen, was für den Betrieb der Dampfmaschine gewisse Vorteile bietet. Ferner gewährt der seiner Form nach sehr einfach gestaltete Laufzylinder b im Falle starker Abnützung die bequeme Möglichkeit einer Erneuerung, was bei dem ganzen, manchmal sehr verwickelt gebauten äußeren Zylinder mit großen Kosten verbunden wäre.

Doppelwandig, allerdings meist aus einem Stück, sind auch in der

Regel die Zylinder von Gasmaschinen ausgeführt, hier allerdings aus einem anderen

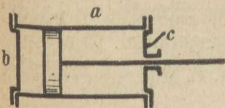


Abb. 105.

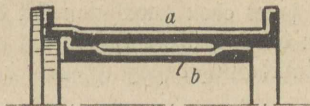


Abb. 106.

Grunde wie bei Dampfmaschinen. Bei Gasmaschinen entsteht nämlich durch die im Innern des Zylinders fortwährend erfolgenden Gasexplosionen eine so hohe Temperatur, daß der Zylinder diesen Temperaturen nicht standhalten könnte, wenn er nicht energisch durch Wasser gekühlt würde. Der durch die doppelten Wandungen entstehende Zwischenraum wird also dazu benützt, um Kühlwasser hindurchzuleiten und so die Temperatur der Zylinderwandungen in mäßigen Grenzen zu halten.¹⁾

Zweites Kapitel.

Kolben.

Allgemeines. Der Zweck der Kolben wurde bereits oben bei den Zylindern besprochen. Sie können entweder dazu dienen, eine im Zylinder vorhandene Pressung als Arbeit nach außen hin abzugeben (Kraftmaschinen), oder aber eine von außen auf sie übertragene Arbeit in eine Drucksteigerung einer im Zylinder eingeschlossenen Flüssigkeit umzuwandeln (Pumpen, Kompressoren).

Da der Kolben sich längs der ruhenden Zylinderwandungen bewegen soll, ohne einen Druckausgleich zwischen den beiden Kolbenseiten zuzulassen, muß zwischen Zylinderwandung und Kolbenoberfläche eine Abdichtung, oder wie der technische Ausdruck lautet, eine Liderung vorhanden sein. Je nachdem nun die Liderung sich an dem einen oder an dem anderen dieser beiden Maschinenteile befindet, unterscheidet man zwei wichtige Arten von Kolben, nämlich

1. Scheibenkolben, wenn die Liderung sich an dem Kolben befindet und
2. Tauchkolben (in der Praxis leider immer noch häufig mit dem halbenglischen Namen Plunger bezeichnet), wenn die Liderung an der Zylinderwandung angebracht ist.

Scheibenkolben. Die Liderung der Scheibenkolben bestand früher stets aus weichen Stoffen, wie Leder, Hanf, Baumwolle, Holz und dergleichen. Heutzutage werden Kolben mit derartiger Dichtung nur noch selten und meist nur zu untergeordneten Zwecken ausgeführt. Statt dessen findet sich immer häufiger die sogenannte Metallliderung, die sich vor jener eben erwähnten Art der Abdichtung durch weiche Stoffe schon durch größere Haltbarkeit auszeichnet. Die einfachste Art der Metallliderung besteht offenbar darin, daß ein Metall-

1) Siehe d. Verf. „Neuere Wärmekraftmaschinen I“ (ANuG Bd. 21).

kolben genau in den zugehörigen Zylinder eingeschliffen ist. Derartige Kolben haben zwar den Vorteil großer Einfachheit, sie haben aber auch, wie leicht ersichtlich, den Nachteil, daß sie sich bei häufigem Gebrauche mit der Zeit abnützen und dann durch ganz neue Kolben ersetzt werden müssen. Weit häufiger ist daher eine andere Art der Metalliderung,

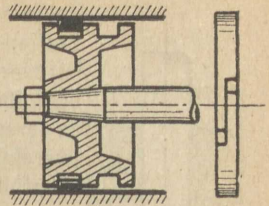


Abb. 107.

deren Wesen darin besteht, daß in dem Umfange des Kolbens eine Anzahl Ringe aus verhältnismäßig weichem Metall (in der Regel aus weichem, zähem Gußeisen) eingelassen sind, die durch irgendeine Federkraft an die Wandungen des Zylinders angedrückt werden. Am einfachsten kommt diese Federkraft dadurch zustande, daß man die Ringe selbstfedernd ausführt. Abb. 107 zeigt einen solchen Scheibenkolben mit zwei selbstspannenden Kolbenringen (ein Ring ist in der Abbildung herausgenommen). In den Vertiefungen des Kolbenumfanges sitzen, genau eingepaßt, Ringe, deren Enden so gestaltet sind, wie es die kleine Nebenabbildung zeigt. Der Durchmesser der Ringe ist so groß gewählt, daß sie stark zusammengedrückt werden müssen, wenn der Kolben in den Zylinder hineingebracht wird. Im Zylinder drinnen werden sie sich durch die eigene Federkraft wieder auseinanderspreizen und somit dicht an den Zylinderwandungen anlegen.

Es ist klar, daß erstens einmal die Ringe auch in den Nuten des Kolbenumfanges dicht anliegen müssen und ferner, daß die Trennungsfuge der einzelnen Ringe (deren Zahl oft 4 bis 5 und noch mehr beträgt) stets gegen die des folgenden Ringes versetzt sein muß, damit nicht durch diese Trennungsfuge hindurch ein Druckausgleich zwischen den beiden Kolbenseiten stattfindet.

Über eine besondere Art der Metalliderung, die sogenannte Labyrinthdichtung, siehe S. 73.

Tauchkolben. Die Gerippsskizze einer Pumpe mit Tauchkolben zeigt Abb. 108. Hier besteht also der Kolben aus einem äußerlich glatten Zylinder und bewegt sich in einem anderen Zylinder, der nicht wie beim Scheibenkolben auf seiner ganzen Länge sorgfältig ausgedreht zu sein braucht. Die Abdichtung oder Liderung ist hier also am Zy-

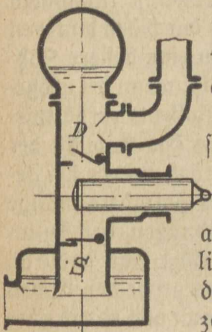


Abb. 108.

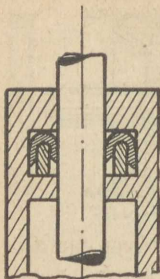


Abb. 109.

linder angebracht und besteht in der Regel aus weichen Stoffen (Leder, Hanf, Baumwolle u. dgl.), nur in seltneren Fällen aus Metall, ähnlich wie bei den Scheibenkolben. Über die Form derartiger Dichtungen, die in ihrem Wesen mit den sogenannten Stopfbüchsen übereinstimmen, wird später bei Besprechung der Stopfbüchsen näheres erwähnt werden.

Eine besondere, bei Tauchkolben für hohe Drücke (z. B. bei Presspumpen) angewendete Art der Dichtung stellt Abb. 109 dar. In einer Höhlung des Zylinders ist eine Ledermanschette entsprechend gelagert. Der in der Abbildung von unten kommende, in dem Zylinder erzeugte Druck preßt die schon durch ihre eigene Elastizität anliegende Manschette sowohl an die Wandungen des Hohlraumes, als auch an die Wandungen des Tauchkolbens, und zwar mit um so größerer Kraft, je höher der Druck steigt. Für lange andauernden ununterbrochenen Betrieb ist diese Art der Abdichtung wegen der starken Abnützung des Leders nicht zweckmäßig.

Drittes Kapitel.

Kolbenstangen.

Die Kolbenstangen haben die Aufgabe, den im Zylinder erzeugten Druck von dem Kolben nach außen zu übertragen oder umgekehrt. Bei kleineren Maschinen ist die Anordnung in der Regel so, wie in Abb. 105 auf S. 67 angedeutet, d. h. die Kolbenstange ist nur durch den einen Zylinderdeckel hindurchgeführt. Bei größeren Maschinen setzt sich die Kolbenstange auch jenseits des Kolbens durch den hinteren Zylinderdeckel fort, da auf diese Weise der Kolben eine bessere Führung erhält, was namentlich dann von Wichtigkeit ist, wenn bei größeren Zylinderdurchmessern die Auflagerfläche des Kolbens verhältnismäßig schmal ist. Bei ganz großen Maschinen, wo das Gewicht der Kolben manchmal einige tausend Kilogramm beträgt, würde bei liegend angeordneten Zylindern die untere Seite des Zylinders infolge des großen Kolbengewichtes sich besonders stark abnutzen, der Zylinder also unrund werden. Diesen Übelstand vermeidet man dadurch, daß man die Kolbenstange außerhalb des Zylinders an beiden Enden in sogenannten Kreuzköpfen lagert (man spricht dann von einem vorderen und einem hinteren Kreuzkopf) und dabei die Kolbenstange so

trächtig ausführt, daß sie, wie ein an beiden Enden gelagerter und in der Mitte belasteter Balken das Gewicht des Kolbens trägt, welches nun nicht mehr ausschließlich die untere Zylinderwandung belastet.

Bei sehr schweren Kolben läge nun allerdings wieder die Gefahr vor, daß sich die Kolbenstange in der Mitte durchbiegen würde, falls man den Durchmesser der Stange nicht unverhältnismäßig stark ausführen wollte. Diesen Übelstand vermeidet man durch eine eigentümliche Art der Herstellung: Es sei (Abb. 110) S eine Kolbenstange, welche, durch den in ihrer Mitte aufliegenden Kolben belastet, sich in der Mitte um das Stück d durchbiegt. Führt man (Abb. 111) statt dieser Stange eine Kolbenstange aus, welche, ebenso stark wie die vorige, in unbelastetem Zustande um das Stück d nach oben durchgebogen ist, so ist klar, daß, nachdem der Kolben auf die Stange aufgebracht ist, die Achse der Stange jetzt genau wagerecht liegt, so daß also, auch bei mäßiger Dicke der Kolbenstange, der Kolben ohne jede Durchbiegung von der Stange getragen wird, die Zylinderwandung also fast vollständig entlastet wird. Übrigens werden diese Kolbenstangen meist der ganzen Länge nach durchbohrt, teils aus denselben Gründen, die auf S. 22 bei den Achsen angegeben wurden, teils auch schon deshalb, weil z. B. bei großen Gasmaschinen auch die Kolben innen mit Wasser gekühlt werden, wobei das Kühlwasser durch die hohle Kolbenstange zu- und abgeleitet wird.¹⁾



Abb. 110.

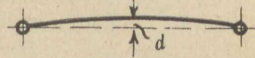


Abb. 111.

Viertes Kapitel.

Stopfbüchsen.

Wie aus den früheren Erörterungen hervorgeht, muß die hin und her gehende Kolbenstange durch die ruhende Zylinderwandung hindurchgehen, ohne daß dadurch eine im Zylinder enthaltene hochgespannte Flüssigkeit an dieser Durchdringungsstelle nach außen entweicht. Es muß also hier wiederum eine Liederung vorhanden sein, welche man zusammen mit dem sie umgebenden Gehäuse als Stopfbüchse zu bezeichnen pflegt.

Abb. 112 stellt eine solche Stopfbüchse dar. Sie besteht im wesentlichen zunächst aus der eigentlichen Stopfbüchse oder dem Stopfbüchs-

1) Siehe d. Verf. „Neuere Wärmekraftmaschinen II“ (ANuG Bd. 86).

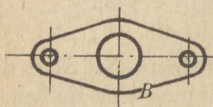
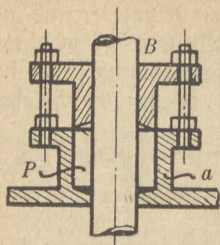


Abb. 112.

gehäuse a, welches auf dem Zylinderdeckel befestigt oder mit ihm gleich zusammengegossen ist. In dieses Gehäuse läßt sich durch Schrauben hineindrücken die Stopfbüchsenbrille B, so genannt, weil ihre Form, von oben gesehen (Abb. 112 unten), bisweilen mit einer Brille gewisse Ähnlichkeit hat. In dem Gehäuse befindet sich ferner, die Kolbenstange umgebend, die Packung P, welche die oben erwähnte Liderung darstellt. Der Stoff, aus dem diese (in der Abbildung nicht mit gezeichnete) Packung besteht, bildet ein Hauptunterscheidungsmerkmal für die einzelnen Arten von Stopfbüchsen. Früher bestand die Packung ausschließlich aus weichen Stoffen, Hanf, Baumwolle, Leder usw. Die Wirkung war dann die, daß beim Hineindrücken der Brille durch Anziehen der Schrauben die Packung fester zusammengedrückt wurde. Sie legte sich dadurch sowohl an die Wandungen der Büchse, wie an die Stange fester an und brachte auf diese Weise die gewünschte Abdichtung zustande.

In neuerer Zeit, wo z. B. bei Gas- und anderen Wärmekraftmaschinen die Stopfbüchsen sehr hohe Temperaturen auszuhalten haben, ist man dazu übergegangen, die genannten Stoffe, welche in kürzester Zeit verbrannt sein würden, durch Metallringe zu ersetzen. Abb. 113 zeigt z. B. eine solche Packung (Howaldt-Packung) für Dampfmaschinen. In die Büchse sind zweiteilige Ringe eingesetzt, deren eine Seite kegelförmig gestaltet ist. Man erkennt sofort, daß beim Hineindrücken der Brille ein Teil der Ringe an die Stange, der andere Teil an die Wandungen der Büchse angedrückt wird und auf diese Weise eine gute Abdichtung erzielt wird. Die Zahl der Ausführungsformen solcher Metallpackungen ist heute außerordentlich groß.

Eine besondere, eigentümliche Art der Liderung, die bisweilen bei Stopfbüchsen (aber auch z. B. bei Kolben) Verwendung findet, ist die sogenannte Labyrinthdichtung (Abb. 114 S. 73), welche einfach darin besteht, daß in die genau nach dem Durchmesser der Stange ausgebohrte

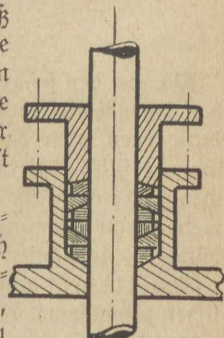


Abb. 113.

Höhlung der Stopfbüchse eine Anzahl Rillen (1—4, Abb. 114) eingedreht wird. Die Wirkung ist nun folgende: Die hochgepannte Flüssigkeit (Dampf, Luft, Wasser usw.), die von dem Inneren des Zylinders her durch den sehr engen Zwischenraum zwischen Kolbenstange und Wandung hindurchgedrungen ist und dadurch schon einen Teil ihrer Spannung eingebüßt hat, kommt plötzlich in den verhältnismäßig großen ringförmigen Raum 1 und verliert durch diese plötzliche Ausdehnung einen weiteren Teil ihrer Spannung. Unter erneutem Spannungsverlust dringt sie dann vor bis in den Raum 2, wo sie wiederum durch Ausdehnung einen weiteren Teil ihrer Spannung verliert usw.

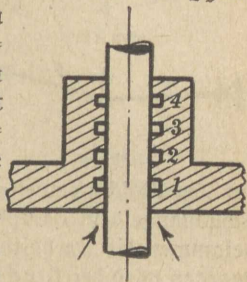


Abb. 114.

Man erkennt, daß die Spannung immer geringer wird, so daß die Flüssigkeit schließlich nicht mehr Kraft genug hat weiter vorzudringen. Die Wirkung dieser Art von Abdichtung wird manchmal dadurch beeinträchtigt, daß die ringförmigen Räume sich mit verdicktem Öle, Schmutz u. dgl. zusetzen und dann natürlich den vorher erwähnten Zweck nicht erfüllen können.

Sünftes Kapitel.

Geradführungen.

Es seien a und b (Abb. 115 u. 116) zwei Stangen, welche dort, wo sie zusammenstoßen (im Punkte c), durch ein Gelenk miteinander verbunden sind. Eine einfache Betrachtung der beiden Abbildungen zeigt dann folgendes: Wird Stab b an seinem rechten Ende gelenkig befestigt und in Stab a ein Druck in der Pfeilrichtung erzeugt, so tritt im Punkte c ein nach unten gerichteter Druck auf. Der Gelenkpunkt c würde sich also senken. Umgekehrt tritt bei c ein nach oben gerichteter Druck auf, der Gelenkpunkt c würde sich heben, wenn (Abb. 116) der Stab a an seinem linken Ende festgehalten würde und in Stab b ein Zug in der Pfeilrichtung aufträte. Vergleicht man die Abb. 115 u. 116 mit Abb. 104 auf S. 67, so erkennt man, daß a die Kolbenstange, b die sogenannte Schubstange vorstellt. Man sieht, daß der Punkt, wo Kolbenstange und Schubstange zusammentreffen, in irgendeiner Weise unterstützt oder „geradegeführt“ werden muß, wenn er nicht je nach der Art des in c auftretenden Druckes nach oben oder nach

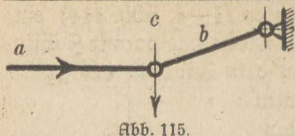


Abb. 115.

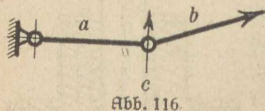


Abb. 116.

unten ausweichen soll. Daß aber z. B. bei einer Dampfmaschine im Verlaufe eines Kolbenhubes tatsächlich beiderlei Drücke im Punkte c auftreten können, zeigt folgende Überlegung: Denken wir uns, der Kolben (Abb. 104 a. S. 67) gehe von links nach rechts. Im ersten Teile des Hubes, wo der Dampf mit vollem Drucke auf den Kolben wirkt, wird das

auf der Maschinenwelle sitzende Schwungrad vermöge Kurbel und Schubstange dem Dampfdrucke einen Widerstand entgegensetzen: wir bekommen die Verhältnisse in Abb. 115. Im letzten Teile des Hubes dagegen wird der Druck des Dampfes, der inzwischen vom Kessel abgesperrt ist und sich im Zylinder weit ausgedehnt hat, seine Spannung also zum größten Teile verloren hat, nicht mehr die Kraft besitzen, das Schwungrad weiter zu drehen. Im Gegenteil: Im letzten Teile des Hubes wirkt das Schwungrad mittels Kurbel und Schubstange ziehend auf den Kolben, mit anderen Worten, während des letzten Teiles des Hubes haben wir die Verhältnisse von Abb. 116.

Die Geradföhrung des Punktes c kann nun in verschiedener Weise erfolgen. Eine einfache Art ist die, die Kolbenstange zu verlängern (Abb. 117), diese Verlängerung noch einmal durch eine besondere Büchse zu föhren und dann im Punkte c die gabelförmig gestaltete Schubstange angreifen zu lassen. (Abb. 117 stellt die Anordnung von oben gesehen dar.) Infolge der bei c auftretenden Drücke (vgl. Abb. 115 u. 116) wird dann aber die Kolbenstange auf Durchbiegung beansprucht, der Druck pflanzt sich bis in die Stopfbüchse fort, und daher ist diese Art der Geradföhrung nur bei kleinen Maschinen zulässig.

Die Geradföhrung, die bei neuzeitlichen Kraftmaschinen heute fast ausschließlich verwendet wird, ist diejenige durch Kreuzkopf und Gleitbahn (Abb. 118). Der Punkt c (Abb. 115), welcher den „Kopf“ der Kolbenstange bildet, ist hier in „Kreuz“=förmiger Weise ausgebildet, und die beiden Enden des kurzen „Kreuz“=Balkens bewegen sich auf Gleitbahnen, wodurch also eine sehr vollkommene Art der Geradföhrung erreicht wird.

Auf den ersten Blick scheint manchmal der Kreuzkopf nur eine einseitige Föhrung zu besitzen, da man Anordnungen nach Abb. 119 u. 122 selbst bei sehr großen Maschinen (z. B. Gasmaschinen) nicht selten

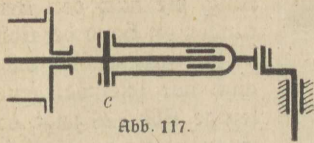


Abb. 117.

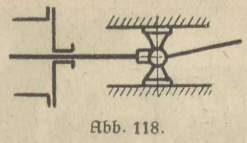


Abb. 118.

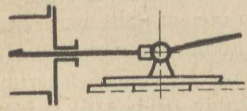


Abb. 119.

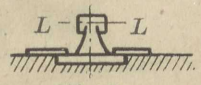


Abb. 120.

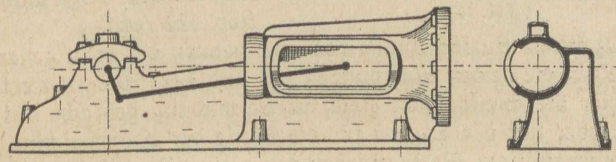


Abb. 121.

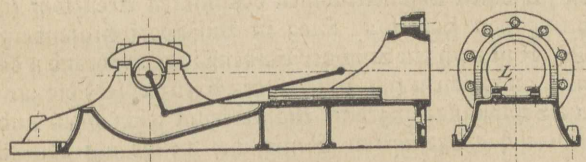
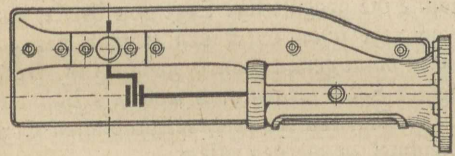
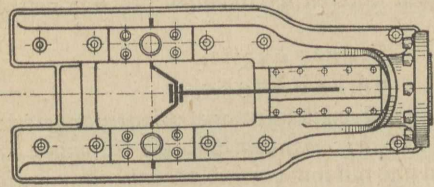


Abb. 122.



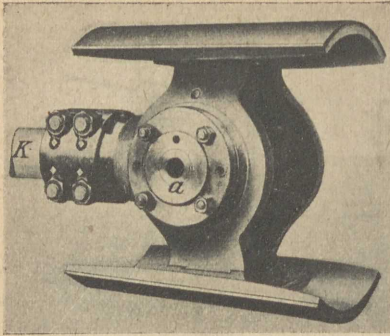


Abb. 123.

antrifft. Diese „einseitige“ Führung, die nach den Betrachtungen an Hand der Abb. 115 u. 116 nicht zulässig wäre, ist auch nur scheinbar eine einseitige. Abb. 120 zeigt, daß die Grundplatte des Kreuzkopfes in diesem Falle verbreitert ist und durch aufgeschraubte Leisten L die nach oben gerichteten Drücke (Abb. 116) aufgenommen werden. (Vgl. auch L in Abb. 122 rechts.)

Neuzeitliche Ausführungen von Gleitbahnen der eben genannten Art zeigen die beiden Abbildungen 121 und 122. Wie man erkennt, sind hier die Gleitbahnen gleich in Verbindung gebracht mit dem Lager oder mit den Lagern für die Welle der Kraftmaschine. Dies hat bei sorgfältiger Werkstatтарbeit den großen Vorteil, daß beim Zusammenbau der Maschine die gegenseitige Lage von Welle, Kurbel, Gleitbahn und Kolbenstange schon durch den Aufbau des ganzen „Rahmens“, wie der Teil dann genannt wird, gesichert ist. Der Rahmen Abb. 121 wird seiner Form wegen auch wohl als Bajonnetrahmen bezeichnet, während Abb. 122 aus leichtverständlichen Gründen mit Gabelrahmen bezeichnet zu werden pflegt.

Einen für einen Bajonnetrahmen bestimmten Kreuzkopf (in einer Ausführung von Haniel u. Lueg in Düsseldorf-Grafenberg) zeigt Abb. 123. K ist noch ein Stück der Kolbenstange, während a der hohle Zapfen ist, an welchem (im Inneren des Kreuzkopfes) die zur Kurbel führende Schubstange angreift. Man erkennt leicht oben und unten die zylindrisch ausgeführten Gleitschuhe, welche auf den ebenfalls zylindrisch ausgedrehten inneren Gleitbahnen des Bajonnetrahmens hin und her gleiten.

Sechstes Kapitel.

Schubstangen.

Die Schubstangen, auch Treibstangen oder Pleuelstangen genannt, haben, wie Abb. 104 o. S. 67 erkennen läßt, die Aufgabe, einen im Kreuzkopfe befestigten und mit ihm hin und her gehenden Zapfen (den Kreuzkopfszapfen) mit dem im Kreise umlaufenden, am Ende der

Kurbel befindlichen Zapfen (dem Kurbelzapfen) zu verbinden. Zu diesem Zwecke müssen im allgemeinen die beiden Enden der Schubstange, die sogenannten Schubstangenköpfe, die Form von Lagern besitzen. Eine Ausnahme bildet nur der Fall, daß das am Kreuzkopf befindliche Ende der Schubstange gabelförmig ausgebildet ist und der sonst im Kreuzkopf befindliche Zapfen in der Gabel des Schubstangenkopfes festgemacht ist. In diesem Falle ist dann der mittlere Teil des Kreuzkopfes als Lager ausgebildet, in welchem sich der in der Schubstange befestigte Zapfen drehen kann.

Ihrer Form nach unterscheidet man geschlossene und offene Schubstangenköpfe. Offen nennt man einen Schubstangenkopf dann, wenn er so gebaut ist, daß man ihn auch dann um den zugehörigen Zapfen herumlegen kann, wenn keine Möglichkeit geboten ist, ihn seitlich auf den Zapfen aufzuschieben oder den Zapfen durch ihn hindurchzustechen. Abb. 124 stellt z. B. einen solchen Fall dar. Der Kurbelzapfen befindet sich hier in der Mitte einer Welle, und es ist klar, daß in diesem Falle der Schubstangenkopf zunächst ganz zerlegt werden muß, wenn es möglich sein soll, ihn um den Kurbelzapfen herumzulegen. Abb. 125 zeigt eine Schubstange von Haniel u. Lueg, Düsseldorf, mit einem geschlossenen (links) und einem offenen Kopfe (rechts). Der Kopf a umschließt den in Abb. 123 mit demselben Buchstaben bezeichneten Zapfen im Innern des Kreuzkopfes, während Kopf b an dem Kurbelzapfen einer geträpfelten Welle (z. B. T, Abb. 36 a. S. 24) angreift. Gerade so, wie das früher bei den Lagern (S. 28) erwähnt wurde, besitzen die Schubstangenköpfe Lagerschalen aus weichem Metall, die sich mit der Zeit abnutzen und, um ein Schlottern des Zapfens in dem Lager zu vermeiden, nachgestellt werden müssen.

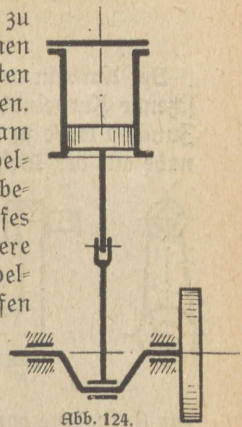


Abb. 124.

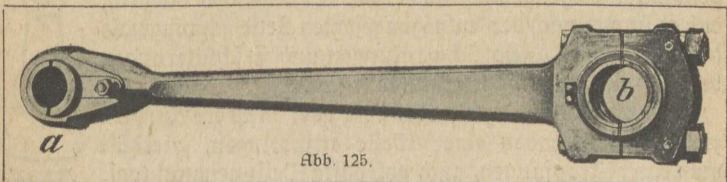


Abb. 125.

Siebentes Kapitel.

Kurbeln.

Bei Kurbeln unterscheidet man (Abb. 126) die auf der Welle *W* sitzende Kurbelnabe *N*, den Kurbelarm *a* und den Kurbelzapfen *Z*. Zunächst wäre zu bemerken, daß sowohl die Befestigung der Kurbelnabe auf der Welle wie auch die Befestigung des Kurbelzapfens in

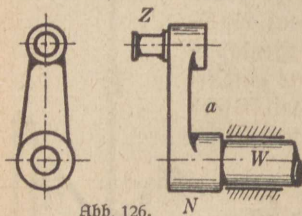


Abb. 126.

dem Kurbelarme eine außergewöhnlich zuverlässige und sichere sein muß, da sonst, wie leicht einzusehen ist, durch das fortwährende Drehen und Hin- und Herütteln bei der in Bewegung befindlichen Maschine ein Lockerwerden dieser Teile sehr bald eintreten müßte. Die Befestigung geschieht daher meist in der Weise, daß die

zur Aufnahme von Kurbelzapfen und Welle bestimmten Enden der Kurbel angewärmt werden. Sie dehnen sich dadurch aus, die Löcher erweitern sich und ziehen sich dann nach Hineinstecken des Wellenendes und des Kurbelzapfens bei der Abkühlung wieder zusammen, sie „schrumpfen“ zusammen (daher auch der Name „Aufschrumpfen“) und halten so die genannten Teile fest. Eine andere Art der Befestigung ist die, daß die Durchmesser des Wellenendes und des Kurbelzapfens um Bruchteile eines Millimeters größer gemacht werden als die Durchmesser der zugehörigen Öffnung in der Kurbel. Das Hineindrücken der beiden Teile in die zugehörigen Öffnungen geschieht dann mit Hilfe von starken hydraulischen Pressen, ein Verfahren, welches man übrigens auch mit dem erstgenannten Verfahren des Aufschrumpfens verbinden kann, wodurch die Befestigung natürlich noch zuverlässiger wird.

Bei großen Maschinen können durch die bedeutenden hin und her zu bewegenden Massen unliebsame Schwankungen und Erschütterungen in der Maschine auftreten. Man führt daher an der dem Kurbelarme gegenüberliegenden Seite der Nabe ein sogenanntes Gegengewicht aus (Abb. 127), welches dadurch, daß es immer nach der entgegengesetzten Seite schwingt als der Kurbelarm, diese Schwankungen und Erschütterungen beseitigen oder wenigstens mildern soll.

Liegt die Notwendigkeit vor, eine oder mehrere Kurbeln zwischen den Enden einer Welle anzubringen, so erhält man Kurbelkröpfungen, auch gekröpfte Welle genannt (vgl.



Abb. 127.

die Abb. 36 a. S. 24). Derartige Kröpfungen sind z. B. bei Schiffsmaschinen nicht zu vermeiden, wo die verlängerte Welle entweder die Schaufelräder (bei Raddampfern) oder aber den oder die Propeller (bei Schraubendampfern) aufzunehmen hat. Die fehlerlose Herstellung derartiger Wellenkröpfungen ist eine außergewöhnlich schwierige Arbeit, die nur von besonders darauf eingerichteten Fabriken ausgeführt werden kann.

