

Sammlung Göschen

9 XIV
28

Flußbau

Von

Baurat Otto Rappold

Mit 105 Abbildungen



597

Sammlung Götschen

Unser heutiges Wissen
in kurzen, klaren, allgemeinverständlichen
Einzeldarstellungen

Vereinigung wissenschaftlicher Verleger

Walter de Gruyter & Co.

vormals G. J. Götschen'sche Verlagshandlung / J. Suttentag, Verlags-
buchhandlung / Georg Reimer / Karl J. Trübner / Veit & Comp.

Berlin W. 10 und Leipzig

Tiefbautechnische Bibliothek

aus der Sammlung Götschen

Geologie von Dr. Edgar Dacqué.

I. Allgemeine Geologie. Mit 75 Figuren Nr. 13

II. Stratigraphie. Mit 56 Figuren und 7 Tafeln Nr. 846

Mineralogie von Prof. Dr. R. Brauns. Mit 132 Figuren. Nr. 29

Petrographie von Prof. Dr. W. Bruhns. Mit 15 Figuren. Nr. 173

Praktisches Zahlenrechnen von Prof. Dr.-Ing. P. Werk-
meister. Mit 58 Figuren Nr. 405

Technische Tabellen u. Formeln v. Dr.-Ing. W. Müller.
Mit 106 Figuren Nr. 579

Materialprüfungswesen. Einführung in die moderne
Technik der Materialprüfung von Dipl.-Ingenieur Prof.
K. Memmler.

I. Materialeigenschaften. Festigkeitsversuche. Hilfsmittel
für Festigkeitsversuche. Mit 58 Figuren Nr. 311

II. Metallprüfung und Prüfung v. Hilfsmaterialien des
Maschinenbaues. Baumaterialprüfung. Papierprüfung.
Schmiermittelprüfung. Einiges für Metallographie. Mit
31 Figuren Nr. 312

Statik von Prof. W. Hauber.	
I. Die Grundlehren der Statik starrer Körper. Mit 82 Fig.	Nr. 178
II. Angewandte Statik. Mit 61 Figuren	Nr. 179
Graphische Statik mit besonderer Berücksichtigung der Einflußlinien von Dipl.-Ing. Otto Henkel. 2 Bände. Mit 121 Figuren	Nr. 603, 695
Festigkeitslehre von Prof. W. Hauber. Mit 56 Figuren.	Nr. 288
Aufgabensammlung z. Festigkeitslehre m. Lösungen von Dipl.-Ing. R. Haren. Mit 42 Figuren	Nr. 491
Hydraulik v. Dipl.-Ing. Prof. W. Hauber. Mit 44 Figuren.	Nr. 397
Kinematik von Dipl.-Ing. Hans Polster. Mit 76 Figuren.	Nr. 584
Elastizitätslehre für Ingenieure. I. Grundlagen und Allgemeines über Spannungszustände, Zylinder, Ebene Platten, Torsion, Gekrümmte Träger von Prof. Dr.-Ing. Max Enßlin. Mit 60 Figuren	Nr. 519
Geometrisches Zeichnen von H. Becker, Neubearbeitet v. Prof. J. Vonderlinn. Mit 290 Fig. u. 23 Tafeln i. Text.	Nr. 58
Schattenkonstruktionen von Prof. J. Vonderlinn. Mit 114 Figuren	Nr. 236
Parallelperspektive. Rechtwinklige und schiefwinklige Axonometrie von Prof. J. Vonderlinn. Mit 121 Figuren.	Nr. 260
Zentral-Perspektive v. Hans Freyberger, Neubearbeitet von Prof. J. Vonderlinn. Mit 132 Figuren	Nr. 57
Darstellende Geometrie von Prof. Dr. Robert Hausner.	
I. Mit 110 Figuren	Nr. 142
II. Mit 40 Figuren	Nr. 143
Die Baustoffkunde von Prof. H. Haberstroh. Mit 36 Fig.	Nr. 506
Vermessungskunde von Prof. Dipl.-Ing. P. Werkmeister.	
I. Feldmessen und Nivellieren. Mit 146 Figuren . . .	Nr. 468
II. Der Theodolit. Trigonometrische und barometrische Höhenmessung. Tachymetrie. Mit 109 Figuren . .	Nr. 469
Die Kostenberechnung im Ingenieurbau von Prof. E. Kuhlmann und Dr.-Ing. H. Nitzsche. Mit 5 Tafeln.	Nr. 750
Erdbau von Reg.-Baumeister Erwin Link. Mit 72 Figuren.	Nr. 630
Landstraßenbau von Ober-Ing. A. Liebmann. Mit 44 Fig.	Nr. 598
Stadtstraßenbau von Dr.-Ing. Georg Klöse. Mit 50 Fig	Nr. 740
Die Entwicklung des modernen Eisenbahnbaues von Dipl.-Ing. Alfred Birk. Mit 27 Figuren	Nr. 553
Die Linienführung d. Eisenbahnen v. Prof. H. Wegele. Mit 52 Figuren	Nr. 623
Hochbauten d. Bahnhöfe v. Eisenbahnbauinsp. C. Schwab. I. Empfangsgebäude. Nebengebäude. Güterschuppen. Lokomotivschuppen. Mit 91 Figuren	Nr. 515
Die mechanischen Stellwerke der Eisenbahnen von Oberbaurat a. D. S. Scheibner. 3 Bände. Mit vielen Figuren	Nr. 674, 688, 747

Die Kraftstellwerke der Eisenbahnen von Oberbaurat a. D. S. Scheibner. 2 Bände. Mit 72 Figuren. Nr. 689, 690	
Das elektrische Fernmeldewesen bei den Eisenbahnen von Geh. Baurat K. Fink. Mit 50 Figuren . . .	Nr. 707
Eisenbahnfahrzeuge v. Reg.-Baumeister H. Hinnenthal.	
I. Die Dampflokomotiven. Mit 89 Fig. i. Text u. 2 Tafeln.	Nr. 107
II. Die Eisenbahnwagen und Bremsen. Mit Anhang: Die Eisenbahnfahrzeuge im Betrieb. Mit 56 Figuren im Text und 3 Tafeln	Nr. 108
Der Eisenbahnbetrieb v. Oberbaurat a. D. S. Scheibner. Mit 3 Figuren	Nr. 676
Der Eisenbahnverkehr v. Eisenbahn-Rechnungsdirektor Theodor Wilbrand	Nr. 618
Schmalspurbahnen (Klein-, Arbeits- und Feldbahnen) v. Dipl.-Ing. August Boshart. Mit 99 Figuren	Nr. 524
Straßenbahnen v. Dipl.-Ing. August Boshart. Mit 72 Fig.	Nr. 559
Kolonial- und Kleinbahnen v. Geh. Oberbaurat Prof. F. Baltzer.	
I. Begriff und Wesen, Kolonialbahnen Afrikas, Kleinbahnen der wichtigsten Länder u. a. Mit 7 Figuren.	Nr. 816
II. Bauliche Ausgestaltung von Bahn und Fahrzeug, Betrieb und Verkehr. Mit 22 Figuren	Nr. 817
Die allgemeinen Grundlagen des Brückenbaues von Geh. Baurat Prof. Dr.-Ing. Th. Landsberg. Mit 45 Fig.	Nr. 687
Gründungen d. Brücken v. Prof. Th. Janssen. Mit 40 Fig.	Nr. 803
Eisenbetonbrücken von Dr.-Ing. K. W. Schaechterle Mit 104 Figuren	Nr. 627
Wasserversorgung der Ortschaften von Prof. Dr.-Ing. Robert Weyrauch. Mit 85 Figuren	Nr. 5
Entwässerung und Reinigung der Gebäude von Dipl.-Ing. Wilhelm Schwaab. Mit 92 Figuren	Nr. 822
Gas- und Wasserversorgung von Dipl.-Ing. Wilhelm Schwaab. Mit vielen Figuren	Nr. 412
Flußbau von Regierungsbaumeister Otto Rappold. Mit vielen Figuren	Nr. 597
Kanal- und Schleusenbau von Regierungsbaumeister Otto Rappold. Mit 78 Figuren	Nr. 585
Wasserkraftanlagen von Regierungsbaumeister a. D. Dr.-Ing. Th. Rümelin.	
I. Beschreibung. Mit 66 Figuren	Nr. 665
II. Gewinnung der Wasserkraft. Mit 35 Figuren	Nr. 666
III. Bau und Betrieb. Mit 56 Figuren	Nr. 667
Meliorationen von Baurat Otto Fauser. 2 Bände. Mit vielen Figuren	Nr. 691, 692

Weitere Bände sind in Vorbereitung

Sammlung Göschen

GIV
98

Flußbau

Von

Otto Rappold

Baurat in Stuttgart

Mit 105 Abbildungen

Zweite, neubearbeitete Auflage



BIBLIOTEKA
2051

W. Szczecin

Berlin und Leipzig

Vereinigung wissenschaftlicher Verleger

Walter de Gruyter & Co.

vormals G. J. Göschen'sche Verlagshandlung — J. Guttentag, Verlagsbuchhandlung — Georg Reimer — Karl J. Trübner — Veit & Comp.

1921



CZ-I. 179

Alle Rechte, insbesondere das Übersetzungsrecht,
von der Verlagshandlung vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Entstehung der fließenden Gewässer	5
II. Aufgaben des Flußbaus	6
III. Vorbereitende Arbeiten	
1. Pläne	10
2. Wasserstand der Flüsse	10
3. Hydrometrische Arbeiten	12
4. Ermittlung der Wassermenge eines Flusses	15
IV. Bildung und Weiterbeförderung der Flußgeschiebe	17
V. Linienführung der zu verbessernden Flüsse	18
VI. Normalprofile und Normalbreiten	19
VII. Uferdeckungen	23
1. Steinwürfe	24
2. Senkfaschinen	25
3. Senkwalzen aus Draht mit Steinfüllung und aus Beton	28
4. Pflasterungen und Steinberollungen	30
5. Berasung und Pflanzungen	35
6. Berauhwehrung und Spreutlagen	36
7. Steinkasten und Holzwände	39
8. Bohlwerke	44
9. Ufermauern	46
VIII. Eigentliche Flußregulierungsarbeiten	47
1. Parallelwerke	47
2. Buhnen	51
IX. Verlandungen	59
X. Hochwasserdämme	61
XI. Durchstiche	64

	Seite
XII. Flußräumungen	70
XIII. Zuschlußbauten	73
XIV. Regulierung der Gebirgsflüsse	
1. Besondere Eigenschaften der Gebirgsflüsse . . .	74
2. Wolfsche Gehänge	76
3. Grund- oder Sohlenschwellen	78
XV. Verbauung der Wildbäche	
1. Eigenschaften und Wesen der Wildbäche	86
2. Aufgaben der Wildbachverbauung	91
3. Sperrenbauten	93
4. Nebenwerke	107
5. Schalen	108
6. Geröllfänge und Schuttlagerplätze	112
Register	116

Literatur.

- Wang, F., Grundriß der Wildbachverbauung:
 Erster Teil, Leipzig 1901.
 Zweiter Teil, Leipzig 1903.
- Dubislav, E. K., Wildbachverbauungen und Regulierung von
 Gebirgsflüssen, Berlin 1902.
- Strukel, Der Wasserbau, III. und IV. Teil, Leipzig 1904.
- Esselborn u. Sonne, Elemente des Wasserbaues, Leipzig 1904.
- Möller, Max, Grundriß des Wasserbaues, Band II: Der Fluß-
 bau usw., Leipzig 1906.
- Tolkmitt, G., Grundlagen der Wasserbaukunst, 2. Auflage,
 Berlin 1907.
- Handbuch der Ingenieurwissenschaften, III. Teil, 6. Band: Der
 Flußbau, 4. Auflage, Leipzig 1910.

I. Entstehung der fließenden Gewässer.

Die fließenden Gewässer bilden ein Glied in der großartigen Naturerscheinung des Kreislaufes des Wassers. Sie verdanken ihre Entstehung den atmosphärischen Niederschlägen, welche als Regen, Schnee, Hagel zur Erde niederfallen und dem Gesetz der Schwere folgend ihren Lauf zu immer tieferen Punkten nehmen. Ein Teil des Niederschlagswassers fließt oberirdisch ab und gelangt so unmittelbar zum Gewässer. Ein anderer Teil zieht sich in den Boden hinein und zwar um so mehr, je größer dessen Porosität und je weniger derselbe bereits mit Wasser gesättigt ist. Dieses Wasser sinkt im Bodeninnern abwärts und kommt auf das Grundwasser, mit welchem es sich vereinigt, oder es trifft auf undurchlässige Schichten. In beiden Fällen fließt es, sobald genügender Druck vorhanden ist, nach den Seiten hin ab und vereinigt sich als Quelle oder Grundwasser mit den in den Tälern fließenden oberirdischen Wasserläufen. Ein dritter Teil des Wassers bleibt auf der Bodenoberfläche stehen oder haftet in den Bodenporen. Was hiervon nicht von den Pflanzen absorbiert wird, findet seinen Weg schnell wieder dahin, woher es gekommen ist, es verdunstet, sobald die Luft die hierfür nötigen Voraussetzungen besitzt.

Da das Wasser in Folge seiner Schwere vom Gebirge nach den Ebenen hin abfließt, so sind die Gefälle der fließenden Gewässer in den Quellgebieten am größten und nehmen im allgemeinen nach den Niederungsgebieten hin ab. Die Zuflüsse in den obersten Niederschlagsgebieten der Gebirge

heißen Wildbäche, sie zeichnen sich durch großes Gefälle und große Wassergeschwindigkeit aus, führen zu meist kein Wasser, schwellen dagegen bei Regenfällen stark an und führen dabei die Verwitterungsprodukte der anliegenden Hänge lawinenartig zu Tal.

Aus der Vereinigung mehrerer Wildbäche entsteht weiter talaus der Gebirgsfluß. Er hat geringeres, aber immer noch erhebliches Gefälle, starke Wassergeschwindigkeit und Geschiebeführung, seine Wassermenge ist schon eine größere.

Mittel- und Unterlauf der Ströme haben gewöhnlich den Charakter der Niederungs- oder Flachlandsflüsse, welche sich durch große Wasserführung, schwaches und gleichmäßiges Gefälle und geringere Unterschiede zwischen Hoch- und Niederwasser als im Oberlauf der Flüsse auszeichnen.

II. Aufgaben des Flußbaus.

Ehe den Flüssen durch menschliche Eingriffe eine eingezwängte Bahn zugewiesen wird, verfolgen dieselben einen mehr oder weniger unregelmäßigen und wandelbaren Lauf. Strecken mit engem, geschlossenem Bett wechseln ab mit solchen, bei denen der Fluß fast die ganze Talbreite beherrscht und wo er sich zwischen Kiesbänken, oft in Arme geteilt, dahinschlängelt. Nach jedem größeren Hochwasser tritt eine Verschiebung der Kiesablagerungen und damit eine Laufänderung ein.

Die ungewöhnlich starken und sich in fast ununterbrochener Reihe folgenden Krümmungen des Flußlaufes bewirken bedeutende Hemmnisse in der Abfuhr des Hochwassers und des Eises, welche Menschen und Eigentum bedrohen und die Ausführung der Schifffahrt behindern oder unmöglich machen.

Während sich früher die Talbewohner gegen die Angriffe und Schädigungen, die ihnen der Fluß zufügte, wehrten, so gut es eben ging, haben sich die Verhältnisse von heute insofern geändert, als nicht nur die fortschreitende Kultur der Menschen früher nicht gekannte neue Bedürfnisse befriedigt wissen will, sondern auch die zunehmende Bevölkerungsdichte und der Konkurrenzkampf der Völker auf dem Weltmarkt es unbedingt nötig machen, die Verwüstungs- und Hochwassergebiete der Flüsse für die Kultur in Besitz zu nehmen.

So kommt heute dem Flußbau die hohe Aufgabe zu, die fließenden Gewässer aus ihrer unsicheren Verfassung in einen möglichst unwandelbaren Zustand der Beharrung zu bringen und sie, soweit dies überhaupt möglich ist, den Zwecken der Gewerbetätigkeit, der Landwirtschaft und der Schifffahrt nutzbar zu machen.

Die **Gewerbetätigkeit** beutet die im Wasser aufgespeicherte Energie in Wasserkraftanlagen aus und treibt damit ihre Anlagen und Maschinen. Die hierfür nötigen Bauten der Wehre, Kraftwerke, Kanäle können meist nicht erstellt werden und wären im Betriebe gefährlich, wenn nicht im Zusammenhang damit der Fluß korrigiert wird.

Gewerbe und Industrie benutzen das Wasser weiterhin für allerhand gewerbliche Zwecke und leiten das verbrauchte Wasser als Abwasser wieder dem Flusse zu.

Die **Landwirtschaft** erfordert in erster Linie einen gesicherten Besitzstand. Der direkte Verlust des Kulturbodens durch Uferabbrüche muß mit Uferbefestigungen verhindert werden.

Die Hochwasser überziehen, wenn sie das natürliche Bett verlassen, die Grundstücke mit Schlamm und Gerölle und schwemmen den guten Humusboden ab. Diesen Übelständen muß durch Anlage von Hochwasserdämmen, durch Senkung des Hochwasserstandes, durch Verringerung der

Hochwassermenge oder durch sonstige Maßnahmen gesteuert werden.

Von großem Einfluß auf die Ertragsfähigkeit des Talgeländes ist die relative Höhenlage der Flußsohle bzw. des Wasserspiegels.

Flußvertiefungen oder Flußeingrabungen ziehen eine Senkung des Flußwasserstandes und damit des Grundwasserstandes nach sich. Die dadurch hervorgerufenen Nachteile bestehen in der Ertragsverminderung wegen Entziehung des Grundwassers und in dem Nachlassen oder gänzlichen Aufhören der Ergiebigkeit der Brunnen, deren Grundwasserträger schlimmstenfalls ganz entleert werden kann. Die Vorteile, welche durch Sohlenvertiefungen entstehen können, bestehen in dem Zurückgehen der Hochwasser und in der Erhöhung der Ertragsfähigkeit von Geländestücken, welche vorher vielleicht der Versumpfung anheimgefallen wären. Für die Stadt München beispielsweise bedeutete die Eintiefung der Isar um etwa 4 m einen hochanzuschlagenden Gewinn, indem nicht nur einzelne Stadtteile der Überschwemmung entzogen und die Überschwemmungsgebiete in nutzbringendes Land umgewandelt werden konnten, sondern auch die Kanalisation der Stadt München dadurch erst ermöglicht wurde.

Die umgekehrte Erscheinung der Flußeingrabung ist die Sohlenerhöhung des Flusses, welche dadurch entsteht, daß das vom Wasser angeführte Gerölle und Geschiebe mangels genügender Schleppkraft des ersteren nicht mehr weiter befördert werden kann. Die Auflandungen ziehen naturgemäß die umgekehrten Folgen nach sich, wie sie bei der Sohlenvertiefung genannt worden sind: häufiges Ausreten des Hochwassers, Überschwemmen der Talgründe mit Kies, Sand und Schlamm und Versumpfung derselben.

Neben die rein flußbautechnischen Maßnahmen, die zur Bekämpfung dieser Erscheinungen angewendet werden,

treten, wenn diese die entstehenden Mängel nicht oder nur teilweise zu beseitigen in der Lage sind, häufig Meliorationsunternehmungen.

Die **Schiffahrt** erfordert die Schaffung eines geeigneten, genügend breiten und tiefen Bettes mit Wassergeschwindigkeiten, welche den Schiffswiderstand innerhalb erträglicher Grenzen halten. Dabei ist ein genügender Schutz der Ufer nötig, um den insbesondere von den Schleppdampfern hervorgerufenen Wellenangriffen Widerstand leisten zu können.

Auch in **gesundheitlicher Beziehung** können bei manchen Flußkorrekturen verbessernde Verhältnisse geschaffen werden. So hat beispielsweise die Rheinkorrektur zwischen Basel und Mainz, die als das großartigste Flußbauunternehmen überhaupt bezeichnet werden kann, durch Beseitigung des Sumpfcharakters der Talniederungen eine erhebliche Verminderung, ja das Verschwinden der dort häufig aufgetretenen Erkrankungen an Wechselfieber zur Folge gehabt.

Um diesen vielseitigen Aufgaben gerecht zu werden, wendet der Flußbau verschiedene Mittel an, wobei er von dem Grundsatz auszugehen pflegt, daß jeder Fluß ein ihm eigenes Verhalten zeigt und daher individuell behandelt sein will. Die Art des Vorgehens fußt meist auf empirischen Grundsätzen, die sich aus den im Laufe der Zeit gesammelten Erfahrungen herausgeschält haben. Mit den Waffen der Theorie hat man den Flüssen noch nicht recht beikommen können, weil erst in neuester Zeit die mit erheblicheren Geldmitteln ausgestatteten Flußbaulaboratorien einiger Technischer Hochschulen die Hoffnung haben aufkommen lassen, an Hand systematisch angeordneter Versuche die Gesetze der Natur in für die Praxis brauchbare Formen und Formeln zu kleiden.

III. Vorbereitende Arbeiten.

1. Pläne.

Wo es sich um halbwegs größere Flußbauarbeiten handelt, ist die Anfertigung von Plänen, welche die vorhandenen Verhältnisse in vollem Umfang wiedergeben, unbedingt erforderlich.

Der Lage nach werden die in Betracht kommenden Flußgebiete in **Lageplänen** oder **Stromkarten** dargestellt. Der Fluß ist dabei mit seinen Uferlinien eingezeichnet und seine Strömungsrichtung durch einen Pfeil bezeichnet. Die in den Fluß eingebauten und über ihn wegführenden Kunstbauten, als Wehre, Brücken, und die nähere Umgebung des Flußlaufs müssen gleichfalls eingetragen sein.

Die Höhenverhältnisse des Flusses sind in einem **Längenprofil** darzustellen. Dasselbe enthält den Verlauf der Flußsohle, des Niederwasser- und allenfalls Mittelwasserspiegels, sowie des größten Hochwassers. Der Verlauf des Ufers wird gewöhnlich ebenfalls eingetragen und zwar wird die rechtsseitige Uferlinie mit ausgezogenen, die linksseitige mit gestrichelten Linien dargestellt. Kunstbauten in oder über dem Flusse sind ebenfalls in das Längenprofil aufzunehmen, insbesondere ist die untere Begrenzung der Brücken wegen des Hochwassers wichtig.

Als dritte Gattung geometrischer Arbeiten sind die **Querprofile** zu nennen, das sind quer zum Stromstrich gerichtete Aufnahmen von Flußsohle und Ufer in genügender Erstreckung, in welche auch der Wasserspiegel eingetragen wird. Wie diese Querprofile aufgenommen werden, ist unter 3. näher auseinandergesetzt.

2. Wasserstand der Flüsse.

Ein weiteres Erfordernis, das zur Beurteilung des Charakters eines Flusses nötig ist, ist das Studium seiner **Wasserstände**.

Die Wasserführung eines Flusses ist nicht gleichmäßig, sondern mehr oder weniger großen Schwankungen unterworfen. Perioden langanhaltender Trockenheit vermögen die Wassermenge auf einen Kleinstwert herabzudrücken, während langandauernde starke Regen oder Wolkenbrüche den Eintritt von Hochwasser hervorrufen können. So unterscheidet man bei einem Flusse bezüglich der Größe der Wasserführung Niederwasser, Mittelwasser und Hochwasser.

Die Wasserstände eines Flusses werden an den Pegeln abgelesen, das sind senkrecht, zuweilen auch schief in das Flußbett eingebaute mit Zentimeterteilung versehene Latten aus Holz oder Eisen. Die Feststellung des Wasserstandes geschieht täglich ein- oder zweimal zu einer bestimmten Zeit, die Ablesung wird in das Pegelbuch eingetragen. Neuerdings werden wichtige Pegel mehr und mehr durch selbstschreibende Pegel ersetzt, welche die Wasserstände fortlaufend verzeichnen.

Wenn man bei verschiedenen Pegelständen die Wasserführung mißt, so erhält man eine Beziehung zwischen beiden, die dadurch in besonders sinnfällige Erscheinung gebracht wird, daß man die Pegelstände in einem gewissen Maßstabe auf der horizontalen Achse eines rechtwinkligen Systems, die zugehörigen Wassermengen auf der vertikalen Achse desselben aufträgt und die sich ergebenden Punkte durch eine Linie, die Wassermengenkurve, verbindet. Diese Kurve ermöglicht es dann, die Wassermengen bei irgendwelchen Pegelständen festzustellen.

Die Perioden der Hoch- und Niederwasser sind im allgemeinen an bestimmte Zeiten gebunden. Ein fast diametrales Verhalten zeigen in dieser Beziehung die Gebirgsflüsse und die Flüsse der Ebene. Während nämlich die Hochgebirgsflüsse in den Monaten Mai, Juni und Juli als Folge der Schneeschmelze im Hochgebirge für gewöhnlich

ihre höchsten Wasserstände aufweisen, führen die Flachlandsflüsse ihre größten Wassermengen im Winter. Umgekehrt sind die Gebirgsflüsse im Winter klein, weil der Schnee gefroren ist, während die Flüsse der Ebene im Sommer an Wasserknappheit leiden, weil die Niederschläge selten sind. Gewisse Ströme, wie beispielsweise der Rhein, zeigen in ihrem Oberlauf den Charakter des Gebirgsflusses, in ihrem Unterlaufe denjenigen des Flachlandstromes.

