UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

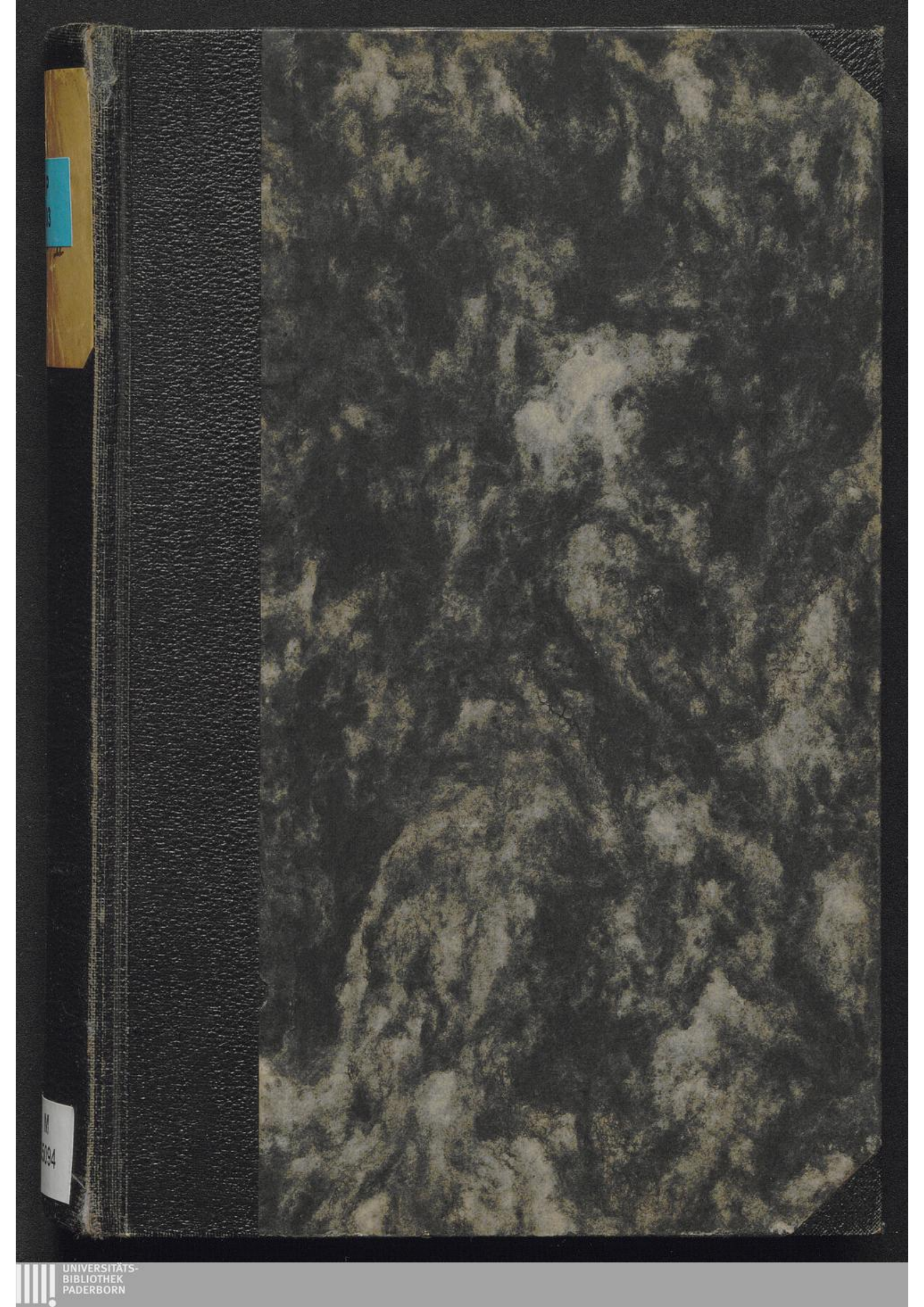
Der Wasserbau an den Binnenwasserstrassen

Mylius, Bernhard

Berlin, 1906

urn:nbn:de:hbz:466:1-82111

Visual Library



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

HÖH. TECHN. STAATSLEHRANSTALT HÖXTER

~~I 14. 5801~~
~~925~~
a II

DER WASSERBAU

AN DEN

BINNENWASSERSTRASSEN

EIN LEHR- UND HANDBUCH FÜR
STROMAUFSICHTSBEAMTE DER PREUSSISCHEN
WASSERBAUVERWALTUNG

IM AUFTRAGE DES MINISTERIUMS DER ÖFFENTLICHEN
ARBEITEN HERAUSGEGEBEN

VON

MYLIUS UND ISPHORDING
REGIERUNGS- UND BAURÄTE

TEIL II

BAUKUNDE

KÖNIGLICH PREUSSISCHE BAU... HÖXTER

03
M
35094

BERLIN
VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN
1906

EK 3082
K B II / M 6

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Nachdruck verboten.

Alle Rechte vorbehalten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

KÖNIGLICH PREUSSISCHE BAUGEWERKSCHULE HÖXTER

Inhalt des II. Teiles.

Baukunde.