Bisweilen kommt es vor, daß auf der der Welle abgewendeten Seite der Kurbel noch eine zweite Kurbel vorhanden sein muß (Abb. 128 u. 129), deren Zapfen dann in der Regel einmal einen kleineren Kreis beschreiben soll, der aber auch ferner nicht in der Ebene liegen darf,

die man sich durch die Mittellinien von Kurbelzapfen und Welle gelegt denken kann. Es wird in diesem Falle an den Kurbelzapfen ein neuer Arm angebracht, an dessen anderem Ende der neue Kurbelzapfen sitzt. Abb. 128 u. 129 zeigen eine solche Kurbel mit „Gegenkurbel“, wie diese zweite Kurbel in der Regel genannt wird. Ist R der Halbmesser der großen Kurbel, d. h. der Abstand der Mittellinien von Welle und Kurbelzapfen, so zeigt die Abb. 129, daß der Halbmesser des Kurbelkreises der Gegenkurbel nur r ist, und daß der Kurbelzapfen der Gegenkurbel dem der Hauptkurbel voreilt, wenn die Hauptwelle sich in der durch den Pfeil angedeuteten Richtung umdreht.

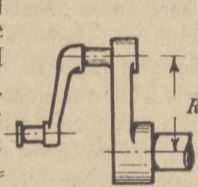


Abb. 128.

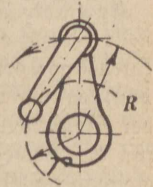


Abb. 129.

Achtes Kapitel.

Bauliche Abänderungen der Kurbel.

Kurbelschleife. Ein Kurbelgetriebe in einer ganz anderen als der bisher besprochenen Form unter Benützung einer Schubstange stellen die Abb. 130 u. 131 dar. Die Kolbenstange ist hier schleifenartig erweitert und an ihren Enden in einer Büchse geführt. In der genannten Schleife bewegt sich ein Stein, in welchen der Zapfen der seitlich von der Kolbenstange (Abb. 131) gelagerten Kurbel eingreift. Die Bauart hat den Vor-

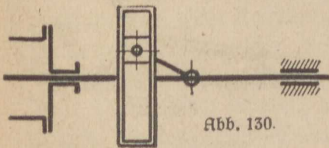


Abb. 130.

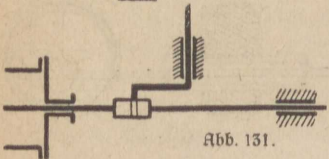


Abb. 131.

teil, daß wegen des Fortfallens der ganzen Schubstangenlänge die Kurbel dem Zylinder stark genähert werden kann, der Aufbau der Maschine also ein sehr kurzer wird. Da aber durch die Reibung des in der Schleife hin und her gehenden Steines große Arbeitsverluste verursacht werden, ist die Anwendung der „Kurbelschleife“, wie diese Anordnung genannt wird, nur auf kleine Maschinen beschränkt.

Exzenter. In dem unten abgebildeten Kurbelgetriebe (Abb. 132) stellt S noch einmal die Schubstange dar, die an dem Zapfen einer Kurbel von der Länge r angreift. Der Kreuzkopf (oder auch der Kolben) legt dann, wie leicht einzusehen ist, bei einer halben Umdrehung der Maschinenwelle den Weg $2r$ zurück. Nun muß es aber offenbar für die Bewegung des Kolbens oder des Kreuzkopfes vollständig gleichgültig sein, wie groß der Durchmesser des Kurbelzapfens ist. Es müssen z. B. die Bewegungsverhältnisse genau dieselben bleiben, wenn der Durchmesser des Kurbelzapfens so groß gemacht wird, daß er selbst die Maschinenwelle umschließt (Abb. 133). Der Mittelpunkt des großen, hier Exzenter genannten Zapfens beschreibt dann noch gerade so wie vorher einen Kreis vom Halbmesser r (r wird hier Exzentrizität des Exzenters genannt). Der Kreuzkopf und damit auch der Kolben legen noch gerade so wie früher bei einer halben Umdrehung der Maschinenwelle den Weg $2r$ zurück.

Der Zweck und der Vorteil dieser Anordnung besteht darin, daß es mit ihrer Hilfe möglich ist, „Kurbeln“ mit kleinem Kurbelhalbmesser auch inmitten einer starken Welle anzubringen, ohne erst eine schwierig herzustellende und teure Wellenkröpfung ausführen zu müssen. Der die Welle in sich schließende „Kurbelzapfen“ besteht in diesem Falle aus einer exzentrisch auf die Welle aufgesetzten kreisrunden Scheibe, dem Exzenter (Abb. 134), während der „Kopf der Schubstange“ in einem ringförmigen Bügel besteht, der um das Exzenter herumgelegt ist. Scheibe und Bügel haben dabei entsprechend gestal-

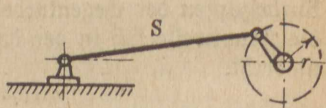


Abb. 132.

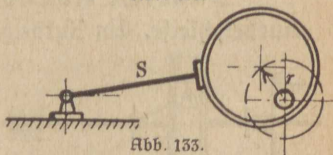


Abb. 133.

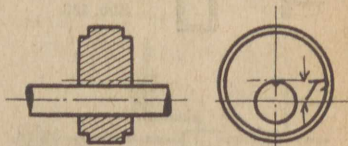


Abb. 134.

tete Querschnitte (s. d. Abb.), so daß der Bügel („Erzentering“) nicht von dem Erzenter abgleiten kann. Die „Schubstange“ heißt in diesem Falle Erzenterstange. Wird die Exzentrizität, d. h. also der Kurbelarm zu groß, so würde das ganze Erzenter zu groß und zu schwer werden; außerdem würden auf dem großen „Kurbelzapfen“-Umfange bei der Drehung so große Arbeitsverluste durch Reibung entstehen, daß man in einem solchen Falle wohl einer Kurbelkröpfung den Vorzug geben würde.

Sünfter Abschnitt.

Rohre.

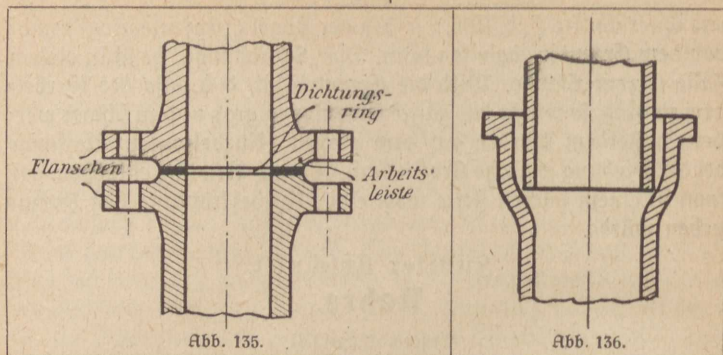
Erstes Kapitel.

Gußeiserne Rohre.

Die gußeisernen Rohre lassen sich in zwei große Gruppen einteilen, deren Erkennungsmerkmale in der Art und Weise der Verbindung der einzelnen Rohre untereinander bestehen. Diese zwei Gruppen sind die Flanschenrohre und die Muffenrohre.

Flanschenrohre. Unter Flanschenrohren versteht man Rohre (Abb. 135), deren Enden tellerförmige Ringe (Flanschen) besitzen. Die Verbindung mehrerer solcher Rohre zu einer fortlaufenden Rohrleitung geschieht in der Weise, daß die Rohre mit ihren Flanschen aneinandergelegt und diese Flanschen vermittelt Schrauben aneinander angepreßt werden. In der Regel liegen dabei die Flanschen nicht mit ihrer ganzen Fläche aufeinander auf, sondern nur mit verhältnismäßig schmalen Ringflächen (Arbeitsleisten), zwischen die dann meist auch noch weiche Stoffe, wie Gummi, Asbestpappe, scharfkantige Kupferringe u. dgl. gelegt werden, um eine bessere Abdichtung herbeizuführen.

Muffenrohre. Für Rohrleitungen, durch welche Gase und Flüssigkeiten von verhältnismäßig niedrigem Druck und niedriger Temperatur hindurchgeleitet werden, kommt in der Regel, wenn es sich um größere Durchmesser handelt, eine andere Art von Rohren zur Verwendung, die man nach der Form ihrer Enden mit dem Namen Muffenrohre zu bezeichnen pflegt. Während die Flanschenrohre an beiden Enden gleichgestaltet sind, erhalten die Muffenrohre an einem Ende eine Ausweitung (Muffe), während das andere Ende glatt ist. Um eine Rohrverbindung herzustellen, wird das glatte Ende des einen Rohres in die Muffe des anderen Rohres hineingesteckt (Abb. 136)



und der Zwischenraum zwischen Muffe und eingestecktem Rohrende zunächst mit in Teer getränkten Hanfzöpfen und oben mit eingegossenem Blei (oder mit „Bleiwolfe“) angefüllt. Hanfzöpfe sowohl wie Blei werden mit stumpfen Meißeln eingestemmt, um so eine vollständige Abdichtung zwischen den beiden Rohren zu erreichen. Sollten zufällig einmal zwei glatte zylindrische Enden von Rohren zusammentreffen, so läßt sich eine Verbindung durch eine sogenannte Doppelmuffe oder Überschiebmuffe (Abb. 137) bewerkstelligen. Derartige Überschiebmuffen können übrigens auch dann Verwendung finden, wenn ein Rohr an einer Stelle gebrochen ist. Über die schadhafte Stelle wird dann eine Überschiebmuffe geschoben und die Muffe an beiden Enden abgedichtet.

Für hohe Drücke sowie für hohe Temperaturen ist die bei Muffenrohren verwendete Abdichtungsart nicht geeignet. Hochdruckwasserleitungen und Dampfleitungen sind daher stets mit Flanschenrohren auszuführen.

Normalien für gußeiserne Rohre. Bei dem Entwurf und der Berechnung einer gußeisernen Rohrleitung ist zu beachten, daß sowohl für Flanschenrohre wie für Muffenrohre von dem Verein deutscher Ingenieure in Gemeinschaft mit dem Verein der Gas- und Wasserfachmänner Tabellen aufgestellt worden sind, welche in ganz Deutschland für die Anfertigung solcher Rohre maßgebend sind und an deren Angaben man sich zu halten hat, da sonst die Ausführung der Rohrleitung zu teuer werden würde.

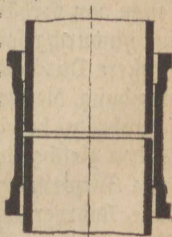
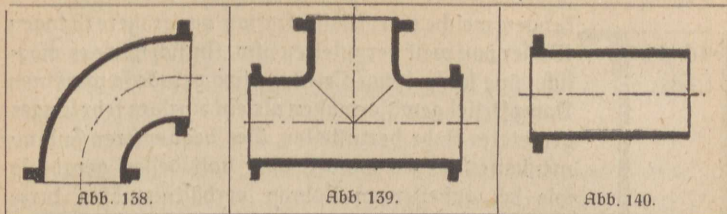


Abb. 137.



Diese Tabellen geben zunächst an, in welchen lichten Weiten (d. h. mit welchen inneren Durchmessern) die Rohre ausgeführt werden, und sodann die bei den einzelnen lichten Durchmessern auszuführenden Wandstärken, Tiefe und Stärke der Muffe, Breite und Dicke der Flanschen, Anzahl und Weite der Schraubenlöcher in den Flanschen, Stärke der zu verwendenden Schrauben usw. Auch für die Länge der einzelnen Rohre, die sogenannte Baulänge, sind Maße vorgeschrieben, dabei ist angenommen, daß die Rohre im Betriebe einen Druck von höchstens 10 at (Atmosphären d. h. kg für den qcm) aushalten sollen, während sie bei einer nach der Anfertigung in der Regel vorgenommenen Prüfung einem Drucke von 20 at standhalten sollen.

Des weiteren hat man bei dem Entwurfe einer Rohrleitung zu beachten, daß es auch für Abzweigungen einzelner Rohrstränge, für Krümmungen, Änderungen des Durchmessers usw. besonders geformte Rohrteile, sogenannte Formstücke gibt, deren Abmessung und Gestalt von jenen beiden obengenannten Vereinen in Tabellen festgelegt sind. Die Abb. 138 bis 140 geben einige Beispiele aus diesen Tabellen. Abb. 138 ist ein Krümmer, Abb. 139 ein T-Stück für Flanschenrohre; Formstücke nach Abb. 140 und 141 ermöglichen den Übergang von Flanschenrohren zu Muffenrohren und umgekehrt.



Abb. 141.

Zweites Kapitel.

Rohre aus schmiedbarem Eisen.

Genietetete Rohre. Muß der Durchmesser einer Rohrleitung sehr groß werden (etwa 1,5 m und darüber), so würden gegossene Rohre zu schwer und zu teuer werden. Man verwendet in diesem Falle lieber Rohre, welche aus gebogenen Blechen zusammengenietet sind in ähnlicher Weise, wie dies bei Dampfkesseln der Fall ist. Derartige Rohre finden z. B. Verwendung für die Leitungen, welche einer Hochofenanlage die in großen Gebläsen erzeugte Druckluft zuführen, für Lei-

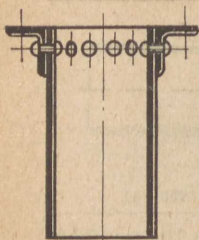


Abb. 142.

tungen, welche einer Wasserkraftanlage größere Mengen Wasser von weit her zuleiten usw. An sich wäre es möglich, eine solche lange Leitung etwa gerade so wie einen Dampfkessel gewissermaßen als ein einziges sehr langes genietetes Rohr herzustellen. Des bequemeren Zusammenbaues wegen werden aber statt dessen gerade so wie bei gußeisernen Rohren verhältnismäßig kurze Rohrstreifen hergestellt, die an ihren Enden mit Flanschen versehen und dann ganz ähnlich wie Flanschenrohre unter Zuhilfenahme von Schrauben verbunden werden. Die Herstellung dieser Flanschen geschieht einfach in der Weise, daß, wie die Skizze Abb. 142 zeigt, ein nach dem Umfange des Rohres gebogenes Winkleisen an je einem Ende des Rohres angenietet wird.

Geschweißte Rohre. Obgleich in neuester Zeit Rohre bis zu den größten Durchmessern durch Zusammenschweißen gebogener Blechplatten hergestellt werden — werden doch sogar schon ganze Dampfkessel durch Zusammenschweißen statt durch Zusammennieten der einzelnen Blechplatten ausgeführt —, so beschränkt sich das Hauptanwendungsgebiet geschweißter Rohre doch meist auf Rohre von verhältnismäßig geringem Durchmesser, wie Gasrohre, Heizungsrohre u. dgl.

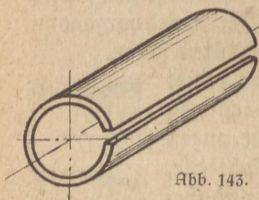
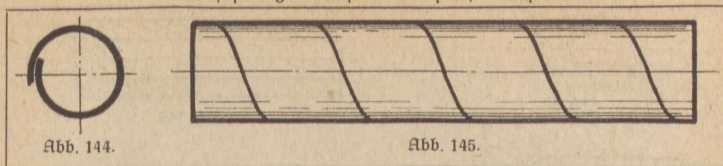


Abb. 143.

Ihrer Herstellungsweise nach unterscheidet man stumpfgeschweißte überlapptgeschweißte und spiralgeschweißte Rohre. Die Herstellung der stumpfgeschweißten Rohre geschieht in der Weise, daß lange schmale Bleche, wie Abb. 143 zeigt, kreisförmig gebogen und ihre „stumpf“ aneinander stoßenden Kanten zusammengeschweißt werden.

Bei den überlapptgeschweißten Rohren werden dagegen die Längskanten übereinander gebogen (Abb. 144 a. f. S.) und dann erst zusammengeschweißt. Die Herstellung der stumpfgeschweißten Rohre ist einfacher und billiger, wogegen die überlapptgeschweißten Rohre eine größere Festigkeit besitzen. Stumpfgeschweißte Rohre finden daher hauptsächlich Verwendung zur Fortleitung von Gasen oder Flüssigkeiten, die unter ganz geringen Drücken stehen, wie z. B. Leuchtgas.

Eine besondere Art geschweißter Rohre sind die für etwas größere



Durchmesser (etwa 150—600 mm) hergestellten spiralgeschweißten Rohre, bei denen lange schmale Bleche spiralförmig um einen Dorn gebogen und dann, wie Abb. 145 andeutet, zusammengeschweißt werden. Sie sind natürlich teurer, halten aber höhere Drücke aus als die gewöhnlichen stumpf- oder überlapptgeschweißten Rohre.

Die Verbindung der Gasrohre untereinander geschieht, wie wohl allgemein bekannt sein dürfte, dadurch, daß die Rohre an ihren Enden mit Gewinde versehen werden und dann in kurze, innen mit entsprechendem Gewinde versehene Rohrstücke, sogenannte Muffen, eingeschraubt werden.

Die Verbindung von geschweißten Rohren für höhere Drücke geschieht bei kleineren Durchmessern in ähnlicher Weise. Bei größeren Durchmessern wird die Verbindung in verschiedener Form ausgeführt. Eine Art der Verbindung ist z. B. die, daß gleich bei der Herstellung der Rohre an die beiden Enden kurze, kräftige Flanschen a (Abb. 146) angeschweißt werden, an welche sich größere, vorher auf das Rohr aufgeschobene und auf ihm bewegliche Flanschen b anlegen.

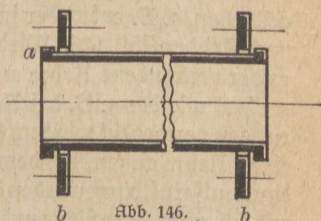
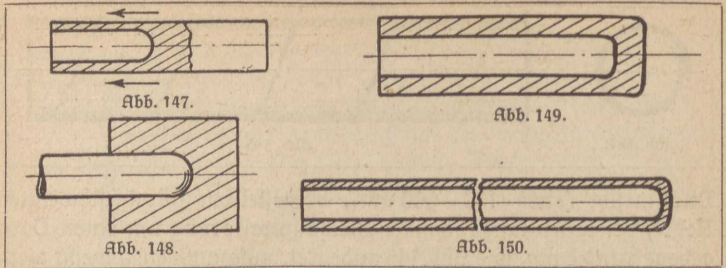


Abb. 146.

Vermittelt Schrauben, die durch diese größeren Flanschen hindurchgesteckt werden, findet dann die Verbindung der Rohre in derselben Weise statt, wie dies früher S. 81 bei den Flanschenrohren besprochen wurde.

Nahtlose Rohre. Die neueste Art von Rohren aus Schmiedeeisen bilden die sogenannten nahtlosen Rohre, die namentlich dann ihre Verwendung finden, wenn es sich um das Fortleiten von Flüssigkeiten handelt, die unter sehr hohem Drucke stehen (bis zu 200 at und darüber). Ihre Herstellung kann auf mancherlei Art geschehen. Die eine Art z. B., nach dem Verfahren von Mannesmann, besteht darin, daß vermöge eines eigentümlichen Walzverfahrens einem runden Eisenstabe, um es drastisch auszudrücken, gewissermaßen die Haut abgestreift



wird (Abb. 147). Eine andere Art der Herstellung nach dem Verfahren von Ehrhardt besteht darin, daß in einen vollen Eisenblock ein Stempel hineingestoßen wird und auf diese Weise eine Art kurzer, dicker Singerhut erzeugt wird (Abb. 148). Durch weiteres Ausstrecken dieses „Singerhutes“, wobei das Eisenstück mehrmals erwärmt wird, erhält man schließlich ein Rohr von dem gewünschten Durchmesser (Abb. 149, 150).

Die Verbindung solcher nahtlosen Rohre kann in mannigfacher Form geschehen, z. B. entweder in derselben Weise wie bei Gasrohren oder nach Art der Abb. 146. Wird die Bedingung gestellt, daß zwei miteinander verbundene Rohre außen wie innen keinerlei Vorsprünge aufweisen, wie das z. B. bei Rohren der Fall sein muß, die für Tiefbohrungen verwendet werden, so wird auf eine kurze Entfernung bei dem einen Rohre außen, bei dem anderen Rohre innen ein Teil der Wandung entfernt, dann werden diese stehengebliebenen Wandteile, der eine mit äußerem, der andere mit innerem Gewinde versehen und die beiden Rohre dann ineinander geschraubt (Abb. 151).

Drittes Kapitel.

Kupfer-, Messing- und Bleirohre.

Die Herstellung der Kupfer- und Messingrohre geschieht entweder durch Zusammenlöten, ähnlich wie bei den geschweißten Eisenröhren, oder wenn die Rohre keine „Naht“ haben dürfen, durch Verfahren ähnlich dem bei nahtlosen Eisenrohren. Eine dritte Art der Herstellung nahtloser Kupferrohre ist die auf elektrolytischem Wege (Elmore-Verfahren). Die Zusammensetzung derartiger Rohre kann z. B. in der Weise geschehen, daß an die Enden Flanschen in Winkelleisenform (ähnlich Abb. 142 auf S. 84) angelötet werden. Bei

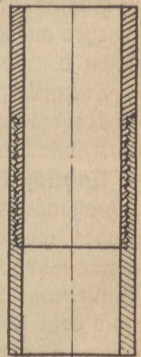


Abb. 151.

Kupferrohre werden die Enden häufig umgebördelt (Abb. 152) und durch vorher aufgeschobene verschiebbare Flanschen, ähnlich wie Abb. 146, die Verbindung hergestellt.

Mehrfache Unglücksfälle, die durch Bersten kupferner Dampfleitungen auf Schiffen vorgekommen sind, haben zur Folge gehabt, daß die Marine besondere Bestimmungen über die Verwendung kupferner Rohre zu Dampfleitungen erlassen hat, nach welchen z. B. gelötete Kupferrohre für höhere Dampfspannungen ganz ausgeschlossen sind. Ferner müssen z. B. nach diesen Bestimmungen Kupferrohre von 125 mm lichter Weite und darüber für Dampf von mehr als 8 at mit verzinkten Stahldrahttauen fest umwickelt werden usw.

Bleirohre. Bleirohre werden meist nur in verhältnismäßig kleinen Durchmesser, hauptsächlich für Wasserleitungszwecke ausgeführt. Ihr Hauptvorteil besteht in ihrer großen Biegsamkeit, dagegen haben gewöhnliche Bleirohre den Übelstand, daß sie von hartem, d. h. kalkhaltigem Wasser angegriffen werden, indem sich ein Teil des Bleies auflöst und so zu Bleivergiftungen Anlaß geben kann. Bleirohre für Wasserleitungszwecke werden daher im Innern meist mit einem dünnen Überzug aus Zinn versehen. Die Verbindung solcher zu Wasserleitungszwecken bestimmter Bleirohre geschieht meist einfach dadurch, daß das Ende des einen Rohres vermittelst eines kegelförmigen Holzstückes etwas aufgetrieben und das andere Rohrende in diese Erweiterung hineingesteckt wird, worauf dann durch Verlöten mit gewöhnlichem Zinnlot die Verbindung hergestellt wird (Abb. 153).

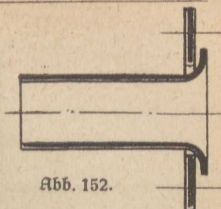


Abb. 152.

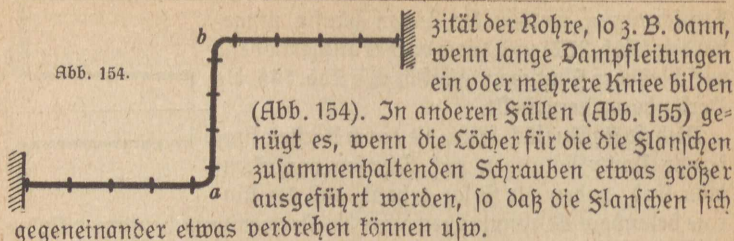


Abb. 153.

Viertes Kapitel.

Ausdehnungsvorrichtungen.

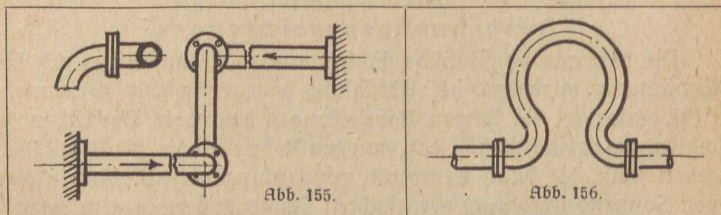
Die bekannte physikalische Erscheinung, daß ein Körper sich bei Erwärmung ausdehnt, bei Abkühlung dagegen wieder zusammenzieht, erfordert bei langen Rohrleitungen besondere Vorsichtsmaßregeln, die darin bestehen, daß man den Rohrleitungen die Möglichkeit geben muß, die durch Temperaturschwankungen (z. B. schon infolge von Sonnenbestrahlung) verursachten Längenänderungen in irgendeiner Weise auszugleichen. Bisweilen genügt schon die eigene Elasti-



Genügen diese einfachen Hilfsmittel nicht, so müssen Ausdehnungsvorrichtungen an ihre Stelle treten. Eine weitverbreitete derartige Vorrichtung besteht in der Einschaltung von Bogenrohren (Abb. 156) aus Kupfer (bisweilen auch aus Stahl), deren Elastizität dann den einzelnen Rohrabschnitten eine Ausdehnung oder Zusammenziehung erlaubt. Es ist nur darauf zu achten, daß derartigen Bogenrohren keine zu großen Durchbiegungen zugemutet werden, d. h. sie müssen genügend groß und in genügender Anzahl ausgeführt werden, wenn sie nicht durch die fortwährenden Biegungen und Streckungen in kurzer Zeit zu Bruche gehen sollen.

Eine andere häufig gebrauchte Ausdehnungsvorrichtung besteht in der Zwischenschaltung einer Stopfbüchse, die allerdings den Übelstand hat, daß sie stets in gutem Zustande gehalten werden muß, also verhältnismäßig viel Bedienung erfordert, wenn sie nicht entweder undicht werden oder, was noch schlimmer ist, z. B. bei Dampfleitungen, so „festbrennen“ soll, daß sie ihren Zweck nicht mehr zu erfüllen vermag.

Die beste, allerdings auch teuerste Art der Ausgleichung besteht darin, daß man z. B. an den Stellen a und b (Abb. 154) Kniestücke einschaltet, welche mit Kugelgelenken versehen sind und so den an sie angeschlossenen Rohrsträngen Bewegung in ziemlich weiten Grenzen ermöglichen.



Sechster Abschnitt. Ventile.

Erstes Kapitel.

Einteilung und allgemeine Bauweise.

Die Zahl der Ausführungsformen von Ventilen ist eine so ungeheuer große, daß es nicht möglich erscheint, innerhalb des Rahmens dieses Buches eine auch nur annähernd vollständige Übersicht über diese verschiedenen Ausführungsformen zu geben. Es können daher im folgenden nur einige wenige, die Eigenart der verschiedenen Ventilklassen darstellenden Beispiele Erwähnung finden.

Ventile sind Maschinenteile, welche dazu dienen, Flüssigkeitsströme zeitweise zu unterbrechen oder umgekehrt unterbrochene wieder zu öffnen. Um dies zu bewirken, können die Ventile sich entweder senkrecht von ihrem Sitze erheben (Abb. 157), oder sie können sich von ihrem Sitze erheben, indem sie sich um eine Achse drehen (Abb. 168 auf S. 97), oder schließlich können sie sich auf ihrem Sitze verschieben (Abb. 169 u. 170 auf S. 98). Demgemäß unterscheidet man dann drei große Klassen von Ventilen: nämlich Hubventile, Klappenventile und Schieber.

Gewöhnlich besteht ein Ventil aus zwei Hauptteilen: dem beweglichen Ventilkörper *V* und dem unbeweglichen Ventilsitz *S* (vgl. die Abb. 157, 164, 169). Der Ventilsitz, d. h. derjenige Teil des Rohres, des Pumpenkörpers u. dgl., auf den sich das Ventil beim Schließen aufsetzt, wird deshalb in der Regel als besonderer Teil ausgeführt und in das Rohr, die Pumpe usw. eingesetzt, weil es möglich sein muß, diesen Sitz rasch in bequemer Weise auszubessern oder durch einen neuen zu ersetzen, falls einmal durch irgendwelche Zufälligkeiten eine Beschädigung des Sitzes und damit eine Undichtigkeit eingetreten sein sollte.

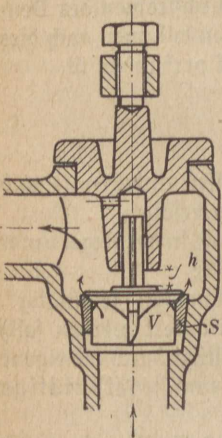


Abb. 157.

Die Abdichtungsfläche zwischen Ventil und Ventilsitz besteht in der Mehrzahl der Fälle aus Metall (Gußeisen oder Bronze), zum Teil aber auch, namentlich bei geringeren Drücken und wenn das Auftreffen des Ventiles auf den Sitz

möglichst geräuschlos erfolgen soll, aus weicheeren Stoffen, wie Filz, Gummi, Leder, Holz u. dgl. Auf die Temperatur und sonstige Beschaffenheit der das Ventil durchströmenden Flüssigkeit ist natürlich Rücksicht zu nehmen: bei heißen Flüssigkeiten z. B. ist Leder zu vermeiden, für säurehaltende Flüssigkeiten darf Eisen nicht verwendet werden usw.

Eine der wichtigsten Bedingungen, die beim Bau eines Dentiles berücksichtigt werden müssen und die, wie später ersichtlich sein wird, die Gestaltung der Dentile in ausschlaggebender Weise beeinflussen, ist die, daß der Flüssigkeitsstrom beim Hindurchgehen durch das Ventil möglichst wenig Querschnittsveränderungen erfahren soll, oder mit anderen Worten: der Querschnitt, der sich bei geöffnetem Dentile der Flüssigkeit darbietet, soll seiner Größe nach möglichst wenig von dem Querschnitte abweichen, durch den die Flüssigkeit vor Erreichen des Dentiles hindurchströmt. Vor allen Dingen eine Verringerung des Querschnittes muß also nach Möglichkeit vermieden werden, denn eine solche Verringerung hat zur Folge, daß dann die Flüssigkeit die Ventilöffnung mit gesteigerter Geschwindigkeit durchfließen muß, und diese Erhöhung der Geschwindigkeit ist, wie die Mechanik lehrt, immer mit einem Kraftverluste verbunden, der die Wirtschaftlichkeit der betreffenden Maschine (Pumpe o. dgl.) ungünstig beeinflusst.