Der Unterschied zwischen Hoch- und Niederwasser ist am größten bei den Gebirgsflüssen, weil die Niederschlagsmengen im Gebirge nicht nur ein Mehrfaches von denjenigen in der Ebene betragen, sondern weil auch prozentual mehr zum Abfluß kommt. Mit der Zunahme an Einzugsgebietsgröße nimmt die Wahrscheinlichkeit, daß das ganze Gebiet Regen empfängt, ab, und so wird bei jedem Flusse die Verhältniszahl zwischen Hoch- und Niederwasser nach dessen Unterlauf zu allmählich kleiner. Die folgende Tabelle zeigt dies für den Rhein:

Rhein bei	Niederwasser cbm/sec	Hochwasser cbm/sec.	Verhältnis zwischen Nieder- und Hochwasser
Thusis	16	1100	1 : 70
Basel	330	4624	1 : 14
Kehl.....	380	4685	1 : 12
Lauterburg	465	5010	1 : 11
Niederländische Grenze	930	6180	1 : 7

3. Hydrometrische Arbeiten.

Hierunter werden die **Wassermessungen**, insbesondere die Messung der Wassergeschwindigkeiten verstanden.

Auch die Art und Weise, wie die Querprofile eines Flusses

aufgenommen werden, soll an dieser Stelle in kurzen Worten besprochen werden.

Der Vorgang bei letzterer Arbeit ist, sofern es sich nicht um allzu breite Flüsse handelt, der, daß über den Wasserlauf eine Schnur oder ein Draht gespannt wird, in welchen in bestimmten Abständen, 3 oder 5 m, Leinwandstreifen von auffallender Farbe befestigt sind. Nun fährt man über den Fluß und nimmt unter jedem Streifen mit Hilfe einer sog. Peilstange die Tiefe auf. Der Wasserspiegel wird einivelliert und ebenso das oberhalb des Wasserspiegels gelegene Ufer geometrisch aufgenommen.

Die Querprofile werden gegen eine am Flußufer entlang gelegte Stationierung festgelegt.

Bei breiten Strömen ist ein Überspannen nicht angängig. Die jeweilige Schiffsstellung wird daher so erhalten, daß man von einem Punkte B aus den Winkel

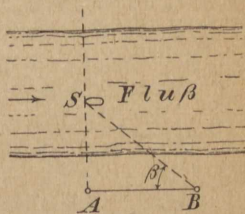


Abb. 1.

$ABS = \beta$ mißt und die Entfernung AS errechnet (Abb. 1).

Die Hauptaufgabe der Hydrometrie besteht in der Bestimmung der **Wassergeschwindigkeit**.

Die in einem Fluß sich hinwäzende Wassermenge hat keine einheitliche Geschwindigkeit. Diese ist vielmehr verschieden sowohl in der vertikalen als in der horizontalen Linie, und die gleichmäßige Geschwindigkeit wird nur in die Rechnung eingeführt.

Die hauptsächlichsten Mittel zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit sind folgende:

a) **Schwimmer**. Man nimmt eine Flasche oder eine Hohlkugel und beschwert sie durch Auffüllen mit Wasser so, daß sie eben noch etwas über den Wasserspiegel emporragt. Nun steckt man zwei Profile von bekannter

Entfernung L aus und beobachtet die Zeit t , die der Schwimmer zum Durchlaufen des Zwischenraums braucht; dann ist die Geschwindigkeit:

$$v = \frac{L}{t}.$$

Derartige Schwimmer heißen Oberflächenschwimmer. Will man die Wassergeschwindigkeit unterhalb des Wasserspiegels messen, so benutzt man Tiefenschwimmer.

b) **Pitotsche Röhre.** Die Anwendung dieser Vorrichtung beruht auf dem Grundsatz, daß die Wassergeschwindigkeit mit der von ihr hervorgebrachten Druckhöhe in gesetzmäßigem Zusammenhange steht. Die Pitotsche Einrichtung ist eine an beiden Schenkeln offene Röhre, welche an einem Ende abgebogen ist. Das abgebogene Ende wird gegen die Wasserströmung gehalten, worauf sich im senkrechten Schenkel der Wasserspiegel auf eine Höhe einstellen wird, welche sich um den Betrag h über den Flußwasserspiegel erhebt. Nach bekannten Gesetzen ist dann:

$$v = \varphi \sqrt{2gh},$$

wobei φ einen Koeffizienten darstellt, welcher die Reibung des Wassers am Rohre berücksichtigt, g ist die Beschleunigung der Schwere. Der Koeffizient φ wird durch Versuchsmessungen erhalten, indem man die Röhre mit bekannter Geschwindigkeit durch ruhendes Wasser zieht.

c) **Woltmannscher Flügel.** Diese Einrichtung ist die sicherste und beste für Geschwindigkeitsmessungen. Der Apparat besteht aus einer Stange, auf welche metallene Flügel mit Steuer aufgeschoben sind. Auf elektrischem Wege ist es möglich, die Zeit zu beobachten, innerhalb welcher der Apparat eine gewisse Anzahl von Umdrehungen macht. Seine Eichung geschieht so, daß er mit verschiedenen Geschwindigkeiten durch ruhendes Wasser gezogen wird.

4. Ermittlung der Wassermenge eines Flusses.

a) **Durch Messung.** Man teilt einen Flußquerschnitt, der sich durch Regelmäßigkeit auszeichnet, in eine Anzahl vertikaler Streifen, in denen man je eine mittlere Geschwindigkeit aus gemessenen Geschwindigkeiten ermittelt. Bezeichnen f die Flächeninhalte der einzelnen Streifen und v_m die zugehörigen mittleren Geschwindigkeiten, so ist die im Querschnitt fließende Wassermenge:

$$M = \sum f \cdot v_m .$$

b) **Durch Rechnung.** Dabei wird mit einer mittleren Wassergeschwindigkeit im Querschnitt gerechnet.

Bedeutet Q die sekundlich im Fluß fließende Wassermenge, F die Fläche des Querprofils und v die mittlere Geschwindigkeit in demselben, so ist:

$$Q = F \cdot v .$$

Die Geschwindigkeit v wird mit Hilfe der Formel erhalten:

$$v = k \sqrt{R \cdot J} ,$$

worin k einen Koeffizienten, $R = \frac{F}{u}$ den sog. mittleren Profilradius, u den benetzten Umfang und J das relative Gefälle bedeuten.

Den Wert für den Koeffizienten k erhält man aus der Formel von Ganguillet-Kutter:

$$k = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{J}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}} ,$$

worin n je nach der Rauigkeit des Profilumfanges verschiedene Werte annimmt.

Für Bäche und Flüsse in geordnetem Zustande ist $n = 0,025$; für Gewässer mit groben Geschieben und Wasserpflanzen ist $n = 0,030—0,035$.

Bei Flüssen mit Gefälle, die größer sind als $\frac{1}{2}$ pro Mille, gilt die vereinfachte Formel:

$$k = \frac{100 \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}}$$

wobei m bei Bächen und Flüssen zwischen 1,50 und 2,50 schwankt, je nach der Rauhigkeit der Profilwanderungen.

c) **Aus dem Einzugsgebiet.** Aus dem Einzugs- oder Niederschlagsgebiet werden mangels anderer verlässlicher Angaben hauptsächlich die Hochwassermengen berechnet. Das Einzugsgebiet ist diejenige Fläche, welche dem Flusse ihren Niederschlag zuführt. Die Begrenzungslinien der Einzugsgebiete sind die Wasserscheiden.

Der auf eine Fläche fallende Niederschlag fließt nun nicht in seiner Gesamtmenge dem Flusse zu, vielmehr versickert ein Teil im Boden, ein anderer Teil verdunstet und erst der Rest fließt oberirdisch ab. Die prozentualen Anteile hängen insbesondere von der Beschaffenheit und Neigung der Terrainoberfläche und dem Grade der Bodensättigung mit Wasser ab. Ist der Boden mit Vegetation besetzt, so vermag er, schwammartig wirkend, viel mehr zurückzuhalten als nackter Boden. Für ganz rohe Rechnungen kann angenommen werden, daß von der gefallenen Niederschlagsmenge $\frac{1}{3}$ in den Boden versickert, bzw. von demselben absorbiert wird, ein weiteres Drittel verdunstet und das restliche Drittel zum Abfluß kommt.

Die Hochwasser können sowohl durch Wolkenbrüche, das sind kurzdauernde Regengüsse der allerheftigsten Art, als auch durch starke Landregen hervorgerufen werden.

Die Größe der Niederschläge ist von verschiedenen Umständen, insbesondere der Meereshöhe, den orographischen Verhältnissen und der geographischen Breite abhängig. Aufschluß geben die Veröffentlichungen der meteorologischen Institute.

IV. Bildung und Weiterbeförderung der Flußgeschiebe.

Die Flußgeschiebe entstehen zu ihrem weitaus größten Teile in den Gebieten der Hochgebirge durch Ausnagen der Wildbachsohlen, Unterwühlen der Gebirgshänge und Nachstürzen der Fels- und Trümmernmassen, zu ihrem kleineren Teile aus den Abbrüchen der Flußufer.

Ihre Talfahrt im großen treten diese Materialien als sog. Murgänge an, das sind Schuttströme, welche durch mächtige hinter ihnen aufgestaute Wassermassen talwärts gewälzt werden.

In den Flüssen geschieht die Fortbewegung der Geschiebe rollend oder gleitend auf der Flußsohle, wobei die Kanten der Steine abgeschliffen werden und eine fortwährende Zerkleinerung derselben stattfindet, so daß sich die großen Blöcke der Wildbäche im Unterlauf der Ströme schließlich nur noch als feiner Schlamm, der als Trübung im Wasser bemerkbar ist, wiederfinden.

Je nach der Größe der Geschiebematerialien unterscheidet man:

Rollsteine	}	im Oberlauf der Flüsse,
Geröll		
Kies		

Sand und Schlamm	}	im Unterlauf der Flüsse.



Die Weiterbeförderung der Geschiebe erfordert eine gewisse lebendige Kraft des Wassers, die sog. Schleppkraft, welche bei Niederwasser am kleinsten, bei Hochwasser dagegen am größten ist. Bei Niederwasser findet daher keine oder eine nur geringe, bei Hochwasser dagegen eine starke Geschiebeführung statt.

Die Bewältigung der Flußgeschiebe ist eine der wichtigsten Aufgaben des Flußbaues. Das Hauptbestreben muß darauf gerichtet sein, die Entstehung der Geschiebe in den Wildbächen zu verhindern durch rationelle Verbauung und nachfolgende Berasung und Aufforstung der Alpenregionen. Ist aber einmal Geschiebe vorhanden, so muß der Flußbaumeister dasselbe im Flußschlauche weiterzuführen trachten, bis es sich schließlich in den Deltabildungen der Meere als Sand und Schlamm ablagert.

V. Linienführung der zu verbessernden Flüsse.

Im Naturzustande besteht ein Fluß aus regellos sich folgenden bald schmalen bald breiten Strecken der verschiedenartigsten Krümmungen. Die Art der Wirkung des Wassers bringt es mit sich, daß sich die Krümmungen immer stärker ausbilden. Die Hauptwasserströmung erfolgt am eingebogenen (konkaven) Ufer, woselbst das Streben zu Uferabbrüchen vorherrscht, während sich am ausbiegenden (konvexen) Ufer Anlandungen bilden.

Bei einer Flußregelung handelt es sich in der Lagegestaltung um die Herstellung einer regelmäßigen Aufeinanderfolge von geraden Linien und Kreisbogen.

Die Schärfe der Krümmungen hängt außer von den örtlichen Verhältnissen und den Kosten ab von dem Zwecke, welcher mit der Flußregulierung erreicht werden soll. Sehr

zu beachten ist, daß jede Vergrößerung des Krümmungshalbmessers eine Erhöhung des Gefälles bedeutet.

Der Schifffahrt sind allzu starke Krümmungen hinderlich, während mäßige Krümmungen gegenüber der geraden Linie für sie von Vorteil sind, weil infolge der Stauung des Wassers die Tiefe desselben vermehrt und das Gefälle ermäßigt wird, wodurch die Bergfahrt eine Erleichterung erfährt.

Sollen Eintiefungen einer allzu hohen Sohle erzielt werden, so ist behufs Vermehrung des Flußgefälles und zur Erhöhung der Schleppkraft ein tunlichst gestreckter Lauf anzustreben. Eine derartige möglichst geradlinige Regelung ist auch für die unschädliche Abfuhr der Hochwasser- und Eismassen von Vorteil, wobei jedoch der Nachteil in Kauf genommen werden muß, daß infolge Kürzung der Flußlänge der Zusammenlauf der Hochwasser schneller als zuvor erfolgt und daß die Hochwasserwelle eine Erhöhung erfährt.

Mit Rücksicht auf das Kostenminimum der Regulierung ist eine möglichst gute Anschmiegung der neuen Uferlinien an die bestehenden geboten, weil in fast allen Fällen die erforderlichen Regulierungswerke um so teurer werden, je mehr man sich von den bestehenden Uferlinien entfernt.

VI. Normalprofile und Normalbreiten.

Das **Normalprofil** ist dasjenige einer Flußregulierung zugrunde gelegte Querprofil eines Flusses, welches für die Erfüllung einer Reihe von Anforderungen am geeignetsten ist.

So muß es in erster Linie groß genug sein, um die herankommenden Wassermassen abzuführen; es muß weiterhin so beschaffen sein, daß es die von oben hergebrachten Geschiebe weiterzuführen imstande ist und daß Vertiefungen

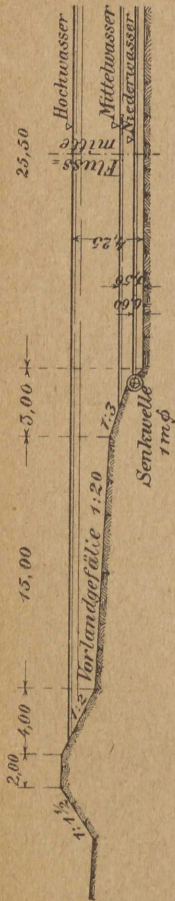


Abb. 2. Normalprofil für den Donaadurchstich an der oberen Donau bei Hundertsingen (Württemberg).

seiner Sohle nicht entstehen. Mit Bezug auf die Schifffahrt müssen die Bedingungen genügender Wassertiefe bei Niederwasser und zu reichender Spiegelbreite erfüllt sein.

Die im Normalprofil vorhandene Wasserspiegelbreite wird **Normalbreite** des Flusses genannt. Man unterscheidet Normalbreiten für Niederwasser, für Mittelwasser und für Hochwasser.

Ein einfaches Profil (einfacher Trapezquerschnitt) kann die oben genannten Anforderungen häufig nicht gleichzeitig erfüllen. Wollte man bei gewissen Flüssen die Hochwasser sowohl als die Niederwasser in einem einfachen Bette zur Abführung bringen, so würde, falls die Berechnung für Niederwasser erfolgt ist, bei Hochwasser die Geschwindigkeit so groß, daß Sohlenangriffe sowohl als Uferbeschädigungen zu befürchten wären. Andererseits würde, wenn der Berechnung die Abführung der Hochwassermenge zugrunde gelegt ist, bei Niederwasser die Wassergeschwindigkeit und die Wassertiefe so klein, daß weder an die Fortführung der Geschiebe, noch an die Ausübung der Schifffahrt zu denken wäre.

In solchen Fällen wendet man ein Doppelprofil an. Das Nieder-

und Mittelwasser wird in einem mittleren Schlauche, der Mittelwasserrinne, allein abgeführt, während zur Abfuhr der Hochwasser zu beiden Seiten sog. Vorlandstreifen hinzukommen, welche meist von Hochwasserdämmen begrenzt sind. Der große benetzte Umfang bewirkt, daß bei Hochwasser die Geschwindigkeit keine allzu große wird. Ein solches Doppelprofil ist in Abb. 2 für die obere Donau dargestellt. Der Mittelwasserschlauch hat eine Sohlenbreite von 25,50 m; die beiderseitigen Vorlandstreifen sind 15 m breit und fallen mit einem Gefälle von 1:20 nach dem Wasser. Die abzuführende Hochwassermenge beträgt 560 cbm pro Sekunde.

Berechnung der Normalprofile.

a) Einfaches Profil.

Bezeichnen b_0 und b_1 Sohlen- und Wasserspiegelbreite bei einem Flusse, t die Wassertiefe, R den mittleren Profilradius, F die Wasserquerschnittsfläche, Q die Wassermenge und J das relative Gefälle, so ist, wenn man, was bei Flüssen genau genug ist, an Stelle des benetzten Umfanges die Wasserspiegelbreite setzt (Abb. 3):

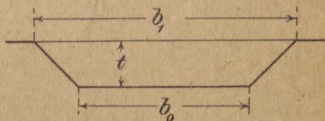


Abb. 3.

$$F = \frac{b_0 + b_1}{2} t$$

$$R = \frac{b_0 + b_1}{2 b_1} t$$

$$Q = F k \sqrt{R J},$$

wobei die für den Koeffizienten k einzusetzende Größe den am Fluß vorhandenen Verhältnissen anzupassen ist.

b) Doppelprofil.

Beim Doppelprofil muß die Wasserquerschnittsfläche in drei Teile, einen mittleren F_0 und zwei seitliche F_1 und F_2 , die gewöhnlich gleich sind und symmetrisch zur Flußschlauchmitte liegen, zerlegt werden. Mit den aus Abb. 4

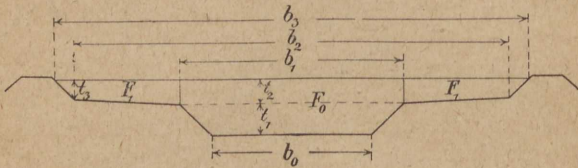


Abb. 4.

ersichtlichen Bezeichnungen und den bereits oben bezüglich des benetzten Umfanges gemachten Vereinfachungen hat man:

$$F_0 = \frac{b_0 + b_1}{2} t_1 + b_1 t_2$$

$$R_0 = \frac{F_0}{b_1}$$

$$F_1 = F_2 = \frac{t_2 + t_3}{2} \frac{b_2 - b_1}{2} + \frac{b_3 - b_2}{4} t_3$$

$$R_1 = R_2 = \frac{F_1}{\frac{b_3 - b_1}{2}}$$

und die Gesamtwassermenge:

$$\begin{aligned} Q &= F_0 k_0 \sqrt{R_0 J} + 2 F_1 k_1 \sqrt{R_1 J} \\ &= \sqrt{J} [F_0 k_0 \sqrt{R_0} + 2 F_1 k_1 \sqrt{R_1}]. \end{aligned}$$

VII. Uferdeckungen.

Unter **Uferdeckungen** versteht man diejenigen Arbeiten, welche zum Schutz der Ufer gegen Abbruch durch die zerstörende Wirkung des Wassers vorgenommen werden.

Die **Baustoffe**, deren man sich dabei wie überhaupt im Flußbau bedient, sind im allgemeinen dieselben wie bei den anderen Zweigen des Bauens. Die Art jedoch, in welcher diese Stoffe zu Baukörpern zusammengesetzt und verwendet werden, ist vielfach nur dem Flußbau eigen.

Die natürlichen Steine werden meist als Bruchsteine von mehr oder weniger rauher Form verwendet. Da sie häufig abwechselnd dem Wasser und der Atmosphäre ausgesetzt sind, so sollen sie frost- und wetterbeständig sein. Weiterhin müssen sie möglichst hart und schwer sein, damit sie von der Wasserströmung nicht fortgerissen werden können.

Neben natürlichen Steinen werden auch künstliche Steine verwendet, unter denen Ziegelsteine und Betonsteine die Hauptrolle spielen.

Außerdem wird der Beton auch in großem Umfang an Ort und Stelle zum Schutzkörper gestampft. Kies und Sand, welche bei den meisten Flüssen in ausgiebiger Menge vorhanden sind, dienen außerdem als Füllmaterial für Packwerksbauten und Senkwellen.

Als Bindemittel für den Beton, sowie bei der Herstellung von Pflasterungen wird meist Portlandzement verwendet.

Die Anwendung des Holzes im Flußbau geschieht als Bauholz und als Faschinenholz. Ist der Stamm zugeschnitten oder mit der Axt behauen und in mehr oder weniger kantige Form gebracht, so spricht man von Kantholz, während die Bohlen und Bretter als Schnittholz bezeichnet werden.

Das Buschholz oder Faschinenholz sind etwa 3 m lange Reiser, welche mit dem Faschinenmesser (Abb. 5) von den Weiden-, Pappel- und Erlengesträuchen oder anderen Baumgattungen abgeschnitten werden. Die Reiser werden zu Büscheln, sog. Faschinen, zusammengebunden und in dieser Form zur Baustelle transportiert.



Abb. 5. Faschinenmesser.

1. Steinwürfe.

Die Steinwürfe, auch Steinschüttungen genannt, sind Uferschutzkörper, welche unterhalb des Wasserspiegels ausgeführt werden und hauptsächlich als Stütze von Pflasterungen dienen. Die möglichst großen Bruchsteine oder neuerdings auch Betonsteine werden von einem

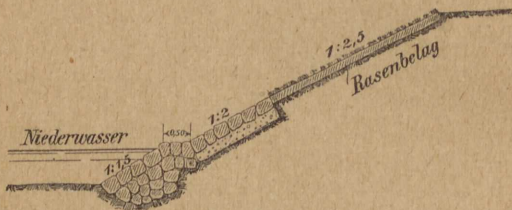


Abb. 6. Uferdeckung aus Steinschüttung und darüberliegendem Pflaster.

Schiffe aus von Hand eingeworfen oder das Versenken geschieht mit Steinbooten, die zum Umkippen eingerichtet sind. Je größer die Steine der Schüttung sind, um so leichter widerstehen sie der Strömung und um so steiler kann die Schüttung angeordnet werden. Bei durchsichtigem Wasser können die Steine schon unterhalb des Wasserspiegels mit Stangen oder Steinhaken in geordnete Lage gebracht werden.

Abb. 6 zeigt eine Steinschüttung als Unterlage für ein Pflaster. Sind größere Uferleinbrüche auszufüllen und hat man in tieferes Wasser einzubauen, so wäre die Verwendung von lauter Steinen zu teuer, man schüttet dann, wie aus Abb. 7 ersichtlich, die Steine absatzweise und hinterfüllt mit Kies.

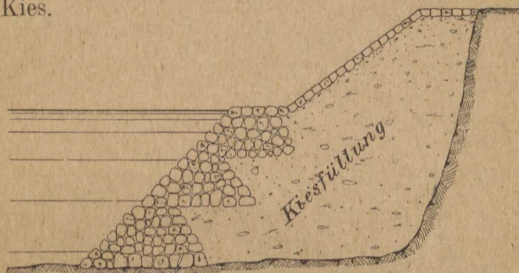


Abb. 7. Abgestufte Steinschüttung mit Kieshinterfüllung.

2. Senkfaschinen.

Die **Senkfaschinen** sind walzenförmige mehr oder weniger lange Körper von 50 cm bis 1 m Durchmesser, welche in einer oder mehreren Reihen hintereinander und in einer

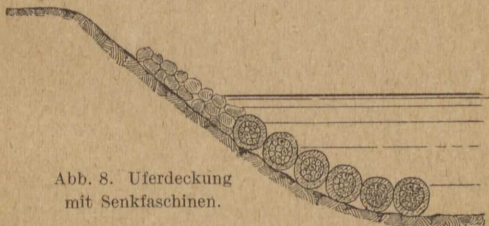


Abb. 8. Uferdeckung mit Senkfaschinen.

oder mehreren Lagen übereinander dem zu schützenden Ufer vorgelegt werden (Abb. 8). Werden sie in steiler Böschung aufeinander gelegt, so können sie durch Streichpfähle am Herunterfallen verhindert werden (Abb. 9).

Das **Material**,
aus welchem eine
Senkfaschine
hergestellt wird,
besteht aus einer
äußeren Um-
hüllung von

Buschholz und einer inneren Ausfüllung mit Kies oder Steinen.

Die **Anfertigung** der Senkfaschinen geschieht auf einem Gerüste, der sog. Faschinen- oder Wurstbank (Abb. 10



Abb. 9. Uferbauten mit
Senkwellen an der unteren Iller.



Abb. 10. Anfertigung von Senkwellen. Faschinenbank.

u. 11) und zwar entweder auf dem festen Boden an einer solchen Stelle, von wo aus die fertige Walze an ihren endgültigen Platz abgewälzt werden kann, oder auf Gerüsten oder schwimmenden Arbeitsbühnen im Flusse, von denen die Senkfaschinen in den Fluß abgeworfen werden.

Die Wurstbank besteht aus einzelnen in Abständen von 80 cm bis 1 m aufgestellten Böcken, die je aus einer auf den Boden gelegten Schwelle und zwei schräg in die Schwelle eingesteckten Pfählen zusammengesetzt sind.