Eine weitere Bedingung, die sich allerdings meist nur annähernd erfüllen läßt, ist die, daß die Flüssigkeit beim Durchströmen des Dentiles möglichst wenig Richtungsänderung erfahren soll, weil auch dies nach den Regeln der Mechanik mit Kraftverlust verbunden ist.

Zweites Kapitel.

Hubventile.

Die Hubventile lassen sich in drei größere Klassen einteilen, je nach der Art und Weise, in welcher ihre Bewegung erfolgt:

1. Die Bewegung des Dentiles erfolgt von Hand, in der Regel unter Zuhilfenahme einer Schraube: Absperrventile;

2. die Bewegung des Dentiles geschieht, wie man sagt, „selbsttätig“, das heißt (wie weiter unten noch genauer erläutert werden soll) durch Einwirkung der Flüssigkeitspressung unterstützt durch die eigene Schwere des Dentiles oder durch Federn: man nennt sie selbsttätige Dentile;

3. Öffnung und Schluß des Dentiles wird durch die Maschine selbst

betätigt, z. B. unter Zuhilfenahme von Hebeln u. dgl.: sie heißen dann Ventile mit gesteuerter Öffnungs- oder mit gesteuerter Schließbewegung oder kurz gesteuerte Ventile.

A. Absperrventile.

Ein Beispiel eines Absperrventiles zeigt Abb. 158. Wie man sieht, wird der Ventilkörper V dadurch bewegt, daß man an dem Handrande H in entsprechender Weise dreht und so die mit dem Ventile verbundene Schraubenspindel herauf- oder herunterschraubt. Um dem geöffneten Ventile eine gute Führung zu geben, erhält es unten Rippen oder Flügel R, welche bewirken, daß sich das Ventil beim Schließen genau auf seinen Sitz auflegt.

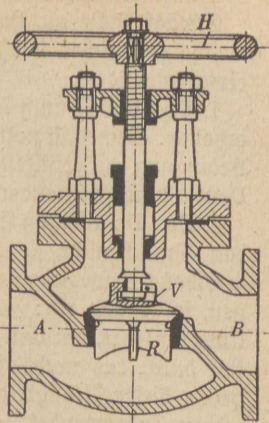


Abb. 158.

B. Selbsttätige Ventile.

Das Anwendungsgebiet der selbsttätigen Ventile sind Pumpen aller Art, Gebläse, Kompressoren usw. Ihre Wirkungsweise läßt die Gerippsskizze Abb. 108 auf S. 69 erkennen, welche eine einfache Pumpe mit Tauchkolben darstellen soll. Geht der Kolben nach rechts, so tritt in dem Pumpenraume ein Unterdruck ein. Der außerhalb der Pumpe auf dem Wasserspiegel lastende Luftdruck drückt das Wasser in dem Saugrohre der Pumpe in die Höhe, und unter dem Einflusse dieses Wasserdruckes öffnet sich das Ventil S (hier Saugventil genannt), und das Wasser tritt in den Pumpenraum ein. Dreht der Kolben wieder nach links um und dringt in den Pumpenraum ein, so erhöht sich hier der Druck des Wassers. Das z. B. infolge eigener Schwere niedergesunkene Ventil S wird, wiederum unter dem Einflusse dieses Wasserdruckes, auf seinen Sitz aufgedrückt, es schließt sich, während andererseits das oben im Pumpenraume befindliche Ventil D (hier Druckventil genannt) geöffnet wird, usw.

Man erkennt also, daß, wie schon früher erwähnt, die „selbsttätige“ Bewegung des Ventiles stets eine Folge des Flüssigkeitsdruckes ist, der allerdings beim Schließen des Ventiles unterstützt wird einmal durch das Gewicht des Ventiles selber, dann aber auch (sehr häufig wenigstens) durch eine Feder, die außerhalb des Ventiles angebracht ist und das Bestreben hat, das gehobene Ventil auf seinen Sitz niederzudrücken.

Erwägt man an Hand dieser Betrachtungen die Bedingungen, welche ein solches selbsttätiges Ventil zu erfüllen hat, so ergibt sich etwa folgendes:

1. Das Ventil muß sich rasch und genügend hoch von seinem Sitze erheben. Beides ist notwendig, um die schon oben (S. 90) angeführte Bedingung zu erfüllen, daß die Geschwindigkeit der das geöffnete Ventil durchströmenden Flüssigkeit nicht zu groß wird.

2. Das Ventil muß sich aber auch rasch wieder schließen. Geschieht das nämlich nicht, so tritt, wenn wir uns noch einmal die eben besprochene Bewegung des Saugventiles einer Pumpe vergegenwärtigen, folgendes ein: Zunächst würde, wenn der Kolben wieder nach links umkehrt, ein Teil der eben in die Pumpe eingesaugten Flüssigkeit durch das noch offene Ventil wieder zurückströmen, die zum Heben dieser Flüssigkeitsmenge verwendete Arbeit¹⁾ würde also vergebens aufgewendet sein. Ferner würde, wenn sich bei der Umkehr des Kolbens das Ventil nicht rasch genug schließt, eine rücklaufende Bewegung der ganzen Wassersäule eintreten; sie würde dadurch eine gewisse lebendige Kraft erhalten, und diese lebendige Kraft würde dann durch einen verspäteten Schluß des Ventiles plötzlich vernichtet werden. Die Folge wäre ein heftiger Stoß in der Pumpe, der von verderblicher Wirkung sein müßte, wenn die in Bewegung gekommene Wassersäule groß wäre, ein Fall, der namentlich beim Druckventil leicht eintreten könnte.

Die Bedingung (1.) würde nun offenbar erfüllt werden durch ein möglichst leichtes Ventil, welches sich recht hoch von seinem Sitze erheben würde. Abgesehen aber davon, daß man aus Gründen der Festigkeit das Ventil nicht zu leicht machen darf — hat es doch den gesamten Druck der darüber lastenden Wassersäule zu tragen —, widerstrebt dem auch die wünschenswerte Erfüllung der Bedingung (2.). Dieser Bedingung würde nämlich wieder gerade ein recht schweres, womöglich noch mit einer starken Feder belastetes Ventil entsprechen, das sich möglichst wenig von seinem Sitze erhebt, damit es bei Umkehrung des Kolbens möglichst rasch wieder auf seinem Sitze anlangt. Es bleibt also nichts anderes übrig, als den Versuch zu machen, sich beiden Bedingungen möglichst zu nähern. Die folgenden Betrachtungen und Abbildungen werden einige Wege erkennen lassen, auf welchen dies erreicht wird.

1) Siehe d. Verf. „Hebezeuge“ (ANuG Bd. 196).

Das einfache Tellerventil. Die Ausführung eines einfachen Tellerventiles zeigt Abb. 157 auf S. 89. Um eine möglichst gute Führung des Ventiles zu erreichen, besitzt es unterhalb des Ventiltellers Rippen oder Flügel, ähnlich wie das auf S. 91 erwähnte Absperrventil, außerdem aber auch noch eine

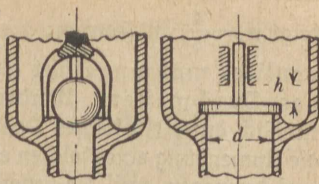


Abb. 159.

Abb. 160.

obere Führung dadurch, daß ein auf dem Ventilteller befindlicher Stift sich in einem röhrenförmigen Ansatz des Ventilgehäusedeckels bewegt. Dieser röhrenförmige Ansatz dient mit seiner Unterkante gleichzeitig als Hubbegrenzung des Ventiles, welches sich demgemäß nur um die Höhe h von seinem Sitze erheben kann.

Eine bauliche Abänderung des Tellerventiles ist das Kugelventil (Abb. 159). Es findet nur für untergeordnete Zwecke und kleine Flüssigkeitsmengen Verwendung. Erstens wegen der Schwierigkeit der Herstellung (der Ventilsitz muß stets genau zu der Kugel passen), dann aber auch deshalb, weil die Kugel für größere Abmessungen zu unhandlich und zu schwer wird, da bekanntlich das Gewicht einer Kugel mit der dritten Potenz ihres Durchmessers wächst. Eine Kugel von doppeltem Durchmesser hat also das achtfache Gewicht.

Daß ein solch einfaches, im wesentlichen aus einem Teller oder einer Scheibe bestehendes Ventil nur eine beschränkte Anwendungsmöglichkeit bietet, nämlich nur für kleine Flüssigkeitsmengen, ergibt sich aus folgender einfachen Berechnung. Es stelle Abb. 160 ein solches Ventil dar. Der Durchmesser des Zuströmrohres sei d , und ebenso groß sei angenähert auch der Durchmesser der Ventilscheibe (eigentlich muß sie ein klein wenig größer sein, da sie ja das Rohr abschließen soll); h sei die Hubhöhe des Ventiles. Aus der auf S. 90 angeführten Bedingung, daß die Geschwindigkeit der Flüssigkeit sich beim Durchströmen des Ventiles nicht ändern soll, folgt, daß der Querschnitt des Rohres ($f = \frac{d^2 \pi}{4}$) gleich sein muß dem Durchtrittsquerschnitt bei gehobenem Ventil. Dieser Durchtrittsquerschnitt ist aber: Umfang der Scheibe ($u = d \cdot \pi$) mal Hubhöhe (h).

Also wegen $f = u \cdot h$, oder (wenn man für f und u ihren Wert einsetzt) wegen $\frac{d^2 \pi}{4} = d \pi \cdot h$,

folgt $h = \frac{d}{4}$, in Worten: die Hubhöhe eines solchen Teller-ventiles muß ungefähr gleich sein dem vierten Teile seines Durchmessers. Werden nun die Flüssigkeitsmengen, die sekundlich durch ein solches Ventil hindurchtreten sollen, groß, so wird die Anwendung eines solchen einfachen Teller-ventiles unmöglich, einmal deswegen, weil die unterhalb des Ventiles ankommenden Flüssigkeitsteilchen sämtlich nach dem Rande des Tellers umbiegen, also eine sehr starke Richtungsänderung erfahren müßten, dann aber auch deshalb, weil die Hubhöhe eines solchen Ventiles viel zu groß würde, was die auf S. 92 bei Bedingung (2.) erwähnten Übelstände zur Folge hätte.

Wie diese Übelstände beseitigt werden können, ergibt sich, wenn man noch einmal auf die oben abgeleitete Bedingung zurückkommt, daß $f = u \cdot h$ sein soll.

Man erkennt sofort, daß die Hubhöhe h um so kleiner werden kann, je größer u gemacht wird, d. h. je größer der Umfang wird, an welchem die Flüssigkeit durch das geöffnete Ventil hindurchtritt. Es liegt also die Aufgabe vor, bei einem gegebenen Querschnitt des Zuführungsrohres, den Umfang u , an dem die Flüssigkeit austreten kann, nach Möglichkeit zu vergrößern, und diese Aufgabe läßt sich lösen:

1. durch mehrfache Dentile,
2. durch mehrsitzige Dentile, zu denen auch die sogenannten Ringventile gehören, und
3. durch Stufen- (oder Etagen-) Dentile.

Mehrfache Dentile. Stellt der große Kreis mit dem Durchmesser D (Abb. 161) den Umfang eines einfachen Teller-ventiles dar, so zeigt die Abbildung, wie durch Anbringung vieler, z. B. acht kleiner Teller-ventile vom Durchmesser d innerhalb desselben Raumes der Umfang wesentlich erhöht, die Hubhöhe also verkleinert werden kann. Für $D = 4 \cdot d$ ergibt sich z. B. sofort $4 \cdot d \pi = D \cdot \pi$ oder $8 (d \pi) = 2 (D \pi)$. Schon bei acht kleineren Ventilen, die in dem Kreise vom Durchmesser D sitzen, ist der Gesamtumfang, an dem die Flüssigkeit austreten kann, doppelt so groß als bei einem gewöhnlichen Teller-ventile vom Durchmesser D , und damit würde die Hubhöhe sofort auf die Hälfte verkleinert werden können.

Mehrsitzige Dentile. Ein Beispiel für ein mehr-

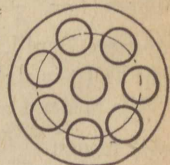
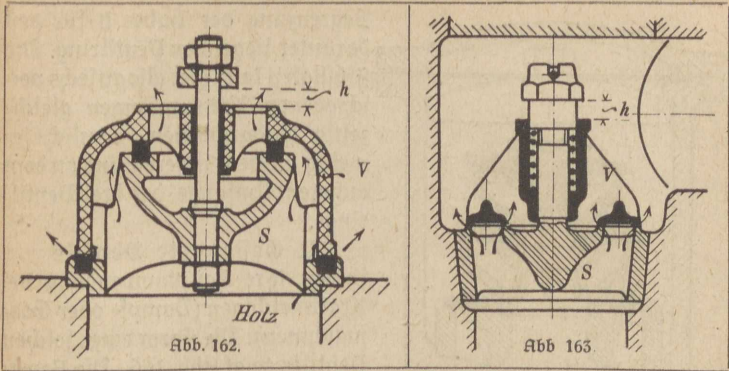


Abb. 161.



sitziges Ventil zeigt Abb. 162. Die kleinen Pfeile in der Abb. zeigen, wie die Flüssigkeit hier in zwei Kreisen austritt: in einem unteren und in einem oberen Kreise. Der doppelt gestrichelte Teil V ist der bewegliche Ventilkörper; die Abdichtung zwischen Ventilkörper V und Ventilsitz S geschieht hier durch zwei (völlig schwarz gezeichnete) Holzringe (s. d. Abb.), welche in den Ventilsitz eingelassen sind. Ein weiteres mehrförmiges Ventil, das allerdings kein selbsttätiges Ventil ist, zeigt Abb. 166 auf S. 96.

Befinden sich die verschiedenen Sitze in einer Ebene, so nennt man die Ventile Ringventile. Abb. 163 zeigt ein Ventil mit einem Ringe, also mit zwei Durchtritts-Kreisumfängen. Abb. 164 ein Ventil mit 5 Ringen, also mit 10 Kreisumfängen, an denen die Flüssigkeit hindurchströmen kann.

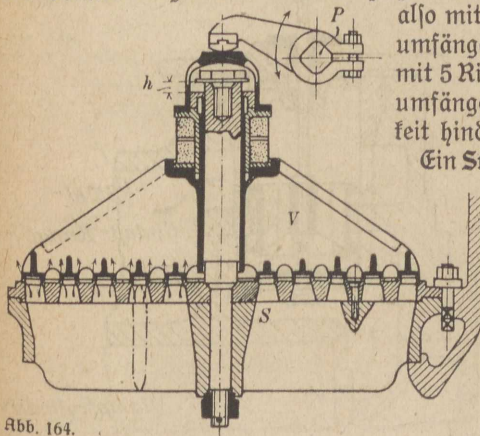


Abb. 164.

Ein Stufen- oder Etagenventil zeigt Abb. 165. Es besteht aus drei Ringen V, welche mit abnehmendem Durchmesser in drei Stufen übereinander gelagert sind. Der Sitz für den jeweilig oberen Ring bildet gleichzeitig die

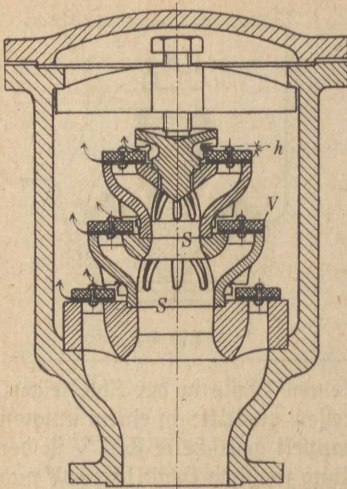


Abb. 165.

Begrenzung des Hubes h für den darunter liegenden Ventilring. Die Flüssigkeit kann hier also an sechs verschiedenen Kreisumfängen gleichzeitig hindurchtreten, nämlich jeweilig an dem inneren und an dem äußeren Umfange der drei Ventile.

C. Gesteuerte Ventile finden ihre Hauptanwendung bei Kraftmaschinen (Dampf- oder Gasmaschinen). Die Form eines solchen Ventiles zeigt Abb. 166. Die Bewegung dieser Ventile durch die Maschine selbst geschieht meist mit Hilfe recht verwickelter Hebelanordnungen, auf welche hier nicht näher eingegangen werden kann.¹⁾ Der Form nach heißen solche Ventile

auch wohl Glockenventile. Sie haben die Eigentümlichkeit, daß sie in geschlossenem Zustande der auf ihnen lastenden Flüssigkeit (z. B. dem Dampf) nur eine kleine Druckfläche darbieten, so daß ihre Öffnung verhältnismäßig wenig Kraft beansprucht. Wie die Abb. 166 zeigt, vgl. auch Abb. 167a u. b, kann der Dampf tatsächlich nur auf eine ganz schmale Ringfläche drücken, weil sich die Drücke auf die übrigen Teile der Wandung gegenseitig aufheben. Bei dem Teller-

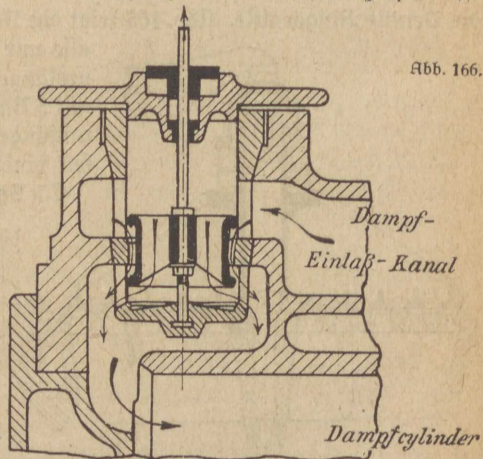


Abb. 166.

1) Siehe des Verf. „Dampfmaschine II“ (ÄtG Bd. 493 Kapitel Ventilsteuerungen).

ventil von gleichem äußeren Durchmesser (Abb. 167c) dagegen wirkt der Dampf drückend auf die ganze obere Kreisfläche, würde also einen erheblich größeren Aufwand an Kraft nötig machen.

Um den auf S. 92 angeführten Übelstand zu verringern, daß Pumpenventile mit verhältnismäßig großen Hüben (namentlich bei Pumpen mit hohen Umdrehzahlen) nicht schnell genug schließen, führte Riedler Ventile aus, deren Schluß durch einen in geeigneter Weise angeordneten und von der Maschine selbst bewegten Hebel erzwungen wurde. Abb. 164 auf S. 95 zeigt z. B. ein solches Ventil. Während der Öffnungsbewegung ist der um den Punkt P drehende Hebel von dem Ventil abgehoben, so daß das Ventil in dieser Zeit als selbsttätiges Ventil wirkt. Während der Schlußbewegung dagegen legt sich der Hebel oben auf das Ventil und drückt es rasch gegen seinen Sitz. Ventile dieser Art, die man als Ventile mit gesteuerter Schlußbewegung bezeichnet und die eine Zeitlang ziemlich verbreitet waren, werden heute kaum mehr ausgeführt, da sich gezeigt hat, daß eine zweckmäßige Ventilbewegung sich auch ohne eine solche verwickelte, kraftbeanspruchende Steuerung erreichen läßt.

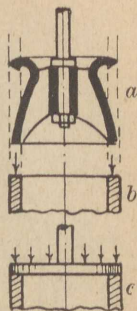


Abb. 167.

Drittes Kapitel.

Klappenventile.

Das Beispiel eines Klappenventiles zeigt Abb. 168. Es besteht einfach aus einer an ihrem linken Ende mit Schrauben befestigten (in der Abb. schwarz angedeuteten) Lederklappe, welche auf ihrer oberen und

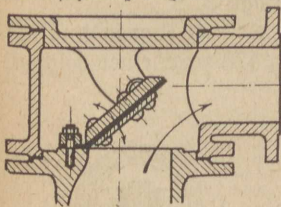


Abb. 168.

unteren Seite mit Eisenplatten armiert ist. Die Klappenventile haben den Vorzug großer Einfachheit, finden aber im allgemeinen eine beschränkte Anwendung, da sich (namentlich für größere Leistungen) ein entsprechend großer Durchtrittsquerschnitt schlecht erreichen läßt.

Viertes Kapitel.

Schieber.

Unter Schiebern verstanden wir (S. 89) solche Ventile, welche sich auf ihrem Sitze verschieben. Ist diese Verschiebung eine geradlinige, so nennt man derartige Ventile Normalschieber oder auch wohl kurz

Schieber allgemein. Geschieht dagegen das Verschieben auf dem Sitze dadurch, daß sich das Ventil dabei um eine Achse dreht, so spricht man von Drehschiebern oder Hähnen.

Normalschieber. Eine ausgedehnte Anwendung finden Schieber als Steuerorgane für Dampfmaschinen. Ihre Behandlung gehört in Werke über Dampfmaschinen.¹⁾ Als sonstige Vorrichtungen zum Abschlusse von Flüssigkeiten werden Schieber in Rohrleitungen namentlich dann verwendet, wenn es sich um größere Durchmesser handelt, also zum Abschließen größerer Dampfleitungen, Wasserleitungen, Luftleitungen usw. Abb. 169 zeigt den Querschnitt durch einen solchen Schieber V, der entsprechend dem Durchtrittsquerschnitt des abzuschließenden Rohres die Gestalt einer flachen,

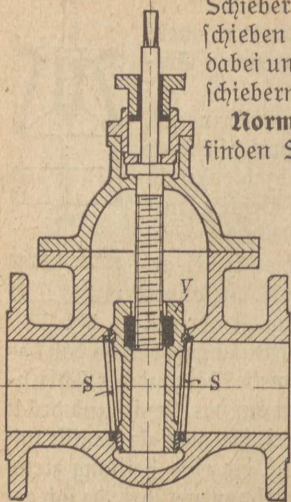


Abb. 169.

kreisförmigen Scheibe hat, deren beide Seitenflächen, wie der hier sichtbare Schnitt zeigt, sich nach unten zu etwas nähern. Durch Drehen an einem auf die Schraubenspindel aufgesteckten Handrade oder Schlüssel wird sich der Schieber in den oberen Teil des Gehäuses hineinschrauben und so die Rohröffnung freigeben. Durch entgegengesetztes Drehen der Schraube sinkt der Schieber und preßt sich gegen die schrägliegenden als Ventilsitze dienenden Ringe S, S.

Drehschieber. Auch Drehschieber finden vielfach Anwendung als Steuerorgane für Dampfmaschinen.¹⁾ Abb. 170 zeigt einen solchen. Die nach rechts und links abgehenden Kanäle führen bei entsprechender Drehung des (in der Abb. schwarz gezeichneten) Schiebers den Dampf nach der einen oder anderen Seite des im Zylinder befindlichen Kolbens.

Hähne. Zu den Drehschiebern gehören

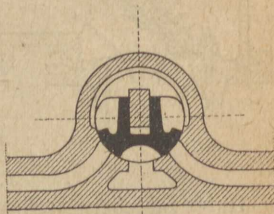


Abb 170

1) Vgl. z. B. Vater, Die Dampfmaschine II (ANUG Bd. 493) Kapitel Schiebersteuerungen u. f.

auch die bekannten Hähne, wie sie zum zeitweiligen Absperrern von Flüssigkeiten, Gasen und Dämpfen verwendet werden. Eine besondere, nicht selten angewendete Gattung solcher Hähne sind die sogenannten Dreivegehähne, welche es gestatten, einen aus einer bestimmten Richtung kommenden Flüssigkeitsstrom je nach Bedarf abzusperren oder nach der einen oder anderen Richtung abzulenken. Abb. 171 zeigt einen solchen Dreivegehahn in einer Ausführung von H. Maihaß, Hamburg. Der von b kommende Dampf kann je nach Stellung des Hahnes d entweder abgesperrt werden oder aber nach dem Rohre c (wie in der Abbildung gezeichnet) oder nach a weiter geleitet werden.

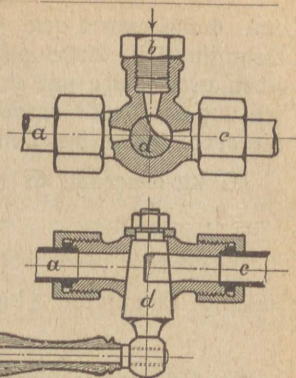


Abb. 171.

Fünftes Kapitel.

Ventile zu besonderen Zwecken.

Sicherheitsventile. Abb. 172 stellt das Sicherheitsventil für einen Dampfkessel dar. Der Ventilkörper V wird gegen den Ventilsitz S durch einen kurzen, spitz zulaufenden Zapfen gedrückt, der mit seinem anderen Ende in einem größeren Hebel H befestigt ist. Dieser Hebel hat seinen Drehpunkt bei P und ist an seinem anderen Ende mit einem Gewichte G belastet, welches mit einer nach dem bekannten Hebelgeseze im Verhältnisse $\frac{1}{a}$ vergrößerten Kraft auf das Ventil drückt. Steigt der Druck im Dampfkessel über das zulässige Maß, so wird das

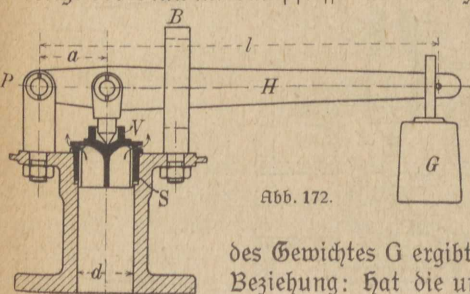


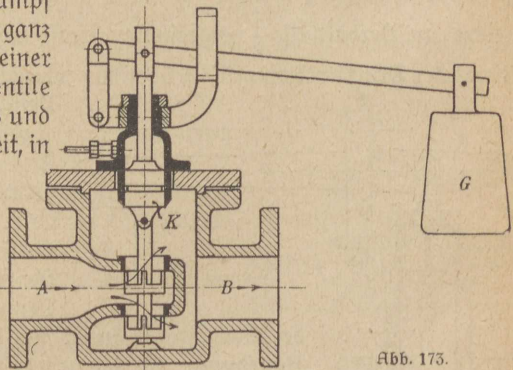
Abb. 172.

Ventil von seinem Sitze abgehoben, wodurch ein Teil des Dampfes aus dem Kessel entweichen kann. Der Bügel B dient zur Führung des Hebels. Die für einen bestimmten Dampfdruck nötige Größe des Gewichtes G ergibt sich leicht aus folgender Beziehung: Hat die untere Fläche des Ventiles

eine Größe von f qcm Fläche und beträgt der höchste zulässige Dampfdruck im Kessel p kg/qcm (das heißt drückt der Dampf auf jeden qcm Fläche mit einem Drucke von p kg), so ist der von unten auf das Ventil ausgeübte Druck $p \cdot f$ kg. Andererseits wird auf die obere Fläche des Ventiles, wie oben erwähnt, ein Druck von $\frac{1}{a} \cdot G$ kg ausgeübt. Es muß also sein $p \cdot f = \frac{1}{a} \cdot G$, woraus folgt $G = \frac{p \cdot f \cdot a}{1}$ kg.

Ist z. B. $d = 10$ cm, so ist $f = \frac{d^2 \pi}{4} = 78,5$ qcm. Beträgt der höchste zulässige Dampfdruck 5 kg/qcm, so ist für $a = 15$ cm, $l = 100$ cm, $G = \frac{5 \cdot 78,5 \cdot 15}{100} = 59$ kg.

Druckminderungsventile. Bisweilen kommt der Fall vor, daß von einer Dampfleitung, welche hochgespannten Dampf führt, an irgend-einer Stelle eine Dampfleitung abzweigigt werden muß, welche Dampf von wesentlich niedrigerer Spannung führen soll. Zu solchen Zwecken bedient man sich sogenannter Reduzierventile, das sind Ventile, welche selbsttätig den Zugang zu der abzweigigten Rohrleitung immer nur so stark versperren, daß der an dieser Stelle sich mühsam hindurchzwängende und dadurch einen Teil seiner Spannung verlierende Dampf gerade mit der gewünschten Spannung in die abzweigigte Rohrleitung gelangt. Man sagt, der Dampf wird gedrosselt¹⁾, seine Spannung wird erniedrigt oder „reduziert“. Abb. 173 zeigt ein solches Druckminderungsventil, auch Reduzierventil genannt. Der bei A zutretende Dampf strömt durch zwei ganz gleich große auf einer Spindel sitzende Ventile nach dem Raume B und hat dabei Gelegenheit, in dem Raume B auf einen Kolben K zu drücken, dessen andere Seite mit der



1) Siehe d. Verf. Technische Wärmelehre (AMG Bd. 516).

Außenluft in Verbindung steht und der von obenher in ähnlicher Weise wie das Sicherheitsventil Abb. 172 durch ein an einem Hebelarme wirkendes Gewicht belastet ist. Je leichter das Gewicht ist, um so mehr drückt der Dampf den Kolben K in den oberen Zylinder hinein, um so mehr wird also die Durchtrittsöffnung für den Dampf durch die beiden Ventile versperrt, d. h. um so geringer ist die Spannung, welche in dem Raume B und der sich daranschließenden Rohrleitung herrscht. Man sieht, daß man es in der Hand hat, durch beliebige Verkleinerung von G die Dampfspannung im Raume B ebenfalls beliebig zu verkleinern. Eine Erhöhung der Dampfspannung im Raume B über die Höhe der Dampfspannung im Raume A hinaus ist selbstverständlich unmöglich.

Da der von A kommende Dampf auf die untere Fläche des oberen Ventiles mit derselben Kraft drückt wie auf die obere Fläche des völlig gleich großen unteren Ventiles, übt er auf die durch die Spindel verbundenen Ventile selber keinerlei Druck aus, und man nennt deshalb derartige Ventile entlastete Ventile.