Bei der Anfertigung einer Senkfaschine wird zuerst eine Strauchlage in die von Schwelle und Pfählen gebildete

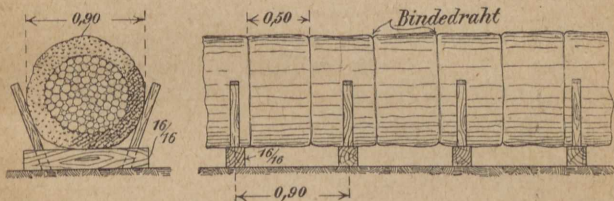


Abb. 11. Faschinenbank.

Mulde eingebracht und an den Seiten etwas hochgeführt. In die so entstandene Vertiefung wird Beschwerungs-material eingebracht und hiernach abwechselnd die Reisig-umhüllung erhöht und Beschwerungsmaterial eingefüllt. Schließlich erfolgt die obere Überdeckung mit Buschholz und damit ist der Faschinenkörper geschlossen.

Der Zusammenhalt des Ganzen geschieht durch Umbinden der Walze mit ausgeglühtem Eisendraht in Abständen von 50—80 cm.

Um das zu ermöglichen, wird der Faschinenkörper jeweils an der Stelle, wo er umbunden werden soll, mittels einer Kette, der sog. Würgekette, fest zusammengeschnürt, worauf man sofort den Draht um die Faschine herumführt und seine Enden mit einer Zange zusammen-

dreht. Die Würgekette trägt an ihrem einen Ende einen Bügel mit einer Rolle, während das andere Ende über die Rolle gleitet und von einem Hebel erfaßt und kräftig heruntergedrückt wird, wodurch man eine erhebliche Kompression des Körpers erreicht, die noch durch Klopfen mittels eines hölzernen Schlegels (Abb. 12) unterstützt wird.

Werden derartige Senkfaschinen in großer Länge fortlaufend angefertigt, so hat man die endlosen Senkfaschinen oder die Sinkwalzen, welche der bayrische Flußbaumeister Gumpfenberg zuerst angewendet hat.

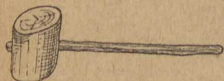


Abb. 12. Holzschlegel.

In deren Herstellungsvorgange kann man drei Stadien unterscheiden: der am weitesten rückwärts gelegene Walzenteil befindet sich bereits an Ort und Stelle, der mittlere Teil ist im Abwälzen begriffen und der vorderste Teil ist im Stadium der Herstellung. Das Senkwellengerüst wird entsprechend dem Arbeitsfortschritte abgebrochen und vorn wieder aufgebaut.

Die Lebensdauer der Senkfaschinen ist erheblich geringer als diejenige der Steinbauten. Solange sie unter dem Wasser liegen, sind sie dem Untergange weniger rasch ausgesetzt, als wenn sie über dem Wasser oder zeitweise in ihm und dann wieder außerhalb des Wassers gelegen sind. Starke Angriffe und rasche Zerstörung erleiden sie besonders bei Eisgängen, wo die Bindedrähte von den Eisschemeln durchschnitten werden und der Körper, seines Zusammenhaltes beraubt, auseinanderfällt.

3. Senkwalzen aus Draht mit Steinfüllung und aus Beton.

Drahtwalzen mit Steinfüllung sind walzenförmige Körper, bei denen an die Stelle der Faschinenumhüllung eine solche mit Drahtgeflecht tritt. Die Drähte des Netzes

sind ausgeglühte Eisendrähte von 2—3 mm Stärke, die Maschenweite richtet sich nach der Größe der Steine, mit welchen das Netz ausgepackt wird, und beträgt in den meisten Fällen 80—120 mm. Die Herstellung der Drahtwalzen geschieht auf ähnliche Weise wie diejenige der Senkfaschinen, nur muß die „Bank“ feste Wände haben.

Die Drahtwalze hat den Vorteil einer zusammenhängenden schweren Masse, welche bei Sohlenvertiefungen langsam nachsinkt und sich der Bodenform anschmiegt, ohne den Zusammenhang zu verlieren.

Senkwalzen aus Beton sind zuerst in Österreich verwendet worden. Die Herstellung erfolgt in zylindrischen zweiteiligen hölzernen Formen, welche an den Enden zigarrenförmig zugespitzt sind. In diese

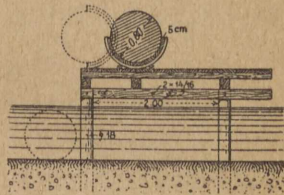


Abb. 13. Senkwalze aus Beton.

Form wurde zunächst ein Geflecht aus Eisendraht eingebracht und hierauf eine starke Jutelage gelegt. Sodann wurde der Beton im Mischungsverhältnis 1:4—1:6 gestampft, nach Fertigstellung die Jute so fest als möglich zusammengezogen und vernäht und schließlich das Drahtnetz oben übereinandergebogen und mit Draht gegenseitig verschnürt. Die Verwendung der Walze erfolgt sofort nach Fertigstellung, solange der Beton noch nicht abgebunden hat und sich deshalb die frische Walze den Unebenheiten der Flußsohle oder des Flußufers anpassen kann. Kurz nach Fertigstellung wird daher die Walze ausgeschalt, an die Gerüstkante gerollt und ins Wasser geworfen.

Bei neueren Ausführungen*) ist das Verfahren so abgeändert worden, daß die Walze vor der Verwendung nicht erst ausgeschalt, sondern aus ihrer halbzyllindrischen Form heraus durch Fortrollen derselben ins Wasser geworfen wurde (Abb. 13).

4. Pflasterungen und Steinberollungen.

Die beiden vorherbeschriebenen Uferschutzmittel der Steinwürfe und Senkfaschinen finden in der Hauptsache als Bauten im Wasser Anwendung. Die Pflasterungen und Steinberollungen werden über Wasser ausgeführt.

Pflasterungen. Dem Material nach gibt es Pflasterungen aus Natursteinen und solche aus Kunststeinen, zu



Abb. 14. Reihenpflaster.

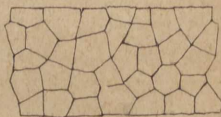


Abb. 15. Zykloppflaster.

denen Betonsteine und Ziegelsteine zu zählen sind. Natursteinpflaster sind in bezug auf Haltbarkeit den Kunststeinen vorzuziehen, doch ist die Kostenfrage häufig entscheidend, und weil es an den Flüssen meist guten Kies gibt, so sind Natursteine teurer als Betonsteine. Die Betonpflastersteine an der Iller haben rechteckige Oberfläche mit 50 cm Seitenlänge und 33 cm Breite bei 20 cm Stärke.

Auch als größere zusammenhängende Flächen werden die Uferbefestigungen betohiert.

Die Ziegelsteine werden seltener verwendet.

In bezug auf die Form und gegenseitige Lage der Steine unterscheidet man Reihenpflaster und Zykloppflaster (Abb. 14 u. 15). Beim ersteren haben die Steine

*) Zentralbl. d. Bauverw. 1916, S. 442. Ebendaher Abb. 13.

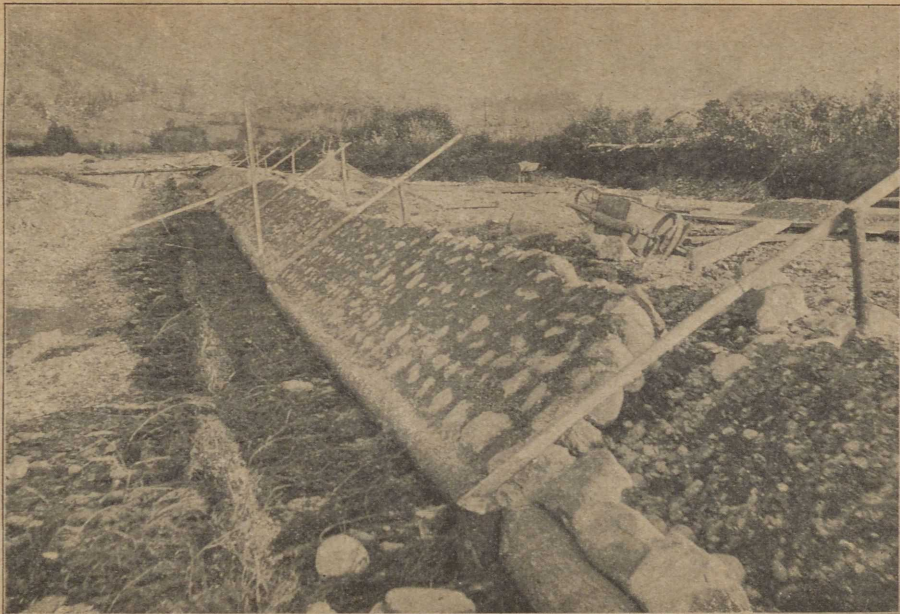


Abb. 16. Ausführung einer Uferpflasterung in Zementmörtel.



Abb. 17. Steinberollung aus Natursteinen als Uferschutz.



Abb. 18. Betonsenkstücke als Uferschutz



Abb. 19. Weidenpflanzungen als Uferbefestigung.

rechteckige Form und sind in Reihen versetzt, während die Steine des Zyklopenpflasters unregelmäßig polygonale Form aufweisen.

Die Ausführung des Pflasters geschieht gewöhnlich auf einer Kies- und Sandlage. Die zwischen den einzelnen Pflastersteinen vorhandenen Fugen werden offen gelassen oder allenfalls mit Moos verstopft, Trockenpflaster, oder aber sie werden mit Mörtel ausgefüllt. Letztere Ausführung ist dem Trockenpflaster vorzuziehen, weil sie dem Wasser den Zutritt in die Fugen verwehrt, wodurch das Bettungsmaterial hinter dem Pflaster herausgespült und das letztere hohlgelegt werden könnte. Abb. 16 zeigt ein Mörtelpflaster in der Herstellung begriffen. Das Pflaster stützt sich gegen eine Holzschwelle und einen Vorfuß aus Betonsenkstücken, die auf einer Reisiglage ruhen.

Die bloße Abdeckung einer Böschung mit einer Lage rauher Bruchsteine bezeichnet man als **Steinberollung** (Abb. 17). Ist die Strömung sehr stark und sind die Gewichte der natürlichen Steine zu klein, so werden die untersten Steine gerne als sog. Betonsenkstücke hergestellt. Diejenigen in Abb. 18 haben beispielsweise bei einer Länge von 2 m, einer Breite von 80 cm und einer Stärke von 40 cm ein Gewicht von 1400 kg.

5. Berasung und Pflanzungen.

Die Berasung ist die leichteste Art der Befestigung einer Uferböschung. Sie wird auf denjenigen Flächen angewendet, welche dem Wasser selten ausgesetzt sind, also auf den Hochwasservorländern und den Hochwasserdämmen. Die Herstellung geschieht entweder durch Ansaat auf einer Humusdecke oder, wenn in kurzer Zeit eine widerstandsfähige Bekleidung erreicht werden soll, durch Auflegen von Rasenstücken und Festpflanzungen derselben. Wo es sich um stärkere Angriffe handelt, können

die Rasen auch mit kleinen Pfählen festgenagelt werden. Werden die Rasen flach auf die Böschung gelegt, so spricht man von Flachrasen; werden sie mit ihrer hohen Seite auf die Böschung gestellt, so hat man den Kopfrasen.

Die Pflanzungen bestehen meist aus Weiden, die mit ihren Wurzeln den Boden befestigen, aber auch mit ihrem Buschwerk die Strömung des Wassers mäßigen und so den Angriff vermindern (Abb. 19).

6. Berauhwehrung und Spreutlagen.

Dabei wird die Uferböschung mit einer Lage von Buschholz belegt und dasselbe durch sog. Wippen, die in 0,6 bis

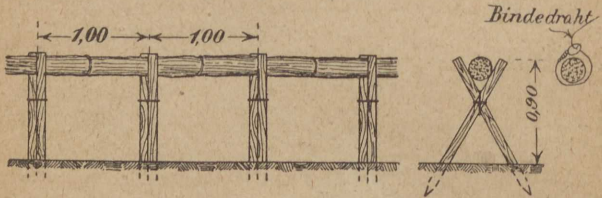


Abb. 20. Anfertigung von Wippen.

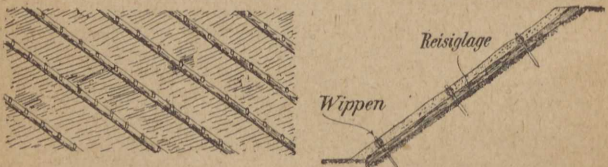


Abb. 21. Berauhwehrung.

0,8 m Abstand gelegt und mit Pfählen auf den Boden festgenagelt werden, niedergehalten. Die Anfertigung der Wippen geschieht, wie Abb. 20 zeigt, auf Bockgestellen, welche durch kreuzweise in den Boden eingeschlagene Pfähle gebildet werden. An Stelle der Wippen wird zuweilen auch Draht verwendet.



Abb. 22. Berauhwehrung als Uferschutz



Abb. 23. Provisorischer Uferschutz mit Raubbäumen.

Liegen die Reiser in der Richtung der Uferlinie oder wenig davon abweichend, so hat man die Berauhweh- rung (Abb. 21 u. 22).

Werden die Reiser dagegen senkrecht zur Uferlinie gelegt, so spricht man von Spreutlage.

An dieser Stelle soll auch der Uferschutz mit den sog. Rauhbäumen erwähnt werden, welcher sehr häufig dann angewendet wird, wenn es gilt, auf rasche Weise gefährliche Uferangriffe zu verhüten oder zu verlangsamen (Abb. 23).

Dabei werden Bäume mit möglichst dichtem Laubwerk mit ihrem Wipfelende schräg flußabwärts vor das zu schützende Ufer gebracht und mittels Drahtes mit ihrem Stammende möglichst weit in das Hinterland hinein verankert.

7. Steinkasten und Holzwände.

Diese Bauten finden namentlich an Gebirgsflüssen und Wildbächen Anwendung, wo das Holz wohlfeil ist. Abb. 24

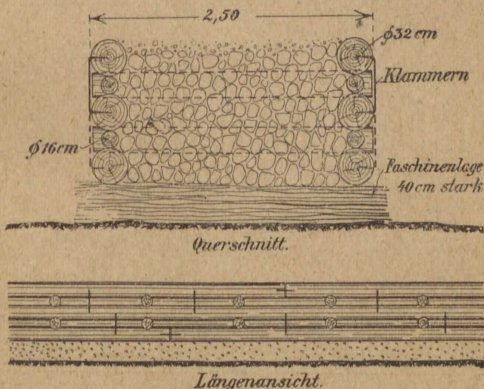


Abb. 24. Steinkasten als Uferschutz an der Stillach bei Oberstdorf (bayr. Allgäu).

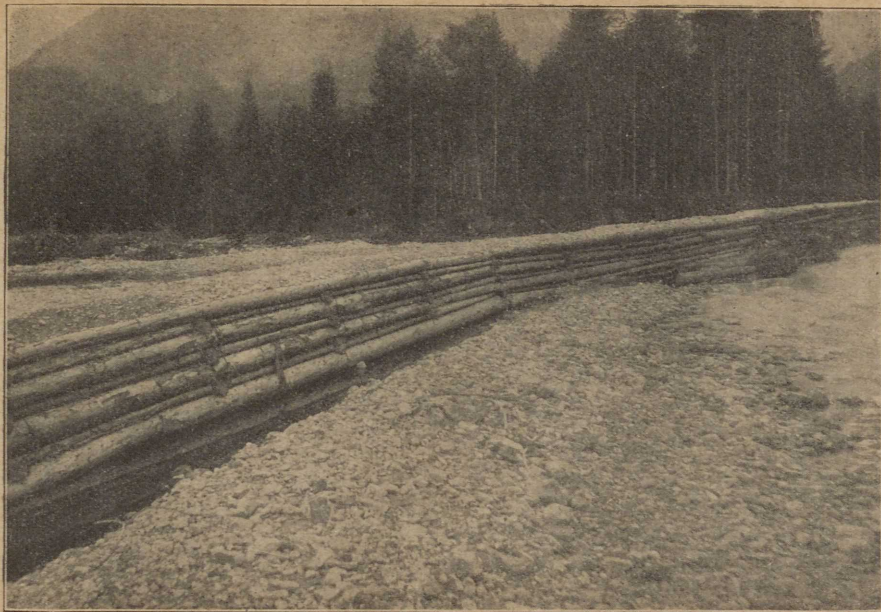


Abb. 25. Uferschutz aus Steinkasten an der Stillach bei Oberstdorf.

und 25 stellen Steinkastenbauten vor, die von zwei aus Rundhölzern zusammengesetzten Balkenwänden gebildet werden, welche miteinander durch Querriegel verbunden sind. Der Raum zwischen den beiden Wänden ist mit Steinen ausgepackt. Der ganze Bau ruht auf einer Lage

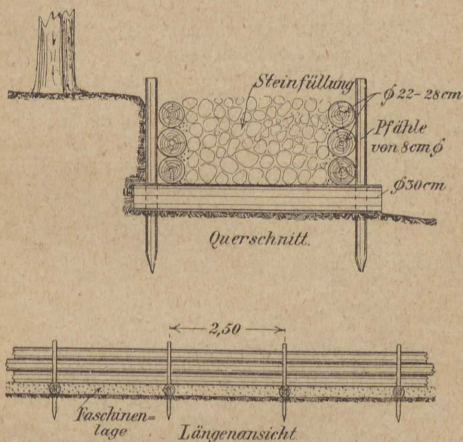


Abb. 26. Steinkasten als Uferschutz an der Stillach.

aus Reisig. Abb. 26 bietet eine kleine Variante, bei welcher die Querriegel weggelassen und die Wandbalken durch vorgerammte Pfähle gehalten werden. Ein mehr provisorischer Steinkastenbau ist aus dem Lichtbilde Abb. 27 ersichtlich.

Abb. 28 schließlich zeigt einen Uferschutz aus Bretterwänden. Die Bohlen derselben sind auf die Füße von kräftigen in das Hinterland verankerten Holzböcken aufgenagelt.

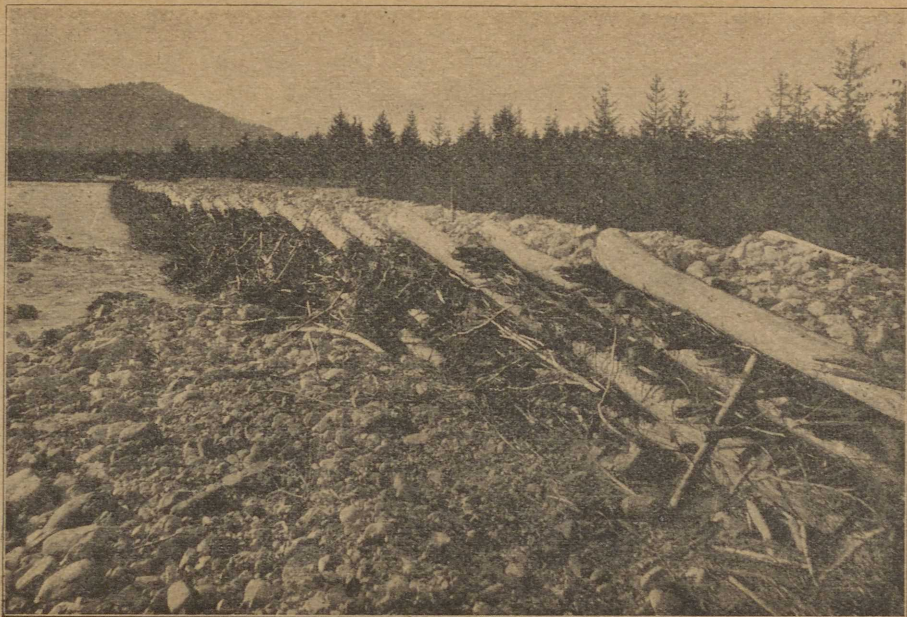


Abb. 27. Primitiver Steinkastenbau als Uferschutz

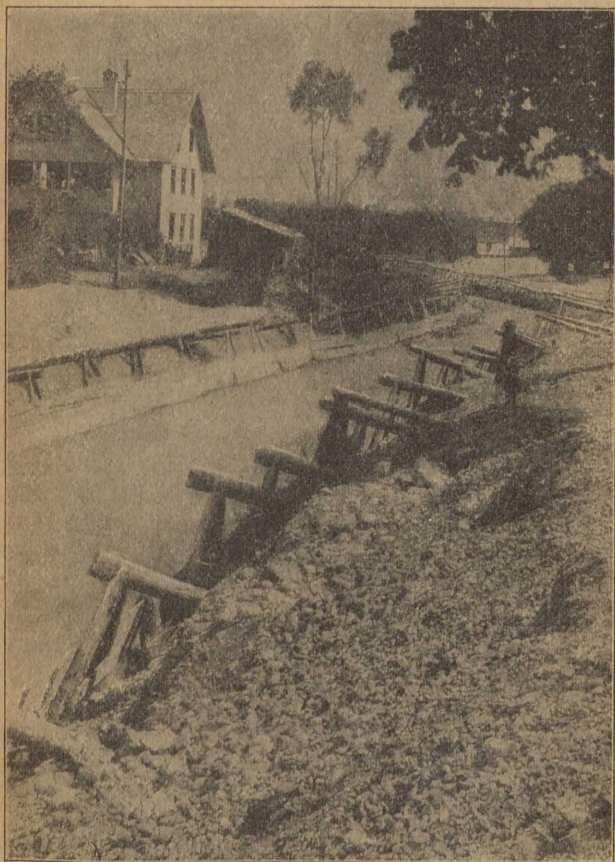


Abb. 28. Uferschutz aus Bretterwänden am Alvierbach,
Vorarlberg, Österreich.

8. Bohlwerke.

An Stellen, wo eine senkrechte oder nahezu senkrechte Begrenzung der Ufer erwünscht ist (in Ortschaften, an Ladeplätzen für Schiffe usw.), können, wenn man die teuren Ufermauern vermeiden will, Bohlwerke, auch Bollwerke genannt, Anwendung finden. Soweit es sich um Holz- oder Eisenkonstruktionen handelt, ist diese Art der Ufersicherung besonders dann angebracht, wenn sie an Flußläufen Anwendung findet, deren Bett in den

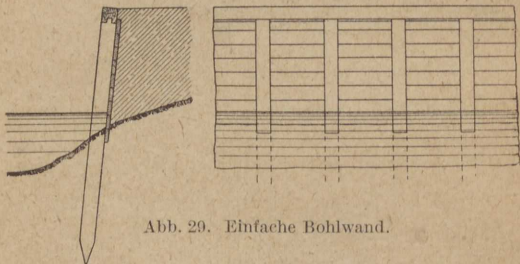


Abb. 29. Einfache Bohlwand.

Sandboden eingeschnitten ist und in deren Nähe sich keine geeigneten Steine befinden.

Für niedrige Wände aus Holz gibt Abb. 29 ein Vorbild. Die Wand besteht aus wagrecht liegenden 5—10 cm starken Bohlen, welche sich gegen senkrecht oder wenig schräg in den Boden geschlagene Pfähle legen. Die Entfernung der Pfähle richtet sich nach der Stärke der Bohlen, welche letztere als zwischen den Pfählen frei aufliegende Balken, die dem Erddruck zu widerstehen haben, berechnet werden.

In manchen Fällen werden an Stelle der wagrechten Bohlen Spuntwände geschlagen.

Bei länger dauernden Konstruktionen werden die Pfähle aus I-Eisen oder Eisenbeton ausgeführt und an Stelle der Bohlen treten Platten aus Eisenbeton.

Stehen die Pfähle mehr als 2—3 m über dem Boden frei, so müssen sie in dem dahinterliegenden Erdreich verankert werden; dabei kann bei kleineren Höhen jeder zweite Pfahl einen Anker bekommen, bei größeren Höhen dagegen sollte jeder Pfahl verankert sein. Die Verankerung erfolgt an rückwärts eingerammten Pfählen oder an Platten oder Klötzen aus Beton mit Hilfe von Eisenstangen oder Holzzangen.

Aufgesetzte Wand. Die hölzernen Wände haben lange Lebensdauer, solange sie ständig unter Wasser sich befinden, dagegen gehen sie rasch der

Fäulnis entgegen, wo sie abwechselnd naß und trocken liegen. In letzterem Falle wird die Wand gerne aus zwei Teilen hergestellt, einem unterhalb des Niedrigwassers gelegenen ständig unter Wasser befindlichen Teil und

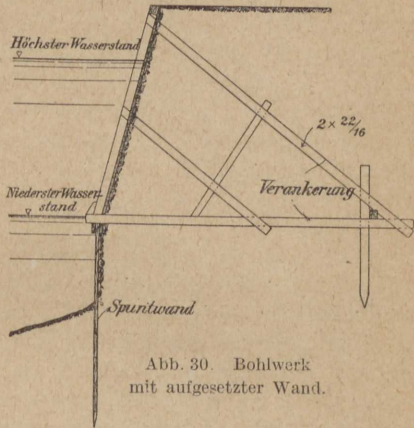


Abb. 30. Bohlwerk mit aufgesetzter Wand.

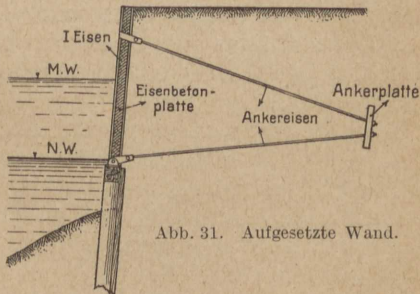


Abb. 31. Aufgesetzte Wand.

einem darauf aufgesetzten oberen Teil, der abgenommen und ersetzt werden kann, ohne den unteren noch brauchbaren Teil entfernen zu müssen.

In Abb. 30 ist die aufgesetzte Wand als Holzwand ausgebildet und auf einer Spuntwand aufgebaut. An Stelle der Holzwand werden besser Wände aus I-Eisen mit zwischen die Stege gelegten Eisenbetonplatten erstellt. Die Pfosten können mittels Rundeisenstangen an rückwärts eingesetzte Eisenbetonplatten verankert sein (Abb. 31).

9. Ufermauern.

Die Ufer- oder Kaimauern sind wie die Bohlwerke senkrecht oder wenig von der Senkrechten abweichende Begrenzungs- und Schutzbauten der Ufer, aber dauernder und widerstandsfähiger, deshalb auch teurer als diese. Sie werden nötig in Städten, wo einerseits der Grund und Boden teuer ist und deshalb geneigt angelegte Ufer zuviel wertvolles Land wegnehmen würden, andererseits bei schiffbaren Flüssen der senkrechte Abschluß für die Vornahme des Ladens und Löschens der Güter vorteilhafter ist.

Die Baustoffe, aus denen Kaimauern hergestellt werden, sind Natursteine, Ziegelsteine und Beton. Häufig kommen im gleichen Mauerquerschnitt verschiedene dieser Materialien zur Anwendung, weil man insbesondere die aus Beton hergestellten Mauern gerne mit Natursteinen oder auch Klinkern verkleidet.

Die Krone der Mauern soll, falls dieselben den Abschluß von Straßen und Eisenbahnen oder sonstigen Verkehrsanlagen bilden, hochwasserfrei gelegen sein. Die Mauerstärke muß für den Widerstand gegen den Druck des nassen Hinterfüllungsmaterials bemessen werden,

Die Ausführungsweisen der Kaimauern und insbesondere deren Gründungsmethoden sind so mannigfaltig, daß in diesem engen Rahmen nicht näher darauf eingegangen werden kann.

VIII. Eigentliche Flußregulierungsarbeiten.

Die eigentlichen Flußregulierungsarbeiten beschäftigen sich mit denjenigen baulichen Maßnahmen, mittels deren der Fluß auf ein festes gleichmäßiges Bett eingeschränkt werden soll.

Die Bauten, welche hierfür gebräuchlich sind, kann man hinsichtlich ihrer Bauart in massive und in durchlässige Bauten unterscheiden. Erstere werden als dammartige Körper vom Boden bis zu ihrer Krone in kompakter Weise ausgeführt, während die letzteren Einbauten leichter Art sind, welche auf größere oder geringere Höhe über der Flußsohle dem Wasser den Durchtritt gestatten. Da die durchlässigen Bauten hauptsächlich bei den Gebirgsflüssen Anwendung finden, so sollen sie dort besprochen werden.

Bezüglich der Lage der Regulierungsbauten zum Stromstriche unterscheidet man Längsbauten, auch Leitwerke oder Parallelwerke genannt, welche parallel zum Stromstrich eingebaut, und Bühnen, Querwerke oder Kribben, welche mehr oder weniger quer dazu erstellt werden.

1. Parallelwerke.

Mittels dieser Bauten wird, im vorteilhaften Gegensatz zu den Bühnen, sofort eine durchgehende Uferbegrenzung geschaffen, während bei den letzteren der Verlauf des Ufers nur in einzelnen Punkten festgehalten wird. Infolgedessen sind die Parallelwerke wohl einem starken aber gleich-

mäßigen Wasser- und Eisangriffe ausgesetzt, bei den Buhnen dagegen sind diese Angriffe recht ungleich verteilt.

Der Höhenlage nach können die Parallelwerke mit ihrer Krone über dem Hochwasserspiegel, hochwasserfrei, gelegt, oder aber, was meist der Fall ist, niedriger gehalten werden, um mittleren Wasserständen zum Überströmen Gelegenheit zu geben in dem Bestreben, das zwischen dem alten und neuen Ufer liegende Gelände mit Sinkstoffen aufzulanden. Mit der Zunahme der Auflandung wird dann gewöhnlich eine Erhöhung des Parallelwerks vorgenommen.

Um die Sicherheit ihres Bestandes zu erhöhen und um gleichzeitig die Verlandung zu fördern, werden die Parallelwerke nicht selten durch Dammbauten senkrecht zu ihnen, sog. Traversen, mit dem alten Ufer in Verbindung gebracht.

Die Parallelwerke finden meist in Flüssen mit stärkerer Strömung und Geschiebeführung Anwendung, daher kommt es auch, daß sie in Norddeutschland wenig bekannt sind, dagegen in Süddeutschland weit häufiger als Buhnen Verwendung finden.

a) Ausführungen in Stein.

Die Abb. 41 und 42 stellen zwar Querschnitte von Buhnen dar, können aber ohne Änderung auch als Querschnitte von Parallelwerken aufgefaßt werden. Der letztere Querschnitt besitzt in Mittelwasserhöhe auf beiden Seiten Bermen. Der Fuß des Körpers ist aus Steinen geschüttet, der Dammkern ist zur Ersparnis mit Kies hergestellt, der oberhalb des Wasserspiegels gelegene Teil ist unter 1- bis $1\frac{1}{2}$ maliger Böschung angepflastert.

Die Abb. 32—34 veranschaulichen die allmähliche Herstellung eines Parallelwerkes in drei Bauperioden. Abb. 32 zeigt, wie zuerst unter Niederwasser ein Steinprisma als Grundschwelle eingelegt wird. Nach erfolgter

Verlandung wird die erste Erhöhung des Baues vorgenommen und schließlich nach weiterer Verlandung der Bau auf die geplante Höhe aufgeführt.

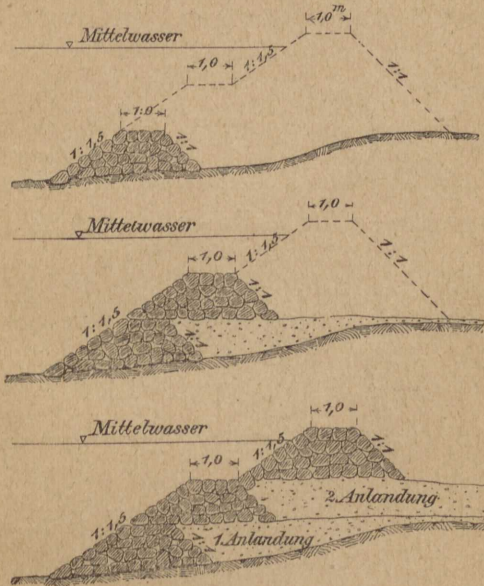


Abb. 32—34. Allmähliche Herstellung eines Parallelwerkes aus Bruchsteinen.

Die obere Dammbreite, die sog. Kronenbreite, ist je nach Höhe und Bedeutung des Werks verschieden, unter 1 m sollte nicht gegangen werden.

b) Ausführungen aus Senkfaschinen.

Die Verwendung von Senkfaschinen geschieht gewöhnlich als Abdeckung und Sicherung eines Kieskernes, wie aus Abb. 35 ersichtlich ist. Sie ersetzen also die Bruch-

steine, wo diese teuer sind. Ihre Anwendung ist nur dann zu empfehlen, wenn sie nicht längere Zeit über Wasser zu liegen kommen. Die Anfertigung der Senkfaschinen geschieht auf Gerüsten, welche in den Fluß eingebaut sind

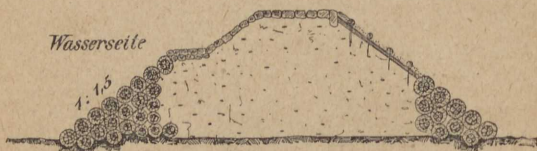


Abb. 35. Parallelwerk aus Senkfaschinen mit Kieskern.

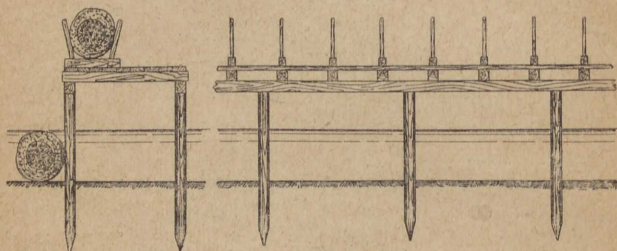


Abb. 36. Anfertigung von Senkwellen auf Gerüsten im Flußbett.

(Abb. 36) und von denen aus sie in das Flußbett hinabgelassen werden.

Die Senkwellen werden je nach Bedürfnis in Lagen über- und Reihen nebeneinander eingebracht, auf der Seite der Wasserströmung erhält dann der Bau gewöhnlich eine $1\frac{1}{2}$ —2malige Anlage.

c) Ausführungen aus Packwerk.

Unter Packwerksbauten versteht man Körper, welche aus schichtenweise übereinander aufgebraachten Lagen von Faschinen und Beschwerungsmaterial (Kies, Sand, Erde) bestehen (Abb. 37).

Die Faschinen werden herangetragen, nebeneinandergelegt, zuweilen auch aufgeschnitten und lagenweise ausgebreitet. Alsdann erfolgt die Bewurstung, d. h. das Überziehen dieser Lage mit Strängen aus Faschinenreisig, den Wippen oder Würsten, behufs Niederhaltung der Faschinen. Die Wippen werden mit 4—5 cm starken Pfählen auf die unten liegenden Schichten festgenagelt, wobei die Pfähle abwechselnd nach verschiedener Richtung eingetrieben werden.

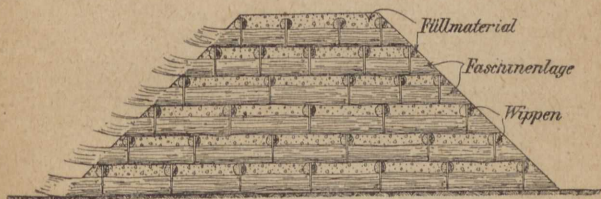


Abb. 37. Packwerksbau.

Die Sicherung der Packwerke gegen Unterspülung muß noch besonders durch Vorlage von Senkfaschinen oder Bruchsteinen bewerkstelligt werden.

Müssen die Packwerke im tieferen Wasser ausgeführt werden, so greift das Verfahren mit schwimmenden Lagen Platz, das bei den Buhnen näher besprochen wird.

Der große Nachteil der Packwerksbauten ist der, daß der über Wasser liegende Teil derselben rasch verfault und daher große Unterhaltungskosten erfordert.

2. Buhnen.

Die Buhnen sind Einbauten, welche vom bestehenden Ufer ausgehend sich mehr oder weniger senkrecht zur Flußrichtung bis gegen die neue Uferlinie erstrecken.

In bezug auf ihre Richtung zum Stromstriche unterscheidet man (Abb. 38):

- a) normal zum Strom liegende Buhnen,
- b) inklinante oder stromaufwärts gerichtete Buhnen,
- c) deklinante oder stromabwärts gerichtete Buhnen.

In bezug auf die Verlandung haben die inklinanten Buhnen die größten Erfolge aufzuweisen. Die deklinante Buhne hat den Nachteil, daß das über sie abstürzende Wasser auf das Ufer zugeleitet wird und dasselbe anzugreifen sucht. Für die Schifffahrt haben die inklinanten

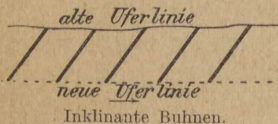


Abb. 38. Verschiedene Buhnenarten.

Buhnen den Nachteil, daß die Schiffe gerne auf ihre Köpfe aufstoßen, während dieselben bei den deklinanten Buhnen abgelenkt werden.

Der Länge nach unterscheidet man an einer Buhne drei Teile: den in das feste Ufer einbindenden hintersten Buhnteil, die Wurzel der Buhne, den mittleren Teil und den vorderen Teil, den Buhnenkopf.

Während die hochwasserfrei gelegenen Buhnen im Längenprofil horizontale Kronen erhalten, werden die vom Wasser überströmten Buhnen mit ihrer Krone im

Gefälle 1—2% gegen den Fluß ausgeführt. Der Buhnenkopf erhält meist eine flache Böschungsneigung mit 1:5 bis 1:6 (Abb. 39). Da er den stärksten Wasserangriffen

ausgesetzt ist, so muß er eine besonders kräftige und solide Ausführung erhalten.

Die Entfernung der Buhnen richtet sich nach verschiedenen Umständen, insbesondere aber nach der Strombreite und der Buhnenlänge. Beim gleichen Flusse ist sie verschieden, je nach den Krümmungsverhältnissen desselben. Da auf den konkaven Ufern die Wasserangriffe am stärksten sind, so sind daselbst die Buhnen auch näher zusammenzulegen als an den geradlinigen und konvexen Ufern.

Bei Mangel an Geld brauchen nicht sofort alle geplanten Buhnen ausgeführt zu

werden, man kann vielmehr vorläufig jede zweite oder dritte Buhne erstellen und erst bei Vorhandensein weiterer Geldmittel die noch fehlenden nachholen.

Sehr wertvoll ist auch der Umstand, daß es bei einer Korrektur durch Buhnen mit verhältnismäßig geringen Mitteln möglich ist, die Normalbreite eines Flusses zu ändern, wenn es sich zeigen sollte, daß dieselbe unrichtig angenommen worden ist.

a) Ausführungen in Stein.

Die Konstruktionsweise der Buhnen unterscheidet sich in fast nichts von derjenigen der Parallelwerke. Die unter Wasser gelegenen Teile werden aus Steinschüttungen hergestellt, entweder bei kleineren Bauten im vollen Querschnitt oder aber aus Ersparnisgründen mit einem Kerne aus Kies. Die Abb. 40—42 zeigen eine derartige Buhne im Längenschnitt und zwei Querschnittsvarianten mit und ohne Berme. Der Buhnenquerschnitt mit Berme ist widerstandsfähiger als der bermenlose Querschnitt, insbesondere

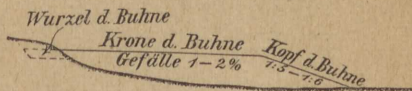


Abb. 39. Längensprofil einer Buhne.



Abb. 40. Längenschnitt.



Abb. 41. Querschnitt.



Abb. 42. Querschnitt.

Abb. 40—42. Buhne aus Bruchsteinen mit Kiesfüllung.

ist die Berme vorteilhaft auf der flußab gelegenen Seite, woselbst das Wasser überstürzt. Der Buhnenkopf ist in seinem unteren Teile ebenfalls aus einer Steinschüttung hergestellt.

b) Ausführungen aus Senkfaschinen.

Abb. 43 zeigt im Längens- und Querschnitt eine Ausführung, wobei hauptsächlich Senkfaschinen verwendet sind. Dieselben liegen quer zur Längenerstreckung der Buhne. Zum Zusammenhalt der beiden Seiten ist über der letzten Senkfaschine eine durchgehende Strauchlage angeordnet.

c) Ausführungen aus Packwerk.

Wie die Packwerke ausgeführt werden, haben wir bereits bei Besprechung der Parallelwerke kennengelernt. Das gleiche gilt auch hier. Reichen jedoch die Buhnen und die Parallelwerke, für welche das Folgende ebenfalls Gültigkeit hat, in tieferes Wasser hinein, so muß der Packwerksbau mittels schwimmender Lagen Anwendung finden.

Es wird dabei in folgender Weise vorgegangen (Abb. 44). Damit das neue Werk in das feste Ufer eingreift, wird in

diesem bis hinab auf den Wasserspiegel ein Einschnitt ausgehoben, der bei den Buhnen Buhnenkammer genannt wird. Am hintersten Ende beginnend wird zuerst eine Lage Faschinen, die Wipfelenden dem Flusse zugekehrt, gelegt. Dieselbe zu zwei Drittel überdeckend folgt eine zweite Lage, und in gleicher Weise sind die folgenden Lagen angeordnet. Beim Austritt aus der Kammer werden die Faschinen bereits radial nach außen gelegt, um eine trapezförmige Gestaltung der Packwerkslage zu erhalten, die für die Herstellung eines geböschten Dammquerschnitts nötig ist. In dieser Weise wird so weit in das Wasser vorgegangen, als es die Strömung erlaubt. Die so gelegten Faschinenschichten werden mit dem Namen Vorlage oder Ausschußlage bezeichnet.

Alsdann erfolgt vom flußseitigen Ende aus beginnend das Aufbringen der sog. Rücklagen, das sind gleichartige Faschinenschichten, deren Wipfelenden jedoch dem Lande zugekehrt sind.

Nunmehr erfolgt zur Herstellung einer festen Verbindung der Faschinenschichten die Aufbringung von Würsten, die Bewurstung. Am Rande werden meist doppelte Würste, die Randwürste, gelegt, die anderen Würste in 0,60 bis 0,80 m Abstand. In der

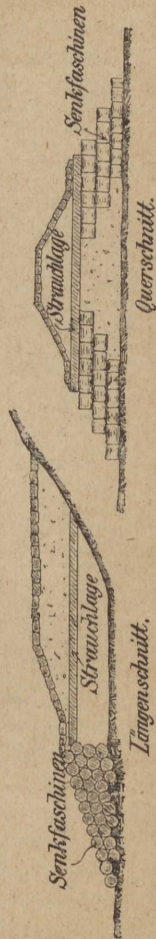


Abb. 43. Buhne aus Senkfascchinen.

Kammer werden dieselben in diagonaler Richtung über die Lagen geführt. Die Befestigung geschieht durch 1—1,5 m lange Pfähle. Hierauf wird das Beschwerungs-material aufgeschüttet, wodurch die gesamte Lage, welche Packwerkslage genannt wird, zur Hälfte zum Einsinken ins Wasser gebracht werden soll.

Für die Herstellung der zweiten Packwerkslage beginnt man mit Vorlagen am flußaufwärts gelegenen Packwerks-

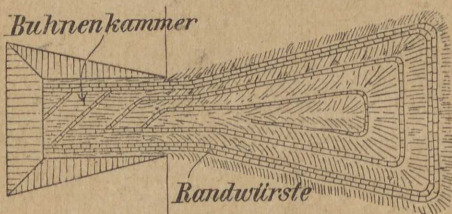


Abb: 44. Packwerksbau mittels schwimmender Lagen.



Abb. 45. Packwerkskörper beim Buhnenbau im Wasser.

ende und legt, soweit dies möglich ist, gegen den Fluß vor; die darauf anzubringenden Rücklagen werden bis in die Kammer hinein fortgesetzt.

Auf diese Weise erhält man einen aus Packwerkslagen gebildeten Dammkörper nach Art der Abb. 45.

Die Sicherung der Packwerksböschungen geschieht häufig durch Senkfaschinen. Die Buhnenköpfe, welche Unterwühlungen ausgesetzt sind, sichert man vorteilhaft mittels sog. Sinkstücke, das sind flache, tafelartige Buschwerkskörper bis zu 400 qm Oberfläche, die am Lande

angefertigt, dann schwimmend über den Verwendungsort gebracht und dort versenkt werden. Abb. 46 stellt das Anfertigungsgerüst für ein Sinkstück dar; dasselbe ist etwas gegen den Strom geneigt, um später das Abrollen des Sinkstücks auf den Rundhölzern zu erleichtern.

Es werden auf dem Gerüstboden kreuz und quer Drähte gespannt, und, wie in der Figur durch kleine Kreise angedeutet, mit Pfählen festgehalten. Hierauf werden nacheinander so viele Lagen von Faschinen ausgebreitet,



Abb. 46
Gerüst zur Herstellung
eines Sinkstücks.

als für die Herstellung der erforderlichen Sinkstückstärke nötig sind, und zwar wird jede folgende immer quer zur vorhergehenden Lage aufgebracht. Schließlich werden die Drähte um das ganze Sinkstück herumgezogen und zusammengeflochten.

Durch Durchschneiden der Drähte, welche das Sinkstück gehalten haben, wird dasselbe zum Abrutschen in das Wasser gebracht, wo es schwimmt. Die Beförderung geschieht am besten mittels vier Kähne, welche das Sinkstück zwischen sich nehmen und das Beschwerungsmaterial enthalten, durch dessen Aufbringen das Sinkstück auf die Flußsohle versenkt wird.

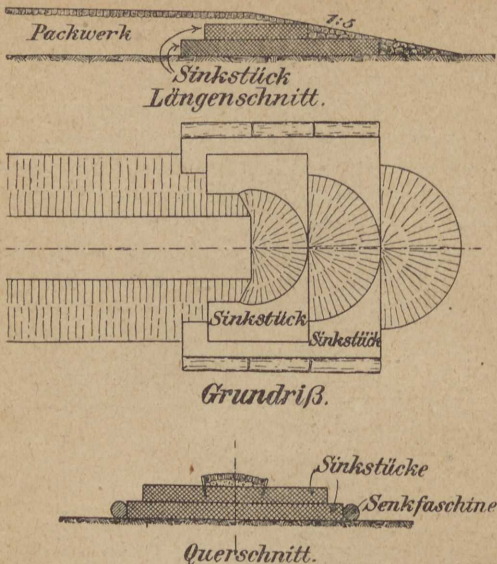


Abb. 47. Sicherung eines Bühnenkopfes mit Sinkstücken.

Die Abb. 47 zeigt im Grundriß, Längen- und Querschnitt einen Bühnenkopf, bestehend aus zwei aufeinanderliegenden je etwa 1 m starken Sinkstücken. An den Seiten sind Senkfaschinen vorgelegt, während vorne Steinkegel vorgebaut sind.

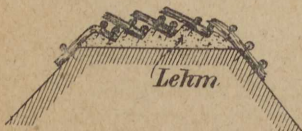


Abb. 48. Befestigung der Krone einer Packwerksbühne mit einer Rauhwehr.

Die Befestigung der Bühnenkronen geschieht durch Pflasterungen, Steinbe- rollungen oder durch Rauhwehren (Abb. 48), welche ausschlagfähige Reiser ent- halten sollen.

IX. Verlandungen.

Solange der kulturfähige Boden noch wohlfeil war, legte man darauf wenig Wert, ob ein Fluß mit seinem verwilderten Bette der Kultur zugängliches Gelände in Anspruch nahm oder nicht. Erst mit der Zunahme der Bevölkerungsdichte und der dadurch hervorgerufenen Wertsteigerung von Grund und Boden ist dem Flußbau als eine seiner Hauptaufgaben die Pflicht erwachsen, dem Fluß nur denjenigen Raum zu überlassen, welchen er zur unbeanstandeten Abführung seiner Wassermassen braucht, hingegen das übrige von ihm früher mit Beschlag belegte Land der Verlandung und damit der Kultur zuzuführen.

Wir haben bereits gesehen, daß man die Parallelwerke häufig zuerst niedrig als sog. Grundschwellen ausführt, damit auch größeren Geschieben Gelegenheit gegeben ist, hinter dieselben überzutreten.

Eine weitere Verlandungsförderung der nicht mehr benötigten Stromarme, der Altwasser, wird bei den Parallelwerken dadurch erzielt, daß man an deren Beginn Lücken, sog. Verlandungsöffnungen läßt, durch welche die Geschiebe eintreten und sich innerhalb absetzen können. Diese Öffnungen dürfen nicht zu breit angenommen werden, damit das Wasser hinter dem Baue keine allzu große Geschwindigkeit erlangt und die Geschiebe nicht zur Ablagerung kommen. Die Verlandungsöffnungen an der Iller (Grenzfluß zwischen Bayern und Württemberg) erhielten z. B. 10 m Weite.

Zum Wiederaustreten des Wassers müssen am Ende des Parallelwerkes wiederum Lücken, die Abzugsöffnungen, offen gelassen werden.

Zur weiteren Unterstützung der Verlandungen dienen sog. **Unterstützungsbauten**, auch **Querwerke** oder **Nebenwerke** genannt; diese Bauten sind entweder niedrigere und

schwächere dammartige Körper oder Flechtzäune, in diesem Fall Schlickzäune genannt, welche quer durch die zu verlandenden Streifen geführt sind. Sie haben die Aufgabe, das Wasser in seiner Strömung zu hemmen, damit es eher seine Geschiebe- und Sinkstoffe fallen läßt.

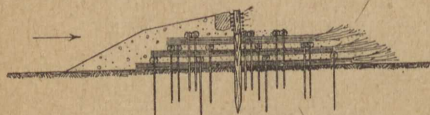


Abb. 49. Verlandungsbau.

Abb. 49 stellt ein Querwerk dar, das hauptsächlich aus Strauchwerk gebildet ist. Die

Flechtzäune (Abb. 50) können einfach oder doppelt ausgeführt sein. Die Doppelzäune werden mit Steinen, Kies oder Faschinen ausgefüllt. Wegen des Wasserüberfalles werden sie nicht selten im Unterwasser durch einen Steinwurf gegen Unterkolkung geschützt.