Drosselventile. Soll zeitweise die Spannung einer Flüssigkeit (Dampf, Wasser, Luft u. dgl.) in einer Rohrleitung um einen bestimmten Betrag rasch ver-

mindert werden, so bedient man sich eines sogenannten Drosselventiles, wie es die Abb. 174 in einem Längs-

und Querschnitt darstellt. Wie man aus dem rechten

Teile der Abbildung sieht, besteht das Ventil aus einer kreisförmigen Platte, welche um einen Zapfen a drehbar ist. Da die Flüssigkeit auf die beiden (in dem linken Teil der Abbildung obere und untere) Hälften der Platte mit gleicher Kraft drückt, ist die Platte in jeder Stellung im Gleichgewicht, hat also weder das Bestreben sich zu öffnen noch sich zu schließen.

Rohrbruchventile. Welch schreckliche Folgen der Bruch einer im Betriebe befindlichen Dampfleitung haben kann, dürfte allgemein bekannt sein. Man hat daher versucht, diese Folgen dadurch zu beseitigen, daß man in unmittelbarer Nähe des Dampfkessels ein Ventil in die Rohrleitung einschaltet, welches sich bei einem in der Rohrlei-

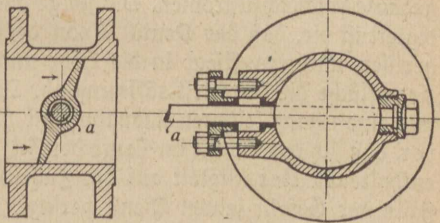


Abb. 174.

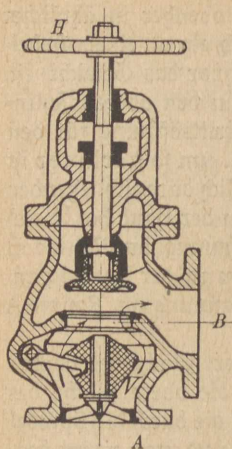


Abb. 175.

tung eintretenden Bruche sofort schließt und so dem Dampfe den Austritt versperrt. Abb. 175 zeigt ein solches „Rohrbruchventil“ der Firma Hübner und Mayer in Wien. Der obere Teil des Ventiles ist ein gewöhnliches Absperrventil (vgl. Abb. 158 auf S. 91), welches durch Drehen an dem obenbefindlichen Handrade niedergeschraubt werden kann und so den von A kommenden Dampf absperrt. In dem unteren Teile des Ventilgehäuses befindet sich in Form eines Doppelkegels ein Ventil V, welches, durch eine Stange geführt, gewöhnlich auf einer Unterlage aufliegt, wie es die Abbildung erkennen läßt. Der aus dem Kessel (von A) kommende Dampf umspült bei gewöhnlichem Betriebe das Ventil V, ohne eine besondere Wirkung darauf auszuüben. Sowie aber in der an B anschließenden

Rohrleitung ein Bruch entsteht, hat der Dampf plötzlich das Bestreben, mit einer ungeheueren Geschwindigkeit durch das Ventilgehäuse hindurchzuströmen. Die Folge dieser ungeheueren Geschwindigkeit ist die, daß das Ventil V von dem strömenden Dampfe mitgerissen wird, es fliegt in die Höhe und schließt mit seiner oberen Kegelfläche die Durchtrittsöffnung ab. Da ein solcher Bruch natürlich nur einen ganz seltenen Ausnahmefall bilden darf, liegt die Gefahr vor, daß sich das Ventil im Laufe der Zeit in Folge der in dem Dampfe enthaltenen Unreinigkeit auf der Führungsstange festsetzt und so im Falle der Gefahr seinen Dienst versagt. Um dies zu verhüten, dazu dient der kleine Hebel, der links in das Ventil V hereinragt und durch ein außerhalb des Gehäuses liegendes Handrädchen gedreht werden kann. Der Kesselwärter hat nun die Aufgabe, täglich mindestens einmal mittelst dieses kleinen Hebels das Ventil V etwas anzuheben und auf diese Weise festzustellen, ob das Ventil sich auch noch leicht auf der Führungsstange bewegt.



Sachregister.

- Abdichtung bei Rohren 82
 Absperrventile 90, 91, 102
 Achsen 21
 Anzug bei Keilen 6, 8
 Arbeitsleisten 81
 Aufschrumpfen 78
 Ausdehnungsvorrichtungen 87
 Ausrüden von Riemen 57
 Ausrückpuppelungen 27
 Außenräder 37
 Automobilantrieb 40

 Bajonettrahmen 76
 Ballige Riemenscheiben 54
 Baulänge 83
 Baumwollenseife 62
 Befestigungsschraube 13
 Befestigung von Rädern auf Wellen 7
 Berechnung von Riemen 53
 Bergische Stahlindustrie 46
 Berlin-Anhalt. Masch. B. A. u. C. 25, 28
 Bewegliche Kuppelungen 26
 Bewegungsgeetze bei Rädern 37
 Bewegungsschrauben 14
 Bleirohre 87
 Bodilager 31
 Bohrrohre 86
 Breite von Zähnen 43
 Brille bei Stopfbüchsen 72

 Dampfmaschinenfizzi 67
 Deutsche Kugellagerfabrik 34
 Dide von Riemen 50
 Dohmen-Leblanc 28
 Döring 45
 Doppelteggelkuppelung 25
 Doppelmuffe 82
 Doppelte Pfeilträder 46
 Drahtseiltrieb 61
 Drehmoment bei Wellen 21
 Drehrichtung bei Rädern 37
 Drehschieber 98
 Dreivegebahn 99
 Drosselventile 101
 Druckluftkammer 12
 Druckluftnietmaschinen 11
 Druckminderungsventil 100
 Druckventil 91

 Ehrhardt 86
 Eingängiges Gewinde 14, 48
 Eisenwerk Wülfel 30

 Elastische Kuppelung 26
 Elmore-Verfahren 86
 Entlastete Ventile 101
 Epizykloiden 43
 Etagenventile 95
 Evolventen 43
 Exzenter 80

 Flachgängige Schrauben 13
 Federbelastete Ventile 92
 Feder und Nut 8
 Seite Kuppelungen 25
 Festscheiben 56
 Flanken bei Zähnen 43
 Flanschen 81, 85, 87
 Flanschenrohre 81

 Gabelrahmen 76
 Ganghöhe bei Schrauben 13
 Gasrohre 84
 Gegengewicht bei Kurbeln 78
 Gegenfurbel 79
 Gegenmutter 18
 Genietete Rohre 83
 Gekreuzter Riementrieb 37, 55, 58
 Gefröpfte Wellen 23, 77
 Geradführungen 73
 Geschlossene Schubstangenköpfe 77
 Geschränkter Riementrieb 37, 55
 Geschweißte Rohre 84
 Gesteuerte Ventile 91, 96
 Getriebene Scheiben 49
 Gewinde, eingängiges 14, 15
 Gewindeform 16
 Gewinde, linsgängiges 15
 —, mehrgängiges 14, 15
 —, rechtsgängiges 15
 Gewindequerschnitt 13
 Gewindesteigung 17
 Gewölbte Riemenscheiben 53

 Hähne 98, 99
 Halszapfen 20
 Handnietung 10
 Hängelager 31
 Hanseife 62 ff.
 Haniel und Lueg 76, 77
 Hebezeug mittels Schraube 14
 Heizungsrohre 84
 Hohle Achsen und Wellen 22
 Howaldtpackung 72
 Hubhöhe von Ventilen 93
 Hubventile 90

 Hübner und Mayer 102
 Hyperbelräder 37
 Hypozykloiden 43

 Innenräder 37

 Kammlager 30
 Kammzapfen 21
 Kegelräder 37
 Keil 5, 32
 Kerndurchmesser 16
 Klappenventile 89, 97
 Klauenkuppelung 26
 Klemmkuppelung 25
 Kolben 68, 71
 Kolbenringe 68
 Kolbenstangen 70
 Köpfe von Schubstangen 77
 Krallen beim Riementrieb 50
 Kraftübertragungen 49
 Kreuzgelenkkuppelung 27
 Kreuzkopf 74
 Kreuzkopfszapfen 76
 Kröpfung 78
 Kuppelungen 24
 Kugelgelenke bei Rohrleitung-
 gen 88
 Kugellager 33
 Kugelventile 93
 Kugelzapfen 20
 Kupferrohre 86
 Kurbel 78
 Kurbelgetriebe 66 ff.
 Kurbelkröpfung 78
 Kurbelschleife 79
 Kurbelzapfen 78

 Labyrinthdichtung 72
 Lager 28
 Lagerbede. 30
 Lagergehäusen 30, 31, 77
 Lagergeschmierung 34
 Laschen 10
 Leimen von Riemen 50
 Liderung 68, 72
 Lizen 61
 Lösbare Verbindungen 5
 Losscheiben 56
 Lüden bei Zahnrädern 41

 Maifak 99
 Mannesmann 85
 Manschettendichtung 70
 Maschinennietung 10
 Mehrfache Ventile 94
 Mehrgängiges Gewinde 14

- Mehrstüfige Ventile 94
 Messingrohre 86
 Metallföderung 88
 Muffenrohre 81
 Mutterschraube 13

 Nähen von Riemen 50
 Nahtlose Rohre 85
 Niete 8
 Nietmaschinen 10
 Nietnaht, Verstärken der 12
 Nieten 9
 Nietung, Maschinen- 10
 Nietverbindungen 9
 Niles-Werkzeugmaschinen-
 Fabrik 11
 Normalien für Rohre 82
 Normalstieber 98
 Nut 7, 8

 Oberbilker Stahlwerk 23
 Offener Riementrieb 37, 58
 Offene Schubstangenköpfe 77

 Packung bei Stopfbüchsen 72
 Pfeilräder 45
 Pleuelstangen 76
 Polijstus 30, 59, 63
 Preßluftpömpen 9
 Preßluftnietmaschinen 11

 Querschnittsveränderungen
 bei Ventilen 90
 Querschnitt von Gewinden 16

 Räder 35
 Rahmen von Maschinen 76
 Reduzierventile 100
 Reibungsräder 36, 40
 Riedlerventile 97
 Riemen 50 ff.
 Riemenabmessungen 51
 Riemenausrücker 57
 Riemengeschwindigkeit 52
 Rillen bei Reibungsrädern 40
 Rillen bei Seilscheiben 61
 Ringschmierung 34
 Ringventile 95
 Rippen bei Ventilen 93
 Rohrbruchventile 101
 Rohre 81 ff.
 Rohrleitung 82, 88

 Saugventil 92
 Scharfgängige Schrauben 13
 Scheibenfolien 68
 Scheibenkuppelung 25
 Schieber 89, 97
 Schließtopf 9
 Schlüsselweite 16
 Schmierung von Lagern 34
 Schneide 48
 Schrauben 13 ff.
 Schraubengewinde 13
 Schraubenhebezeug 14
 Schraubenlinie 13
 Schraubenmutter 13, 14
 Schraubenrad 48
 Schraubensicherung 17
 Schraubensysteme 15
 Schraube ohne Ende 46
 Schrumpfen 78
 Schubstangen 76
 Seilscheiben 62
 Selbsttätige Ventile 91
 Sellerslager 31
 Segeltopf 9
 Sicherheitsventile 99
 Sicherung bei Schrauben 17
 Sohlplatte 30
 Spannrolle 55
 Spannschloß 15
 Spiralgeschweißte Rohre 84
 Splintsicherung 18
 Spurlager 30
 Spurzapfen 19
 Stärke der Zähne 43
 Stehlager 32
 Steigung der Gewinde 17
 Stirnräder 37
 Steigungswinkel von Schrau-
 ben 13
 Stolzenberg u. Co. 37
 Stopfbüchse 71, 88
 Stufenscheiben 59
 Stufenventile 95
 Stumpfgeschweißte Rohre 84
 Stützlager 30
 Stützzapfen 20
 Systeme, Schrauben- 15

 Tarackfolien 68, 69
 Teilkreise 41
 Teilung der Zahnräder 41

 Tellerventile 93
 Traglager 30
 Tragzapfen 19
 Transmissionswellen 23
 Treibende Scheiben 49
 Triebstangen 76
 Triebwerkswellen 23, 32, 34
 Trum 49

 Überlapptgeschweißte Rohre
 84
 Überlappungsnetzung 10
 Überschiebmuffen 82
 Übersetzungsverhältnis 39, 41
 Umfangsgeschwindigkeit 38,
 52, 64
 Umschlingungswinkel 56
 Unlösbare Verbindungen 5
 Unmittelbar sich berührende
 Räder 40

 Ventil 89 ff.
 Ventilbewegung 92
 Verbindende Maschinenteile 5
 Verstärken von Nietnähten
 12
 Verzahnungsgeßez 42

 Wandlager 31
 Wellen 21
 Wellentröpfung 23
 Wendegetriebe 58
 Whitworth-Gewinde 16
 Wolff, Akt.-Ges. für Seilindu-
 strie, vormals — 62
 Wülfel, Eisenwert 30

 Zahnbreite 43
 Zahnflanken 43
 Zahnräder 36, 41 ff.
 Zahnstangen 45
 Zahnstärke 43
 Zapfen 19
 Zentrallinie 41
 Zickzacknetzung 10
 Zweigängige Schrauben 14,
 15, 48
 Zwischen geschaltete Räder 39
 Zylinder 66
 Zylindrische Räder 37
 Zykloiden 43

Vom Verfasser des vorliegenden Bändchens sind ferner in derselben Sammlung (jedes Bändchen kart. M. 1.60, geb. M. 1.90) erschienen:

Die neueren Wärmekraftmaschinen

I. Einführung in die Theorie und den Bau der Gasmotoren.

5. Auflage. Mit 42 Abbildungen. (Bd. 21.)

Nach kurzer Erläuterung der für das Verständnis des Wesens der Maschinen nötigen Sachausdrücke u. Hauptgesetze werden die verschiedenen Betriebsmittel, wie Leuchtgas, Kraftgas usw., die Dierstoff- und Zweitaktwirkung, das Wichtigste über die Bauarten der Gas-, Benzol-, Benzol-, Petroleum- und Spiritusmaschinen, sowie der Wärmemotor Patent Diesel dargestellt.

II. Gaserzeuger, Großgasmotoren, Dampf- und Gasturbinen. 4. Auflage. Mit 43 Abbildungen. (Bd. 86.)

Behandelt an Hand zahlreicher Abbildungen Gestaltung und Bau der Dampfmaschine sowie ihrer einzelnen Teile und gibt eine Übersicht über die vielseitige Verwendung der Kolbendampfmaschine.

Praktische Thermodynamik

Aufgaben und Beispiele zur mechanischen Wärmelehre.

Mit 40 Abbildungen im Text u. 3 Tafeln. (Bd. 596.)

In Beispielen und Aufgaben, die der Praxis entnommen sind, zeigt das Bändchen die mannigfache Anwendung der Thermodynamik auf allen Gebieten der Technik. Es schließt sich in seinem Aufbau an AMUG Bd. 516 (Techn. Wärmelehre) des gleichen Verfassers an, in dem eine grundlegende Darstellung der mechanischen Wärmetheorie und Ableitung ihrer Formeln gegeben ist.

Einführung in die technische Wärmelehre

(Thermodynamik). Mit 40 Abbildungen im Text. (Bd. 516.)

Mit großer Klarheit und Anschaulichkeit behandelt der Verfasser in diesem Bändchen unter Beschränkung auf die wichtigsten Regeln und Gesetze, deren praktische Verwendbarkeit grundsätzlich und überall durch Beispiele nachgewiesen wird, die Grundlagen der mechanischen Wärmetheorie.

Die Dampfmaschine

I. Wirkungsweise des Dampfes im Kessel und in der Maschine.

4. Auflage. Mit 37 Abbildungen. (Bd. 393.)

Das in 4. Auflage vorliegende Bändchen behandelt, ausgehend von den für das Verständnis wichtigen Sätzen der Mechanik und Wärmelehre, die inneren Vorgänge im Dampfkessel und in der Dampfmaschine und leitet daraus die für ihre Gestaltung maßgebenden Grundsätze ab. Auf Anschaulichkeit der Darstellung ist besonders Wert g. legt, so daß das Bändchen als Einführung in die Dampfmaschinenlehre für Studierende, ebenso aber auch für Besitzer und Betriebsleiter von Dampfmaschinen besonders geeignet sein dürfte.

II. Ihre Gestaltung und Verwendung. 2. Aufl. M. 105 Abb. (Bd. 394.)

„Die klare und übersichtliche Darstellung, die vortrefflichen und auch für den Laien verständlichen Figuren, die das Werk auszeichnen, werden auch diesem Bande weite Verbreitung verschaffen. Besonders zu begrüßen ist, daß die praktische Seite der Wirkungsweise der Dampfmaschine ausgebaut worden ist. Der Band kann weiten Kreisen warm empfohlen werden.“
(Deutsche Bergwerks-Zeitung.)

Hebezeuge

Das Heben fester, flüssiger und gasförmiger Körper.

2. Auflage. Mit 67 Abbildungen im Text. (Bd. 196.)

An der Hand schematischer Zeichnungen wird der Bau und die Wirkungsweise der zum Heben und Fördern von festen, flüssigen und gasförmigen Körpern in der Praxis am häufigsten angewandten Maschinen und Apparate beschrieben. Auch die Berechnung verschiedener Typen wird durchgeführt.

Auf sämtliche Preise Teuerungszuschläge des Verlags und der Buchhandlungen.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Einführung in die Technik. Von Geh.-Reg.-Rat Prof. Dr. H. Lorenz. (AlluG Bd. 729.) Kart. M. 1.60, geb. M. 1.90

Von berufener Seite wird in diesem Bändchen weiteren Kreisen, vor allem angehenden Technikern, ein Einblick in die Arbeitsweise der Technik gegeben und gezeigt, aus welchen wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Grundgedanken ihre Einrichtungen hervorgegangen sind, und welche Entwicklung ihre Leistungen auf den Einzelgebieten genommen haben.

Die elektrischen Maschinen. Von Dr.-Ing. R. Bachmann. (AlluG Bd. 713.) Kart. M. 1.60, geb. M. 1.90.

Grundriß der Elektrotechnik für technische Lehranstalten. Von Prof. Dr. W. Brüsch. Mit 248 Figuren. Geb. M. 3.—

Grundlagen der Elektrotechnik. Von Oberingenieur A. Roth. 2. Aufl. Mit 74 Abbildungen. (AlluG Bd. 391.) Kart. M. 1.60, geb. M. 1.90.

Auf physikalischer Grundlage werden unter Vermeidung schwieriger mathematischer Formeln die wichtigsten Gesetze der Elektrotechnik entwickelt und ihre praktische Anwendung veranschaulicht.

Einführung in die Elektrotechnik. Physik. Grundlagen und technische Ausführung. Von Prof. R. Kinkel. Mit 445 Abb. i. T. Geh. M. 11.20, geb. M. 12.—

„Unter den vielen Büchern über Elektrotechnik für Nicht-Sachleute nimmt das vorliegende, von einem wirklichen Sachmanne geschriebene, eine rühmliche Stellung ein, da es nicht spielerisch unterhalten, sondern ernstere Leser belehren will und kann.“ (Archiv der Mathematik u. Physik.)

Leitfaden zum elektrotechnischen Praktikum. Von Prof. Dr. G. Brion. Mit 380 Figuren. Geh. M. 10.—, geb. M. 11.—

„... Hier kann nun Brions 'Leitfaden' helfend eintreten, der gewissermaßen eine 'elektrische Meßkunde' darstellt und eingehende Auskunft über die zahllosen Fragen gibt, die so häufig bei der Handhabung elektrischer Apparate auftreten...“ (Monatshefte f. d. naturw. Unterr.)

Allgemeine Elektrotechnik. Hochschulvorlesungen von Prof. P. Janet. Deutsche Bearbeitung von Prof. Fritz Süchting u. Dipl.-Ing. Ernst Riede.

I. Band: Grundlagen—Gleichströme. Bearbeitet von Fritz Süchting. Mit 180 Figuren im Text. Geh. M. 6.—, geb. M. 7.—

„Mit viel Verständnis und Klarheit und mit einem dem Verfasser eigenen glücklichen Lehrverfahren sind die verschiedenen Abschnitte über die Grundlagen der Elektrotechnik abgefaßt und aneinandergerichtet.“ (Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure.)

Leitfaden der Elektrizität im Bergbau. Von Prof. Dr. Wilhelm Brüsch. Mit 411 Abbildungen im Text. Geb. M. 5.—

Der vorliegende Leitfaden sucht den Bedürfnissen der Fachschulen, sowie der bereits im Betriebe stehenden Beamten durch Berücksichtigung alles dessen Rechnung zu tragen, was im Bergbaubetriebe für die Elektrizität in Betracht kommt.

Das Regulierproblem in der Elektrotechnik. Von Professor Dr.-Ing. A. Schwaiger. Mit 28 Abbildungen. Geh. M. 2.80, geb. M. 3.60

„Es ist interessant zu lesen, wie ein Mann der Praxis das wichtige Problem erfaßt und in eleganter Weise mathematisch behandelt.“ (Monatshefte für den naturw. Unterricht.)

Lehrbuch der Motorenkunde. Von Prof. Dr. J. W. Maner. Für gewerbl. u. fachl. Fortbildungsch. bearb. von Prof. Dr. E. Czap. Mit 149 Fig. Geb. M. 2.—

„Dieses Buch ist eine ganz vorzüglich klar und präzise geschriebene Arbeit, die für jede einzelne Motorenart die gerade für sie charakteristischen Merkmale hervorhebt. Die Abbildungen sind zweckentsprechend ausgewählt.“ (Industrieller Anzeiger.)

Auf sämtliche Preise Teuerungszuschläge des Verlags und der Buchhandlungen

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

TEUBNERS TECHNISCHE LEITFÄDEN

In Bänden zu 8—10 Bogen. gr. 8. Geb.

Die Leitfäden wollen dem Studierenden an Technischen Hochschulen und Universitäten in knapper, wissenschaftlich einwandfreier und zugleich übersichtlicher Form das Wesentliche des Tatsachenmaterials an die Hand geben, das ihm in der Vorlesung vorgetragen wird, um ihm dessen Aneignung — besonders auch die Vorbereitung zum Examen — zu erleichtern und ihm die Anschaffung und Durcharbeitung umfänglicher und kostspieliger, in der Darstellung meist für diese Zwecke zu individuell gehaltener Handbücher zu ersparen. Auf klare Gliederung des Stoffes auch in der äußeren Form der Anordnung wie auf seine Veranschaulichung durch einwandfrei ausgeführte Zeichnungen wird besonderer Wert gelegt.

Auf dem Gebiete der Mathematik und des Maschinenbaus

sind bisher erschienen:

- Bd. I. Analytische Geometrie. Von Dr. R. Fricke, Professor an der Technischen Hochschule zu Braunschweig. Mit 96 Fig. im Text. [VI u. 135 S.] 1915. Geb. M. 2.80
- Bd. II. Elemente der darstellenden Geometrie. Von Dr. M. Großmann, Professor an der Eidgenöss. Technischen Hochschule Zürich. Mit 134 Fig. im Text. [IV u. 84 S.] 1917. Steif geh. . . M. 2.—
- Bd. III. Darstellende Geometrie. Von Dr. M. Großmann, Professor an der Eidgenöss. Techn. Hochschule Zürich. Mit 109 Fig. [VI u. 138 S.] 1915. Geb. M. 2.80
- Bd. IV./V. Differential- und Integralrechnung. Von Dr. L. Bieberbach, o. ö. Professor an der Universität Frankfurt. Bd I: Differentialrechnung. Mit 32 Figuren im Text. [VI u. 130 S.] 1917. Steif geh. M. 2.80. Bd. II: Integralrechnung. Mit 25 Figuren im Text. [VI u. 142 S.] 1918. Steif geh. M. 3.40
- Bd. VI. Mechanische Technologie der Maschinenbaustoffe. Von R. Escher, Professor an der Eidgenöss. Technischen Hochschule Zürich. Mit 416 Fig. im Text. [VI u. 166 S.] 1918: Steif geh. . . M. 3.60

Auf sämtliche Preise Teuerungszuschläge des Verlags und der Buchhandlungen

U. a. sind in Vorbereitung (1919):

- Höhere Mathematik. 2 Bde. Von Dr. Rudolf Rothe, Professor an der Technischen Hochschule Berlin.
- Die graphischen Methoden der Differentialrechnung. Von Dr. Gumbel, Professor an der Technischen Hochschule Berlin.
- Praktische Geometrie. Von Dr.-Ing. Heinrich Hohener, Professor an der Technischen Hochschule Darmstadt.
- Maschinenelemente. 2 Bde. Von Karl Kutzbach, Professor an der Techn. Hochschule Dresden.
- Thermodynamik. 2 Bde. Von Geh. Hofrat Dr. Richard Mollier, Professor an der Technischen Hochschule Dresden.
- Kolbenkraftmaschinen. Von Dr.-Ing. Adolf Nägel, Professor an der Technischen Hochschule Dresden.
- Dampfturbinen u. Turbokompressen. Von Dr.-Ing. H. Baer, Professor an der Technischen Hochschule zu Breslau.
- Wasserkraftmaschinen und Kreiselpumpen. Von Oberingenieur Dr.-Ing. Franz Lawaczek, Halle.
- Grundlagen der Elektrotechnik. 2 Bde. Von Dr. E. Orlich, Professor an der Technischen Hochschule Berlin.
- Elektrische Maschinen. 3 Bde. Von Dr.-Ing. M. Klobb, Professor an der Technischen Hochschule Berlin.
- Grundlagen der Flugtechnik. Von Dr.-Ing. Bader, Berlin.
- Textilwesen. Von Dr.-Ing. h. c. G. Rohn, Schönau b. Chemnitz.

VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN

Lehrb. der Experimentalphysik. V. Geh. Reg.-R. Prof. Dr. A. Wüllner. 4 Bde. 6. bezw. 5. Aufl. Geh. M. 32.—, geb. M. 64.— (Die Bände sind auch einzeln käuflich.)

„Der Inhalt umfaßt alles, was gegenwärtig auf d. Gebiete d. Wissenschaft bekannt ist.“ (Zit. r. d. österr. Ing.-u. Arch.-Ver.)

Repertorium der Physik. Von Prof. Dr. R. S. Weber u. Prof. Dr. R. Gans. 2 Bde. I. Bd.: Mechanik und Wärme. Unter Mitarbeit von F. A. Schulze und P. Herz. 1. Teil: Mechanik, Elastizität, Hydrodynamik u. Akustik. Mit 126 Fig. im Text. Geb. M. 8.—. 2. Teil: Kapillarität, Wärme, Wärmeleitung, kinetische Gastheorie u. stat. Mech. Mit 72 Fig. M. 11.—, geb. M. 12.—. II. Bd. In Vorb.

Das Repertorium soll mehr bringen als die elementaren Lehrbücher, indem es neuere Untersuchungen behandelt, damit gewissermaßen das Studium der Einzelwerte über besondere Gebiete vorbereitet und Auffinden und Verständnis der Originalarbeiten erleichtert.

Physik in graphischen Darstellungen. Von Hofrat Prof. Dr. F. Auerbach. 1373 Figuren auf 213 Tafeln mit erläut. Text. Geh. M. 9.—, geb. M. 10.—

„Die Anordnung ist systematisch und folgt der üblichen Einteilung der Physik in ihre einzelnen Zweige. Das Buch hat sicher einen hohen Wert.“ (Unterrichtsbll. f. Mathematik u. Naturwissenschaft.)

Taschenbuch für Mathematiker und Physiker. Unt. Mitwirk. namhafter Fachgenossen hrsg. von Hofrat Prof. Dr. F. Auerbach u. Prof. Dr. R. Rothe. I. Jahrg. 1909. Mit Bildnis Lord Kelvins. Geh. M. 6.—. II. Jahrg. 1911. Mit Bildnis S. Mintowekis. Geh. M. 7.—. III. Jahrg. 1913. Mit Bildnis Fr. Kohlrauschs. Geh. M. 6.—

Kleiner Leitfaden der praktischen Physik. Von Prof. Dr. Fr. Kohlrausch. 3. Aufl., bearb. v. Prof. Dr. S. Schöll. Mit zahlr. Fig. [U. d. Pr. 1919.]

Lehrbuch der Physik. Von Direktor E. Grimsehl. Zum Gebrauch beim Unterricht, bei akademischen Vorlesungen und zum Selbststudium. In 2 Bde. 4. Aufl. bearbeitet von Prof. Dr. S. Starke u. Dr. W. Hillers. [U. d. Pr. 19 9.] I. Bd. Mechanik, Wärmelehre, Akustik, Optik. Mit ca. 1065 Fig. II. Bd. Magnetismus und Elektrizität. Mit ca. 526 Fig.

„Das Werk behandelt den Stoff in klarer, einfacher Weise, durch Beispiele die gegebenen Betrachtungen festigend, so daß auch beim Selbststudium nirgends Schwierigkeiten auftreten werden.“ (Dingl. Polyt. Journ.)

Auf sämtliche Preise Steuerzuschläge

Lehrbuch d. praktischen Physik. Von Prof. Dr. Fr. Kohlrausch. 12., verm. Aufl. In Gemeinschaft mit S. Geiger, E. Grüneisen, L. Solbourn, W. Jaeger, E. Drlich, R. Scheel, O. Schönrod hrsg. von E. Warburg. Mit 389 Fig. Geh. M. 11.—

Die neue Auflage enthält zahlreiche Zusätze und Ergänzungen, welche durch den Fortschritt der Wissenschaft geboten waren. Einzelne Abschnitte, z. B. über den Druck, die Saccharimetrie, Radioaktivität und einige elektrische Kapitel haben deshalb größere Veränderungen erfahren.

Physik. Unter Redaktion v. Dr. E. Warburg. Mit 106 Abbildungen. (Die Kultur der Gegenwart. Hrsg. von Prof. P. Finneberg. Teil III, Abt. III, 1.) Geh. M. 22.—, geb. M. 24.—, in Halbfranz . . . M. 30.—

Inhalt: I. Mechanik: E. Wiechert. II. Akustik: F. Auerbach. III. Wärme: E. Dorn, A. Einstein, F. Henning, E. Solbourn, W. Jäger, S. Rubens, E. Warburg, W. Wien. IV. Elektrizität: F. Braun, J. Elster, R. Gans, E. Gehrcke, S. Geitel, E. Gumlich, W. Kaufmann, E. Lecher, H. A. Lorentz, St. Meyer, D. Reichenheim, F. Richarz, E. v. Schwebelrod, S. Starke, W. Wien. V. Optik: F. Exner, E. Gehrcke, D. Lummer, D. Wiener, P. Zeeman. VI. Allgemeine Geleise und Gesichtspunkte. A. Einstein, F. Hafendöhl, M. Planck, W. Voigt, E. Warburg.