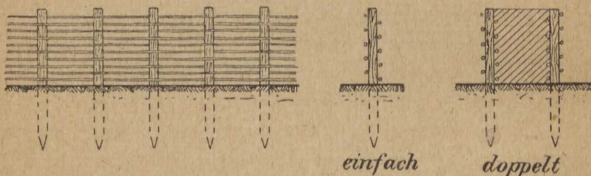


Abb. 50. Flechtzaun.

Sobald die Auflandung höher gediehen ist und nur noch feineres Material wie Sand und Schlamm zur Ablagerung kommt, werden für die weitere Verlandung sowohl als für die Bindung des Bodens Weidenpflanzungen angelegt durch Einpflanzung von Weidenstecklingen oder Einlegen von ausschlagfähigen Wippensträngen.

Weidenstecklinge sind 30—40 cm lange daumendicke Stecken mit ausschlagfähigen Augen, welche, in den Boden

eingesteckt oder eingetrieben, die Fähigkeit haben, auszuslagen und neue Reiser zu treiben. Die Anpflanzung erfolgt entweder reihenweise oder nesterweise. In letzterem Falle werden die Stecklinge um einen Punkt herumgepflanzt. Die beste Zeit zum Setzen ist das Frühjahr und der Herbst. Alle 2—3 Jahre sind die Reiser abzutreiben, damit die Stöcke nicht zu stark werden. Das abgehauene Buschwerk wird zur Anfertigung von Faschinen benutzt, der Fluß liefert also sein Unterhaltungsmaterial selbst.

Ist die Auflandung hoch genug vor sich gegangen, so sterben die Sträucher aus Mangel an Wassernahrung allmählich ab und es kann auf dem Boden eine Grasnarbe erzeugt werden.

X. Hochwasserdämme.

Die Hochwasserdämme, in Norddeutschland Deiche genannt, sind etwa gleichlaufend zum Fluß in größerer oder geringerer Entfernung vom eigentlichen Flußschlauch sich hinziehende Erdkörper von trapezförmigem Querschnitt, welche den Zweck haben, die unter dem Hochwasserspiegel gelegenen Landstriche des Flußtales gegen die Überflutungen und deren nachteilige Folgen zu schützen. Während an den vom Meere abgelegenen Flußstrecken die Anschwellungen gewöhnlich zu bestimmten Jahreszeiten und in längeren Zwischenzeiten eintreten, vollzieht sich an den der Ebbe und Flut ausgesetzten Strommündungen der Wechsel von Hoch- und Niedrigwasser in wenigen Stunden. Deiche an Flüssen heißen Flußdeiche, solche an der See und an den Unterläufen der Flüsse, welche den Gezeiten ausgesetzt sind, Seedeiche.

Als Winterdeiche bezeichnet man solche Dämme, welche die höchsten Hochwasser, welche meist im Winter und Frühjahr einzutreten pflegen, abhalten sollen. Hierbei

ist die Dammkrone mindestens 50 cm über das höchste Hochwasser zu legen, doch wird über dieses Maß oft erheblich hinausgegangen, weil man sich gegen allenfallsige, außerhalb der menschlichen Berechnung liegende Fälle, insbesondere gegen die Folgen von Eisstopfungen sichern will. Findet nämlich im Oberlauf eines Flusses früher als im Unterlaufe Eisgang statt, so ist die geregelte Abfuhr der von oben kommenden Eismassen unterbunden und es können gewaltige Eisversetzungen eintreten, die zu unberechenbaren Anstauungen des Wasserspiegels führen können.

An der Elbe und anderen Flüssen wird die Eisgefahr dadurch zu vermindern gesucht, daß das Eis mittels Eisbrechdampfern rechtzeitig vom Tidegebiet an aufgebrochen wird.

Bei den Sommerdeichen wird die Dammkrone absichtlich nur so hoch geführt, um das Sommerhochwasser abhalten zu können, dagegen sollen die höheren Winterhochwasser überströmen können, weil sich in dieser Jahreszeit die landwirtschaftliche Bebauung in einem solchen Stadium befindet, daß eine Überflutung nicht nur nichts schadet, sondern wegen der Zufuhr von düngenden Schlickstoffen sogar erwünscht sein kann.

Zur Entwässerung der eingedeichten Niederungen — an den Meeresmündungen der Ströme Polder genannt — müssen in den Dämmen Durchflußöffnungen, sog. Entwässerungsschleusen vorhanden sein, welche bei eintretendem Hochwasser sich selbsttätig schließen. Ist der Polder so tief gelegen, daß eine natürliche Entwässerung unmöglich ist, so muß das Gebiet künstlich mit Schöpfädern oder Pumpwerken entwässert werden.

Beim Übergang von einer Flußstrecke mit Flutgebiet in eine solche mit geregelttem, durch Hochwasserdämme gefaßtem Bette muß eine Sammlung und allmähliche Ein-

leitung aus dem breiten Überschwemmungsgebiet in das schmalere Hochwasserbett erfolgen. Dies geschieht durch seitliche Zurückführung der Hochwasserdämme bis an die Grenze des Überschwemmungsgebiets (Abb. 51). Solche Dämme heißt man Schöpfdämme.

Am Damme unterscheidet man den oberen horizontalen Teil, die Dammkrone, und die Dammböschungen. Die Kronenbreite des Dammes richtet sich in erster Linie

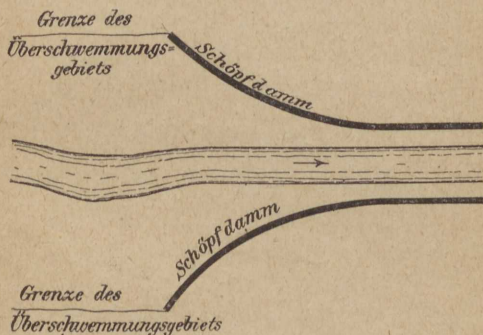


Abb. 51. Schöpfdämme.

danach, ob auf dem Damme mit Fuhrwerken gefahren werden soll oder nicht. Im ersteren Fall ist eine Breite von 3—4 m notwendig. Die Böschungen werden mindestens $1\frac{1}{2}$ —2füßig, in vielen Fällen aber erheblich flacher angelegt. Ihre Befestigung gegen die Flußseite geschieht zweckmäßig mit einem Belag aus keimfähigen Rasenstücken, bei den landseitigen Böschungen genügt das Aufbringen einer etwa 10 cm starken Deckschicht aus Mutterboden (Humus) und die Ansaat zur Erzeugung einer Grasnarbe.

Die Schüttung der Dämme muß sorgfältig in etwa 30 cm hohen Lagen erfolgen, wobei jede Lage tüchtig gestampft werden soll. Das beste Material für die Dämme

ist eine Mischung von Ton und Sand, doch pflegen, mangels dieser Materialien, die Dämme aus dem Baggergut geschüttet zu werden, welches der Fluß liefert.

Ist der Dammuntergrund so, daß ein allzu starkes Durchquellen von Wasser zu befürchten steht, so kann eine künstliche Dichtung in Frage kommen (Abb. 52).

Die Unterhaltung der Deiche pflegt durch die Deichverbände zu geschehen, das sind Vereinigungen derjenigen Grundbesitzer oder Gemeinden, deren Grundstücke im

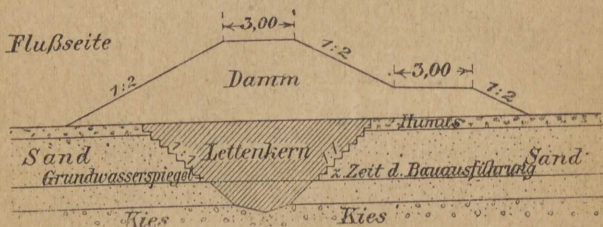


Abb. 52. Dichtung der Deiche durch Lettenkern bei der badischen Rheinkorrektion bei Dettenheim.

Schutze des Deichs gelegen sind. Der Deich wird durch die Deichschau periodisch auf seinen Zustand untersucht.

Unter Deichverteidigung schließlich versteht man alle diejenigen Maßnahmen, welche anlässlich von Hochwassern oder Eisgängen zu treffen sind, um den Durchbruch des Wassers durch den Deich (Deichbruch) oder dessen Überströmung zu verhindern.

XI. Durchstiche.

Durchstiche sind künstlich angelegte neue Rinnen für einen Flußlauf, welche gegen seither eine Flußkürzung bedeuten.

Ein einfacher Durchstich schneidet eine einzige, ein doppelter schneidet zwei Krümmungen ab (Abb. 53 u. 54).

Die Notwendigkeit der Herstellung von Durchstichen kann folgenden Gründen entspringen:

a) Mit Rücksicht auf die Schifffahrt müssen starke, den Betrieb unmöglich machende oder doch sehr hindernde Flußkrümmungen beseitigt werden. Die damit erzielten Vorteile bringen den Nachteil mit, daß infolge Vermehrung des relativen Flußgefälles eine Erschwerung der Schifffahrt gegen seither auftritt.

b) Eine Entsumpfung der Talsohle kann zuweilen nur durch Vertiefung des Wasserlaufes erzielt werden. Die dadurch eintretende Steigerung des relativen Flußgefälles bewirkt eine Erhöhung der Schleppkraft des Wassers

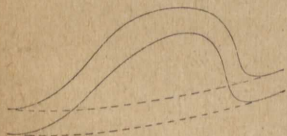


Abb. 53. Einfacher Durchstich.



Abb. 54. Doppelter Durchstich.

und als Folgeerscheinung eine Sohlenvertiefung sowie Wasserspiegelsenkung im Flusse und auch im Grundwasser. Im Auge zu behalten ist, daß sich die Sohlen- senkung nicht auf die Länge des Durchstichs allein erstreckt, sondern sich insbesondere flußaufwärts fortsetzt.

c) Mit Rücksicht auf glattere Abführung der Hochwasser- und Eismassen sind, ähnlich wie bei der Schifffahrt, scharfe und allzu zahlreiche Krümmungen zu beseitigen.

Beim Aushub der Durchstiche wird von unten nach oben vorgegangen und dabei nur dann das volle Profil ausgehoben, wenn das Material für die Anlage von Hochwasserdämmen, zur Aufschüttung von Altwässern oder zu anderen Zwecken benötigt wird.

Für gewöhnlich wird etwa in Flußmitte ein sog. Leitgraben oder Durchstichgraben ausgehoben, dessen

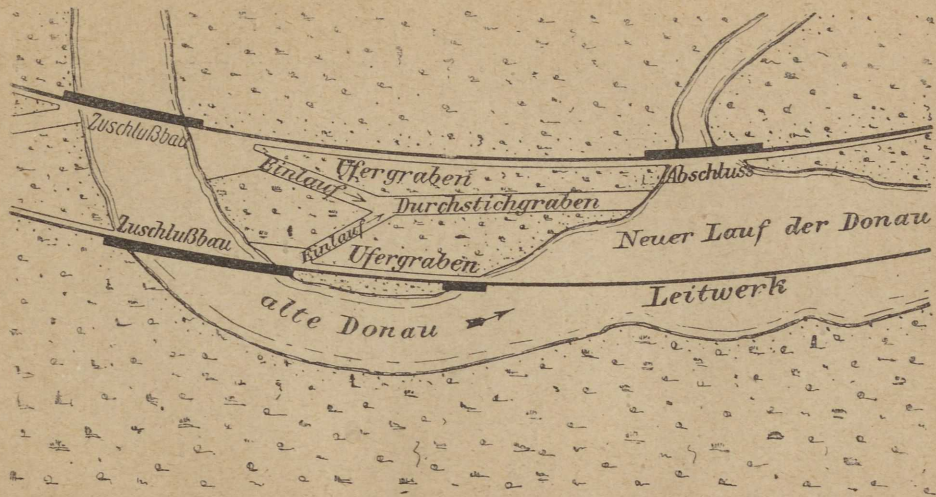


Abb. 55. Plan eines Durchstiches bei der Donau.

Breite zwischen $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{10}$ der Gesamtnormalbreite schwankt und durch welchen das Wasser fließt, mit seiner Strömung die seitlichen Wände allmählich abbrechend (Abb. 55 u. 56). Auf geraden Strecken kommt der Leit-

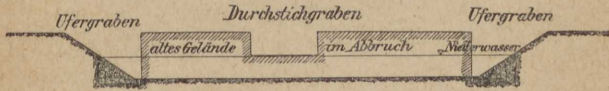


Abb. 56. Ausführung eines Durchstiches.

graben in Querschnittsmitte zu liegen, während er in Krümmungen mehr auf die ausbiegende (konvexe) Seite gelegt wird, weil das Wasser die konkave Seite stärker angreift und deshalb immer noch gleich rasch an beiden Ufern angelangt ist.

Damit der Seitenabbruch an den Ufern zum Stehen

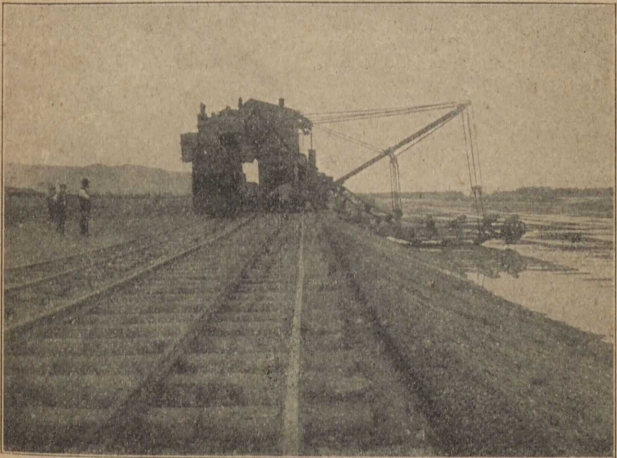


Abb. 57. Trockenbagger der Lübeckischen Maschinenbaugesellschaft beim Aushub des Diepoldsauer Durchstichs.

kommt, sind daselbst schon vorher Ufergräben ausgehoben und ist in diese der Uferschutz eingelegt worden.

Sobald es sich um größere Aushubmassen handelt, werden zu deren Bewältigung Dampfbagger verwendet, deren tägliche Leistung sich bis 1200—1500 cbm Baggergut beläuft. Abb. 57 stellt einen Trockenbagger der Lübeck-schen Maschinenbaugesellschaft an der Arbeit beim Diepoldsauer Rheindurchstich dar.

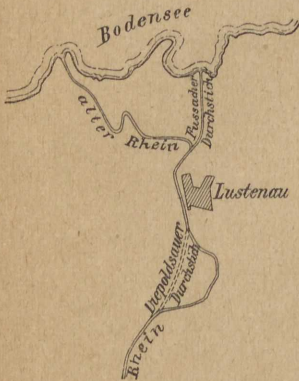


Abb. 58. Lage des Fussacher und Diepoldsauer Rheindurchstiches.

Als hervorragende und lehrreiche Beispiele von Durchstichen, deren Hauptzweck in der Entsumpfung des umliegenden Talgeländes bestand, verdienen diejenigen des Rheins bei Fussach und Diepoldsau kurz vor der Rheinmündung in den Bodensee eine kurze Erwähnung (Abb. 58).

Die immer mehr zunehmende Verschotterung und Erhöhung des Flußbettes des Rheines in der großen vorarlbergischen Tiefebene brachte fast unhaltbare Zustände hervor. Nach Abb. 59, welche ein Talquerprofil daselbst zeigt, fließt der Rhein auf einem erhöhten Grat, seine Flußsohle liegt bis zu 4 m über der tiefsten Tallinie. Der Spiegel des Hochwassers vom Jahre 1890 stand 7—8 m über der tiefsten Tallinie und schneidet die Hausdächer der in der Niederung stehenden Dörfer.

Als Hauptursachen dieser mißlichen Zustände werden die Entwaldung des Einzugsgebiets und das früher betriebene unrationelle Korrektionsystem betrachtet.

Als Heilmittel wurden angesehen:

a) Wiederaufforstung des Einzugsgebiets zwecks Bindung des Bodens, Aufsaugung des Wassers und Reduktion der Hochwassermenge.

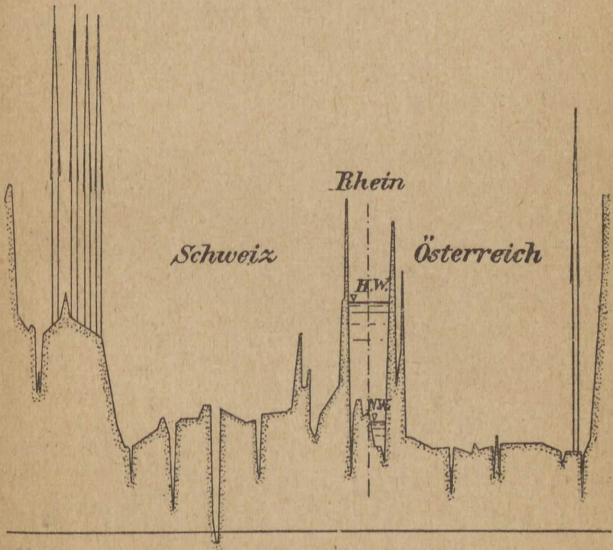


Abb. 59. Rheintalquerschnitt bei Salez.

b) Vorkehrungen zum Zurückhalten der Geschiebe in den Wildbächen und Bruchufern.

c) Maßnahmen zur Erleichterung des Wasserabflusses, zur Beförderung der Abfuhr der Geschiebe und Verhinderung von Rheineinbrüchen durch Anlage von zweckmäßigen und regelmäßigen Uferschutzwerken.

d) Vorkehrungen zur Erleichterung der Fortleitung des Geschiebes durch Erhöhung des Gefälles, Senkung von

Flußsohle und Wasserspiegel mittels Verkürzung des Flußlaufes, d. h. Ausführung von Durchstichen.

Da die unter a) und b) genannten Maßnahmen lange Zeit in Anspruch nahmen, bis sie ihre Wirkung auszuüben in der Lage waren, und man an die Durchstiche der hohen Kosten wegen nicht heranzugehen wagte, so schritt man dazu, mit Wuhrbauten den Rhein einzuschnüren und so die Abtreibung der Geschiebe und eine Sohlenvertiefung zu erreichen. Die beabsichtigte Wirkung konnte jedoch nicht erzielt werden und man mußte schließlich doch an die Herstellung von Durchstichen gehen.

Der in den Jahren 1893 bis 1900 ausgeführte Fussacher Durchstich bildet eine Abkürzung von 7,1 km gegen den seitherigen Rheinlauf. Der zur Zeit in Ausführung begriffene Diepoldsauer Durchstich kürzt den Flußlauf um eine 2,9 km lange Strecke.

Außerdem mußten zur Rettung des Landes vor Versumpfung große Binnengewässerregulierungen vorgenommen werden. Die ausgedehntesten Anlagen sind der Werdenberger Binnenkanal mit 20,8 km Länge und der Rheintalische Binnenkanal mit 26,2 km Länge, welche das Sickerwasser aufnehmen und weiter unterhalb in den Rhein einleiten.

XII. Flußräumungen.

In den Flußbetten finden sich nicht selten Hindernisse aller Art, welche für eine glatte Abfuhr der Hochwasser- und Eismassen, insbesondere aber für die Schifffahrt hinderlich sind. Es sind dies sowohl Ablagerungen leicht beweglicher Art, wie Kiesbänke, als auch solche von unverschieblicher Gestalt, Felspartien.

Da wo ein Fluß aus eigener Kraft die Ablagerungen nicht abzutreiben vermag, muß künstlich nachgeholfen

werden. Bei kleinen Flüssen mit mäßigen Ablagerungen geschieht die Entfernung des Materials mit Baggerschaufeln, Kiespflügen und allenfalls Handbaggermaschinen. Bei größeren Verhältnissen empfiehlt sich der Gebrauch von Dampfbaggermaschinen. Das ausgehobene Material wird zur Anlage oder Verstärkung von Hochwasserdämmen verwendet oder in die Altwasser geschüttet.

Das Vorhandensein von Felsen im Flußbette, die über die normale Sohle oder gar über den Wasserspiegel emporragen, erzeugt die Stromschnellen, welche für die Schifffahrt nicht nur hinderlich, sondern gefährlich werden können.

Die Entfernung der Felsen bis auf genügende Tiefe geschieht mittels Sprengung durch Pulver und Dynamit oder mittels Fallmeißeln.

Zwei großartige **Beispiele** der Regulierung derartiger Stromschnellenpartien sind die Rheinstrecke zwischen Bingen und St. Goar und die Donaukatarakte am Eisernen Tor.

Bei den Rheinregulierungsarbeiten geschah das Anbohren der Felsen im Gegensatz zu den Donauarbeiten im Trockenen und zwar im Schutze einer in ein Schiffsgefäß einmontierten Taucherglocke, welche zwischen zwei eisernen Böcken vertikal bewegt und auf den Felsen hinabgelassen werden konnte (Abb. 60). Durch Einpumpen von Luft in die Glocke wurde das Wasser aus derselben hinausgedrückt, und die Felsen konnten im Trockenen angebohrt werden. Nachdem die Bohrlöcher mit Dynamit geladen waren, fuhr das Schiff weg, worauf die Entzündung der Ladung auf elektrischem Wege erfolgte.

Bei der Regulierung der Donaukatarakte zwischen Stenka und dem Eisernen Tor geschah die Anbohrung der Felsen von einem Bohrschiffe aus, auf welchem eine

Anzahl Bohrer an einer Langseite oder am Heck, auf kleinen Wagen aufmontiert, aufgestellt waren.

Die Bohrer arbeiteten als mit Dampfkraft betätigte

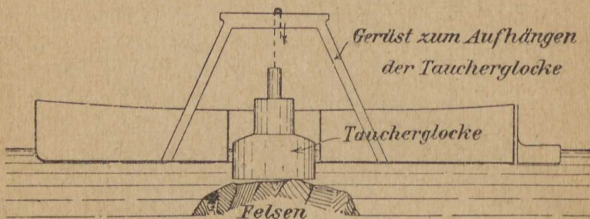


Abb. 60. Schematische Darstellung eines Taucherschachtes zum Anbohren von Felsen unter Wasser.

Stoßbohrer durch rasche Auf- und Abwärtsbewegung. Das Bohrgestänge war 40 mm stark, die untere Schneide war kreuzmeißelartig hergestellt. Bei der Arbeit mußte das Bohrschiff natürlich fest verankert werden.

Außer den Sprengungen mit Dynamit wurde auch die Zertrümmerung des Gesteins mittels schwerer Fallmeißel

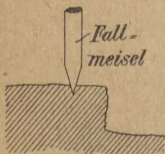


Abb. 61. Felszertrümmerung unter Wasser mittels Fallmeißel.

zur Anwendung gebracht. Ein solcher Meißel, der auf einem Schiffe eingebaut war, bestand aus einem Gußstahlblock von 8—10 m Länge und hatte bei 40 cm breitem quadratischen Querschnitt ein Gewicht von etwa 9 t. Man hob ihn in die Höhe und ließ ihn dann in einem Schachte frei herabfallen. Auf diese Weise arbeitete der Meißel von der freien Wand etwa

50 cm breite Streifen ab (Abb. 61). Das zertrümmerte Material wurde dann herausgebaggert.

XIII. Zuschlußbauten.

Unter Zuschlußbauten, auch Sperrdämme oder Kupierungen genannt, versteht man diejenigen Bauwerke, welche dazu dienen, einen Flußarm, der nicht mehr benutzt wird, abzuschließen. Material und Herstellungsart sind dieselben wie bei den Parallelwerken und Buhnen.

Beim Packwerksbau mit schwimmenden Lagen ist die Ausführung von beiden Seiten gegen die Mitte zweckmäßig. Zum Schutz gegen Unterwaschungen gibt man den

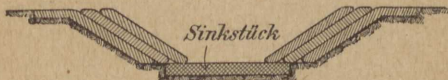


Abb. 62. Herstellung eines Zuschlußbaues aus Packwerk von beiden Seiten mit Grundlage aus Sinkstücken.

Packwerksbauten gerne Grundlagen aus Sinkstücken (Abb. 62).

Die Höhe, bis auf welche diese Sperrdämme ausgeführt werden, ist verschieden, doch ist im allgemeinen der Grundsatz maßgebend, den Bau zuerst nur als niedriges Werk, vielleicht auf Niederwasserhöhe aufzuführen, um noch den Mittelwassern Gelegenheit zu geben, in den alten Arm einzudringen und Sinkstoffe daselbst abzulagern. Mit der Höhenzunahme des verlandeten Stromarms müssen dann auch die Sperrdämme eine Erhöhung erfahren.

Die Form der Dämme im Grundriß ist geradlinig oder bogenförmig, und zwar zeigt im letzteren Falle der Bogen gegen den neuen Flußlauf seine konvexe Seite, so daß das über den Dammkörper strömende Wasser nach der Mitte zusammengeführt und davon abgehalten wird, die Ufer anzugreifen.