Physik und Kulturentwicklung durch technische u. wissenschaftl. Erweiterung der menschlichen Naturanlagen. Von Geh. Hofrat Prof. Dr. O. Wiener. Mit 72 Abb. Geh. M. 4,40, geb. M. 5,50

Der bekannte Leipziger Physiker zeigt in sehr interessanter Weise, wie durch Erweiterung der Sinne mit Hilfe von Apparaten, der Geistesanlagen durch das sinnliche Gedächtnis, die Bücher, und durch abfürzende wissenschaftliche Verfahren, und der Gliedmaßen durch Werkzeuge und Maschinen die Mannigfaltigkeit und der Freiheitsumfang der menschlichen Betätigungen fortwährend vergrößert wird. Das Werk gibt eine bisher noch nicht vorhandene knappe Darstellung der Leistungen der Naturwissenschaft und Technik.

Grimsehl's physikal. Schülerübungen. Auswahl für Unterstufe. Von Dr. Berend Kröger. [U. d. Pr. 1919.]

Enthält eine Sammlung der wichtigsten, von dem Bearbeiter des wissenschaftlich-physikalischen Schulversuchs ausgearbeiteten Übungen für die Hand des Schülers sowie zahlreiche praktische Anweisungen zur Selbstanfertigung physikal. und techn. Apparate.

Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher
Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens

Jeder Band ist
einzeln käuflich



Kartoniert M. 1.60,*
gebunden M. 1.90*

Verlag V. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Verzeichnis der bisher erschienenen Bände innerhalb der Wissenschaften alphabetisch geordnet
Werke, die mehrere Bände umfassen, auch in einem Band gebunden erhältlich

I. Religion, Philosophie und Psychologie.

Ästhetik. Von Prof. Dr. R. Hamann 2. Aufl. (Bd. 345.)
— Einführung in die Geschichte der A. Von Dr. S. Nohl. (Bd. 602.)
Astrologie siehe Sternenglaube.
Aufgaben u. Ziele d. Menschenlebens. Von Prof. Dr. J. Unold. 5. Aufl. (Bd. 12.)
Bergpredigt, Die. Von Prof. D. Dr. S. Weinel. (Bd. 710.)
Bergion, Henri, der Philosoph moderner Melia. Von Prof. Dr. E. Ott. (Bd. 480.)
Berkelen siehe Locke, Berkelen, Hume.
Buddha, Leben u. Lehre d. V. V. Prof. Dr. R. Fischer. 3. A., durchges. v. Prof. Dr. S. Lüders. M. 1. T. u. 1 T. (109.)
Calvin, Johann. Von Prof. Dr. G. Scheuer. Mit 1 Bildnis. 2. Aufl. (Bd. 247.)
Christentum. Aus der Verdeszeit des Chr. Studien u. Charakteristiken. V. Prof. Dr. J. Geissen. 2. Aufl. (Bd. 54.)
— Die Religion des Urchristentums. Von Prof. D. Dr. S. Windisch. (Bd. 641.)
— Christentum und Weltgeschichte seit der Reformation. Von Prof. D. Dr. R. Sell. 2 Bde. (Bd. 297, 298.)
— siehe Jesus, Kirche, Mystik im Christent.
Ethik, Grundzüge d. E. M. bes. Verchristlich. d. päd. Profl. V. G. Wentscher. (397.)
— i. a. Aufg. u. Ziele. Sejnalethik, Sittl. Lebensanschauungen, Willensfreiheit, Freimaurerei, Die. Eine Einführung in ihre Anschauungswelt u. ihre Geschichte. Von Geh. Rat Dr. L. Keller. 2. Aufl. von Geh. Archivrat Dr. G. Schuster. (463.)
Griechische Religion siehe Religion.
Handschriftenbeurteilung, Die. Eine Einführung in die Psychol. d. Handschrift. Von Prof. Dr. G. Schneidemühl. 2., durchges. u. erw. Aufl. Mit 51 Handschriftsbild. i. T. u. 1 Taf. (Bd. 14.)
Hindentum siehe Mystik.
Judentum siehe Religion.
Keltentum siehe Religion.
Derbarts Lehren und Leben. Von Pastor D. Flügel. 2. Aufl. Mit 1 Bildnis Derbarts. (Bd. 164.)

Dum siehe Locke, Berkelen, Hume.
Epanotismus und Suggestion. Von Dr. E. Trömmner. 3. Aufl. (Bd. 199.)
Jesuiten, Die. Eine histor. Skizze. Von Prof. Dr. S. Boehmer. 4. Aufl. (Bd. 49.)
Jesus, Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu. Von Kirchenrat Pfarrer D. Dr. E. Mehlhorn. 2. Aufl. (Bd. 137.)
— Die Gleichnisse Jesu. Zugleich Anleitung zum quellenmäßigen Verständnis der Evangelien. Von Prof. D. Dr. S. Weinel. 4. Aufl. (Bd. 46.)
— i. auch Bergpredigt.
Judaistische Religion siehe Religion.
Kant, Immanuel, Darstellung und Würdigung. Von Prof. Dr. D. Kälbe. 4. Aufl. hrsg. v. Prof. Dr. A. Messer. Mit 1 Bildnis Kants. (Bd. 146.)
Kirche, Geschichte der christlichen Kirche. Von Prof. Dr. S. Frhr. v. Soden. I. Die Entstehung der christlichen Kirche. (Bd. 690.) II. Vom Urchristentum zum Katholizismus. (Bd. 691.)
— siehe auch Staat und Kirche.
Kriminalpsychologie i. Psychologie d. Verbrechers, Handchriftenbeurteilung.
Kulturreligionen, i. Religion.
Leben, Das L. nach dem Tode i. Glauben der Menschheit. Von Prof. Dr. E. Clemen. (Bd. 506.)
Lebensanschauungen siehe Sittliche L.
Leib und Seele. Von Dr. phil. et med. G. Sommer. (Bd. 702.)
Locke, Berkelen, Hume, Die großen engl. Philos. Von Oberlehrer Dr. P. Thormeyer. (Bd. 481.)
Logik, Grundriss d. L. Von Dr. R. F. Grau. (Bd. 637.)
Luther, Martin L. u. d. deutsche Reformation. Von Prof. Dr. W. Köhler. 2. Aufl. Mit 1 Bildnis Luthers. (Bd. 515.)
— i. auch Von L. zu Bismard Abt. IV.
Mechanik d. Geisteslebens. Die. V. Geh. Medizinrat Direktor Prof. Dr. M. Berworn. 4. A. M. 19 Abb. (Bd. 200.)

* Hierzu Teuerungszuschläge des Verlags und der Buchhandlungen.

- Riffion, Die evangelische Geschichte. Arbeitsweise. Heutiger Stand.** V. Pastor S. Baudert. (Bd. 406.)
- Mythik in Heidentum u. Christentum.** V. Prof. Dr. E. v. Lehmann. 2. Aufl. V. Verf. durchgef. überarb. v. Anna Grundtvig geb. Quittenbaum. (Bd. 217.)
- Mythologie, Germanische.** Von Prof. Dr. J. von Megelein. 3. Aufl. (Bd. 95.)
- Naturphilosophie, Die moderne.** V. Priv.-Doz. Dr. J. M. Berwieser. 2. A. (491.)
- Palästina und seine Geschichte.** Von Prof. Dr. S. Geh. v. Soden. 4. Aufl. Mit 1 Plan von Jerusalem und 3 Ansichten des Heiligen Landes. (Bd. 6.)
- V. u. f. Kultur in 5 Jahrtausenden. Nach d. neuest. Ausgraben u. Forschungen dargestellt. Von Prof. Dr. W. Thomsen. 2., neubearb. Aufl. M. 37 Abb. (266.)
- Paulus, Der Apostel, u. sein Werk.** Von Prof. Dr. E. Bisher. (Bd. 309.)
- Philosophie, Die. Einführ. i. d. Wissensch., ihr Wes. u. ihre Probleme.** Von Oberrealschuldir. S. Richter. 2. Aufl. (186.)
- Einführung in die Ph. Von Prof. Dr. R. Richter. 4. Aufl. von Priv.-Doz. Dr. M. Brahn. (Bd. 155.)
- Führende Denker. Geschichtl. Einleit. in die Philosophie. Von Prof. Dr. J. Cohn. 4. Aufl. Mit 6 Bildn. (Bd. 176.)
- Die Phil. d. Gegenw. in Deutschland. V. Prof. Dr. O. Külpe. 6. Aufl. (41.)
- Poetik.** Von Dr. R. Müller-Freienfels. (Bd. 469.)
- Psychologie, Einführ. i. d. Ph. V. Prof. Dr. E. von Aster. 2. Aufl. M. 4 Abb. (492.)**
- Psychologie d. Kindes. V. Prof. Dr. R. Gauß. 4. Aufl. M. 17 Abb. (213/214.)
- Psychologie d. Verbrechens. (Criminpsychol.) V. Strafanstaltsdir. Dr. med. P. Bollig. 2. Aufl. M. 5 Diagr. (Bd. 248.)
- Einführung in die experiment. Psychologie. Von Prof. Dr. R. Braunschhausen. 2. Aufl. M. 17 Abb. i. L. (484.)
- f. auch Handchriftenbeurteilg., Hypnotismus u. Sugg., Mechanik d. Geistesleb., Poetik, Seele d. Menschen, Veranlag. u. Gererb., Willensfreiheit; Vödg. Abt. II. Reformation siehe Calvin, Luther.
- Religion, Die Stellung der R. im Geistesleben.** Von Konsistorialrat Lic. Dr. P. Palweit. 2. Aufl. (Bd. 225.)
- Relig. u. Philosophie im alten Orient. Von Prof. Dr. E. von Aster. (Bd. 521.)
- Einführung in die allg. R.-Geschichte. Von Prof. Dr. R. Beth. (Bd. 658.)
- Die nichtchristlichen Kulturreligionen in ihrem gegenwärtigen Zustand. Von Prof. Dr. C. Clemen. (Bd. 533.)
- Die Religion der Griechen. Von Prof. Dr. E. Samter. M. Silberarb. (Bd. 457.)
- Sellenistisch-röm. Religionsgesch. Von Hofpredig. Lic. A. Jacoby. (Bd. 584.)
- Religion, D. Grundz. d. israel. Religionsgesch.** V. Prof. Dr. Fr. Ciesebrecht. 2. A. V. Prof. Dr. A. Bertholet. (52.)
- Religion u. Naturwissensch. in Rom u. Griechenland. Geschichtl. Rückbl. V. Pfarr. Dr. A. Pfannkuche. 2. A. (Bd. 141.)
- Die relig. Strömungen der Gegenwart. V. Sup. D. H. Braasch. 3. A. (66.)
- f. a. Bergson, Buddha, Calvin, Christentum, Luther.
- Rousseau, Von Prof. Dr. P. Hensel. 3. Aufl. Mit 1 Bildn. (Bd. 180.)**
- Schopenhauer, Seine Personlichk. u. Lehre. i. Bedeut. V. Oberrealschuldir. S. Richter. 3. Aufl. Mit 1 Bildn. (Bd. 81.)**
- Seele des Menschen, Die.** Von Geh. Rat Prof. Dr. J. Rehmke. 4. Aufl. (Bd. 36.)
- siehe Leib u. Seele, auch Psychologie.
- Sensualität.** Von Prof. Dr. S. C. Zimmerding. (Bd. 592.)
- Sinn d. Menschen, D. Sinnesorgane und Sinnesempfind. V. Hofr. Prof. Dr. J. R. Kreibitz. 3., verb. A. M. 30 Abb. (27.)**
- Sittl. Lebensanschauungen d. Gegenwart.** V. Geh. Rector, Prof. D. D. Pirn. 3. A. V. Prof. Dr. Dr. D. Stephan. (177.)
- f. a. Ethik, Sensualität.
- Spencer, Herbert.** Von Dr. L. Schwarze. Mit 1 Bildn. (Bd. 245.)
- Staat und Kirche in ihrem gegenseitigen Verhältnis seit der Reformation.** Von Pfarr. Dr. A. Pfannkuche. (Bd. 485.)
- Sternglaube und Sternkunde. Die Geschichte u. d. Wes. d. Astrolog. Unt. Mitt. v. Geh. Rat Prof. Dr. R. Bezold dargestellt. V. Geh. Hofr. Prof. Dr. Fr. Boll. 2. Aufl. M. 1 Sternl. u. 20 Abb. (Bd. 638.)**
- Suggestion f. Hypnotismus.**
- Testament, Das Alte. Seine Gesch. u. Bedeutg.** V. Prof. Dr. P. Thomsen. (609.)
- Neues. Der Text d. N. T. nach l. geschichtl. Entwick. V. Dts. Pfarr. Prof. Sig. A. Gott. 2. Aufl. M. Taf. (Bd. 134.)
- Theologie, Einführung in die Theologie.** Von Rektor M. Cornils. (Bd. 347.)
- Veranlagung u. Bererbung, Geistige.** V. Dr. phil. et med. G. Sommer. (Bd. 512.)
- Verkräftung siehe Christentum.**
- Weltanschauung, Griechische.** Von Prof. Dr. R. Wundt. 2. Aufl. (Bd. 329.)
- Weltanschauungen, D., d. groß. Philosophen der Neuzeit.** Von Prof. Dr. S. Husse. 3. Aufl., hzg. v. Geh. Hofrat Prof. Dr. R. Faldenberg. (Bd. 56.)
- Weltentstehung, Entsteh. d. W. u. d. Erde nach Sage u. Wissenschaft.** Von Prof. Dr. M. B. Weinstein. 3. Aufl. (Bd. 223.)
- Weltuntergang, Untergang der Welt und der Erde nach Sage und Wissenschaft.** V. Prof. Dr. M. B. Weinstein. (Bd. 470.)
- Willensfreiheit, Das Problem der.** Von Prof. Dr. G. F. Lipps. 2. Aufl. (Bd. 333.)
- f. a. Ethik, Mechan. d. Geistesleb., Psychol.

- Französisch** siehe Roman.
Frauentichtung, Geschichte der deutschen F. seit 1800. Von Dr. S. Spiero. Mit 3 Bildnissen auf 1 Tafel. (Bd. 390.)
Fremdwortkunde. Von Dr. E. Richter.
Gartenkunst siehe Abt. VI. (Bd. 570.)
Griech. Komödie, Die. V. Geh.-Nat. Prof. Dr. A. Störte. M. Titelb. u. 2 Taf. (400.)
Griechische Kunst, Die Väterzeit der a. A. im Spiegel der Reliefartophage. Eine Einf. i. d. griech. Plastik. V. Broi. Dr. S. Wachtler. 2. A. M. zahlr. Abb. (272.)
 — siehe auch Lexikon der Kunst.
Griech. Tragödie, Die. V. Prof. Dr. J. Geffken. M. 5 Abb. i. T. u. a. 1 Taf. (566.)
Grillparzer, Franz. Von Prof. Dr. A. Kleinberg. M. Bildn. (Bd. 513.)
Harmonielehre. Von Dr. S. Scholz. (Bd. 703, 04.)
Harmonium s. Tasteninstrum.
Hausmann, Gerhart. V. Prof. Dr. E. Sulger-Gebing. Mit 1 Bildn. 2. verb. u. verm. Aufl. (Bd. 283.)
Haydn, Mozart, Beethoven. Von Prof. Dr. C. Preuss. 2. Aufl. M. 4 Bildn. (92.)
Hebbel, Friedrich. V. Geh. Hojr. Prof. Dr. D. Walzel. 2. A. M. 1 Bildn. (408.)
Heldenage, Die germanische. Von Dr. F. W. Bruhier. (Bd. 486.)
 — siehe auch Volkssage.
Homersche Dichtung, Die. Von Rektor Dr. G. Finster. (Bd. 496.)
Ibsen, Björnson u. i. Zeitgenossen. Von Prof. Dr. B. Kahle. 2. Aufl. v. Dr. G. Morgenstern. M. 7 Bildn. (Bd. 193.)
Impressionismus, Die Maler des J. Von Prof. Dr. B. Pazar. 2. A. M. 32 Abb. u. 1 farb. Tafel. (Bd. 395.)
Instrumente s. Tasteninstrum., Orchester.
Klavier siehe Tasteninstrumente.
Komödie siehe Griech. Komödie.
Kunst, Das Wesen der deutschen bildenden K. Von Geh. Rat Prof. Dr. G. Thode. (Bd. 585.)
 — s. a. Bauk., Bild., Dekor., Griech. K.; Pompeii, Stile; Gartenk. Abt. VI.
Kunstpflege in Haus u. Heimat, 3. Aufl. Mit Abb. (Bd. 77.)
Lessing, Von Dr. Ch. Schreypp. Mit einem Bildnis. (Bd. 403.)
Literatur, Entwickl. der deutsch. L. seit Goethes Tod. V. Dr. W. Brecht. (595.)
Lyrik, Geschichte d. deutsch. L. s. Claudius. V. Dr. S. Spiero. 2. Aufl. (Bd. 254.)
 — siehe auch Frauentichtung, Literatur, Minnesang, Volkslied.
Maltr, Die altdeutschen, in Süddeutschland. Von S. Nemib. Mit 1 Abb. i. Text und Bilderanhang. (Bd. 464.)
 — s. Michelangelo, Impression, Rembrandt.
Malerei, Die deutsche, im 19. Jahrh. Von Prof. Dr. R. Hamann. 2 Bde. Text, 2. Bde m. 57 ganzseit. u. 200 halbf. Abb., a. i. Geschausg. erhäftl. (Bd. 448—451.)
Malerei, Niederl. M. i. 17. Jahrh. V. Prof. Dr. S. Janzen. Mit 37 Abb. — siehe auch Rembrandt. (Bd. 373.)
Märchen s. Volksmärchen.
Michelangelo, Eine Einführung in das Verständnis seiner Werke. V. Prof. Dr. C. Sildebrandt. Mit 44 Abb. (392.)
Minnesang, D. Siebe i. Siebe d. dtsch. Mittelalt. V. Dr. S. W. Bruhier. (404.)
Mozart siehe Haydn.
Russl. Die Grundlagen d. Tonkunst. Versuch einer Entwicklungsgesch. Darstell. d. allg. Musiklehre. Von Prof. Dr. S. Rietsch. 2. Aufl. (Bd. 178.)
 — Musikalische Kompositionsformen. V. S. C. Kallenberg. Band I: Die elementar. Tonverbindungen als Grundlage d. Harmonielehre. Bd. II: Kontrabuntk u. Formenlehre. (Bd. 412, 413.)
 — Geschichte der Musik. Von Dr. A. Einstein. (Bd. 438.)
 — Beispielammlung zur älteren Russl. Geschichte. V. Dr. A. Einstein. (439.)
 — Musikal. Romantik, Die Väterzeit d. m. A. in Deutschland. Von Dr. E. F. J. Mit 1 Silhouette (Bd. 239.)
 — s. a. Haydn, Mozart, Beethoven, Orchester, Tasteninstrumente, Wagner.
Muthologie, Germanische. Von Prof. Dr. F. v. Regelein. 3. Aufl. (Bd. 95.)
 — siehe auch Volkssage, Deutsche.
Niederländische Malerei s. Malerei.
Novelle siehe Roman.
Opr. Die moderne. Vom Tode Wagners bis zum Weltkrieg (1883—1914). Von Dr. E. F. J. Mit 3 Bildn. (Bd. 495.)
 — siehe auch Haydn, Wagner.
Orchester, Das moderne Orchester. Von Prof. Dr. F. Volbach. I. Die Instrumente d. O. (Bd. 384.) II. D. mod. O. i. f. Entwickl. 2. Aufl. (Bd. 308.)
Orgel siehe Tasteninstrumente.
Personennamen, D. deutsch. V. Geh. St. Dienrat A. Bähnisch. 2. A. (Bd. 296.)
Perspektive, Grundzüge der P. nebst Anwendungen. Von Prof. Dr. R. Döehlemann. Mit 91 Fig. u. 11 Abb. (516.)
Phonetik, Einführ. i. d. Ph. Wiew. sprechen. V. Dr. E. Richter. M. 20 A. (354.)
Photographie, D. Künstler. Ihre Entwickl. ihre Probl., i. Bedeutg. V. Dr. W. Warstat. 2. verb. Aufl. M. Bilderanhang. (410.)
 — s. auch Photographie Abt. VI.
Plastik s. Griech. Kunst, Michelangelo.
Pestil. Von Dr. R. Müller-Freienfels. (Bd. 460.)
Pompeii, Eine hellenist. Stadt in Italien. Von Prof. Dr. Fr. v. Duhn. 3. Aufl. M. 62 Abb. i. T. u. auf 1 Taf., sowie 1 Plan. (Bd. 114.)
Projektionslehre, In kurzer leichtfaßlicher Darstellung s. Selbstunterr. und Schulgebrauch. V. Zeichn. A. Schudersky. Mit 164 Fig. (Bd. 561.)

Membrandt. Von Prof. Dr. B. Schub-
 ring. 2. Aufl. Mit 48 Abb. auf 28 Taf.
 i. Anh. (Bd. 158.)

Renaissancearchitektur in Italien. Von
 Dr. F. Frankl. 2 Bde. I. N. 12 Taf. u.
 27 Textabb. II. M. Abb. (Bd. 381/382.)

Rhetorik. Von Prof. Dr. E. Geißler.
 2. Bde. 2. Aufl. I. Richtlinien für
 die Kunst des Sprechens. II. Deutsche
 Redekunst. (Bd. 455/456.)

Roman. Der französische Roman und die
 Novelle. Ihre Geschichte v. d. Anf. b.
 z. Gegenw. Von D. Flaké. (Bd. 377.)

Romantik. Deutsche. V. Geh. Hoirat Prof.
 Dr. O. F. Walzel. 4. Aufl. I. Die
 Weltanschauung. II. Die Dichtung.
 (Bd. 232/233.)

— Die Blütezeit der mus. K. in Deutsch-
 land. Von Dr. E. Fstel. (Bd. 239.)

Sage siehe Heldenlage. Mythol., Volkslage.

Schauspieler. Der. Von Prof. Dr. Fer-
 dinand Gregori. (Bd. 692.)

Schiller. Von Prof. Dr. Th. Siegler.
 Mit 1 Bildn. 3. Aufl. (Bd. 74.)

Schillers Dramen. Von Programmabdi-
 rektor E. Heusermann. (Bd. 493.)

Shakespeare und seine Zeit. Von Prof. Dr.
 E. Sieber. N. 3 Abb. 2. Aufl. (185.)

Sprache. Die Haupttypen des menschlich.
 Sprachbaus. Von Prof. Dr. F. R. Find.
 2. Aufl. v. Prof. Dr. E. Kiederz. (268.)

— Die deutsche Sprache von heute. Von
 Dr. W. Fischer. (Bd. 475.)

— Fremdwortkunde. Von Dr. Elise
 Richter. (Bd. 570.)

— siehe auch Phonetik, Rhetorik; ebenso
 Sprache u. Stimme Abt. V.

Sprachstämme. Die des Erdkreises. Von
 Prof. Dr. F. R. Find. 2. Aufl. (Bd. 267.)

Sprachwissenschaft. Von Prof. Dr. Rr.
 Sandfeld-Jensen. (Bd. 472.)

Stile. Die Entwicklungsreihe. d. St. in der
 bild. Kunst. V. Dr. E. Cohn-Wiener.
 2. Aufl. I.: V. Altertum b. z. Gotik N.
 66 Abb. II.: V. Renaissance b. z. Ge-
 genwart. Mit 42 Abb. (Bd. 317/318.)

Tasteninstrumente. Klavier, Orgel, Har-
 monium. Das Wesen der Tasteninstru-
 mente. V. Prof. Dr. O. Wie. (Bd. 325.)

Theater. Das Schauspielhaus u. -kunst v.
 griech. Altert. bis auf d. Gegenw. V. Prof.
 Dr. Chr. Gaehe. 2. A. 18 Abb. (Bd. 230.)

Tragödie s. Griech. Traödie.
 — siehe auch Schauspieler.

Urheberrecht siehe Abt. VI.

Volkslied. Das deutsche. über Wesen und
 Werden d. deutschen Volksliedes. Von
 Dr. F. W. Bruhier. 5. Aufl. (Bd. 7.)

Volksmärchen. Das deutsche V. Von Har-
 ter R. Spieß. (Bd. 587.)

Volkslage. Die deutsche. Übersicht daräst.
 v. Dr. O. Vödel. 2. Aufl. (Bd. 262.)

— siehe auch Heldenlage. Mythologie.

Wagner. Das Kunstwerk Richard W.s. Von
 Dr. E. Fstel. N. 1 Bildn. 2. Aufl. (330.)

— siehe auch Musikal. Romantik u. Oper.

Zeichenkunst. Der Weg z. Z. Ein Büchlein
 für theoretische und praktische Selbstbil-
 dung. Von Dr. E. Weber. 2. Aufl.
 Mit 81 Abb. u. 1 Farbtafel. (Bd. 430.)

— s. auch Perspektive, Projektionslehre;
 Geomtr. Zeichnen Abt. V, Techn. Abt. VI.
 Zeitungsweisen. V. Dr. S. Diez. (Bd. 328.)

IV. Geschichte, Kulturgeschichte und Geographie.

Alpen. Die. Von H. Reishauer. 2., Neub.
 Aufl. von Dr. S. Stanar. Mit 26 Abb.
 und 2 Karten. (Bd. 276.)

Altertum. Das, im Leben der Gegenwart.
 V. Prov.-Schul- u. Geh. Reg.-Rat Prof.
 Dr. V. Cauer. 2. Aufl. (Bd. 356.)

— D. Altertum, seine staatl. u. geistige
 Entwicklung und deren Nachwirkungen.
 Von Oberlehr. d. Breller. (Bd. 642.)

Amerika. Gesch. d. Verein. Staaten v. A. V.
 Prof. Dr. E. Daenell. 2. A. (Bd. 147.)

Amerikaner. Die. V. N. M. Butler. Dtsch.
 v. Prof. Dr. W. Wassilowski. (319.)

Antike Wirtschaftsgeschichte. V. Privatdoz.
 Dr. O. Neurath. 2. Auflage. (Bd. 258.)

Antikes Leben nach den ägyptischen Papyri.
 Von Geh. Postrat Prof. Dr. Fr. Brei-
 tigte. Mit 1 Tafel. (Bd. 565.)

Arbeiterbewegung s. Soziale Bewegungen.

Australien und Neuseeland. Land, Leute
 und Wirtschaft. Von Prof. Dr. R.
 Schachner. Mit 23 Abb. (Bd. 366.)

Babylonische Kultur. Die, i. Verbreit. u. i.
 Nachwirkungen auf d. Gegenw. V. Prof.
 Dr. F. C. Lehmann-Gaupt. (Bd. 579.)

Baltische Provinzen. V. Dr. V. Tornius.
 3. Aufl. N. 8 Abb. u. 2 Kartenf. (Bd. 542.)

Bauernhaus. Kulturgeschichte des deutschen
 V. Von Baurat Dr.-Ing. Chr. Rind.
 3. Aufl. Mit Abb. (Bd. 121.)

Bauernstand. Gesch. d. dtich. V. V. Prof.
 Dr. H. Gerdes. 2., verb. Aufl. Mit
 23 Abb. i. Text (Bd. 320.)

Belgien. Von Dr. W. Döwald. 3. Aufl.
 Mit 4 Karten i. T. (Bd. 501.)

Bismarck und seine Zeit. Von Professor
 Dr. B. Valentin. Mit einem Titelbild.
 4., durchgef. Aufl. (Bd. 500.)

Böhmen. Zur Einführung in die böhm.
 mische Frage. Von Prof. Dr. R. F.
 Kaundl. Mit 1 Karte. (Bd. 701.)

Brandenburg-preuss. Gesch. Von Archi-
 var Dr. Fr. Frael. 2 Bde. I. Von
 d. ersten Anfängen b. z. Tode König Fr.
 Wilhelms I. 1740. II. Von dem Regie-
 rungsantritt Friedrichs d. Gr. bis zur
 Gegenwart. (Bd. 440/411.)

Värger im Mittelalter s. Städte.

Calvin, Johann. Von Farrer Dr. G. Sodeur. Mit 1 Bildnis. 2. Aufl. (Bd. 247.)

China. V. Prof. Dr. A. Conrad v. (557.)

Christentum u. Weltgeschichte seit der Reformation. Von Prof. D. Dr. A. Sell. 2 Bde. (Bd. 297/298.)

Deutsch. siehe Bauernhaus, Bauernstand, Dorf, Feste, Frauenleben, Geschichte, Handel, Handwerk, Reich, Staat, Städte, Verfassung, Verfassungsrecht, Volkstunde, Volkskräfte, Volkstrachten, Wirtschaftsleben usw.

Deutschum im Ausland, Das, vor dem Weltkrieg. Von Prof. Dr. R. Hoeningger. 2. Aufl. (Bd. 402.)

Dorf, Das deutsche. V. Prof. R. Mielle. 2. Aufl. Mit 51 Abb. (Bd. 192.)

Eiszeit, Die, und der vorgeschichtliche Mensch. Von Geh. Bergrat Prof. Dr. G. Steinmann. 2. Aufl. M. 24 Abbildungen. (Bd. 302.)

Englands Weltmacht in ihrer Entfaltung seit b. 17. Jahrh. M. Bildn. V. Dir. Prof. Dr. W. Langenbeck. 2. Aufl. (Bd. 174.)

Entdeckungen, Das Zeitalter der. Von Prof. Dr. E. Günther. 3. Aufl. Mit 1 Weltkarte. (Bd. 26.)

Erde siehe Mensch u. U.

Erkunde, Allgemeine. 8 Bde. Mit Abb. I. Die Erde, ihre Beweg. u. ihre Eigenschaften (math. Geogr. u. Geonomie). Von Privatrat Prof. Dr. C. Köhlich üter. (Bd. 625.) II. Die Atmosphäre der Erde (Klimatologie, Meteorologie). Von Prof. D. Bafchin. (Bd. 626.) III. Geomorphologie. Von Prof. F. Machatschek. M. 33 Abb. (Bd. 627.) IV. Phytogeographie d. Südwassers. V. Prof. F. Machatschek. M. 24 Abb. (Bd. 628.)

V. Die Meere. Von Prof. Dr. A. Rezs. (Bd. 629.) VI. Die Verbreitung der Pflanzen. Von Dr. Brockmann-Ferrolch. (Bd. 630.) VII. Die Verbreitg. b. Tiere. V. Dr. W. Knopfi. (Bd. 631.)

VIII. Die Verbreitg. b. Menschen auf d. Erdoberfläche (Anthropogeographie). V. Prof. Dr. R. Krebs. (Bd. 632.)

Europa, Vorgesichte G.'s. Von Prof. Dr. G. Schmidt. (Bd. 571/572.)

Familienforschung. Von Dr. E. Deorient. 2. Aufl. M. 6 Abb. i. T. (350.)

Feldherren, Große. Von Major F. C. Andres. (Bd. 687/688.)

Feste, Deutsche, u. Volksbräuche. V. Priv.-Doz. Dr. E. Fehle. M. 30 Abb. (Bd. 518.)

Finland. Von Rektor F. Dhoult. (700.)

Französl. Geschichte. I.: D. frz. Königstum. V. Prof. Dr. R. Schwemer. (Bd. 574.)

— siehe auch Napoleon, Revolution.

Frauenbewegung, Die mod. V. Dr. Marie Bernays. (Bd. 723.)

Frauenleben, Deutsch., i. Wandel d. Jahrhunderte. Von Geh. Schulrat Dr. Ed. Otto. 3. Aufl. 12 Abb. i. T. (Bd. 45.)

Friedrich d. Gr. 6 Borte. V. Prof. Dr. L. B. Bitterauf. 2. A. M. 2 Bildn. (246.)

Gartenfunk. Gesch. d. G. V. Baurat Dr.-Ing. Chr. Kand. M. 41 Abb. (274.)

Geographie der Vorwelt (Paläogeographie). Von Priv.-Doz. Dr. E. Daquet. Mit 78 Abb. (Bd. 610.)

— Einföhr. i. d. Studium der G. Von Prof. Dr. G. Braun. (Bd. 693.)

Geologie siehe Abt. V.

German. Heldensage f. Heldensage.

Germanische Kultur in der Urzeit. Von Bibliotheksdir. Prof. Dr. G. Steinhilber. 3. Aufl. Mit 13 Abb. (Bd. 75.)

Geschichte, Deutsche, im 19. Jahrh. d. z. Reichseinheit. V. Prof. Dr. R. Schwemer. 3 Bde. I.: Von 1800—1848. Restauration und Revolution. 3. Aufl. (Bd. 37.) II.: Von 1848—1862. Die Reaktion und die neue Ara. 2. Aufl. (Bd. 101.) III.: Von 1862—1871. B. Bund z. Reich. 2. Aufl. (Bd. 102.)

Gesellschaft u. Geselligkeit in Bergangenh. u. Gegenwart. Von Oberin S. Trautwein. (Bd. 706.)

Griechentum, Das G. in seiner geschichtlichen Entwicklung. Von Prof. Dr. R. v. Scala. Mit 46 Abb. (Bd. 471.)

Griechische Städte. Kulturbilder aus gr. St. Von Professor Dr. E. Ziebarth. 2. A. M. 23 Abb. u. 2 Tafeln. (Bd. 131.)

Handel, Geschichte d. Welt Handels. Von Realgymnasial-Dir. Prof. Dr. M. G. Schmidt. 3. Aufl. (Bd. 118.)

— Geschichte des deutschen Handels seit d. Ausgang des Mittelalters. Von Dir. Prof. Dr. W. Langenbeck. 2. Aufl. Mit 16 Tabellen. (Bd. 237.)

Handwerk, Das deutsche, in seiner kulturgeschichtl. Entwidl. Von Geh. Schulrat Dr. E. Otto. 4. Aufl. Mit 33 Abb. auf 12 Tafeln. (Bd. 14.)

— siehe auch Dekorative Kunst Abt. III.

Haus, Kunstpflege in Haus und Deimat. 3. Aufl. Mit Abb. (Bd. 77.)

— siehe auch Bauernhaus, Dorf.

Heldensage, Die germanische. Von Dr. F. W. Bruhier. (Bd. 486.)

Hellenist.-röm. Religionsgeschichte f. Abt. I. Jesuiten, Die. Eine hist. Skizze. Von Prof. Dr. S. Boehmer. 4. Aufl. (Bd. 49.)

Indien. Von Prof. Dr. Sten Konow. (Bd. 614.)

Indogermanenfrage. Von Dir. Dr. R. Uaabb. (Bd. 594.)

Island, d. Land u. d. Volk. V. Prof. Dr. B. Herrmann. M. 9 Abb. (Bd. 461.)

Kaisertum und Papsttum. Von Prof. Dr. A. Hofmeister. (Bd. 576.)

- Kartenkunde, Vermessungs- u. L. 6 Bde.**
Mit Abb. I. Geogr. Ortsbestimmung. Von Prof. Schnauder. (Bd. 606.)
II. Erdmessung. Von Prof. Dr. O. Egger. (Bd. 607.) III. Landmess. B. Geh. Finanzrat Sudow. (Bd. 608.) IV. Ausgleichsrechnung. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. E. Hegemann. (Bd. 609.)
V. Photogrammetrie und Stereophotogrammetrie. Von Diplom.-Ing. S. Lüscher. (Bd. 610.) VI. Kartenkunde. Von Finanzrat Dr.-Ing. A. Egger. 1. Einführ. i. d. Kartenverständnis. 2. Kartenherstellung (Landesaufn.). (Bd. 611/612.)
Kirche i. Staat u. L.; Kirche Abt. I.
Kolonien, Die deutschen. (Band u. Leute.) Von Dr. A. Heilborn. 3. Aufl. Mit 28. Abb. u. 8 Karten. (Bd. 98.)
Königstum, Französisches. Von Prof. Dr. R. Schwemer. (Bd. 574.)
Kries, Kulturgeschichte d. Kr. Von Prof. Dr. R. Weule, Geh. Hofrat Prof. Dr. E. Bette, Prof. Dr. B. Schmeidler, Prof. Dr. A. Doren, Prof. Dr. B. Herre. (Bd. 561.)
— Der Dreißigjährige Krieg. Von Dr. Friz Endres. (Bd. 577.)
— i. auch Feldherren.
Kriegsschiffe, Unsere. Ihre Entstehung u. Verwendung. B. Geh. Mar.-Baur. a. D. E. Krieger. 2. Aufl. v. Geh. Mar.-Baur. Fr. Schirrer. M. 62 Abb. (389.)
Luther, Martin u. d. dtische Reformation. Von Prof. Dr. W. Köhler. 2., verb. Aufl. M. 1. Bildn. Luthers. (Bd. 515.)
— i. auch Von L. zu Bismard.
Mary, Karl. Versuch einer Einflüßg. B. Prof. Dr. R. Wilbrandt. 2. A. (621.)
Mensch u. Erde. Skizzen v. den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von Geh. Rat Prof. Dr. A. Kirchhoff. 4. Aufl. — i. a. Eiszeit; Mensch Abt. V. [(Bd. 31.)
Mittelalter. Mittelalterl. Kulturideale. B. Prof. Dr. B. Habel. I.; Heldenleben. II.; Ritterromantik. (Bd. 292, 293.)
— i. auch Städte u. Bürger i. M.
Motte, Von Major F. C. Endres. Mit 1 Bildn. (Bd. 415.)
Münze. Grundriß d. Münzkunde. 2. Aufl. I. Die Münze nach Wesen, Gebrauch u. Bedeutung. B. Hofrat Dr. A. Lischin v. Ebengreuth. M. 56 Abb. II. Die Münze v. Altertum b. z. Gegenw. Von Prof. Dr. S. Buchenau. (Bd. 91, 657.)
— i. a. Finanzwiss., Geldwesen Abt. VI.
Mykenische Kultur, Die. Von Prof. Dr. F. C. Schmann-Haupt. (Bd. 581.)
Mythologie i. Abt. I.
Napoleon I. Von Prof. Dr. Th. Bitter. 3. Aufl. Mit 1 Bildn. (Bd. 195.)
Nationalbewußtsein siehe Volk.
Natur u. Mensch. B. Dir. Prof. Dr. M. G. Schmidt. M. 19 Abb. (Bd. 458.)
Naturvölker, Die geistige Kultur der N. B. Prof. Dr. R. Th. Preuß. M. 9 Abb. — i. a. Völkertunde, allg. [(Bd. 452.)
Neugriechenland. Von Prof. Dr. A. Heisenberg. (Bd. 613.)
Neuseeland i. Australien.
Orient i. Indien, Palästina, Türkei.
Osten, Der Zug nach dem O. Die Großtät. d. deutsch. Volkes i. Mittelalt. B. Geh. Hofrat Prof. Dr. Hampe. (Bd. 731.)
Ostmark i. Abt. VI.
Österreich. O.'s innere Geschichte von 1848 bis 1895. B. R. Charmaß. 3., veränd. Aufl. I. Die Vorherrschaft der Deutschen. II. Der Kampf der Nationen. (651/652.)
— Geschichte der auswärtigen Politik O.'s im 19. Jahrhundert. B. R. Charmaß. 2., veränd. Aufl. I. Bis zum Sturze Metternichs. II. 1848—1895. (653/654.)
— Österreichs innere u. äußere Politik von 1895—1914. B. R. Charmaß. (655.)
Ostseegebiet, Das. B. Prof. Dr. G. Braun. M. 21 Abb. u. 1 mehrf. Karte. (Bd. 367.)
— i. auch Baltische Provinzen, Finnland.
Palästina und seine Geschichte. Von Prof. Dr. S. Frh. von Soden. 4. Aufl. Mit 1 Plan von Jerusalem u. 3 Anf. d. Heiligen Landes. (Bd. 6.)
— P. u. i. Kultur in 5 Jahrtausenden. Nach d. neuest. Ausgrab. u. Forschungen dargest. von Prof. Dr. P. Thomsen. 2., neubearb. Aufl. Mit 37 Abb. (260.)
Papsttum i. Kaiserthum.
Pavori i. Antikes Leben.
Polarforschung, Geschichte der Entdeckungstreisen zum Nord- u. Südpol v. d. ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. B. Prof. Dr. R. Sallert. 3. Aufl. M. 6 Kart. (Bd. 38.)
Polen. Mit etnem geschichtl. Überblick üb. d. polnisch-ruthen. Frage. B. Prof. Dr. R. F. Kaindl. 2., verb. Aufl. M. 6 Kart. (547.)
Politik. B. Dr. A. Grabowski. (Bd. 537.)
— Amrisse der Weltpol. B. Prof. Dr. F. Hachagen. 3 Bde. I.: 1871—1907. 2. Aufl. II.: 1908—1914. 2. Aufl. III.: d. pol. Ereign. währ. d. Krieges. (Bd. 553/55.)
— Politische Geographie. Von Prof. Dr. B. Vogel. (Bd. 634.)
— Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrhundert. Von Prof. Dr. R. Th. v. Heigel. 4. Aufl. von Dr. Fr. Endres. (Bd. 129.)
Pompeii, eine hellenistische Stadt in Italien. Von Prof. Dr. Fr. v. Duhn. 3. Aufl. Mit 62 Abb. i. T. u. auf 1 Taf. sowie 1 Plan. (Bd. 114.)
Preussische Geschichte i. Brandenb.-pr. G. Reaktion und neue Era i. Gesch., deutsche Reformation i. Calvin, Luther.
Reich, Das Deutsche N. von 1871 b. z. Weltkrieg. B. Archivar Dr. F. Fraeßl. (575.)
Religion i. Abt. I.
Restauration und Revolution siehe Geschichte, deutsche.

Revolution. Geschichte der Französl. R. B. Prof. Dr. Th. Bitter auf. 2. Aufl. Mit 8 Bildn. (Bd. 346.)
— 1848, 6 Vorträge. Von Prof. Dr. O. Weber. 3. Aufl. (Bd. 53.)
Rom. Das alte Rom. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. D. Richter. Mit Silberanhang u. 4 Plänen. (Bd. 336.)
— Die römische Republik. Von Privatdoz. Dr. A. Rosenberg. (Bd. 719.)
— Soziale Kämpfe i. alt. Rom. V. Privatdozent Dr. E. Bloch. 3. Aufl. (Bd. 22.)
— Roms Kampf um die Welt Herrschaft. Von Geh. Hofrat Prof. Dr. F. Kromayer. (Bd. 368.)
Geschichte der Römer. Von Prof. Dr. H. v. Scala. (Bd. 578.)
— siehe auch Sellenst. röm. Religionsgeschichte Abt. I: Pompeii Abt. III.
England. Geschichte, Staat, Kultur. Von Dr. A. Luther. (Bd. 563.)
Ehrf. und Buchwesen in alter und neuer Zeit. Von Prof. Dr. D. Weise. 4. Aufl. Mit 37 Abb. (Bd. 1.)
— i. a. Buch. Wie ein B. entsteht. Abt. VI.
E Schweiz. Die Land, Volk, Staat u. Wirtschaft. Von Reg.- u. Ständerat Prof. Dr. D. Wettstein. Mit 1 Karte. (Bd. 482.)
Erekrig i. Kriegsschiff.
Eitten und Gebräuche in alter und neuer Zeit. Von Prof. Dr. E. Samter. (682.)
Eoziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung. Von G. Moier. 6. Aufl. (Bd. 2.)
— i. a. Marr, Kom: Sozialism. Ab. VI.
Etaat. St. u. Kirche in ihr. gegenf. Verhältnis seit d. Reformation. V. Bfarrer Dr. phil. A. Pfannkuche. (Bd. 485.)
— Deutsche Städte u. Bürger i. Mittelalter. V. Prof. Dr. H. Heiß. 3. Aufl. Mit zahlr. Abb. u. 1 Doppeltafel. (Bd. 43.)
— Verfassung u. Verwaltung d. deutschen Städte. V. Dr. M. Schmidt. (Bd. 466.)
— i. a. Griech. Städte, Pompeii, Rom.
Eternunglaube und Sternedeutung. Die Geschichte u. d. Wesen d. Astrologie. Unt. Mitwirk. v. Geh. Rat Prof. Dr. C. Bezold dargestellt. v. Geh. Hofr. Prof. Dr. Fr. Boll. 2. Aufl. M. 1 Sternl. u. 20 Abb. (638.)
Eudent. Der Leipzig'ger, von 1409 bis 1909. Von Dr. W. Bruchmüller. Mit 25 Abb. (Bd. 273.)
Eudententum. Geschichte d. deutschen St. Von Dr. W. Bruchmüller. (Bd. 477.)

Eärkel. Die. V. Reg.-Rat B. N. Krause. Mit 2 Karten i. Text und auf 1 Tafel. 2. Aufl. (Bd. 469.)
Eurzeit i. german. Kultur in der U.
Eerfassung. Grundzüge der V. des Deutschen Reiches. Von Geheimrat Prof. Dr. E. Löning. 5. Aufl. (Bd. 34.)
Eerfassungsrecht. Deutsches, in geschichtlicher Entwicklung. Von Prof. Dr. E. O. Sührich. 2. Aufl. (Bd. 80.)
Eermessungs- u. Kartenkunde s. Kartent.
Eolk. Vom deutschen V. zum dt. Staat. Eine Gesch. d. Nationalbewußtseins. V. Prof. Dr. P. Joachimien. (Bd. 511.)
Eölkerrunde. Allgemeine. I: Feuer, Nahrungserwerb, Wohnung, Schmutz und Kleidung. Von Dr. A. Heilborn. M. 54 Abb. (Bd. 487.) II: Wasser u. Wasserzeuge, Industrie, Handel u. Geld, Verkehrsmittel. Von Dr. A. Heilborn. M. 51 Abb. (Bd. 488.) III: Die geistige Kultur der Völker. Von Prof. Dr. R. Th. Preuß. M. 9 Abb. (Bd. 452.)
Eolkstränge. Deutsche, siehe Feste
Eolkstunde. Deutsche, im Grundriß. Von Prof. Dr. E. Neufchel. I. Allgemeines, Sprache, Volksdichtung. (Bd. 644.)
— i. auch Bauernhaus, Feste, Sitten, Stern-glaub., Volks-tracht, Volksstämme.
Eolkstämme. Die Deutschen, und Völkern. Von Prof. Dr. D. Weise. 5., völlig umgearb. Aufl. Mit 30 Abb. i. Text u. auf 20 Taf. u. einer Dialektkarte Deutschlands. (Bd. 16.)
Eolkstrachten. Deutsche. Von Bfarrer P. Spieß. Mit 11 Abb. (Bd. 342.)
Eom Bund zum Reich siehe Geschichte
Eon Jena bis zum Wiener Kongress. Von Prof. Dr. G. Roleff. (Bd. 465.)
Eon Luther zu Bismarck. 12 Charakterbild. a. deutscher Geich. V. Prof. Dr. D. Weber. 2 Bde. 2. Aufl. (Bd. 123/124.)
Eorgeschichte Europas. Von Prof. Dr. G. Schmidt. (Bd. 571/572.)
Eeligionsgeschichte s. Christentum.
Eelshandel s. Han-el.
Eeltpolitik i. Politik.
Eirtschaftsgeschichte. Antike. Von Privatdozent Dr. D. Neuraith. 2., umgearbeitete Auflage. (Bd. 258.)
— i. a. Antikes Leben n. d. ägypt. Papyri.
Eirtschaftsleben. Deutsches. Auf geogr. Grundl. gesch. V. Prof. Dr. Chr. Gruher. 4. Aufl. V. Dr. S. Reinlein. (42.)
— i. auch Abt. VI.

V. Mathematik, Naturwissenschaften und Medizin.

Eberglaube. Der, in der Medizin u. s. Gefahr f. Gesundh. u. Leben. V. Prof. Dr. D. v. Hansemann. 2. Aufl. (Bd. 83.)
Ebstammungs- und Vererbungslehre. Experimentelle. Von Prof. Dr. E. Lehmann. Mit 26 Abb. (Bd. 379.)
Ebstammungslehre u. Darwinismus. V. Dr. R. Hesse. 5. Aufl. M. 40 Abb. (Bd. 39.)

Eabwehrkräfte des Körpers. Die. Eine Einführung in die Immunitätslehre. Von Prof. Dr. med. G. Kämmerer. Mit 52 Abbildungen. (Bd. 479.)
Eakutik. Einführung in die A. Von Prof. Dr. F. A. Schulze. (Bd. 622.)
Ealgebra siehe Arithme et. [Bd. 601]
Eameten. Die. Von Dr. med. G. Brun.

Anatomie d. Menschen, Die. V. Prof. Dr. A. v. Bardeleben. 6 Bde. Jeder Bd. mit zahlr. Abb. (Bd. 418/423.) I. Zelle und Gewebe, Entwicklungsgeschichte. Der ganze Körper. 3. Aufl. II. Das Skelett. 2. Aufl. III. Das Muskel- u. Gelechtsystem. 2. Aufl. IV. Die Eingeweide (Darm-, Atmungs-, Harn- und Geschlechtsorgane, Haut). 3. Aufl. V. Nervensystem und Sinnesorgane. VI. Mechanik (Statik u. Kinetik) d. menschl. Körpers (Der Körper in Ruhe u. Bewegung). 2. Aufl.

— siehe auch Vitellere.

Aquarium, Das. Von E. W. Schmidt. Mit 15 Fig. (Bd. 335.)

Arbeitsleistungen des Menschen, Die. Einführung in d. Arbeitsphysiologie. V. Prof. Dr. H. Boruttan. M. 14 Fig. (Bd. 539.)

— Berufswahl, Vergabung u. Arbeitsleistung in i. gegeni. Beziehungen. Von B. F. Kuttman. Mit 7 Abb. (Bd. 522.)

Arithmetik und Algebra zum Selbstunterricht. Von Prof. B. Franz. 2 Bände. I.: Die Rechnungsarten, Gleichungen 1. Grades mit einer u. mehreren Unbekannten, Gleichungen 2. Grades. 6. Aufl. M. 9 Fig. i. Text. II.: Gleichungen, Arithmetik u. geometr. Reib. Zinseszins- u. Rentenrechn. Kompl. Zahlen. Binom. Lehrsatz. 4. Aufl. M. 21 Fig. (Bd. 120, 205.)

Arzneimittel und Genußmittel. Von Prof. Dr. O. Schmiedeberg. (Bd. 363.)

Arzt, Der. Seine Stellung und Aufgaben im Kulturleben der Gegenwart. Ein Leit-faden der sozialen Medizin. Von Dr. med. M. Fürst. 2. Aufl. (Bd. 265.)

Astronomie. Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit. 2. Aufl. Von Prof. Dr. S. Oppenheim. I. Probleme der mod. Astronomie. Mit 11 Fig. (Bd. 355.) II. Mod. Astronomie. (Bd. 445.)

— Die A. in ihrer Bedeutung für das praktische Leben. Von Prof. Dr. A. Marquise. Mit 26 Abb. (Bd. 378.)

— siehe auch Mond, Planeten, Sonne, Weltall, Weltbild; Stern-glaube. Abt. I.

Atome f. Materie.

Auge, Das, und die Brille. Von Prof. Dr. M. v. Rohr. 2. Aufl. Mit 84 Abb. u. 1 Lichtdrucktafel. (Bd. 372.)

Ausgleichsrechn. f. Kartende. Abt. IV

Bakterien, Die. im Haushalt und der Natur des Menschen. Von Prof. Dr. E. Gutzeit. 2. Aufl. Mit 13 Abb. (212.)

— Die krankheitsregenden Bakterien. Grundtatsachen d. Entsteh., Heilung u. Verhütung d. bakteriellen Infektionskrankheiten d. Menschen. V. Prof. Dr. M. Loeblein. 2. Aufl. M. 33 Abb. (Bd. 307.)

— f. a. Abwehrkräfte, Desinfektion, Pilze, Schädlinge

Bau u. Tätigkeit d. menschl. Körpers. Einführung in die Physiologie d. Menschen. V. Prof. Dr. H. Sachz. 4. Aufl. M. 34 Abb. (Bd. 32.)

Vergabung f. Arbeitsleistung.

Befruchtung und Ererbung. Von Dr. E. Leichmann. 2. Aufl. M. 9 Abb. u. 4 Doppeltafeln. (Bd. 70.)

Bewegungslehre f. Mechan., Aufg. a. d. M. I. Steuen, Die. Von Prof. Dr. E. Bander. (Bd. 705.)

Biochemie. Einführung in die B. in elementarer Darstellung. Von Prof. Dr. R. Löb. Mit 12 Fig. 2. Aufl. v. Prof. Dr. S. Friedenthal. (Bd. 352.)

Biologie, Allgemeine. Einführ. i. d. Hauptprobleme d. organ. Natur. V. Prof. Dr. S. Mische. 2. Aufl. 52 Fig. (Bd. 130.)

— Experimentelle, Regeneration, Transplantat- und verwandte Gebiete. Von Dr. E. Theising. Mit 1 Tafel und 69 Textabbildungen. (Bd. 337.)

— siehe a. Abstammungslehre, Bakterien, Befruchtung, Fortpflanzung, Lebewesen, Organismen, Schädlinge, Tiere, Urtiere.

Blumen, Inlere Bl. u. Pflanzen im Garten. Von Prof. Dr. A. Dammer. Mit 69 Abb. (Bd. 360.)

— Auf Bl. u. Pflanzen i. Zimmer. V. Prof. Dr. A. Dammer. M. 65 Abb. (Bd. 359.)

Blut, Herz, Blutgefäße und Blut und ihre Erkrankungen. Von Prof. Dr. S. Rosin. Mit 18 Abb. (Bd. 312.)

Botanik, B. d. praktischen Lebens. V. Prof. Dr. B. Gieseius. M. 24 Abb. (Bd. 173.)

— siehe Blumen, Lebewesen, Pflanzen, Pilze, Schädlinge, Wald; Kolonialbotanik, Tabak Abt. VI

Brille f. Auge u. d. Brille.

Chemie. Einführung in die allg. Ch. B. Studienrat Dr. B. Bavinck. 2. Aufl. Mit zahlr. Fig. (Bd. 582.)

— Einführung i. d. organ. Chemie; Natürl. u. künstl. Bilanz- u. Zerhöf. V. Studienrat Dr. B. Bavinck. 2. Aufl. 9 Abb. (187.)

— Einführung i. d. anorganische Chemie. V. Studienrat Dr. B. Bavinck. (598.)

— Einführung i. d. analyt. Chemie. V. Dr. F. Rüsberg. 2 Bde. (Bd. 524, 525.)

— Die künstliche Herstellung von Naturstoffen. V. Prof. Dr. E. Rüt. (Bd. 674.)

— Ch. in Küche und Haus. Von Dr. F. Klein. 4. Aufl. (Bd. 76.)

— siehe a. Biochemie, Elektrochemie, Luft, Photoch., Agriculturng., Sprengstoffe, Techn. f. Chem. Abt. VI.

Chemikalienkunde. Von Chemiker Emil Dechster. (Bd. 728.)

Chirurgie, Die. unserer Zeit. Von Prof. Dr. F. Febler. Mit 52 Abb. (Bd. 339.)

Darwinismus. Abstammungslehre und D. Von Prof. Dr. R. Desse. 5. Aufl. Mit 40 Textabb. (Bd. 39.)

Desinfektion, Sterilisation und Konser-vierung. Von Reg. u. Med.-Rat Dr. D. Solbrig. M. 20 Abb. i. T. (Bd. 401.)

Differentialrechnung unter Berücksichtigung d. prakt. Anwendung in der Technik mit zahlr. Beispielen u. Aufgaben versehen. Von Studentent Dr. M. Lindow. 2. Aufl. Mit 45 Fig. i. Text u. 161 Aufg. (387.)
 — siehe a. Integralrechnung.
 Drogen Dr. B. Chem. G. Drechsler. (727.)
 Dynamik i. Mechanik. Aufg. a. b. techn. M. 2 Bde., ebenso Thermodynamik.
 Eiszeit, Die. u. der vorgesch. Mensch. Von Geh. Bergr. Prof. Dr. G. Steinmann. 2. Aufl. Mit 24 Abb. (Bd. 302.)
 Elektrochemie u. ihre Anwendungen. Von Prof. Dr. A. Arndt. 2. Aufl. Mit 37 Abb. i. T. (Bd. 234.)
 Elektrotechnik. Grundlagen der E. Von Oberingenieur A. Roth. 2. Aufl. Mit 74 Abb. (Bd. 391.)
 Energie. D. Lehre v. d. E. W. Oberleht. A. Stein. 2. Aufl. 13 Fig. (Bd. 257.)
 Entwicklungsgeschichte d. Menschen. V. Dr. A. Heilborn M. 60 Abb. (Bd. 383.)
 Erde i. Weltentstehung u. -untergang Ernährung und Nahrungsmittel. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. R. Pungz. 3. Aufl. Mit 6 Abb. i. T. u. 2 Taf. (19.)
 Experimentalchemie f. Luft usw.
 Experimentalphysik f. Physik.
 Farben f. Licht u. S.: f. a. Farben Abt. VI.
 Festigkeitslehre f. Statik.
 Fiszterne, Die. V. Dr. Aug. Fühl. (677.)
 Fortpflanzung f. und Geschlechtsunterschiede d. Menschen. Eine Einführung in die Sexualbiologie. V. Prof. Dr. S. Boruttan. 2. Aufl. M. 39 Abb. (Bd. 546.)
 Garten. Der Klein. Von Redakteur Jos. Schneider. 2. Aufl. M. 80 Abb. (498.)
 — Der Hausgarten. Von Gartenarchitekt B. Schubert. Mit Abb. (Bd. 502.)
 — siehe auch Blumen, Pflanzen; Gartenkunst, Gartenstadtbevogung Abt. VI.
 Gebik, Das menschl., f. Erkrank. u. Pflege. V. Bahnrat Fr. Jäger. M. 24 Abb. (229.)
 Geisteskrankheiten. V. Geh. Med.-Rat Oberstaabsarzt Dr. G. Berger. 2. Aufl. (151.)
 Genußmittel siehe Arzneimittel u. Genußmittel; Tabak Abt. VI.
 Geographie f. Abt. IV.
 — Math. G. i. Astronomie u. Erdkunde Abt. IV.
 Geologie. Allgemeine. V. Geh. Bergr. Prof. Dr. Fr. Frech 6 Bde. (Bd. 207/211 u. Bd. 61.) I.: Gullane einst. und jetzt. 3. Aufl. M. Titelbild u. 78 Abb. II.: Gebirgsbau und Erdbeben. 3., wof. erw. M. M. Titelbild u. 57 Abb. III.: Die Arbeit des fließenden Wassers. 3. Aufl. M. 56 Abb. IV.: Die Bodenbildung. Mit- telachtrastformen u. Arbeit des Ozons. 3., wof. erw. Aufl. Mit 1 Titelbild u. 68 Abb. V. Steinsohle, Wästen u. Klima der Vorzeit. 3. Aufl. Mit 39 Abb. VI. Gletscher einst. u. jetzt. 3. Aufl. Mit 46 Abb. im Text.
 — f. a. Kohlen, Salzlagerstätten. Abt. VI.