XIV. Regulierung der Gebirgsflüsse.

1. Besondere Eigenschaften der Gebirgsflüsse.

Gebirgsflüsse sind Wasserläufe mittlerer Größe, welche Talsohlen im Gebirge durchlaufen und sich von den Flüssen des Flachlandes durch besondere Eigenschaften unterscheiden, von denen das große Flußgefälle, die massenhafte Geschiebeführung und die Untauglichkeit zum Betrieb der Schifffahrt in vorderer Linie hervorzuheben sind.

Den Hauptsorgenpunkt bei den Gebirgsflüssen bildet die Bewältigung der von oben kommenden Geschiebs- und Sinkstoffmengen. Im verwilderten breiten Flußbereiche fehlen die Bedingungen für eine regelmäßige Fortbewegung der Geschiebe. Diese bleiben vielmehr liegen, veranlassen allerhand schädliche Querströmungen und bilden Erhöhungen des Flußbettes, so daß die Talsohle von häufigen Überflutungen heimgesucht ist, deren Wirkung nicht selten in der Vernichtung der Ernte und der Schädigung von Grundbesitz und Viehstand besteht. So kommt es häufig vor, daß große Flächen fruchtbaren Landes von Geröllmassen überdeckt werden, deren Entfernung der hohen Kosten wegen meist nicht zugänglich ist, weshalb man es vorzieht, die Oberfläche einzuebennen, mit einer Humuslage zu überdecken und Gras einzusäen.

Von den Nachteilen, welche die Verschotterungen und Erhöhungen der Flußsohle mit sich bringen, haben wir bereits in dem Artikel XI über die Durchstiche anlässlich der Besprechung der Rheinregulierung einiges erfahren, wobei auch davon die Rede war, daß derartige Zustände häufig kostspielige Unternehmungen zur systematischen Melioration des Talgrundes nötig machen.

Die geregelte Abfuhr der Geschiebe wird nun durch künstliche Einschränkung des Flußbettes zu erreichen gesucht mit den Mitteln der Einbauten, welche wir bereits kennengelernt haben, und der Anwendung von Durchstichen. Nur eine Art von Einbauten, die schwebenden oder durchlässigen Werke, wurde zurückgestellt, um erst an dieser Stelle besprochen zu werden, weil sie ihre größten Triumphe im Gebirgsflußbau gefeiert hat.

Die Erfahrungen, die man bei den Korrekturen der Gebirgsflüsse gesammelt hat, haben gezeigt, daß man neben erheblichen Vorteilen häufig auch große Nachteile mitbekam. Insbesondere hatten die allzu radikale Durchführung von Durchstichen und zu geringe Normalbreiten oft bedeutende Flußeingrabungen im Gefolge, welche durch künstliche Eingriffe aufgehalten werden müssen. So haben einige bayrische Flüsse bedeutende Eintiefungen aufzuweisen, die Iller hat sich bei Ferthofen um 4 m, der Lech bei Augsburg um 6 m und die Isar bei München um 4 m eingetieft, trotzdem der Untergrund aus dem oft felsharten Flinz bestand, der allerdings an der Atmosphäre leicht verwittert.

Die Lehren, die man hieraus ziehen darf, weisen darauf hin, sich bei einer Regulierung mehr an die natürlichen gekrümmten Formen des Flusses anzuschließen und die Korrektionsbauten wenigstens auf einer Seite so anzulegen, daß eine Veränderung der Normalbreite möglich ist, falls sie sich als nicht richtig erweisen sollte.

Verschiedene verheerende Hochwasserkatastrophen an Gebirgsflüssen haben in neuerer Zeit zu durchgreifenden Vorbeugungsmaßnahmen durch Erstellung von Flutaufspeicherungswerken (Staumauern, Erddämme)

geführt, welche den Zweck haben, die Fluten bei Hochwasser aufzuspeichern, zurückzuhalten und sie später bei Eintritt kleinerer Wasserstände wieder an den Fluß abzugeben. Der Gedanke hierzu stammt von Intze und er fand seine erste großartige Verwirklichung in Deutschland durch die Hochwasserschutzmaßregeln an den schlesischen Gebirgsflüssen, Bober, Queis usw., wo 17 Staubecken mit einem Stauraum von 80 Millionen Kubikmetern erstellt worden sind zu dem vorwiegenden Zweck, Hochwassergefahren abzuwenden. Die Staubecken dienen nebenher noch der Gewinnung elektrischer Energie.

2. Wolfsche Gehänge.

Diese von dem bayrischen Bauamtmanne Wolf ersonnenen Einbauten leichter Art werden hauptsächlich als Parallelwerke angewendet.

Bei den festen Einbauten kann das gröbere auf der Flußsohle fortrollende Geschiebe nicht gut hinter die Werke gelangen. Wolf legt diese daher nicht auf die

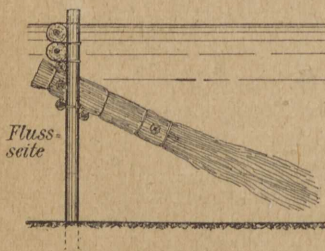


Abb. 63.

Wolfsche Gehänge an der Isar.

Sohle, sondern führt sie schwebend aus, indem er an Stangen, welche an Pfählen befestigt sind, mittels Drahtes oder Weidenruten Faschinen nebeneinander zur Aufhängung bringt, wie dies aus Abb. 63 ersichtlich ist. Das so entstehende tafelfartige freihängende Buschwerk

wird ein Gehänge genannt, es reicht gewöhnlich in das Niederwasser hinein, veranlaßt eine Verlangsamung

der Strömung und als Folge davon das Niederschlagen der Geschiebmassen hinter dem Werke. Die Wirkung dieser verhältnismäßig billigen Bauweise ist erstaunlich, insbesondere hat man an der Isar, wo sie zum erstenmal ausgedehnte Anwendung fand, ganz überraschende Erfolge erzielt.

Bei den aus Abb. 64 und dem Lichtbilde in Abb. 65 ersichtlichen Gehängebauten in der Ill bei Schruns (linksseitiger Nebenfluß des Oberrheins) bestanden die Pfähle aus 25 cm starken Stämmen, die in 3 m Entfernung voneinander in die Flußsohle eingerammt waren. Zur Gewinnung der nötigen Stabilität war jeder zweite Pfahl gegen einen zwei Meter hinter ihm eingerammten kürzeren Pfahl mit Doppelzangen verankert.

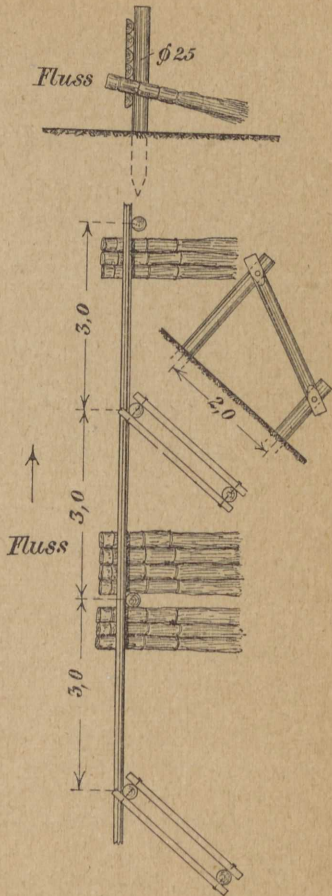


Abb. 64. Wolfsche Gehänge in der Ill bei Schruns.

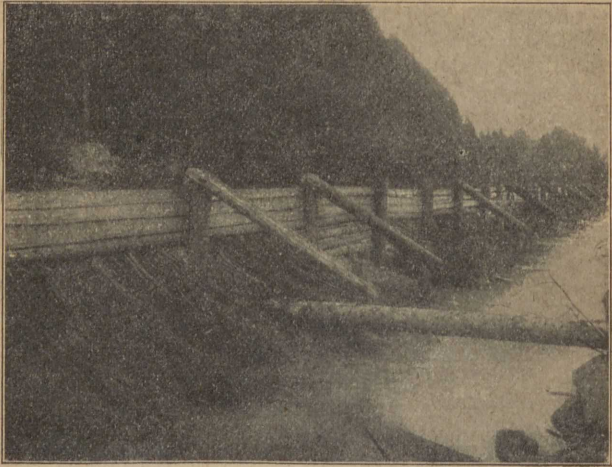


Abb. 65. Wolfsche Gehänge in der Ill bei Schruns.

3. Grund- oder Sohlenschwellen.

Um zu weitgehende Eintiefungen der Flußsohlen zu verhüten, das Flußgefälle durch kleine Treppenabstürze zu verkleinern oder um überhaupt eine Sohlenfestlegung zu bewirken, baut man Grund- oder Sohlenschwellen ein. Die Krone dieser quer zum Flußlauf gelegenen Baukörper liegt in Flußsohlenhöhe oder nicht viel darüber. Ihre Konstruktionsweise ist verschieden je nach dem Untergrunde, auf welchem sie aufgesetzt werden, nach dem vorhandenen Baumaterial und nach der Wichtigkeit des Baues.

Abb. 66—68 stellen Schwellenquerschnitte vor, wie sie bei der Korrektur der Mangfall in Oberbayern angewendet worden sind*). Die Stauwand lehnt sich gegen 4,5 m lange,

*) Deutsche Bauzeitung 1909, Nr. 82 u. 83.

25—30 cm starke in Abständen von 2 m in das Flußbett eingerammte Rundholzpfähle, die mit einem Holm überdeckt oder auch nur schräg abgeschnitten sind. Der Querschnitt in Abb. 66 zeigt eine Stauwand, welche aus kräftigen gegen die Pfähle gelehnten Dielen besteht. Das Sturzbett ist aus parallel zum Fluß gelegten Stangen gebildet, welche durch Querhölzer zu einer einheitlichen Tafel verbunden sind. Das Stangensturzbett hat wiederum eine elastische Unterlage aus Reisig. Als Beschwerung der Schwelle sind auf dem rückwärtigen Teil der Stangenlage zwei kräftige Senkwellen aufgelegt.

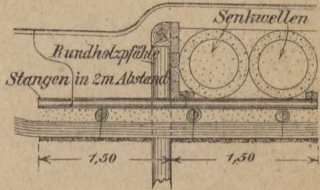


Abb. 66.

Schwellenquerschnitt mit Stauwand aus Holzdielen und Stangensturzbett.

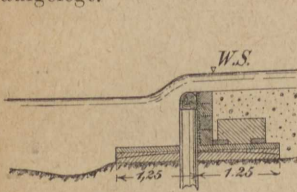


Abb. 67. Schwellenquerschnitt mit Stauwand aus Eisenbetonbalken und Betopdielensturzbett.

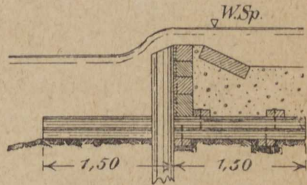


Abb. 68. Schwellenquerschnitt mit Stauwand aus Eisenbetonbalken und Stangensturzbett.

Bei den in Abb. 67 und 68 dargestellten Querschnitten besteht die Stauwand aus Eisenbetonbalken, welche als 4 m lange fertige Stücke eingebracht werden. Ihre Konstruktion ist aus Abb. 69 ersichtlich. Zur Aufnahme der Zugspannungen dienen fünf Stück 8 mm starke Rundeisenstangen. Die obersten Balken sind an der Oberfläche mit

Rahmen aus Winkeleisen zum Schutz gegen Abschleifen durch das Geschiebe gesichert. Drei einbetonierte Eisenstifte dienen zum Transport des Balkens von der Anfertigungs- zur Baustelle. Weitere weniger wichtige Unterschiede der beiden zuletzt genannten Querschnitte bestehen darin, daß die Sturzbetten aus Betondielen mit

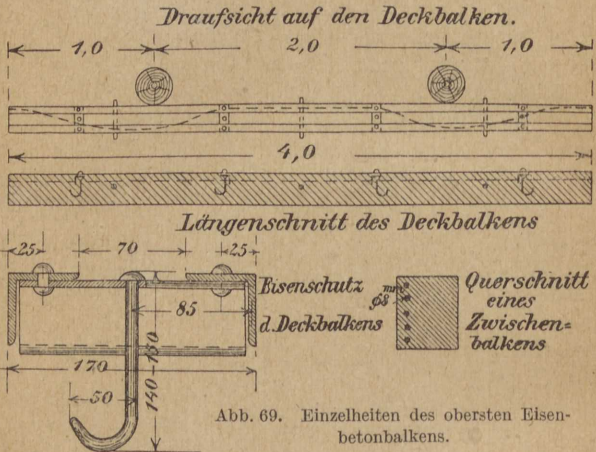


Abb. 69. Einzelheiten des obersten Eisenbetonbalkens.

Beschwerung durch Betonblöcke bzw. aus einer doppelten Stangenlage bestehen.

Abb. 70 zeigt Ansicht und Grundriß einer Betonbalkenschwelle. Der Anschluß der Schwellen an die Uferbauten geschieht durch 4,5 m lange Betonflügel, welche auf Pfahlbürsten und Sturzbettholz stehen. Im Unterwasser springen die Bauböschungen um etwa 4 m zurück, so daß daselbst die von den bayrischen Flußbauingenieuren so geschätzten Tosecken entstehen.

Sehr interessant ist bei diesen Schwellen, daß sie mit Erfolg als eigentliche Korrektionsbauten verwendet wurden,

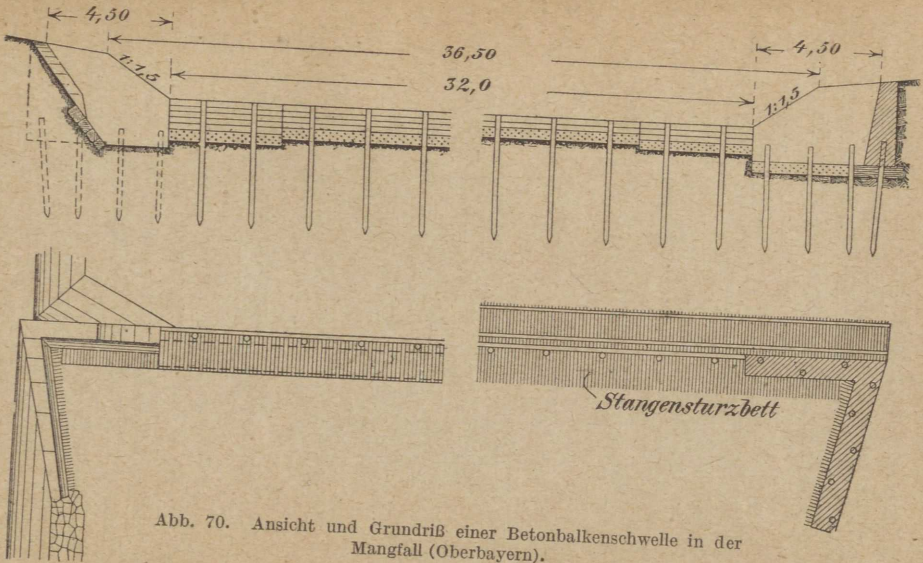


Abb. 70. Ansicht und Grundriß einer Betonbalkenschwelle in der Mangfall (Oberbayern).

ohne daß zwischen den Schwellen irgendwelcher Schutz der Ufer angebracht worden wäre.

Eine etwas andere, noch einfachere Sohlenfixierungsschwelle zeigt Abb. 71. Der Hauptteil ist ein Schwellbaum aus Rundholz, welcher durch beidseitig eingerammte

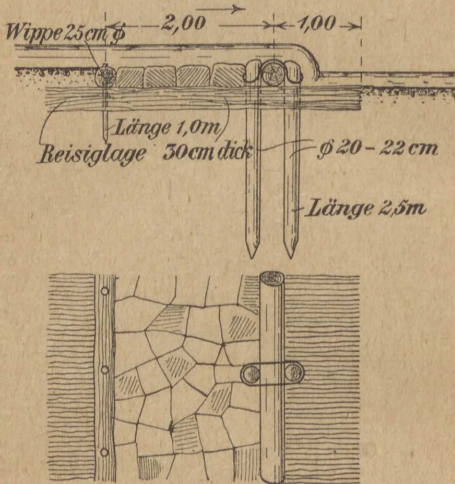


Abb. 71. Sohlenfixierungsschwelle in der Stillach bei Oberstdorf.

Pfähle in der Weise niedergehalten wird, daß verzinkter Eisendraht um dieselben herumgeschlungen ist. Das Sturzbett wird durch eine 30 cm starke Reisiglage gebildet, welche nach rückwärts durch eine kräftige und festgepfälte Wippe niedergehalten wird. Die nötige Beschwerung des Baues und gleichzeitig der Schutz der Reisiglage erfolgt durch eine zwischen Schwellbaum und Wippe ausgeführte Pflasterung.

Abb. 72 und 73 zeigen im Grundriß und Querschnitt, Abb. 74 im Lichtbilde eine einfachere Betonschwelle in der Dornbirner Ache bei Dornbirn (Vorarlberg), welche in den Bodensee mündet. Der Beton ist durch Dielenabdeckung geschützt, im Grundriß ist die Schwelle in den Drittels-

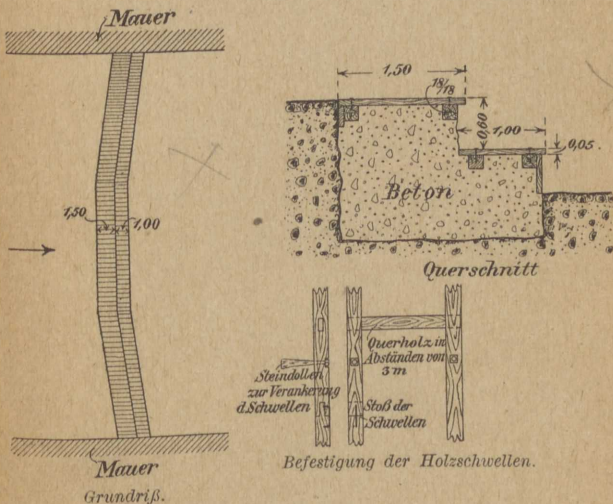


Abb. 72 und 73.

Sohlenschwelle in der Dornbirner Ache bei Dornbirn (Vorarlberg).

punkten gebrochen, um das Wasser beim Übersturz von den Ufern abzulenken.

Eine massive längere Betonschwelle mit doppeltem Absturz ist die im Querschnitt Abb. 75 dargestellte Sohlenschwelle in der Iller bei Egelsee, von der in gleicher Art im Mittellauf der Iller bereits mehrere ausgeführt sind. Ihre Aufgabe ist, der weiteren Vertiefung Einhalt zu gebieten. Die Herstellung der Schwelle geschah bei Wasserhaltung in drei Teilen unter jedesmaliger Umschließung der Baugrube

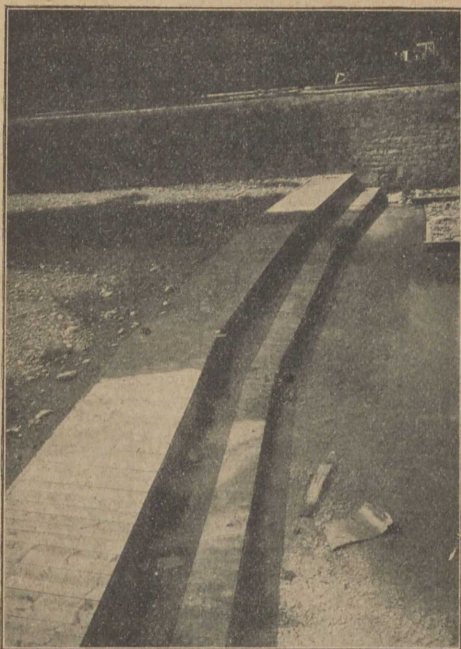


Abb. 74. Sohlenschwelle in der Dornbirner Ache.



Abb. 75. Sohlenschwelle in der Iller bei Egelsee. Querschnitt.

mit Spuntwänden (Abb. 76). Das Bauwerk wurde in den festen Flnz eingelassen. Die Absturzpritschen

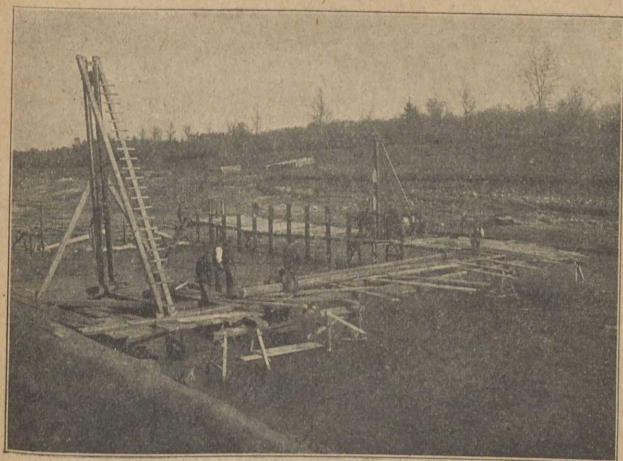


Abb. 76. Herstellung einer Sohlenschwelle in der Iller bei Egelsee. . Erster Teil.

erhaltenen Gegengefälle, die Absturzhöhen betragen $1\frac{1}{2}$ m. Zum Schutz gegen die Angriffe des Eises und des Geschiebes wurde der Beton mit einer 14 cm starken Holzlage

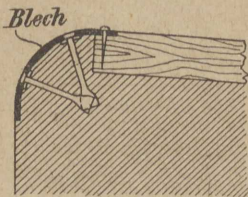


Abb. 77. Befestigung der Abfallkanten einer Betonschwelle.

abgedeckt, die auf in den Beton eingelassenen Holzschwellen aufgeschraubt ist. Der Schutz der Absturzkanten geschah mit Blechen in der aus Abb. 77 ersichtlichen Weise.

XV. Verbauung der Wildbäche.

1. Eigenschaften und Wesen der Wildbäche.

Als Wildbäche bezeichnet man die obersten Zugänge der Gebirgsflüsse, welche sich ihr Bett durch Eingrabung in die Gebirgshänge geschaffen haben.



Abb. 78. Schematische Darstellung der Hauptteile eines Wildbaches.

An einem Wildbache lassen sich, wie in Abb. 78 verdeutlicht ist, drei Teile unterscheiden, welche bei verschiedenen Bächen mehr oder weniger stark ausgeprägt sind.

Der oberste Teil ist das Einzugsgebiet, aus welchem der Bach nicht nur sein Wasser, sondern auch die Hauptmasse seines Geschiebes erhält (Abb. 79). Im mittleren Teil, dem Abflußkanal, fließt der Bach meist schluchtartig zwischen steilen Bergköpfen hindurch, um dann ins

Tal des Hauptflusses herauszutreten, wo die Ebenheit und die Breite des Geländes ihn zur Ablagerung seiner Ge-



Abb. 79. Oberstes Einzugs- und Abbruchgebiet des Kapellenbaches bei Immenstadt mit seinen Verbauungen.

schiebemassen zwingen. Dieser unterste Teil heißt die Schuttkegelzone.

Die charakteristischen Merkmale der Wildbäche sind deren steiles Gefälle, ihre massenhafte, oft eruptive Geschiebeführung und das große Mißverhältnis zwischen kleinster und größter Wasserführung.

Gefälle. Schon der Lauf der Wildbäche von den höheren Gebirgsregionen herab ins Tal läßt vermuten, daß man es mit großen Gefällen zu tun hat. In der Tat gibt es Bäche, welche Gefälle von 30 und 40% aufweisen.

Geschiebeführung. Der Entstehung der Geschiebe und ihrer Weiterbeförderung wurde, soweit es für die allgemeine Orientierung von Wichtigkeit war, in Artikel IV bereits gedacht.

Die atmosphärischen Einflüsse tragen ein Hauptteil zur Geschiebeproduktion bei, sei es durch Verwitterung oder durch Abschwemmung der Bodenoberfläche. In ersterer Beziehung wirkt insbesondere der Frost unablässig an der Zertrümmerung der Gesteine, welche dem Verwitterungsprozeß je nach ihrer Natur mehr oder weniger großen Widerstand entgegenzusetzen vermögen, ihm aber nicht entgehen können. Die Abschwemmung der oberen Bodenteile wird insbesondere durch Hagelschläge, dann durch Wolkenbrüche, welche im Gebirge viel heftiger als in der Ebene aufzutreten pflegen, herbeigeführt.

Aber auch der Wildbach selbst arbeitet, wenigstens solange er Wasser führt, unablässig daran, sich Material zu schaffen. Das ihm eigene große Gefälle verleiht ihm eine Stoßkraft, welche die Sohle fortwährend angreift, ausnagt und vertieft. Die Gefährlichkeit dieser Sohlenerosionen liegt hauptsächlich in der Begleiterscheinung der Unterwühlung der steil ansteigenden Gebirgshänge, welche, ihres Fußes beraubt, in ihrem Gleichgewichte gestört sind und entweder plötzlich zum Abrutschen gebracht werden oder aber in langsamer Bewegung talwärts gleiten. In letzterem Falle handelt es sich um große Bodenmassen,

deren ruhige aber sichere Bewegung ein großartiges Bild von der Gewalt der Naturkräfte gibt. In manchen Fällen sind Dörfer, welche auf dem in Mitleidenschaft gezogenen Erdprisma standen, gefährdet oder beschädigt worden (Abb. 80).