Geometrie. Analyt. G. d. Ebene z. Selbstunterricht. Von Prof. B. Cranz. 2. Aufl. Mit 55 Fig. (Bd. 504.)
 — Geometr. Zeichen. Von Zeichenlehrer A. Schudeisck. (Bd. 568.)
 — f. a. Mathematik.
 Geomorphologie f. Allgem. Erdkunde.
 Geschlechtskrankheiten, Die. ihr Wesen, ihre Verbreitg., Bekämpfung u. Verhütung. Ihre Gebildete aller Stände bearb. v. Generalarzt Prof. Dr. M. Schumburg. 4. Aufl. Mit 4 Abb. u. 1 mehrfarb. Taf. (251.)
 Geschlechtsunterschiede f. Fortpflanzung. Gesundheitslehre. Von Obermed.-Rat Prof. Dr. M. v. Gruber. 4. Aufl. Mit 26 Abbildungen. (Bd. 1.)
 — G. für Frauen. Von Dir. Prof. Dr. R. Baish. 2. Aufl. M. 11 Abb. (538.)
 — f. a. Abwehrkräfte, Bakterien, Leibesüb.
 Graph. Darstellung, Die. V. Hofrat Prof. Dr. F. Auerbach. 2. Aufl. Mit 139 Figuren. (Bd. 437.)
 Haushalt siehe Bakterien, Chemie, Desinfektion, Naturwissenschaften, Physik.
 Haustiere. Die Stammesgeschichte unserer S. Von Prof. Dr. C. Keller. 2. Aufl. Mit 29 Figuren. (Bd. 252.)
 — f. a. Kleintierzucht, Tierzüchtg. Abt. VI.
 Herz, Blutgefäße und Blut und ihre Erkrankungen. Von Prof. Dr. S. Kolin. Mit 18 Abb. (Bd. 312.)
 Hygiene f. Schulhygiene, Stimme.
 Hypnotismus und Suggestion. Von Dr. E. Trömer. 3. Aufl. (Bd. 199.)
 Immunitätslehre f. Abwehrkräfte d. Körper. Infinitesimalrechnung. Einführung in die 3. Von Prof. Dr. G. Kowalewitt. 3. Aufl. Mit 19 Fig. (Bd. 197.)
 Integralrechnung mit Aufgabenammlung. V. Studentent Dr. M. Lindow. 2. Aufl. Mit 19 Fig. (Bd. 673.)
 Kalender, Der. Von Prof. Dr. B. F. Wislicenus. 2. Aufl. (Bd. 69.)
 Kälte, Die. Wesen, Erzeug. u. Wert. Von Dr. S. Alt. 45 Abb. (Bd. 311.)
 Kinetographie f. Abt. VI.
 Konvulsionen siehe Desinfektion.
 Korallen u. and. gesteinh. Tiere. V. Prof. Dr. B. Man. Mit 45 Abb. (Bd. 231.)
 Kosmetik. Ein kurzer Abriss der ärztlichen Verschönerungskunde. Von Dr. F. Sander. Mit 10 Abb. im Text. (Bd. 489.)
 Lebewesen. Die Beziehungen der Tiere und Pflanzen zueinander. Von Prof. Dr. A. Kraepelin. 2. Aufl. I. Der Tiere zueinander. M. 64 Abb. II. Der Pflanzen zueinander u. zu d. Tieren. Mit 68 Abb. (Bd. 426/427.)
 — f. a. Biologie, Organismen, Schädlinge, Leib und Seele. Von Dr. phil. et med. G. Sommer. (Bd. 702.)
 Leibesübungen, Die. und ihre Bedeutung für die Gesundheit. Von Prof. Dr. R. Sander. 4. Aufl. M. 20 Abb. (13.)
 — f. auch Turnen.

Licht, Das, u. d. Farben. Einführung in die Optik. Von Prof. Dr. L. Graß 4. Aufl. Mit 100 Abb. (Bd. 17.)
Luft, Wasser, Licht und Wärme. Neun Vorträge aus d. Gebiete d. Experimentalkhemie. V. Geh. Reg.-Rat Dr. R. Blochmann 4. Aufl. M. 115 Abb. (Bd. 5.)
Luftfeldstoff, D., u. f. Kernberg's Prof. Dr. R. Kaiser. 2. A. M. 13 Abb. (318.)
Milch und Meilen. Von Dr. W. B. (od. Mit 34 Abb. (Bd. 385.)
Materie, Das Wesen d. M. B. Prof. Dr. G. Mie. I. Moleküle und Atome. 4. A. Mit 25 Abb. II. Weltäther und Materie. 4. Aufl. Mit Fig. (Bd. 58/59.)
Mathematik. Einführung in die Mathematik. Von Oberlehrer W. Mendelssohn Mit 42 Fig. (Bd. 508.)
 — **Math. Formelsammlung.** Ein Wiederholungsbuch der Elementarmathematik. Von Prof. Dr. S. J. Loti. (Bd. 567.)
 — **Naturwissensch. u. M.** i. Kass. Altertum. Von Prof. Dr. Joh. L. Heiberg. Mit 2 Fig. (Bd. 370.)
 — **Praktische M.** Von Prof. Dr. R. Neuenborff. I. Graphische Darstellungen. Verklärtes Rechnen Das Rechnen mit Tabellen. Mechanische Rechenhilfsmittel. Kaufmännisches Rechnen i. d. Leben. Wahrscheinlichkeitsrechnung. 2. Verb. A. M. 29 Fig. i. T. u. 1 Taf. II. Geom. Zeichnen Projektionsl. Flächenmessung. Höhenmessung. M. 133 Fig. (341, 526.)
 — **Mathemat. Spiele.** S. Dr. W. Ahrens. 3. Aufl. M. 116 u. 77 Fig. (Bd. 170.)
 — **f. a. Arithmetik, Differentialrechnung, Geometrie, Infinitesimalrechnung, Integralrechnung, Perspektive, Planimetrie, Projektionslehre, Trigonometrie, Vektorrechnung, Wahrscheinlichkeitsrechnung.**
Mechanik. Von Prof. Dr. Hamel. 3 Bde. I. Grundbegriffe der M. II. M. d. festen Körper. III. M. d. flüss. u. luftförm. Körper. (Bd. 684/686.)
 — **Aufgaben aus d. techn. Mechanik** für den Schul- u. Selbstunterricht. V. Prof. R. Schmitt. I. Bewegungs- u. Statik. 156 Aufg. u. 156. II. Dynamik. 140 Aufg. u. 156. m. zahlr. Fig. i. T. (558/559.)
 — siehe auch Statik.
Meer, Das M., i. Erörterg. u. f. Leben. Von Prof. Dr. D. J. F. J. u. 3 A. M. 408 (Bd. 30.)
Mensch u. Erde. Skizzen v. d. Wechselbezieh. zwischen beiden. Von Geh. Rat Prof. Dr. A. Kirchhoff. 4. Aufl. (Bd. 31.)
 — **Die Rassen der Menschen.** Von Prof. Dr. E. Fischer. (Bd. 624.)
 — **f. Eiszeit, Entwicklungsgesch. Urzeit.**
 — **Natur u. Mensch** siehe Natur.
Menschl. Körper, Bau u. Tätigkeit d. menschl. K. Einführ. i. d. Physiol. d. M. V. Prof. Dr. S. Sachs. 4. Aufl. M. 34 Abb. (32.)
 — **f. auch Anatomie, Arbeitsleistungen, Auge, Blut, Fortpflanzg., Gehir., Herz, Nervensystem, Physiol., Sinne, Verbild.**

Mikroskop, Das. V. Prof. Dr. W. Schief-fer. 2. Aufl. Mit 99 Abb. (Bd. 35.)
Moleküle f. Materie.
Mond, Der. Von Prof. Dr. J. Franz. 2. Aufl. Mit 34 Abb. (Bd. 90.)
Nahrungsmittel f. Ernährung u. R.
Natur u. Mensch. V. Direkt. Prof. Dr. M. G. Schmidt. Mit 19 Abb. (Bd. 453.)
Naturlehre. Die Grundbegriffe der modernen N. Einführung in die Physik. Von Hofrat Prof. Dr. F. Auerbach. 4. Aufl. Mit 71 Fig. (Bd. 40.)
Naturphilosophie. Die mod. V. Privatdoz. Dr. J. M. Berwien. 2. A. (Bd. 491.)
Naturwissenschaft, Religion u. R. in Kampf u. Frieden. Ein geschichtl. Rückblick V. Privat. Dr. A. Pfannkuche. 2. Aufl. (Bd. 141.)
 — **N. und Technik.** Am tausenden Wech- stuhl d. Zeit. Übersicht üb. d. Wirkungen d. Natur u. Technik a. d. ges. Kultur- leben. V. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. W. Panhard. 3. Aufl. M. 3 Abb. (23.)
 — **N. u. Math. i. Kass. Altert. B.** Prof. Dr. J. L. Heiberg. 2 Fig. (Bd. 370.)
Nerven. Vom Nervensystem, sein Bau u. sein. Bedeutung für Leib u. Seele im ge- sund u. krank. Zustande. V. Prof. Dr. R. Sanber. 3. Aufl. M. 27 Abb. (Bd. 48.)
 — siehe auch Anatomie.
Optik. Die opt. Instrumente. Lupe, Mi- kroskop, Fernrohr, photogr. Objectiv u. ihnen verwandte Instr. V. Prof. Dr. M. v. Rohr. 3. Aufl. M. 89 Abb. (88.)
 — **f. a. Auge, Brille, Kinemat., Licht u. Farbe, Mikrosk., Spektroskopie, Strahlen- Organismen.** D. Welt d. O. In Entwickl. und Zusammenhang dargestellt. Von Oberstudienrat Prof. Dr. R. Lampert. Mit 52 Abb. (Bd. 236.)
 — siehe auch Lebewesen.
Paläozoologie siehe Tiere der Vorwelt.
Perspektive. Die Grundzüge d. P. nebst An- wendg. V. Prof. Dr. R. Doehlemann. Mit 91 Fig. u. 11 Abb. (Bd. 510.)
Pflanzen. Die fleischfress. Pil. V. Prof. Dr. A. Wagner. Mit 82 Abb. (Bd. 344.)
 — **Uns. Blumen u. Pfl. i. Garten.** V. Prof. Dr. u. Dammer. M. 69 Abb. (Bd. 360.)
 — **Uns. Blumen u. Pfl. i. Zimmer.** V. Prof. Dr. u. Dammer. M. 65 Abb. (Bd. 359.)
 — **f. auch Botanik, Garten, Lebewesen, Pilze, Schädlinge.**
Pflanzenphysiologie. V. Prof. Dr. S. Mo- lisch. Mit 63 Fig. (Bd. 569.)
Photochemie. Von Prof. Dr. G. Küh- mull. 2. Aufl. Mit 23 Abb. i. Text u. a. 1 Taf. (Bd. 227.)
Photographie f. Abt. VI.
Physik. Werdegang d. mod. Ph. V. Oberl. Dr. S. Keller. 2. Aufl. M. Fig. (343.)
 — **Experimentalphysik.** Gleichgewicht u. Bewegung. Von Geh. Reg.-Rat. Prof. Dr. R. Bornstein. M. 90 Abb. (371.)

- Physik.** **Bd. I. Küche u. Haus.** **B. Studienr.**
D. Sveitkamp. M. 51 Abb. (Bd. 478.)
— **Große Physiker.** Von Prof. Dr. F. A.
Schulze 2 Aufl. Mit 6 Bildn. (324.)
— **f. auch Energie, Naturlehre, Optik,**
Relativitätstheorie, Wärme; ebenso
Elektrotechnik **Abt. VI.**
- Physiologie.** **Bd. d. Menschen.** **B. Privatdoz.**
Dr. A. Bivschüß. 4 Bde. I: Allgem. Physiologie.
II: Physiologie d. Stoffwechsels.
III: Ph. d. Atmung, b. Kreislaufs u. d.
Auswanderung. IV: Ph. der Bewegungen
und der Empfindungen. (Bd. 527—530.)
— **siehe auch Arbeitsleistungen, Menschl.**
Körper, Pflanzenphysiologie.
- Pflanze, Die.** Von Dr. A. Eichinger. Mit
— **f. a. Bakterien.** (64 Abb. (Bd. 334.)
- Planeten, Die.** Von Prof. Dr. B. Peter.
2. Aufl. Von Dr. S. Naumann. Mit
Figuren. (Bd. 240.)
- Planimetrie z. Selbstunterricht.** B. Prof.
B. Franke. 2. Aufl. M. 94 Fig. (340.)
- Praktische Mathematik f. Mathematik.**
- Projektionslehre.** In kurzer leichtfaßlicher
Darstellung f. Selbstunterricht. u. Schulgebrauch.
Von Zeichenl. A. Schudeisky. Mit
208 Fig. im Text. (Bd. 564.)
- Radium, Das, u. d. Radioaktivität.** B. Dr.
M. Centnerzawer. 2. Aufl. M. 33 Abb.
Klassen f. Mensch. (Bd. 405.)
- Rechenmaschinen, Die, und das Maschinen-**
rechnen. Von Reg.-Rat Dipl.-Ing. R.
Lenz. Mit 43 Abb. (Bd. 490.)
- Relativitätstheorie, Einführung in die.**
M. 16 Fig. B. Dr. W. Bloch. (Bd. 618.)
- Röntgenstrahlen, D. R. u. ihre Anwendg.** B.
Dr. med. G. Buchy. M. 85 Abb. f. T.
u. auf 4 Tafeln. (Bd. 556.)
- Säuglingspflege.** Von Dr. E. Kobrak.
Mit 20 Abb. (Bd. 154.)
- Schachspiel, Das, und seine strategischen**
Prinzipien. B. Dr. M. Lange. 3. Aufl.
Mit 2 Bildn., 1 Schachbretttafel u. 43
Diagrammen. (Bd. 281.)
— **Die Hauptvertreter der Schachspiel-**
kunst u. d. Eigenart ihrer Spielführung.
Von Dr. M. Lange. (Bd. 531.)
- Schädlinge, Die, im Tier- u. Pflanzenreich**
u. i. Veräuf. B. Geh. Reg.-Rat Prof.
Dr. R. Eckstein. 3. Aufl. M. 36 Fig. (18.)
- Schulhygiene.** Von Prof. Dr. S. Burger-
stein. 3. Aufl. Mit 43 Fig. (Bd. 96.)
- Sexualbiologie f. Fortpflanzung, Pflanzen.**
Sexualethik. B. Prof. Dr. S. E. Timpler-
ding. (Bd. 592.)
- Sinnesd. Mensch., D. Sinnesorgane u. Sinne-**
empfindungen. B. Horat Prof. Dr.
J. Kreibitz. 3. Aufl. M. 30 Abb. (27.)
- Sonne, Die.** Von Dr. A. Krause. Mit
64 Abb. (Bd. 357.)
- Spektralanalyse.** Von Dr. S. Grebe. 2. Aufl.
Mit 11 Abbild. (Bd. 284.)
- Spiegel** **siehe Mathem. Spiele, Schachspiel.**
- Sprache, Die menschliche Sprache.** (Zhre
Entwicklung beim Kinde, ihre Gebrechen
und deren Heilung.) Von Lehrer R.
Nidel. (Bd. 586.)
— **siehe auch Rhetorik, Sprache** **Abt. III.**
Statik. **Mit Einschluß der Festigkeitslehre.**
B. Baugewerkschuldirektor Reg.-Baum.
A. Schau. Mit 149 Fig. i. T. (Bd. 497.)
— **siehe auch Mechanik.**
- Sterilisation** **siehe Desinfektion.**
- Stickstoff** **f. Luftstickstoff.**
- Stimme, Die menschliche St. und ihre**
Hygiene. Von Geh. Med.-Rat Prof. Dr.
R. S. Gerber. 3., verb. Aufl. Mit
21 Abb. (Bd. 136.)
- Strahlen, Sichtbare u. unsichtb. B. Geh.**
Reg.-Rat Prof. Dr. R. Böckstein u.
Prof. Dr. B. Markwald. 3. Aufl. v.
Prof. Dr. E. Regener. M. zahlr. Abb.
(Bd. 64.)
- Suggestion, Hypnotismus und Suggestion.**
B. Dr. E. Trömmner. 3. Aufl. (Bd. 199.)
- Schwefelwasser-Plankton, Das.** B. Prof. Dr.
O. Zacharias. 2. Aufl. 57 Abb. (Bd. 156.)
- Tabak, Der.** Von Prof. Dr. W. Wolf. 2. Aufl.
Mit 17 Abb. i. T. (Bd. 416.)
- Thermodynamik f. Abt. VI.**
- Tiere, T. der Vorwelt.** Von Prof. Dr. O.
Abel. Mit 31 Abb. (Bd. 399.)
— **Die Fortpflanzung der T.** B. Prof.
Dr. R. Goldschmidt. Mit 77 Abb.
(Bd. 253.)
— **Tierkunde, Eine Einführung in die**
Zoologie. Von Privatdozent Dr. R.
Henning. Mit 34 Abb. (Bd. 142.)
— **Lebensbedingungen und Verbreitung**
der Tiere. Von Prof. Dr. O. Maass.
Mit 11 Karten und Abb. (Bd. 139.)
— **Zwiegestalt der Geschlechter in der**
Tierwelt (Dimorphismus). Von Dr. Fr.
Knauer. Mit 37 Fig. (Bd. 148.)
— **f. auch Aquarium, Bakterien, Bienen,**
Haustiere, Korallen, Lebewesen, Schäd-
linge, Urtiere, Vogelleben, Vogelzug,
Wirbeltiere.
- Tierzucht** **siehe** **Abt. VI: Kleintierzucht,**
Tierzüchtung.
- Trigonometrie, Ebene, z. Selbstunterricht.** B.
Studienr. B. Franke. 2. Aufl. M. 50 Fig.
(Bd. 431.)
— **Sphärische Tr.** B. Studienr. B. Franke.
(Bd. 605.)
- Tuberkulose, Die, Wesen, Verbreitung,**
Ursache, Verhütung und Heilung. Von
Generalarzt Prof. Dr. W. Schumburg.
3. Aufl. M. 1 Taf. u. 8 Fig. (Bd. 47.)
- Uarnen.** Von Oberl. F. Eckardt. Mit
1 Bildnis Jahns. (Bd. 583.)
— **f. auch Leibesübungen, Anatomie d.**
Menschen **Bd. VI.**
- Urtiere, Die, Einführung i. d. Wissenschaft**
vom Leben. Von Prof. Dr. R. Gold-
schmidt. 2. Aufl. M. 44 Abb. (Bd. 160.)

Urzeit, Der Mensch d. N. Vier Vorlesung. aus der Entwicklungsgeschichte des Menscheneschlechts. Von Dr. A. Sellbom. 3. Aufl. Mit 47 Abb. (Bd. 62.)
 Vektorrechnung, Einführung in die V. B. Prof. Dr. F. Jung. (Bd. 668.)
 Vorbildungen, Körperliche, im Kindesalter u. ihre Verhütung. Von Dr. M. David. Mit 26 Abb. (Bd. 321.)
 Vererbung, Grp. Abstammungs- u. V.-Lehre. Von Prof. Dr. E. Lehmann. Mit 20 Abbildungen. (Bd. 379.)
 — Geistige Veranlagung u. B. V. Dr. phil. et med. G. Sommer. 2. Aufl. (512.)
 Vogelleben, Deutsches. Gleiches als Erfahrungsbuch für Vogelfreunde. V. Prof. Dr. A. Voigt. 2. Aufl. (Bd. 221.)
 Vogelzug und Vogelzug. Von Dr. W. R. Eckardt. Mit 6 Abb. (Bd. 218.)
 Wahrscheinlichkeitsrechnung, Einführ. in die. Von Prof. Dr. H. Cuyppantschitsch. (Bd. 580.)
 Wald, Der dtische. V. Prof. Dr. G. Hausratsh. 2. Aufl. M. Silberanb. u. 2. Farten. — siehe auch Holz Abt. VI. (Bd. 153.)
 Wärme, Die Lehre v. d. W. B. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. R. Förstlein. Mit 156. 2. Aufl. v. Prof. Dr. A. Wigand. (172.)
 — i. a. Luft, Wärmekraftmach. Wärmelehre, techn. Thermodynamik Abt. VI.
 Wasser, Das. Von Geh. Reg.-Rat Dr. D. Anselmino. Mit 44 Abb. (Bd. 291.)

Weidwerk, D. dtische. V. Forsimitt. G. Frhr. v. Nordenflicht. M. Titelsb. (Bd. 436.)
 Weltalt, Der Bau des W. Von Prof. Dr. J. Scheiner. 4. M. 26 Fig. (Bd. 24.)
 Weltfäher f. Materie.
 Weltbild, Das astronomische W. im Wandel der Zeit. Von Prof. Dr. E. Dppenbeim. 2. Aufl. Mit 19 Abb. (Bd. 110.)
 — siehe auch Astronomie.
 Weltentstehung, Entstehung d. W. u. d. Erde nach Sage u. Wissensch. V. Prof. Dr. M. B. Weinstein. 3. Aufl. (Bd. 223.)
 Weltuntergang, Untergang der Welt und der Erde nach Sage und Wissenschaft. V. Prof. Dr. M. B. Weinstein. (Bd. 470.)
 Wetter, Unier W. Einführ. i. d. Klimatol. Deutschl. V. Dr. R. Sennig. 2. Aufl. Mit 14 Abb. (Bd. 349.)
 — Einführung in die Wetterkunde. Von Prof. Dr. J. Weber. 3. Aufl. Mit 28 Abb. u. 3 Taf. (Bd. 55.)
 Wirbeltiere, Vergleichende Anatomie der Sinnesorgane der W. Von Prof. Dr. W. Bubojsch. Mit 107 Abb. (Bd. 282.)
 Zahnheilkunde siehe Gebiß.
 Zellen- und Gewebelehre siehe Anatomie des Menschen, Biologie.
 Zoologie f. AbstammungsL., Aquarium, Bienen, Biologie, Schädlinge, Tiere, Urtiere, Vogelleben, Vogelzug, Weidwerk, Wirbeltiere.

VI. Recht, Wirtschaft und Technik.

Agrikulturchemie. Von Dr. B. Frische. Mit 21 Abb. (Bd. 314.)
 Angestellte siehe Kaufmännische A.
 Antike Wirtschaftsgeschichte. V. Briv. Doz. Dr. O. Neurath. 2., ungarb. A. (258.)
 — siehe auch Antikes Leben Abt. IV.
 Arbeiterchutz und Arbeiterversicherung. V. Geh. Hofrat Prof. Dr. O. v. Zwiebined. G. S. S. S. 2. Aufl. (78.)
 Arbeitsleistungen des Menschen, Die. Einführ. in d. Arbeitsphysiologie. V. Prof. Dr. S. Boruttan. M. 14 Fig. (Bd. 539.)
 — Berufswahl, Begabung u. A. in ihren gegenseitigen Beziehungen, Von W. J. Ruttman. Mit 7 Abb. (Bd. 522.)
 Arzneimittel und Genußmittel. Von Prof. Dr. O. Schmiedeberg. (Bd. 363.)
 Amt, Der. Seine Stellung und Aufgaben im Kulturleben der Gegenwart. Von Dr. med. M. Fürst. 2. Aufl. (Bd. 265.)
 Automobil, Das. Eine Einf. in d. Bau d. heut. Personen-Kraftwagens. V. Ob.-Ing. R. Blau u. 3., überarb. Aufl. M. 98 Abb. u. 1 Titelsbild. (Bd. 166.)
 Baufunde f. Eisenbetonbau.
 Baukunde siehe Abt. III.
 Beleuchtungsweisen, Das moderne. Von Ing. Dr. S. Lux. M. 54 Abb. (Bd. 433.)
 Bergbau, Von Bergassessor F. W. Wedding. (Bd. 467.)

Bewegungslehre f. Mechan., Aufg. a. d. M.
 Bierbrauerei. Von Dr. A. Bau. Mit 47 Abb. (Bd. 333.)
 Bilanz f. Buchhaltung u. B.
 Blumen, Aufz. Bl. u. Bl. i. Garten. Von Prof. Dr. H. Dammmer. M. 69 Abb. (364.)
 — Aufz. Bl. u. Bl. i. Zimmer. V. Prof. Dr. H. Dammmer. M. 65 Abb. (Bd. 359.)
 — siehe auch Garten.
 Brauerei f. Bierbrauerei.
 Buch. Wie ein B. entsteht. V. Prof. A. W. Unger. 4. Aufl. M. 7 Taf. u. 26 Abb. im Text. (Bd. 175.)
 — i. a. Schrift- u. Buchwesen Abt. IV.
 Buchhaltung u. Bilanz, Kaufm., und ihre Beziehungen z. buchhalter. Organisation, Kontrolle u. Statistik. V. Dr. F. Seritner. 2. Aufl. M. 4 schemat. Darst. (507.)
 Chemie in Küche und Haus. Von Dr. J. Klein. 4. Aufl. (Bd. 76.)
 — i. auch Agrikulturchemie, Electrochemie, Farben, Sprengstoffe, Technik; ferner Chemie Abt. V.
 Dampfkessel siehe Feuerungsanlagen.
 Dampfmaschine, Die. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 2 Bde. I: Wirkungsweise des Dampfes im Kessel und in der Maschine. 4. Aufl. M. 37 Abb. (Bd. 393.)
 II: Ihre Gestaltung und Verwendung. 2. Aufl. Mit 105 Abb. (Bd. 394.)

- Desinfektion, Sterilisation und Konservierung. Von Reg.- und Med.-Rat Dr. D. Solbrig. Mit 20 Abb. (Bd. 491.)
- Deutsch f. Handel, Handwerk, Landwirtschaft, Veröfentlichung, Weidwerk, Wirtschaftsleben, Zivilprozessrecht; Reich. Abt. IV. Drähte u. Kabel, ihre Anfertigung u. Anwendung. i. d. Elektrotech. B. Tel.-Zus. S. Fried. 2. Aufl. M. 43 Abb. (Bd. 285.)
- Dynamit f. Mechanik, Aufg. a. d. M. 2. Bd., ebens. Thermodynamik.
- Eisenbahnwesen, Das. Von Eisenbahnbau- u. Betriebsinsp. a. D. Dr.-Ing. E. Diebmann. 3. u. M. zahlr. Abb. (144.)
- Eisenbahnbau, Der. B. Dipl.-Ing. E. Saimonovic. 2. Aufl. Mit 82 Abb. i. L. sowie 6 Rechnungsbeisp. (Bd. 275.)
- Eisenhüttenwesen, Das. Von Geh. Berg-Prof. Dr. H. Hedding. 5. Aufl. v. Berg-Prof. F. Hedding. M. 22 Abb. (30.)
- Elektrische Kraftübertragung, Die. B. Ing. B. Rößner. Mit 137 Abb. (Bd. 424.)
- Elektrochemie, Von Prof. Dr. R. Arnold. Mit 37 Abb. (Bd. 234.)
- Elektrotechnik, Grundlagen d. E. B. Obering. u. R. Roth. 2. Aufl. M. 74 Abb. (391.)
- f. auch Drähte u. Kabel, Telegraphie.
- Erbrecht, Testamenterrichtung und E. Von Prof. Dr. F. Leonhard. (Bd. 429.)
- Ernährung u. Nahrungsmittel f. Abt. V. Farben u. Farbstoffe. J. Erzeug. u. Verwendung. B. Dr. A. Bart. 31 Abb. (Bd. 483.)
- siehe auch Licht Abt. V.
- Fernsprechtechnik f. Telegraphie.
- Feuerungsanlagen, Industrie, u. Dampfkegel. B. Ing. F. E. Mayer. 88 Abb. (Bd. 348.)
- siehe auch Geldwesen.
- Funkentelegraphie f. Telegraphie.
- Gärung f. Biererei, Kriegsbeschädigtenf. Garten, Der Kleingarten, B. Redakt. J. o. h. Schneider. 2. Aufl. M. 80 Abb. (498.)
- Der Hausgarten, Von Gartenarchitekt W. Schubert. Mit Abb. (Bd. 502.)
- siehe auch Blumen.
- Gartenkunst, Geis. S. G. Baurat Dr.-Ing. Chr. Rand. M. 41 Abb. (Bd. 274.)
- Gartenstadtbewegung, Die. Von Landeswohnungsinспекtor Dr. H. Kampffmeyer. 2. Aufl. M. 43 Abb. (Bd. 259.)
- Gefängniswesen f. Verbrechen.
- Geldwesen, Zahlungsverkehr u. Vermögensverwaltung, Von G. Mayer. 2. Aufl. (398.)
- f. a. Finanzwissenschaft; Münze Abt. IV.
- Genugmittel siehe Arzneymittel und Genußmittel, Tabak
- Gewerblicher Rechtschutz i. Deutschland. B. Patentamt. B. Tollsborf. (Bd. 188.)
- siehe auch Urheberrecht.
- Graphische Darstell., Die. Hofrat Prof. Dr. F. Auerbach. 2. u. M. 139 Abb. (437.)
- Handel, Geschichte d. Welt, Von Realgymnasialdirektor Prof. Dr. M. G. Schmidt. 3. Aufl. (Bd. 118.)
- Handel, Geschichte d. deutsch. Handels seit d. Ausgang des Mittelalters. Von Dir. Prof. Dr. B. Langenbeck. 2. Aufl. Mit 16 Tabellen. (Bd. 237.)
- Handfeuerwaffen, Die. Entwickl. u. Techn. B. Major R. Weis. 69 Abb. (Bd. 364.)
- Handwerk, D. Deutsche, in f. kulturgeschichtl. Entwickl. B. Geh. Schult. Dr. E. Otto. 4. Aufl. M. 33 Abb. auf 12 Taf. (Bd. 14.)
- Haushalt f. Chemie, Desinfekt., Physik; Nahrungsm. Abt. IV; Wäcker. Abt. V.
- Häuserbau siehe Baukunde, Beleuchtungs- u. Heizung, u. Lüftung, Wohnungsw. Debränge, Hilfsmittel zum Leben seher, Kaffiger und gasf. Körper. Von Geh. Bergat Prof. R. Vater. 2. Aufl. M. 67 Abb. (Bd. 196.)
- Heizung und Lüftung, Von Ingenieur J. E. Mayer. Mit 40 Abb. (Bd. 241.)
- Holz, Das D., seine Bearbeitung u. seine Verwendung. B. Insp. J. Großmann. Mit 39 Originalabb. i. L. (Bd. 473.)
- Hotelwesen, Das. Von B. Dammertienne. Mit 30 Abb. (Bd. 331.)
- Hüttenwesen siehe Eisenhüttenwesen.
- Immunitätslehre f. Abwehrkräfte Abt. V.
- Ingenieurtechn. Schöpfungen d. J. der Neuzeit, Von Geh. Regierungsrat W. Seitel. Mit 89 Abb. (Bd. 28.)
- Instrumente siehe Optische J.
- Kabel f. Drähte und R.
- Kälte, Die, Ihr Wesen, i. Erzeug. u. Verwendung. B. Dr. S. Alt. M. 45 Abb. (311.)
- Kaufmann, Das Recht des R. Ein Leit- f. Kaufleute, Studier. u. Juristen. B. Justizr. Dr. M. Strauß. (Bd. 400.)
- Kantmännliche Angelegenheit, D. Recht d. i. H. B. Justizr. Dr. M. Strauß. (361.)
- Kinderfürsorge, Von Prof. Dr. Chr. J. Klumler. (Bd. 620.)
- Kinematographie, Von Dr. S. Schumann. 2. Aufl. B. Dr. W. Merté. Mit 156 Abb. (Bd. 358.)
- Klein- u. Straßenbahnen, Die. B. Obering. a. D. Oberlehrer A. Viehmann. Mit 35 Abb. (Bd. 322.)
- Kleintierzucht, Die. Von Redakt. J. o. h. Schneider. M. 59 Fig. i. L. u. a. 6 Taf. — siehe auch Tierzucht. (Bd. 604.)
- Köhlen, Anfert. B. Bergass. B. Kufel. Mit 60 Abb. i. Text u. 3 Taf. (Bd. 396.)
- Kolonialbotanik, Von Prof. Dr. F. Töpler. Mit 21 Abb. (Bd. 184.)
- Konsultation, Innere, Von A. Brenning. (Bd. 261.)
- Konservierung siehe Desinfektion.
- Kontingenzversicherung, Die. Von Prof. Dr. F. Staudinger. (Bd. 222.)
- f. auch Mittelbewegung, Wirtschaftliche Organismen.
- Kraftanlagen siehe Dampfmaschine, Feuerkraftanlagen und Dampfkegel, Wasserkraftmaschine, Wasserkraftmaschine.

- Kraftübertragung.** Die elektr. B. Ing. B. Köhn. 2. Aufl. M. Abb. (Bd. 424.)
- Kriegs- Kulturgeschichte d. R. B.** Prof. Dr. R. Weule, Geh. Hofrat Prof. Dr. E. Bethe, Prof. Dr. B. Schmeidler, Prof. Dr. A. Doren, Prof. Dr. B. Herre. (Bd. 561.)
- Kriegsbeschädigtenfürsorge.** In Verbindung mit Med.-Nat. Oberabsatz u. Ehearzt Dr. Rebenisch, Gewerbeschuldir. S. Bad, Direktor des Städt. Arbeitsamts Dr. B. Schlöter herabg. v. Prof. Dr. S. Kraus, Leit. d. Städt. Fürsorgeamts für Kriegsinvaliden in Frankfurt a. M. 2. Abbildg. (523.)
- Kriegsschiffe.** Unsere. Ihre Entf. u. Verwendung. B. Geh. Marinebau. u. D. E. Krieger. 2. Aufl. v. Marinebau. Fr. Schärer. Mit 62 Abb. (389.)
- Kriminalistik, Moderne.** Von Amtsrichter Dr. A. Hellwig. M. 13 Abb. (Bd. 476.) — f. a. Verbrechen, Verbrecher.
- Küche** siehe Chemie in Küche und Haus.
- Landwirtschaft.** Die deutsche. B. Dr. B. Claßen. 2. Aufl. Mit 15 Abb. u. 1 Karte. (Bd. 215.) — f. auch Agriculturnomie, Kleintierzucht, Quittstoff, Tierzucht; Haus-tiere, Tierkunde Abt. V.
- Landwirtschaftl. Maschinenkunde.** B. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. G. Fischer. 2. Aufl. Mit 64 Abbildungen. (Bd. 316.)
- Luftfahrt.** Die, ihre wissenschaftlichen Grundlagen und ihre technische Entwicklung. Von Dr. R. Rimschür. 3. Aufl. v. Dr. Fr. Guth. M. 60 Abb. (Bd. 309.)
- Luftstoff, Der.** u. f. Verm. B. Prof. Dr. R. Kaiser. 2. Aufl. M. 13 Abb. (313.)
- Lüftung.** Heizung und V. Von Ingenieur F. E. Mayer. Mit 40 Abb. (Bd. 241.)
- Mary, Karl.** Versuch e. Einführung. B. Prof. Dr. R. Wilbrandt. 2. Aufl. (621.) — f. auch Sozialismus.
- Maschinen f. Dampfmaschine, Hebezeuge, Landwirtschaftl. Maschinenkunde, Wärmetraitmach., Wassertraitmach.**
- Maschinenelemente.** Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 3. Aufl. M. 175 Abb. (Bd. 301.)
- Maße und Messen.** Von Dr. B. Bloch. Mit 34 Abb. (Bd. 385.)
- Mechanik.** B. Prof. Dr. G. Hamel. 3 Bde. I. Grundbegriffe d. M. II. M. der festen Körper. III. M. d. Flüss. u. luftförm. Körper. (Bd. 684/686.)
- Aufgaben aus der technischen M.** f. d. Schul- u. Selbstunterricht. B. Prof. M. Schmitt. M. zahlr. Fig. I. Bewegungs-l., Statik. 156 Aufg. u. Lösungen. II. Dynam. 140 M. u. Bf. (Bd. 558/559.)
- Messen** siehe Maße und Messen.
- Miete.** Die, nach d. BGB. Ein Handb. von f. Juristen, Mieter u. Vermieter. B. Justizrat Dr. M. Strauß. (194.)
- Mikroskop.** Das. B. Prof. Dr. W. Sches-fer. 2. Aufl. M. 99 Abb. (Bd. 35.)
- Milch.** Die, und ihre Produkte. Von Dr. A. Reiz. Mit 16 Abb. (Bd. 362.)
- Mittelstandsbewegung.** Die moderne. Von Dr. L. Mäffelmann. (Bd. 417.) — siehe Konsumgenoss., Wirtschaftl. Org., Nahrungsmittel f. Abt. V
- Naturwissensch. u. Technik.** Am jans. Besch. d. Zeit. aberl. Ab. d. Wirgen. b. Entw. d. R. u. L. a. d. ges. Kulturleb. B. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. B. Launhardt. 3. Aufl. Mit 3 Abb. (Bd. 23.)
- Nautik.** B. Dir. Dr. J. Müller. 2. Aufl. Mit vielen Abb. (Bd. 255.)
- Optischen Instrumente.** Die. Lupe, Mikroskop, Fernrohr, photogr. Objektiv u. Linen verm. Instr. Von Prof. Dr. M. v. Rohr. 3. Aufl. M. 89 Abb. (Bd. 85.)
- Organisationen.** Die wirtschaftlichen. Von Prof. Dr. E. Lederer. (Bd. 428.)
- Östmark.** Die. Eine Einführ. i. d. Probleme ihrer Wirtschaftsgesch. v. Prof. Dr. B. Mittelsch. (Bd. 351.)
- Patente u. Patentrecht f. Gewerbl. Rechtsl.** B. Dr. J. Schall. Mit 38 Abb. (Bd. 462.)
- Photogenie.** Von Prof. Dr. G. Rammell. 2. Aufl. Mit 23 Abb. i. Text u. auf 1 Tafel. (Bd. 227.)
- Photographie.** Die, ihre wissenschaftlichen Grundlagen u. i. Anwendung. B. Dr. D. Bröckling. 2. Aufl. Mit 11 Abb. (414.) — Die künstlerische Ph. Ihre Entwicklung, ihre Probleme, ihre Bedeutung. Von Dr. B. Warstat. 2. verb. Aufl. Mit Bilderanhang. (Bd. 410.) — Angewandte Liebhaber-Photographie, ihre Technik und ihr Arbeitsfeld. Von Dr. B. Warstat. Mit Abb. (Bd. 535.)
- Physik in Küche und Haus.** Von Prof. Dr. S. Speittamp. M. 51 Abb. (Bd. 478.) — siehe auch Physik in Abt. V
- Postwesen.** Das. Von Oberpostrat D. Sieblitz. 2. Aufl. (Bd. 182.)
- Rechenmaschinen.** Die, und das Maschinenrechnen. Von Reg.-Rat Dipl.-Ing. R. Lenz. Mit 43 Abb. (Bd. 490.)
- Recht** siehe Erbrecht, Gewerbl. Rechtsschutz, Kaufm. Angek., Kriminalistik, Urheberrecht, Verbrechen, Verfassungsrecht, Zivilprozessrecht.
- **Rechtsfragen des täglichen Lebens in Familie und Haushalt.** Von Justizrat Dr. M. Strauß. (Bd. 219.)
- Rechtsprobleme.** Moderne. B. Geh. Justizrat Prof. Dr. J. Köbler. 2. Aufl. (Bd. 128.)
- Satzlagerstätten.** Die deutschen. Ihr Vorkommen, ihre Entstehung und die Bewertung ihrer Produkte in Industrie und Landwirtschaft. Von Dr. E. Kriemann. Mit 27 Abb. (Bd. 407.) — siehe auch Geologie Abt. V
- Schiffbau** siehe Kriegsschiffe.
- Schmuck.** Die, u. d. Schmucksteinindustrie. B. Dr. A. Eppeler. M. 64 Abb. (Bd. 376.)

Soziale Bewegungen u. Theorien b. z. mod. Arb.-it.-rbem. **V. G. Mäler** 6. A. (Bd. 2.)
— i. a. Arbeiterrecht u. Arbeiterverband
Sozialismus. Gesch. der sozialist. Ideen i. 19. Jrb. **V. Privatdoz. Dr. Fr. Müdler** 3. A. I. D. ration. Soz. II. Froudhon u. b. entwicklungsgeschichtl. Soz. Bd. 269-270.)
— i. auch Marx; Rom. Soz. Kämpfe i. alt R. Abt. IV.
Spinnerei. Die. Von Dir. Prof. **M. Lehmann**. Mit 35 Abb. (Bd. 338.)
Sprenghofe. Die. ihre Chemie u. Technologie. **V. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Liebermann** 2. Aufl. M. 12 Fig. (286.)
Staat siehe Abt. IV.
Statist. Mit Einschluß der Festigkeitslehre. Von Reg.-Baum. Baugewerkschuldirekt. **A. Schaub**. M. 149 Fig. i. T. (Bd. 497.)
— siehe auch Mechanik. Aufg. a. d. M. I
Statistik. **V. Prof. Dr. S. Schott** (442.)
Strafe und Verbrechen. Geschichte u. Organik. d. Gefängniswes. **V. Strafanwalts-dir. Dr. med. V. Pollitz**. (Bd. 323.)
Strassenbahnen. Die Klein- u. Strassenb. Von Oberingenieur a. D. Oberlehrer **A. Liebmann**. M. 85 Abb. (Bd. 322.)
Tabak. Der. Anbau, Handel u. Verarbeitung. **V. Jac. Woll.** 2., verb. u. ergänzte Aufl. Mit 17 Abb. (Bd. 416.)
Technik. Die chemische. Von Dr. **A. Müller**. Mit 24 Abb. (Bd. 191.)
— Einführung in d. T. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. **H. Lorenz**. (Bd. 729.)
Techn. Zeichen i. Zeichen.
Telegraph. D. Telegraph. u. Fernsprechw. **V. Oberpost-D. Sieblist** 2. A. (183.)
— Telegraphen- und Fernsprechtechnik in ihrer Entwicklung. **V. Oberpost-Dir. G. Frid** 2. A. Mit 65 Abb. (Bd. 235.)
— Die Funkentelegr. **V. Telegr.-Insps G. Thurn** 5. Aufl. M. 51 Abb. (Bd. 167.)
— siehe auch Drähte und Kabel.
Testamentserrichtung und Erbrecht. Von Prof. Dr. **F. Leonhard**. (Bd. 429.)
Thermodynamik. Praktische. Aufgaben u. Beispiele zur technischen Wärmelehre. Von Geh. Bergrat Prof. Dr. **R. Vater**. Mit 40 Abb. i. Text u. 3 Taf. (Bd. 596.)
— siehe auch Wärmelehre.
Tierzüchtung. Von Tierzucht-director Dr. **G. Wilsdorf** 2. Aufl. M. 23 Abb. auf 12 Taf. u. 2. Fig. i. T. (Bd. 369.)
— siehe auch Kleintierzucht.
Uhr. Die. Grundlagen u. Technik d. Zeitmessig. **V. Prof. Dr.-Ing. G. Bodt** 2., umgearb. Aufl. Mit 55 Abb. i. T. (216.)
Urheberrecht. D. Recht a. Schrift- u. Kunstw. **V. Rechtsanw. Dr. R. Nothke**. (435.)
— siehe auch gewerblich. Rechtsschutz.
Verbrechen. Strafe und B. Geschichte u. Organik. d. Gefängniswesens. **V. Strafanwalts-dir. Dr. med. V. Pollitz** (Bd. 323.)
— **Moderne Kriminalistik**. **V. Amtsrichter Dr. A. Sellwig**. M. 18 Abb. (Bd. 476.)

Verbrecher. Die Psychologie des **V. (Kriminalpsych.) V. Strafanwalts-dir. Dr. med. V. Pollitz** 2. A. M. 5 Diagr. (Bd. 248.)
— i. a. Handschriftenbeurt. Abt. I.
Verfälsch. Grundz. d. **V. d. Deutsch. Reiches**. **V. Scheinmat Prof. Dr. E. Loening** 5. Aufl. (Bd. 34.)
Verfälsch. und Verwaltung der deutschen Städte. Von Dr. **M. Schmid**. (466.)
— **Deutsch. Verfälsch.** i. geschichtl. Entw. **V. Dr. Dr. E. Subrich** 2. A. (Bd. 80.)
Verkehrsentwicklung i. Deutschl. 1800 bis 1900 (Gartel b. z. Gegenw.). **V. Prof. Dr. W. Loh** 4., verb. Aufl. (Bd. 15.)
Versicherungswesen. Grundzüge des **V. (Privaterlicher)**. Von Prof. Dr. **A. Wanes** 3., verbänd. Aufl. (Bd. 105.)
Wassertechnik siehe Handfeuerwaffen.
Wald. Der deutsche. **V. Prof. Dr. Hans-rath** 2. A. Bilderat. u. 2 Kart. (153.)
Wärmekraftmaschinen. Die neueren. Von Geh. Bergrat Prof. **R. Vater** 2 Bde. I: Einführung in die Theorie u. d. Van d. Gasmash. 5. Aufl. M. 41 Abb. (Bd. 21.)
II: Gaszweiter. Grogasmash. Dampf- u. Gasturb. 4. Aufl. M. 43 Abb. (Bd. 86.)
— siehe auch Kraftanlagen.
Wärmelehre. Einführ. i. d. techn. (Thermodynamik). Von Geh. Bergrat Prof. **R. Vater**. M. 40 Abb. i. Text. (Bd. 516.)
— i. auch Thermodynamik.
Wasser. Das. Von Geh. Reg.-Rat Dr. **D. Anselmino**. Mit 44 Abb. (Bd. 291.)
— i. a. Luft, Wass. Licht Wärme Abt. V.
Wasserkraftmaschinen. Die. u. d. Ausnütg. d. Wasserkraft. Von Geh. Reg.-Rat **A. v. Thiering** 2. A. M. 57 Abb. (Bd. 228.)
Weidwerk. D. d. d. **V. Forstmeister G. F. hr. v. Nordenflicht**. M. Kiehl. (436.)
Weinbau und Weinbereitung. Von Dr. **F. Schmitthenner**. 34 Abb. (Bd. 332.)
Welthandel siehe Handel.
Wirtschaftlichen Organisationen. Die. Von Prof. Dr. **E. Lederer**. (Bd. 428.)
— i. Konsumgenoss. Mittelstandsbevæg.
Wirtschaftsgeographie. Von Prof. Dr. **F. Heiderich**. (Bd. 633.)
Wirtschaftsgesch. i. Antike **B. Schmarl**.
Wirtschaftsleben. Deutsch. Auf geograph. Grundl. gesch. v. Prof. Dr. **Chr. Gruber** 4. A. v. Dr. **S. Reinlein**. (42.)
— Die Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens i. letzten Jahrh. **V. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. V. Bohle** 3. A. (57.)
— **Deutschl. Stellung** i. d. Weltmarkt. **V. Prof. Dr. P. Arnoldt** 3. A. (Bd. 179.)
Wohnungswesen. Das. Von **D. v. Ing. Leysler**. (Bd. 707.)
Zeichnen. Techn. Von Prof. Dr. **Vorhmann**. (Bd. 548.)
Zeitungs-wesen. **V. Dr. S. Diez** 2. Aufl. (Bd. 328.)
Zivilprozessrecht. Das deutsche. Von Justizrat Dr. **M. Strauß**. (Bd. 315.)

== Weitere Bände sind in Vorbereitung. ==

Teubners Kleine Fachwörterbücher

bringen sachliche und wörterläuternde Erklärungen aller wichtigeren Gegenstände und Sachausdrücke der einzelnen Gebiete der Natur- und Geisteswissenschaften. Sie wenden sich an weiteste Kreise und wollen vor allem auch dem Nichtfachmann eine verständnisvolle, befriedigende Lektüre wissenschaftlicher Werke und Zeitschriften ermöglichen und den Zugang zu diesen erleichtern. Dieser Zweck hat Auswahl und Fassung der einzelnen Erklärungen bestimmt: Berücksichtigung alles Wesentlichen, allgemeinverständliche Fassung der Erläuterungen, ausreichende sprachliche Erklärung der Sachausdrücke, wie sie namentlich die immer mehr zurücktretende humanistische Vorbildung erforderlich macht.

Mit größeren rein wissenschaftlichen Nachschlagewerken können die kleinen Fachwörterbücher namentlich hinsichtlich der Vollständigkeit natürlich nicht in Wettbewerb treten, sie verfolgen ja aber auch ganz andere Zwecke, durch die Preis und Umfang bedingt waren. Den allgemeinen Konversationslexika gegenüber bieten sie bei den sich ohnehin mehr und mehr spezialisierenden auch außersachlichen Interessen des Einzelnen Vorteile insofern, als die Bearbeitung den besonderen Bedürfnissen des einzelnen Fachgebietes besser angepasst und leichter auf dem neuesten Stand des Wissens gehalten werden kann, als insbesondere auch die Neu- und Nachbeschaffung der einzelnen abgeschlossenen Gebiete behandeln. Danks bedeutend leichter ist, als die einer Gesamt-Enzyklopädie, deren erster Band gewöhnlich schon wieder veraltet ist, wenn der letzte erscheint.

Preis gebunden je ca. M. 2.50 bis M. 5.-

Hierzu Feuerungszuschläge des Verlags und der Buchhandlungen

* Sind erschienen bzw. werden demnächst erscheinen; die anderen sind in Vorbereitung.

- * Philosophisches Wörterbuch von Dr. P. Thormeyer.
- * Psychologisches Wörterbuch von Dr. Frh Giese.
- Literaturgeschichtliches Wörterbuch von Dr. H. Köhl.
- Kunstgeschichtliches Wörterbuch von Dr. E. Cohn-Wiener.
- * Musikalisches Wörterbuch von Dr. A. Einstein.
- Wörterbuch des klassischen Altertums von Dr. B. A. Müller.
- * Physikalisches Wörterbuch von Prof. Dr. G. Berndt.
- Chemisches Wörterbuch von Stadtchemiker Dr. Mezger.
- * Geologisch-mineralogisches Wörterbuch von Dr. J. C. W. Schmidt.
- Geographisches Wörterbuch von Prof. Dr. O. Kende.
- Astronomisches Wörterbuch von Prof. Dr. A. Marcuse.
- * Zoologisches Wörterbuch von Dr. Th. Knottnerus-Meyer.
- * Botanisches Wörterbuch von Dr. O. Gerke.
- * Warenkundliches Wörterbuch von Prof. Dr. M. Pietsch.
- * Handelswörterbuch von Dr. V. Sittel und Dr. M. Strauß.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Tierbau und Tierleben in ihrem Zusammenhang betrachtet

von Dr. R. Hesse, Professor der Zoologie an der Universität Bonn,
und Dr. J. Doflein, Prof. der Zoologie an der Univ. Freiburg i. Br.
Mit 1220 Abbildungen sowie 35 Tafeln in Schwarz-, Vant- und Lithdruck nach Originalen bekannter Künstler. 1. Band: Der Tierkörper als selbständiger Organismus.

2. Band: Das Tier als Glied des Naturganzen.

Jeder Band in künstl. Original-Halbleinwand M. 21.—, in eleg. Halbfranzband M. 24.—

Physik und Kulturentwicklung

durch technische und wissenschaftliche Erweiterung der menschlichen Anlagen. Von Geh. Hofrat Professor Dr. O. Wiener.

Mit 72 Abbildungen im Text. Geh. M. 4.40, geb. M. 5.40

Mathemat.-Physikalische Bibliothek

Gemeinverständliche Darstellungen aus der Elementarmathematik und -physik für Schule und Leben. Unter Mitwirkung von Sachgenossen herausgegeben von Dir. Dr. W. Liehmann und Studienrat Dr. A. Witting.

Mit zahlreichen Figuren. Kl. 8. Kart. je M. 1.—

Bisher erschienene Bändchen:

- | | |
|---|--|
| Der Begriff der Zahl in seiner log. u. histor. Entw. Von H. Wieleitner. 2. A. (Bd. 2.) | Theorie und Praxis des Rechenstiebers. Von A. Kohberg. (Bd. 23.) |
| Ziffern u. Ziffernsysteme. Von E. Löffler. 2., neu bearb. Aufl. I. Die Zahlzeichen der alten Kulturvölker. (Bd. 1.) II. Die Zahlzeichen im Mittelalter u. in der Neuzeit. (Bd. 34.) | Die Anfertigung mathematischer Modelle. Von A. Siebel. (Bd. 16.) |
| Die 7 Rechnungsarten mit allgem. Zahlen. Von H. Wieleitner. (Bd. 7.) | Karte und Kroll. Von G. Wolff. (Bd. 27.) |
| Einführung in die Infinitesimalrechnung. Von A. Witting. 2. Aufl. (Bd. 9.) | Ionentheorie. Von P. Bräuer. (Bd. 38.) |
| Wahrscheinlichkeitsrechn. Von D. Meißner. 2. Aufl. I. Grundlehren. (Bd. 4.) II. Anwendungen. (Bd. 33.) | Die Grundlagen unserer Zeitrechnung Von A. Baruch. (Bd. 29.) |
| Vom periodischen Dezimalbruch zur Zahlentheorie. Von A. E. man. (Bd. 19.) | Soldaten-Mathematik. Von Alexander Witting. 2. Aufl. (Bd. 22.) |
| Der pythagoreische Lehrsatz mit einem Ausblick auf das Fermatsche Problem. Von W. Liehmann. 2. Auflage. (Bd. 3.) | Die mathem. Grundlagen der Variations- u. Vererbungslehre. V. P. X. Liebesell. (Bd. 24.) |
| Darstellende Geometrie des Geländes. Von R. Kothé. (Bd. 14.) | Mathematik und Malerei. 2 Teile in 1 Bd. Von G. Wolff. (Bd. 20/21.) |
| Methoden zur Lösung geometrischer Aufgaben. Von B. Kerst. (Bd. 26.) | Der Goldene Schnitt. Von G. E. T. imering. (Bd. 32.) |
| Einführung in die projektive Geometrie. Von R. Zacherlas. (Bd. 6.) | Beispiele zur Geschichte der Mathematik. Von A. Witting u. M. Gebhardt. (Bd. 15.) |
| Konstruktionen in begrenzter Ebene. Von B. Zühlke. (Bd. 11.) | Mathematiker-Anekdoten. Von Wilhelm Ahrens. (Bd. 18.) |
| Nichtentworfene Geometrie in der Kugelebene. Von W. Dieck. (Bd. 31.) | Quadratur d. Kreises. V. E. Ventel. (Bd. 12.) |
| Einführung in die Nomographie. Von P. Eude. I. Teil. Die Funktionsleiter. (Bd. 28.) II. Teil. Die Zeichnung als Rechenmaschine. (Bd. 37.) | Wo steckt der Fehler? Von W. Liehmann und B. Frier. 2. Auflage. (Bd. 10.) |
| | Geheimnisse der Rechenkünstler. Von Ph. Maennchen. 2. Auflage. (Bd. 13.) |
| | Riesen und Zwerg in Zahlenreich. Von W. Liehmann. (Bd. 25.) |
| | Was ist Geld? V. W. Liehmann. (Bd. 30.) |
| | Dreht sich die Erde? V. W. Brunner. (Bd. 17.) |
| | Theorie der Planetenbewegung. Von P. Meth. (Bd. 6.) |
| | Die Fallgesch. V. H. E. T. imering. (Bd. 5.) |

In Vorbereitung:

- Doehlemann, Mathematik und Architektur. Müller, Der Gegenstand der Mathematik.
Winkelmann, Der Kreis. Wolff, Einführung in die Photogrammetrie.
Auf sämtliche Preise Feuerzugszuschläge des Verlages und der Buchhandlungen

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Leubners Künstlersteinzeichnungen

Wohlfeile farbige Originalwerke erster deutscher Künstler fürs deutsche Haus
Die Sammlung enthält jetzt über 200 Bilder in den Größen 100×70 cm (M. 7.50), 75×55 cm (M. 6.—), 109 <41 cm u. 60×50 cm (M. 5.—), 55×42 cm (M. 4.50), 41×30 cm (M. 3.—)
Rahmen aus eigener Werkstätte in den Bildern angepassten Ausführungen äußerst preiswürdig.

Schattenbilder

R. W. Diefenbach

„Per aspera ad astra“

Album, die 34 Teilb. des vollst. Wandstriefes
fortl. wiederg. (20¹/₂ × 25 cm) M. 15.—
Teilbilder als Wandstriefe (42 × 80 cm)
je M. 5.—, (35 × 18 cm) je M. 1.25
letztere auch u. Glas m. Leinw. einhältlich.

„Göttliche Jugend“

2 Mappen, 1. 2. Aufl., mit je 20 Blatt
(25¹/₂ × 34 cm) je M. 8.—
Einzelbilder je M. —.75
auch unter Glas u. Leinwand einf. erhältlich

von

Gerda Luise Schmidt

(20 × 15 cm) je M. —.50,

in Holzrähmchen unter Glas je M. 5.50
in Kettenrähmchen je M. 4.25
Blumenorakel. Reisenspiel. Der Besuch.
Der Liebesbrief. Ein Frühlingsstrauch. Die
Freunde. Der Brief an „Ihn“. Annäher-
ungsversuch. Am Spinett. Beim Wein.
Ein Märchen. Der Geburtstag.

Postkartenausgaben siehe unter Leubners
Künstlerpostkarten.

Leubners Künstlerpostkarten

Jede Karte 15 Pf., Reihe von 12 Karten in Umschlag M. 1.50, jede Karte unter Glas mit
schwarzer Einfassung und Schnur M. 1.—, oval M. 1.25. Die mit * bezeichneten Reihen
auch in feinen ovalen oder viereckigen Holzrähmchen (je M. 2.25 bzw. M. 2.50), in Leub-
ner Rahmen (je M. 1.75, bzw. M. 2.—) oder in Kettenrahmen (je M. 2.—).

Leubners Künstlersteinzeichnungen in 12 Reihen. *Diefenbachs Schattenbilder in
6 Reihen. Aus dem Kinderleben, 6 Karten nach Bleistiftzeichn. von Hela Peters.
1. Der gute Bruder. 2. Der böse Bruder. 3. Wo drückt der Schuh? 4. Schmeichelfächchen.
5. Püppchen, aufgepaffst! 6. Große Wäsche. In Umschlag M. —.80. *Schattenbilder von
Gerda Luise Schmidt: 1. Reihe: Spiel und Tanz, Fest im Garten, Blumenorakel, Die
eine Schäferin, Velauschter Dichter, Rattensänger von Hameln. 2. Reihe: Die Freunde,
Der Besuch, Im Grünen, Reisespiel, Ein Frühlingsstrauch, Der Liebesbrief. 3. Reihe: Der
Brief an „Ihn“, Annäherungsversuch, Am Spinett, Beim Wein, Ein Märchen, Der Ge-
burtstag. Jede Reihe in Umschlag M. —.80. **Denkwürdige Stätten aus Nordfrank-**
reich. 12 Karten nach Original-Eithographien von R. Lohse.

Rudolf Schäfers Bilder nach der Heiligen Schrift

Der barmherzige Samariter (M. 6.—), Jesus der Kinderfreund (M. 5.—), Das Abendmahl
(M. 6.—), Hochzeit zu Kana (M. 5.—), Weihnachten (M. 6.—), Die Bergpredigt (M. 5.—)
(75×55 bzw. 60×50 cm), 6 Blätter in Mappe zum ermäßigten Preise von M. 30.—

Diese 6 Blätter in Format **Biblische Bilder** in Mappe M. 4.—, als
23×30 unter dem Titel Einzelblatt je M. 1.—
(Auch als „Kirchliche Gedenkblätter“ und als „Glückwunsch- u. Einladungskarten“ erhältlich.)

Karl Bauers Federzeichnungen

Führer und Helden im Weltkrieg. Einzelne Blätter (28×36 cm) M.—.75,
Liebhäberausgabe M. 1.25, 2 Mappen, enthaltend je 12 Blätter, je M. 4.—

Charakterköpfe 3. deutschen Geschichte. Mappe, 32 Bl. (28×36 cm) M. 8.—,
12 Bl. M. 4.—, Einzelblätter M.—.75. Liebhäberausgabe auf Karton gebandt M. 1.25

Aus Deutschlands großer Zeit 1813. In Mappe, 16 Bl. (28×36 cm) M. 4.50,
Einzelblätter M.—.75. Liebhäberausgabe auf Karton gebandt M. 1.25

Vollständiger Katalog über künstlerischen Wandschmuck mit farbiger Wiedergabe von
über 200 Blättern gegen Einwendung von M. 1.20 einschließlich Porto (Ausland M. 1.40.)
Ausführt. Verzeichnis der Postkartenausg. umsonst. Beides v. Verlag in Leipzig, Poststr. 3.

Verlag von B. G. Leubner in Leipzig und Berlin

Biblioteka Główna
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu
Technologicznego w Szczecinie
CZ-I.397



100-000397-00-0

ARCHIWALIA