Die vorgenannten seitlichen Hangrutschungen, welche das Wildbachbett quer verlagern, sind häufig die Anstöße der gefürchteten eruptivartigen Geschiebestrome, die man als Murgänge bezeichnet. Das Wasser wird von dem Rutschmaterial aufgestaut und erreicht schließlich einen solchen Druck, daß es, unterstützt von dem großen Bachgefälle, die Schutt-

masse als haushohen Strom vor sich herwälzt. Die verderbenbringende Wirkung dieser lawinenartig heranstürmenden Ge-



Abb. 80. Folgen der Hangunterwühlung durch einen Wildbach.

schiebemassen äußert sich erst beim Austritt ins Tal, indem sie dort die Kulturländer bedecken, Häuser und Ortschaften verschütten und zerstören (Abb. 81), ja den Viehstand und Menschenleben vernichten können.

Merkwürdigerweise wurde nämlich in den meisten Fällen der eigentliche Talgrund von den menschlichen Ansiedlungen wegen der häufigen Überschwemmungen gemieden, vielmehr entstanden die Ortschaften auf den höheren und meist fruchtbaren Schuttkegeln selbst, woselbst man wohl vor den zahlreichen Überschwemmungen des Tales sicher war, dagegen einem, allerdings nur in längeren Zeiträumen sich wiederholenden katastrophalen Wildbachausbrüche in die Hände gegeben war.

Die Größe der Geschiebeführung ist außer von anderen

Umständen hauptsächlich von der Neigung, geologischen und Oberflächenbeschaffenheit des Gebirges abhängig, in dem der Wildbach wühlt.

Steile Hänge, nackte Felsen und unbedecktes Gerölle produzieren viel mehr Geschiebematerial als



Abb. 81. Verschüttung eines Hauses bis zu halber Höhe mit Geröllmassen

flache Halden, besonders wenn sie noch mit Weidegründen oder Waldflächen besetzt sind.

In geologischer Beziehung sind es hauptsächlich die mächtigen Schuttablagerungen aus der Eiszeit, deren leichtangreifbares Material den Wildbächen das meiste Geschiebe liefert.

Wasserführung. Die Niederschläge in den Gebirgen sind ein Mehrfaches von denjenigen in der Ebene. Während die Wildbäche in trockenen Zeiten großenteils ohne Wasser sind, schwellen sie bei starken Regengüssen zu reißenden

Flüssen an, denen nichts standhalten kann. Nur diejenigen Wildbäche, in deren Einzugsgebiet größere Gletscher- und Schneeflächen oder Seen gelegen sind, haben eine gleichmäßige Wasserführung.

Auch die Oberflächenbeschaffenheit des Einzugsgebiets ist auf die Größe der Wasserführung von Einfluß, indem die bewaldeten und mit Graswuchs versehenen Flächen das Wasser schwammartig aufsaugen, zurückhalten und langsam abgeben, während die nackten Hänge fast alles Wasser zum Abfluß kommen lassen.

2. Aufgaben der Wildbachverbauung.

Die im vorigen Abschnitt dargelegten Eigenschaften der Wildbäche geben auch die Richtlinien an, nach denen die Anbahnung geordneter Zustände zu erfolgen hat. Alle die hierfür in Betracht kommenden baulichen und kulturtechnischen Maßnahmen faßt man unter dem Namen Wildbachverbauung zusammen.

Die Hauptsache ist die Verminderung oder gänzliche Verhinderung der Geschiebeerzeugung.

Soweit die verwitternde Tätigkeit der Atmosphäre in Betracht kommt, können die Abbrüche nur dadurch hintangehalten werden, daß der Zutritt der Atmosphäre verhindert wird, indem man die in Frage stehenden Flächen, soweit das möglich ist, mit einer schützenden Pflanzendecke versieht. Mit denselben Maßnahmen, zu denen noch andere Mittel in Form von Zäunen und ähnlichen Bauten treten, vermag man eine Festigung und Bodenbindung der Hänge zu bewirken, womit die abschwemmende Tätigkeit von Schnee und Wasser bekämpft wird.

Die Sohlenerosion und Hangunterwühlung hat ihren Grund in einem ungleichen Zustandsverhältnis zwischen der Stoßkraft des Wassers und dem Widerstand der Sohle.

Die Herstellung eines Gleichgewichtszustandes kann daher auf zweierlei Art und Weise bewirkt werden: einmal dadurch, daß der Widerstand der Sohle erhöht wird, oder indem die Stoßkraft des Wassers vermindert wird. Die erstgenannte Maßnahme einer Sohlenfestigung wird durch Abpflasterung oder andere Festigung der Sohle oder durch eine Festlegung derselben mittels Grund- oder Sohlenschwellen erreicht. Eine Verminderung der Stoßkraft des Wassers erzielt man durch Gefällsverminderung der Sohle, indem man durch den Einbau von Sperren eine Sohlenstaffelung herbeiführt, so daß das große zusammenhängende Gefälle in einzelne Strecken

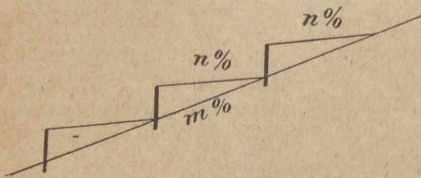


Abb. 82. Schematische Darstellung der Staffelung einer Wildbachsohle.

mit erträglichem Gefälle und dazwischenliegenden unschädlichen Abstürzen zerlegt wird (Abb. 82).

Außer der Gefällsermäßigung können insbesondere die höheren dieser Sperren noch die Zwecke verfolgen, eine Sohlenhebung und Materialaufnahme zu bewirken.

Die Hebung der Sohle veranlaßt eine Verbreiterung des Wildbachrinnsales, womit eine Geschwindigkeitsermäßigung und Stoßkraftverminderung verbunden ist, und schafft die Möglichkeit, eine Verflachung der oft ungemein steilen mit dem Absturz drohenden Rutschhalden eintreten zu lassen.

Der Geschiebsaufhaltung dienen die höchsten Sperren, sie werden als Materialstauwerke bezeichnet und haben den Zweck, die oberhalb im Bach gelegenen und später erzeugten Geschiebe in unschädlicher Weise hinter sich zur

Ablagerung zu bringen. Wenn sie einmal hinterfüllt sind, so haben sie ihre Aufgabe vollbracht und es wird vorausgesetzt, daß bis dahin die Verbauung oberhalb so weit vorangeschritten sei, daß eine erhebliche Materialanfuhr nicht mehr zu erwarten steht.

3. Sperrerbauten.

Die Sperrerbauten sind Querdämme im Wildbachbett, welche sich mehr oder weniger über dessen Sohle erheben. Die niedrigen Bauten, welche nur eine Sohlenfesthaltung bezwecken, werden auch Grundswellen genannt.

Die Stoffe, welche für diese Bauten Verwendung finden, sind Steine, Beton und Holz. Sie werden je allein oder in Verbindung miteinander angewendet. Ihre Geeignetheit zum Bauen wurde schon weiter oben beleuchtet. Für hohe Sperrern eignet sich das Steinmaterial wegen seiner Haltbarkeit, seines großen Gewichts und erheblicher Druckfestigkeit besser als das Holz. Dagegen sind bei kleineren Anlagen hölzerne Sperrern sehr anpassungsfähig und gewähren oft eine Verbauungsmöglichkeit, die mit Steinsperrern fast ausgeschlossen wäre.

Doch spielt beim Wildbachbau häufig weniger die Eignung des Materials als vielmehr der Kostenpunkt eine Rolle, weil eben für derartige von den menschlichen Siedlungen abgelegene Bauten meist nur geringe Mittel zur Verfügung stehen, die zu dem Umfang und der Schwierigkeit der Arbeiten in einem sehr ungleichen Verhältnis stehen. Man wird dasjenige Material verwenden, das möglichst leicht beschafft werden kann, weil längere Transporte in den bergigen Gegenden die Kosten ins Unverantwortliche steigern können.

a) Steinerne Sperren.

Die Ausführung der aus Stein erstellten Sperren kann in Trockenmauerwerk, in Mauerwerk in Zementmörtel oder in Beton erfolgen.

Die Herstellung in Trockenmauerung hat den Vorzug der Billigkeit, und weil für die Wildbäche gewöhnlich nur kleine Beträge ausgeworfen werden, so sind z. B. fast sämtliche Sperren im bayrischen Allgäu in Trockenmauerwerk hergestellt (Abb. 83). Da eine Verbindung der einzelnen Steine miteinander fehlt, so müssen möglichst große Steine verwendet werden, die nur eine ganz rohe Bearbeitung erfahren. Für die Herstellung eines guten Verbandes sind die Fugen satt mit Steinsplittern auszuzwicken.

Die in Zementmörtel gemauerten und die Betonsperren sind widerstandsfähiger als Trockensperren, dafür aber auch erheblich teurer.

Im Grundriß sind die Sperren geradlinig oder nach Kreisbogen angeordnet, dessen konvexe Seite dem Oberwasser zugekehrt ist. Damit soll eine gewölbartige Wirkung erzielt werden, welche die Widerstandsfähigkeit der Mauer erhöht.

Bei Gestaltung der Krone der Sperren im Aufriß sind die Ansichten geteilt. Die einen ziehen einen horizontalen Verlauf der Überfallkante vor und begründen das damit, daß dadurch ein gleichmäßiger Überfall des Wassers und eine gleichmäßige Verteilung der auskolkenden Kraft des abstürzenden Wassers auf die Sohle erreicht wird. Die anderen ziehen die Krone von der Mitte nach den Seiten in die Höhe aus dem Grunde, um das Wasser nach der Mitte zu konzentrieren und es so von den Mauerflügeln und den Hängen abzuhalten. Klar ist jedoch, daß dann der Angriff auf die Mitte des Absturzbettes um so heftiger ist.

Die Stellen, wo Sperren anzulegen sind, werden innerhalb gewisser Grenzen meist nach der lokalen Beschaffenheit

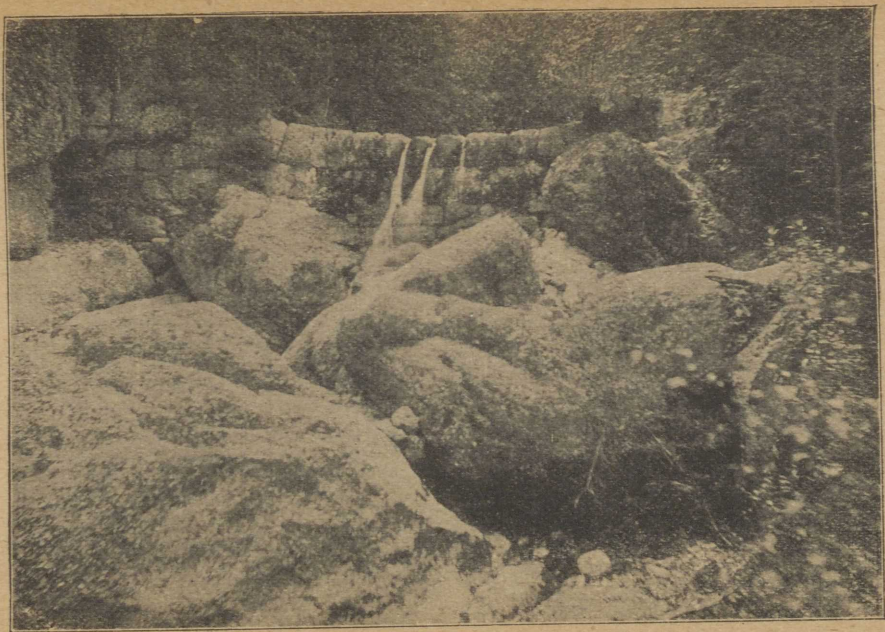


Abb. 83 Sperre in Trockenmauerwerk:

des Bachbettes und der anschließenden Hänge ausgewählt. Man greift, um gleichzeitig an Mauerwerk zu sparen, möglichst solche Stellen aus, wo sich das Gebirge eng zusammenschließt und aus gewachsenem Fels besteht. Auch an große im Bachbett liegende Steinblöcke können die Sperren sicher angeschlossen werden (Abb. 83). Ist das Gefälle sehr stark, so kommen vollständige kaskadenartige Abstürze zur Anwendung (Abb. 84).

Sehr wichtig ist ein genügender Eingriff der Sperren in die seitlichen Hänge, damit ein Umgehen der Mauer durch das Wasser nicht möglich ist. Ebenso wichtig ist eine gute genügend tiefe Gründung und eine stark ausgebildete Befestigung des Absturzbettes gegen die unterkolkende Wirkung der abstürzenden Wassermassen.

Als großartiges **Beispiel** von Sperrenbauten, welche in Zementmörtel hergestellt sind, seien die Verbauungen der Scesa bei Bludenz in Vorarlberg, Österreich, einer kurzen Besprechung unterzogen.

Die Scesa ist ein linksseitiger unterhalb Bürs in die Ill mündender Wildbach mit einer Länge von nur etwa $5\frac{1}{2}$ km.

Wenig oberhalb des Ortes Bürserberg ist der Eingang in das oberste Gebiet, das einer Grausen erweckenden, von drohenden Geröllhalden eingefassten Schlucht ähnlich ist, welche nach etwa 2 km Länge mit einem großartigen gegen 400 m im Durchmesser haltenden Geröllzirkus abschließt (Abb. 85).

Die Verbauung geschah mit einer großen Zahl (gegen 80 Stück) sehr nahe zusammengerückter steinerner Sperren, die im obersten Teile zu gewaltigen Bauwerken geworden sind (Abb. 85 u. 86). So hat die oberste Sperre eine Länge von 120 m, eine Höhe in der Mitte von etwa 10 m und einen Kubikinhalt an Mauerwerk von etwa 4000 cbm. Abb. 87 stellt einen Schnitt durch die Mitte der obersten acht Sperren dar, deren Entfernung untereinander 10 m beträgt.



Abb. 84. Kaskaden am Kapellenbach bei Immenstadt.

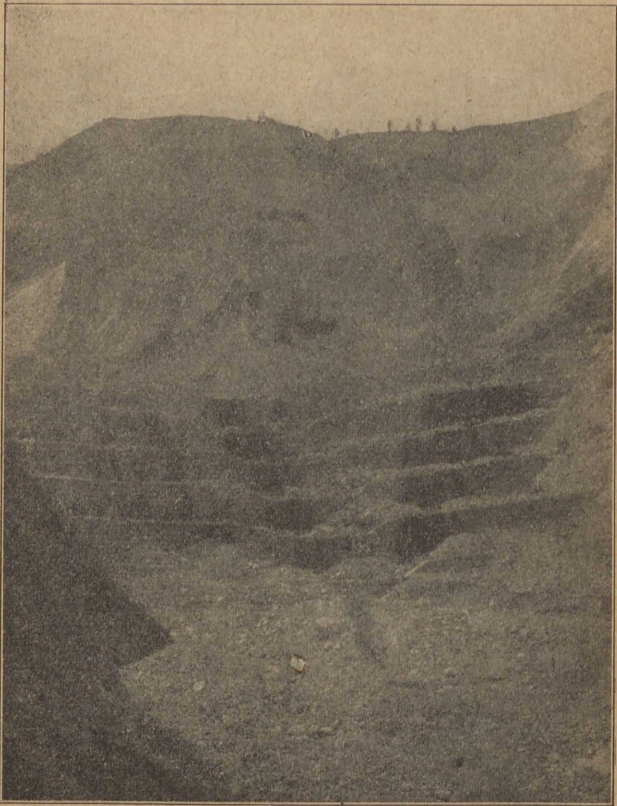


Abb. 85. Oberste Sperren und Abbruchsgebiet der Scesa bei Bludenz (Vorarlberg).

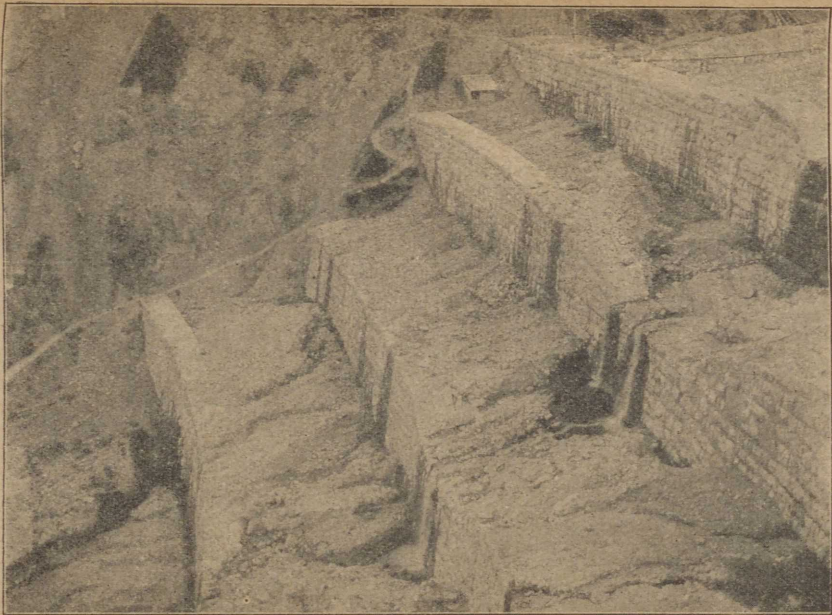


Abb. 86. Oberste Sperren der Scesa bei Bludenz (Vorarlberg).

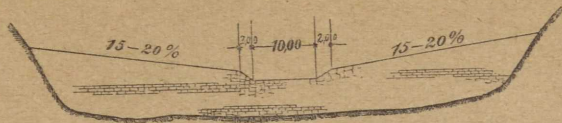


Abb. 88. Ansicht.

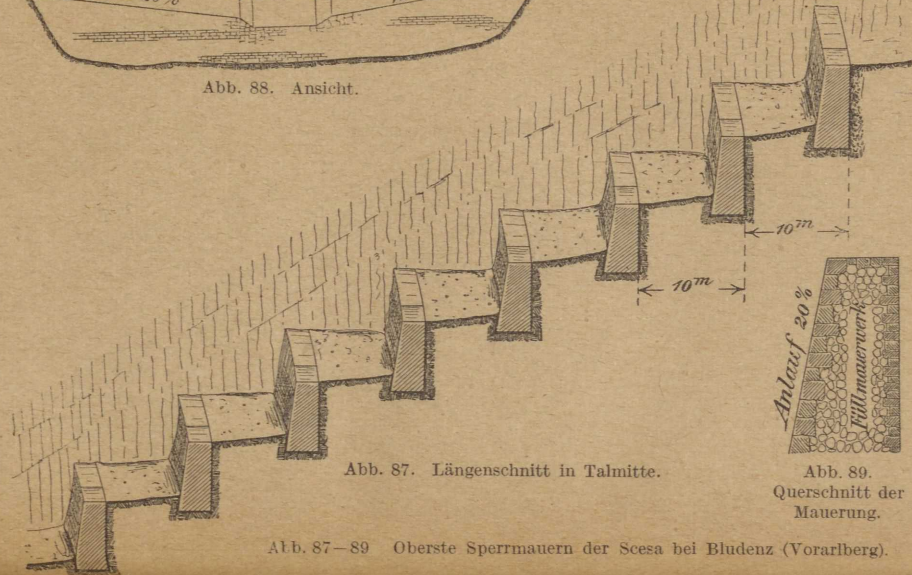


Abb. 87. Längenschnitt in Talmitte.

Abb. 89.
Querschnitt der
Mauerung.

Abb. 87-89 Oberste Sperrmauern der Scesa bei Bludenz (Vorarlberg).

Vorne haben die Mauern einen Anzug von 20%, im Grundriß sind sie nach einem Kreisbogen gestaltet. Die Stärke der obersten Mauer beträgt in der Mitte und oben 2,20 m, die in der Sohle auf 4 m zunimmt. Seitlich ist die Mauer entsprechend stärker. Zum Schutz gegen Unterkolkung ist jede Sperre gegen die nächstuntere um $1\frac{1}{2}$ m tiefer gegründet. Die Absturzhöhen der drei obersten Sperren betragen 8 m, $7\frac{1}{2}$ m und $6\frac{1}{2}$ m.

In Abb. 88 ist eine Ansicht der obersten Sperre skizziert. Der mittlere tiefste Teil der Überfallkante hat eine Breite von 10 m, dann steigt die Krone auf 2 m Länge um $1\frac{1}{2}$ m an, worauf die Flügel mit 20% sanft gegen die Hänge sich erheben.

Das Profil der Mauerung ist in Abb. 89 dargestellt. Der Mangel an größeren Steinen hat dazu geführt, nur das Sichtmauerwerk aus solchen auszuführen, das Füllmauerwerk dagegen aus den massenhaft vorhandenen Lesesteinen, welche eingebracht und mit Mörtel übergossen wurden, zu bilden.

Die sehr großen Kosten dieser Verbauungsarbeiten sind nur in nebensächlicher Weise in dem Streben nach Verhinderung weiteren Verlustes an Weideland begründet, die Hauptbeweggründe liegen vielmehr darin, daß die Geschiebe der Scesa bei weiterem Vordringen die Bahnlinie bedrohen und die Ill zum Aufstau bringen könnten.

Schließlich sei noch erwähnt, daß die Sperren auch als Wasseraufspeicherungswerke zum Betrieb von Wasserkraftanlagen benützt werden können. Abb. 90 zeigt eine derartige Talsperre im Steigbach oberhalb Immenstadt im bayrischen Allgäu, wobei das Wasser zum Betrieb einer großen Bindfadenfabrik abgeleitet wird. Das Wasserbecken muß natürlich von Zeit zu Zeit ausgeräumt werden.

Die Sperren in Beton sind verhältnismäßig selten, weil in den Wildbachgebieten Steinmaterial von genügend

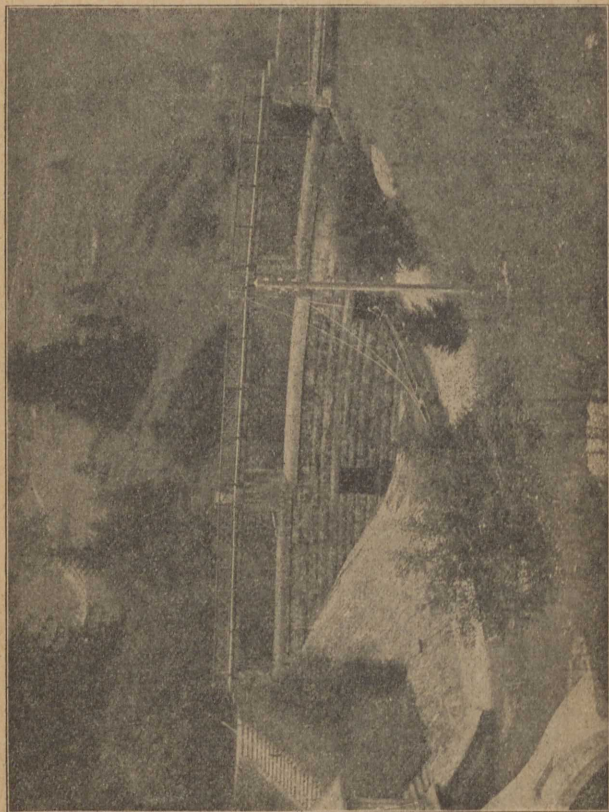


Abb. 90. Talsperre im Steigbach bei Immenstadt.

kleiner Korngröße kaum angetroffen wird, das Quetschen teuer und auch der Zement in den entlegenen Gebieten nicht wohlfeil ist.

b) Hölzerne und gemischte Sperren.

Das Holz wird dabei als Rundholz und als Buschholz verwendet.

Reine Holzsperrn sind die *Rauhbausperrn*, bei denen Bäume nach Art der Abb. 91 kreuz und quer übereinandergelegt und dabei nach hinten allmählich zurückgesetzt werden.

Die gemischten Sperrn werden in der Hauptsache als ein- und zweiwandige Steinkasten ausgeführt. Diese bestehen auf der vorderen Seite bzw. auf beiden Seiten aus übereinandergelegten Rundstämmen, welche durch bachaufwärts gelegte Zangenhölzer in das Erdreich bzw. unter sich verankert und zur Beschwerung mit Steinen ausgefüllt sind. Die Abb. 92—94 stellen im Grundriß und in



Abb. 91. Rauhbausperrre.

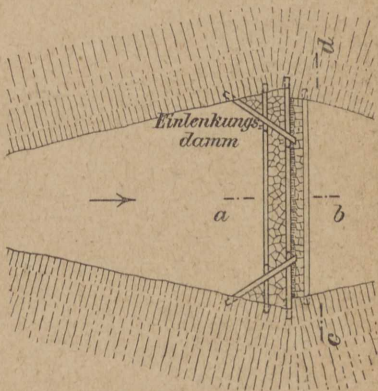


Abb. 92. Grundriß.

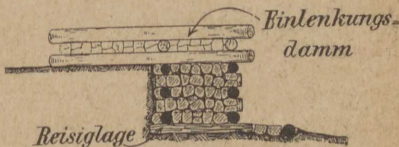


Abb. 93. Schnitt a—b.

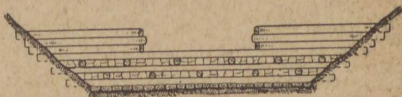


Abb. 94. Schnitt c—d.

Abb. 92—94. Steinkastensperrre.

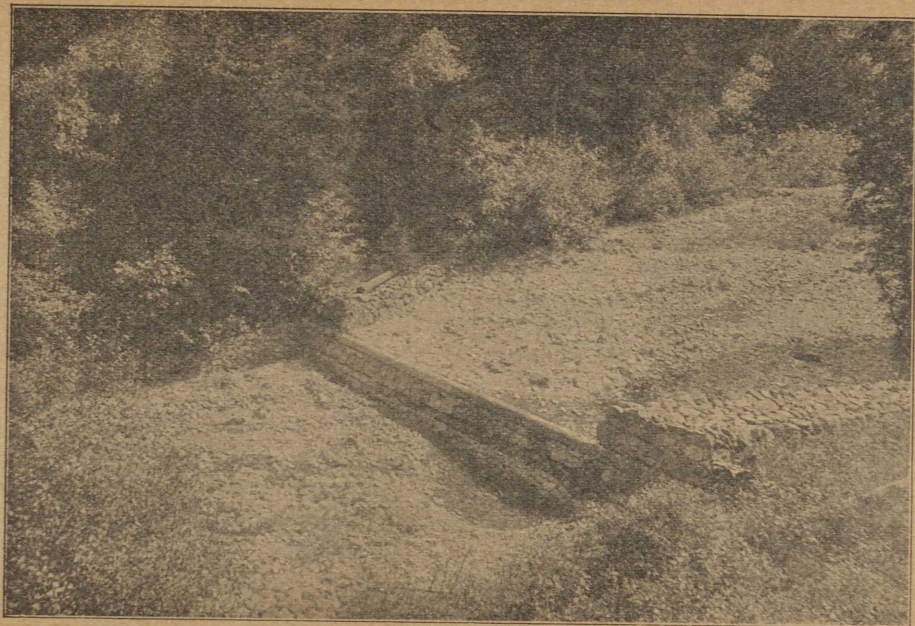


Abb. 95. Steinkastensperre mit Einlenkungsdämmen aus Steinsatz

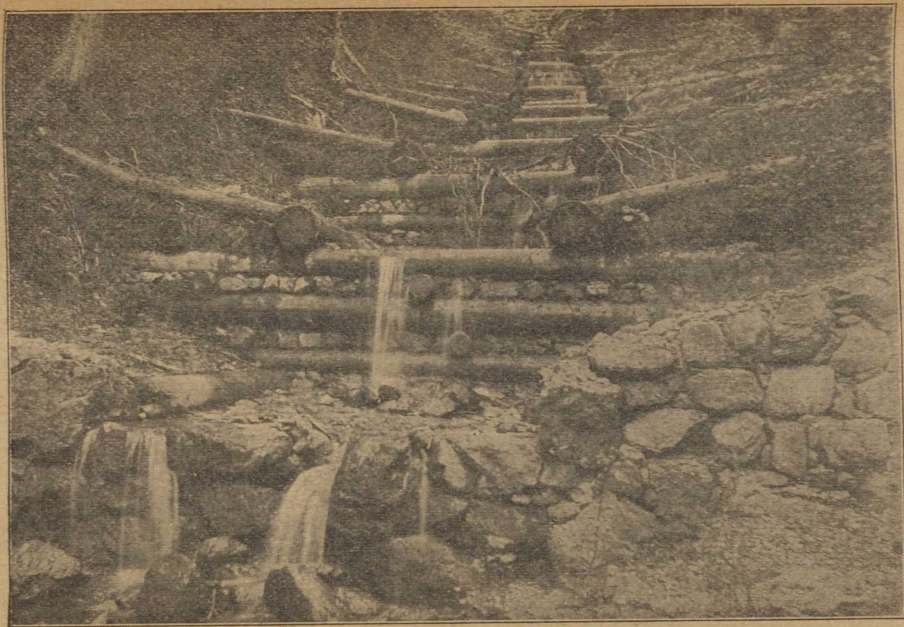


Abb. 96. Treppenförmige Verbauung mit Holz und Stein an einem Seitenbach der Rohrmooser Starzlach bei Oberstdorf (bayr. Allgäu).



Abb. 97. Steinkastenbauten in der Dornbirner Ache.

Schnitten, Abb. 95 im Lichtbilde eine derartige Steinkastensperre dar, wobei der Bau auf einer Lage von Reisig aufsitzt. Die Flügelbauten, welche die Einlenkung des

Wassers nach der Mitte zu bewerkstelligen, die Einlenkungs-dämme, sind in der geometrischen Zeichnung aus Holz mit Steinfüllung, im Schaubilde aus Steinsatz erstellt. Die Abb. 96 zeigt eine treppenförmige Verbauung in gemischter Art bei einem Bache mit sehr starkem Gefälle.

Schließlich ist in Abb. 97 noch in mehr übersichtlicher Weise eine Partie der Dornbirner Ache dargestellt, welche mit Steinkasten verbaut ist.

4. Nebenwerke.

Unter diesem Stichwort sollen diejenigen Arbeiten besprochen werden, welche nicht im Hauptbache selbst, sondern in den kleinen Seitenrinnen, den Runsen, sowie auf den Hängen unternommen werden und dazu dienen, die Hauptarbeiten im Wildbache zu unterstützen. An Wichtigkeit stehen sie diesen nicht nach.

Runsen- und Hangverbauung. Die Runsen sind steile rinnenartige Vertiefungen in den Hängen, durch welche bei Regenwetter das Wasser mit großer Schnelligkeit seinen Weg nimmt, sich dabei immer tiefer eingrabend und dem Ziele eines Wildbaches zustrebend.

Dieser Sohlenerosion wird vorgebeugt, indem man die Runsen schalenartig ausbaut oder durch Flechtzäune das starke Gefälle treppenartig bricht.

Entwässerung. Die Neigung der Geröllhalden zum Abrutschen wird erhöht, wenn dieselben von Quellen durchzogen, das heißt naß sind, weil der natürliche Böschungswinkel des durchnäßten Materials erheblich kleiner als derjenige des trockenen ist. Es gilt daher, die Wasser aus den Halden zu entfernen, d. h. sie in Entwässerungsgräben zu sammeln und unschädlich abzuleiten. Diese Gräben sind Sickerschlitze, welche in ihrem unteren Teil mit Steinen, Faschinen oder Holzstangen gefüllt sind, ähnlich

wie man das bei der Entwässerung der Einschnitte bei Eisenbahnen macht.

Aufforstung und Berasung. Das Endziel jeder Wildbachverbauung muß die Berasung und Aufforstung der Gebirgshalden sein.

Die Berasung der Hänge geschieht in den meisten Fällen durch Besäen der Fläche mit Samen von leicht wachsbarem Gras oder sonstigen Pflanzen. Es wird vorgezogen, nicht eine einzige Samenart, sondern eine Mischung von verschiedenen Samenarten einzusäen.

Ist es erforderlich, eine Fläche möglichst rasch zum Begrünen zu bringen, oder schlägt der Grassamen nicht an, so bringt man Rasenstücke auf, die allenfalls mit kleinen Pfählen auf dem Boden festgehalten werden.

Zur Aufforstung werden am liebsten Laubbäume verwendet, erst in zweiter Linie Nadelhölzer. Von den ersteren sind am vorteilhaftesten Weide, Erle und Pappel. Die Pflanzung geschieht meist mit Schnittstücken, sog. Setzlingen, das sind triebfähige Reiser, welche in den Boden eingesteckt werden.

5. Schalen.

Während wir bis jetzt die Maßnahmen kennengelernt haben, welche die Geschiebeerzeugung zu verhindern berufen sind, erübrigt es noch, diejenigen Arbeiten zu besprechen, welche die unschädliche Abfuhr derselben bei der Durchquerung des freien Talgeländes bewerkstelligen sollen.

Beim Heraustritt aus dem Gebirgsinnern steht dem Wildbach plötzlich im Talboden eine ebene große Fläche zur Verfügung, welche den Niederschlag der Geröllmassen zur Folge hat und zu Verwilderungen Anlaß gibt. Der Bach muß deshalb eingeschränkt werden und es muß ihm ein Rinnsal gegeben werden, welches so beschaffen ist, daß es die Wassermenge und insbesondere die Geschiebe glatt abzuführen vermag. Derartige Rinnen heißt man Schalen.

Ihre Linienführung ist möglichst gestreckt zu gestalten, um Wasser und Geröllmassen keinen Anlaß zur Anstauung zu geben.

Die Querprofilform kann auf der Sohle kreisförmig ausgerundet (Abb. 98) oder trapezförmig sein (Abb. 99 u. 100).

Die Befestigung der Sohle und Böschungen ist je nach dem Gefälle verschieden stark. Meist wird

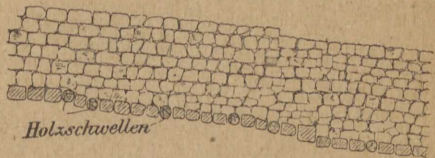
hierfür eine rauhe, aber solide Pflasterung mit oder ohne Zementmörtel verwendet. Ist die Sohlenneigung zu stark, so wird das über das zulässige Maß hinausgehende Gefälle in kleinen stufenartigen

Abstürzen zu nichte gemacht, die aus Steinen (Abb. 101) oder quer liegenden Holzschwellen gebildet sein können (Abb. 102).

Ist das zur Verfügung stehende Gefälle klein, so muß eine möglichst glatte Ausführung der Rinnsalwände und insbesondere ihrer Sohle erfolgen, um den ungestörten Abgang der Geschiebe zu ermöglichen. Es kann dann die Sohle mit Tonschalen ausgelegt oder, wie in Abb. 103, aus Bohlen hergestellt werden.



Abb. 98. Runde gepflasterte Schale.



Längenschnitt.



Querschnitt.

Abb. 99. Trapezförmige Schale mit Sohlenpflaster und Holzschwellenfixierung.

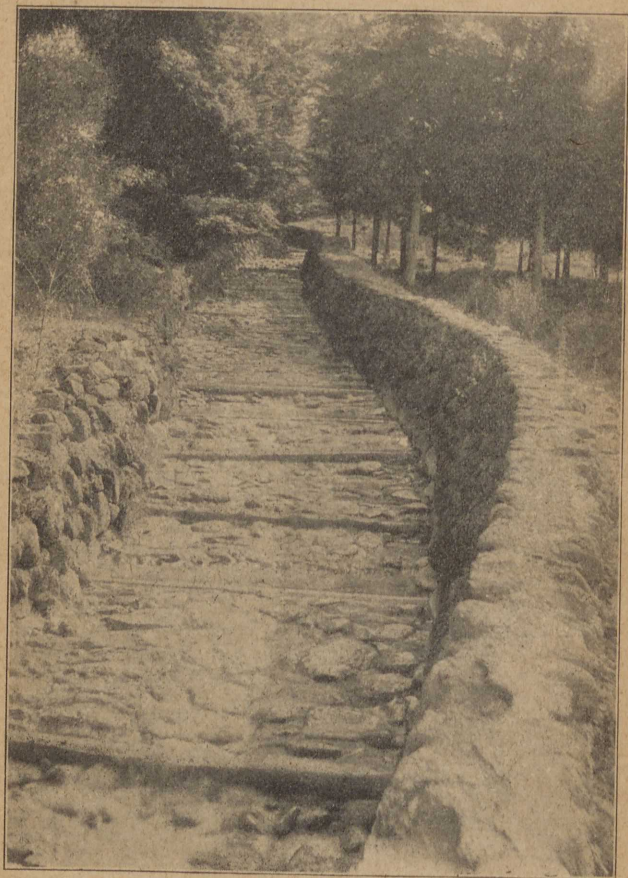


Abb. 100. Trapezförmige Schale mit Sohlenpflaster
und Holzschwellenfixierung.

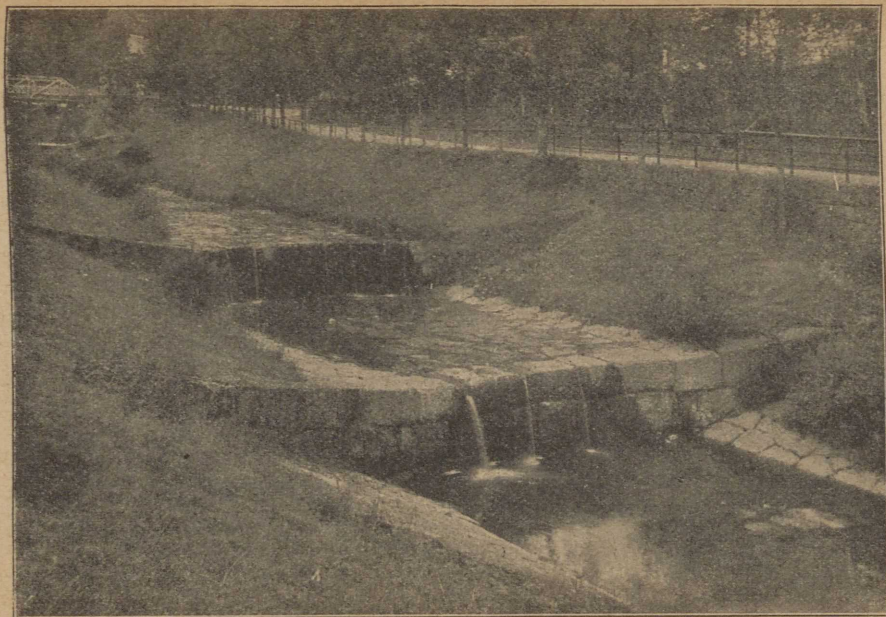


Abb. 101. Schale mit stufenartigen Abstürzen aus Stein



Abb. 102. Schale mit Abstürzen aus Holzschwellen und Faschinensturzbett.

6. Geröllfänge und Schuttlagerplätze.

Soll nach Möglichkeit verhindert werden, daß die Geschiebe in das Bett des Hauptflusses gelangen, so schaltet man in den Bachlauf sog. Kies- und Geröllfänge, wie sie bei kleineren, und Geschiebelagerplätze, wie sie



Abb. 103. Schale mit Sohle aus Bohlenbelag.

bei größeren Verhältnissen heißen, ein. Diese Anlagen sind beckenartige Erbreiterungen, welche außerdem noch



Abb. 104. Geröllfang.

vermöge ihrer sonstigen Anordnung die Ablagerung der Geschiebemassen herbeizuführen in der Lage sind. Selbstverständlich müssen die Geröllfänge zur Erhaltung ihrer Wirksamkeit von Zeit zu Zeit ausgeräumt werden. Abb. 104 zeigt einen kleinen Geröllfang, Abb. 105 zeigt den großen

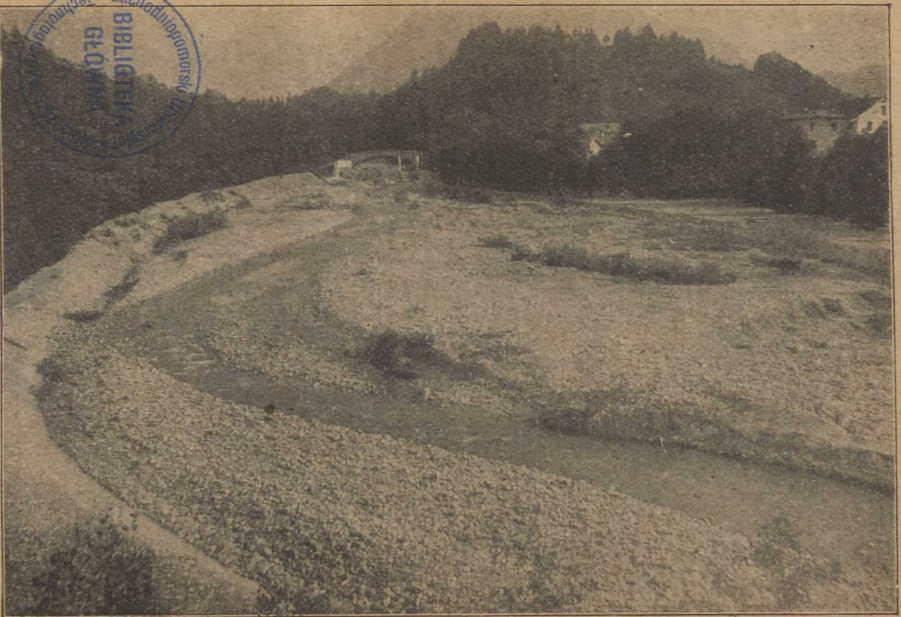


Abb. 105. Geschiebelagerplatz an der Trettach bei Oberstdorf.

Geschiebelagerplatz an der Trettach bei Oberstdorf bei deren Heraustritt aus dem Gebirge in die Talweitung.

Zacharijdomsche
BIBLIOTEKA
GLÖWNA
Technologischer

Stoll in der
Stoll in der
Stoll in der

8*

Register.

- Abflußmenge 15.
Abzugsöffnungen 59.
Altwasser 59.
Anbohren von Felsen unter Wasser 71.
Aufforstung der Wildbachhänge 108.
Aufgesetzte Wand bei Bohlwerken 45.
Aushub der Durchstiche 45.
Ausschußlage beim Packwerksbau mit schwimmenden Lagen 55.
Bepflanzung der Flußufer 35.
Berasung der Flußufer 35.
Berasung der Wildbachhänge 108.
Berauhwehrung 36.
Betsenkstücke 35.
Bewurzung der Packwerke 51.
Bohlwerke 44.
Buhnen, Allgemeines 51.
— aus Packwerk 54.
— aus Senkfaschinen 54.
— in Stein 53.
Buhnenkammer 55.
Buhnenkopf 52.
Buhnenwurzel 52.
Deiche 61.
Deichbruch 64.
Deichschau 64.
Deichverband 64.
Deichverteidigung 64.
Diepoldsauer Durchstich 68.
Donaukatarakte am Eisernen Tor 71.
Doppelprofil 22.
Drahtwalzen mit Steinfüllung 28.
Durchlässige Einbauten 75.
Durchstiche 64.
Durchstichgraben 65.
Einzugsgebiet 16.
— eines Wildbaches 86.
Eisbrechdampfer 62.
Eisstopfungen 62.
Entwässerung der Wildbachhänge 107.
Faschinenbank 26.
Faschinenmesser 24.
Fels Sprengungen unter Wasser 71.
Felszertrümmerungen 72.
Flachlandsflüsse 6.
Flachrasen 36.
Flechtzäune als Verlandungsbauten 60.
Flußbaulaboratorien 9.
Flußgeschiebe, Entstehung 17.
—, Größe 17.
Flußlauf, natürliche Gestalt 18.
Flußräumungen 70.
Flußregulierung aus hygienischen Gründen 9.
— wegen Ausnutzung der Wasserkraft 7.
— wegen der Landwirtschaft 7.
— wegen der Schifffahrt 9.
Flußregulierungsarbeiten 47.
Flußvertiefungen 8.
Flutaufspeicherungswerke 75.
Ganguillet-Kuttersche Formel 15.
Gebirgsflußregulierung 74.
Gefälle der Wildbäche 88.
Geröllfänge 112.
Geschiebe 17.
Geschiebelagerplätze 112.
Grundswellen 78.
Hangunterwühlung bei den Wildbächen 88.
Hangverbauung 107.
Hochwasser, Verhältniszahlen zum Niederwasser beim Rhein 12.
Hochwasserdamm, Dichtung 64.
—, Schüttung 63.
Holzwände als Uferschutz 44.
Kaimauern 46.
Kapellenbach bei Immenstadt, Verbauung 87.
Kippschiffe 24.
Kopfrasen 36.
Kreislauf des Wassers 5.
Kribben s. Buhnen.
Kupierungen s. Zuschußbauten.
Lagepläne bei Flußbauten 10.
Längenprofil der Flüsse 10.
Längsbauten s. Parallelwerke.
Leitgraben bei Durchstichen 65.
Leitwerke s. Parallelwerke.
Linienführung der Flüsse 18.
Materialstauwerke 92.
Murgänge 17 n. 89.
Niederungsflüsse 6.
Normalbreiten 20.
Normalprofil d. Flüsse 19.

- Oberflächenschwimmer 14.
 Packwerksbauten 50.
 — mittels schwimmender Lagen 54.
 Parallelwerke, Allgemeines 47.
 — aus Packwerk 50.
 — aus Senkfaschinen 49.
 — in Stein 48.
 Pegel 11.
 Pegelbuch 11.
 Peilstange 13.
 Pflasterungen 30.
 Pitotsche Röhre 14.
 Polder 62.
 Querprofile der Flüsse 10.
 Querwerke 47.
 Raubbäume 39.
 Raubbausperrre 103.
 Rheinregulierung zwischen Bingen und St. Goar 71.
 Rücklage beim Packwerksbau mittels schwimmender Lagen 55.
 Runsenverbauung 107.
 Schalen 108.
 Schiffahrtshindernisse 70.
 Schleppkraft 18.
 Schlickzäune zur Verlandung 60.
 Schöpfdämme 63.
 Schuttkegel 87.
 Schuttlagerplätze 112.
 Schwebende Einbauten 75.
 Schwimmer 13.
 Seedeich 61.
 Senkfaschinen, Herstellung 26.
 —, endlose 28.
 Senkwalzen aus Beton 29.
 — aus Draht mit Steinfüllung 28.
 Senkwellen 28.
 Sinkstück 56.
 Sinkwalzen 28.
 Sohlenerhöhung der Flüsse 8
 Sohlenerosion bei Wildbächen 88.
 Sohlenschwellen 78.
 — in der Dornbirner Ache bei Dornbirn 83.
 — in der Iller bei Egelsee 83.
 — in der Mangfall 78.
 — in der Stillach bei Oberstdorf 82.
 Sohlenstaffelung bei Wildbächen 92.
 Sommerdeich 62.
 Sperren 93.
 — aus Stein in der Seesa bei Bludenz 96.
 — aus Steinkasten 103.
 Sprentlage 39.
 Steinberollungen 30.
 Steinboote 24.
 Steinkasten als Uferschutz 39.
 Steinwürfe 24.
 Stromkarten 10.
 Stromschnellen 71.
 Taucherschacht zum Anbohren von Felshindernissen im Flußgrunde 71.
 Tiefenschwimmer 14.
 Traversen als Verbindungsbauten der Parallelwerke mit dem Ufer 48.
 Uferdeckungen 23.
 — aus Berasung und Pflanzung 35.
 Uferdeckungen aus Pflasterung 30.
 — aus Senkfaschinen 25.
 — aus Steinen 24.
 Ufergraben bei Durchstichen 68.
 Ufermauern siehe Kai-mauern.
 Uferschutz mit Steinkasten an der Stillach 39.
 Unterstützungsbauten bei Verlandungen 59.
 Verlandungen 59.
 Verlandungsöffnungen 59.
 Vorlage beim Packwerksbau mittels schwimmender Lagen 55.
 Vorlandstreifen 21.
 Wasserführung der Flüsse 11.
 — der Wildbäche 88.
 Wassergeschwindigkeit 13.
 Wassermengenkurve 11.
 Wassermessungen 12.
 Wasserscheiden 16.
 Wasserstände der Flüsse 10.
 Weidenpflanzungen als Uferschutz 36.
 — zur Verlandung 60.
 Wildbachverbauung 86.
 Winterdeich 61.
 Wippen 36.
 Wolfsche Gehänge 76.
 Woltmannscher Flügel 14.
 Wurstbank 26.
 Würste siehe Wippen.
 Zuschlußbauten 73.

ADOLF SOMMERFELD

Bauausführungen BERLIN W9

SCHELLINGSTRASSE 5

Fernruf: Nollendorf 1620; Lützow 713, 4658, 4659, 5032
Drahtanschrift: Großbauten Berlin

*

Abteilungen:

Siedlungswesen	Transporte mit Voll- u.
Hochbau, Tiefbau	Feldbahnen
Torfverwertung	Schottergewinnung

Werke:

Säge- u. Hobelwerke	Vollbahnen · Feld-
Ziegelei	bahnen
Torfwerk	Lokomotiven,
Schotterwerk	Lokomobilen

Filialen:

Danzig	Stettin
Weichselmünde	Dragemühl
Kolmar	Insterburg
(in Posen)	Tilsit
Schneidemühl	Podejuch

Spezialität:

Siedlungsblockhäuser u. Hallenbauten

FLOTTMANN

**Spezialfabrik
von Pressluftanlagen für
Bauunternehmungen**

**Kompressoren
Gesteinsbohrhämmer
Gesteinsbohrmaschinen
Dreifussgestelle
Pressluftstampfer
Niet- und Meisselhämmer
u. dergl.**

**Maschinenbau-Aktiengesellschaft
H. Flottmann & Comp.
Hauptwerk und Zentrale: Herne i.W.**



Nieflose
Spundwandeisen
Bauart Larßen

Deutsch-Luxemburgische
Bergwerks- u. Hütten-A.G.
Abteilung

Dortmunder Union
Dortmund