Abschnitt 1. Meßkunde.
„ 2. Baustofflehre.
„ 3. Anstriche.
„ 4. Untersuchung des Baugrundes.
„ 5. Erdarbeiten.
„ 6. Baggerarbeiten.
„ 7. Sprengarbeiten.
„ 8. Wege- und Pflasterarbeiten.
„ 9. Maurerarbeiten.
„ 10. Mörtel- und Betonbereitung.
„ 11. Zimmerarbeiten.
„ 12. Eisenteile.
„ 13. Dampfmaschinen.
„ 14. Gründungen.
„ 15. Abdämmen.
„ 16. Wasserschöpfen.
„ 17. Rammen, Pfahlausziehen und -abschneiden.
„ 18. Geräte zum Heben.
„ 19. Tauchen.
„ 20. Strombau.
„ 21. Beseitigung von Eis und Schiffahrtshindernissen.
„ 22. Schiffahrtskanäle.
„ 23. Kanalisierte Flüsse.
„ 24. Schiffsschleusen.
„ 25. Wehre.
„ 26. Brückenbau.
„ 27. Ladestellen, Häfen, Bauhöfe.
„ 28. Deichbau.
„ 29. Schiffahrtsbetrieb.
„ 30. Fähren und Landebrücken.
„ 31. Schiffbau.
„ 32. Telegraphen- und Fernsprechanlagen.
„ 33. Entwürfe und Kostenanschläge.
Anhang.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

KÖNIGLICH PREUSSISCHE BAUGEWERKSCHULE
HÖXTER

Vorwort zum II. Teil.

Das Lehr- und Handbuch „Der Wasserbau an den Binnenwasserstraßen" umfaßt zwei Hauptteile und einen Anhang.

Der bereits erschienene I. Teil enthält: Verwaltungs- und Gesetzeskunde,

der vorliegende II. Teil enthält: Baukunde,

der ebenfalls erschienene Anhang ist ein Leitfaden im Rechnen, in der Flächen- und Körperlehre.

Das Buch ist hauptsächlich für die Ausbildung der Stromaufsichtsbeamten, besonders der Wasserbauwarte bestimmt und soll als Vorbereitungsmittel für die Wasserbauwartprüfung dienen.

Da manche Gegenstände darin neu behandelt sind und überall besonders auf die Bedürfnisse der Anwendung und des Betriebes möglichst Rücksicht genommen ist, so möchte das Buch auch in weiteren Fachkreisen willkommen sein.

Die Verzögerung im Erscheinen des II. Teiles ist durch sachliche Schwierigkeiten hervorgerufen worden, die hauptsächlich in der Verschiedenheit der Verhältnisse an den preußischen Wasserstraßen begründet sind und eine Umarbeitung und Erweiterung des ersten Entwurfes nötig machten.

Bei der Bearbeitung wurde möglichst dahin gestrebt, den Stoff nur auf das wirklich Verwendbare zu beschränken. Wegen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Vielseitigkeit der preußischen Wasserstraßen mußte aber teilweise mehr geboten werden, als der einzelne Stromaufsichtsbeamte gerade gebrauchen wird. Anderseits konnten nicht alle Verschiedenheiten gleichmäßig berücksichtigt werden. Dies würde zu einem übermäßigen Umfange des Buches geführt haben; außerdem hätte es an Übersichtlichkeit eingebüßt.

Die Verfasser haben außer ihrer eigenen technischen Kenntnis und Erfahrung auch manche amtliche und nicht amtliche Veröffentlichungen, Bearbeitungen und Nachrichten, ferner bekannte, verbreitete technische Werke benutzt. Es erschien jedoch nicht zweckmäßig, alle diese Quellen an zutreffender Stelle anzuführen, da die Leser, für welche das Buch in erster Linie bestimmt ist, die Übersicht dadurch verlieren würden.

Liegnitz und Aachen, im Oktober 1906.

Die Verfasser.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Inhaltsverzeichnis des II. Teiles.

Abschnitt 1. Meßkunde. Seite

A. Messungen in wagerechter Ebene 1
B. Messungen in senkrechter Ebene (Nivellieren) 6
C. Peilungen 10
D. Geschwindigkeitsmessungen 14
E. Pegel 15
F. Zeichnerische Darstellung der Messungen 17

Abschnitt 2. Baustofflehre.

A. Natürliche Steine 20
B. Künstliche Steine 25
C. Mörtelstoffe 26
D. Bauhölzer 29
E. Strauchbaustoffe 32
F. Metalle 34

Abschnitt 3. Anstriche 37

Abschnitt 4. Untersuchung des Baugrundes 40

Abschnitt 5. Erdarbeiten.

A. Allgemeines 43
B. Gestaltung der Querschnitte 44
C. Ausführung der Erdarbeiten 48

Abschnitt 6. Baggerarbeiten.

A. Allgemeines 59
B. Baggergeräte 60
C. Geräte zum Fortschaffen des Baggerbodens 72
D. Ausführung der Baggerarbeiten 75

Abschnitt 7. Sprengarbeiten.

A. Allgemeines 80
B. Sprengstoffe 81
C. Ausführung der Sprengarbeiten 84
D. Vorbereitung und Abnahme der Felsensprengungen unter Wasser 90
E. Vorschriften über den Verkehr mit Sprengstoffen 91
F. Unfallverhütungsvorschriften für Sprengarbeiten 94

Abschnitt 8. Wege- und Pflasterarbeiten 96

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Seite

Abschnitt 9. Maurerarbeiten.
A. Allgemeines . . . 101
B. Ziegelmauerwerk . . . 102
C. Bruchsteinmauerwerk . . . 107
D. Werksteinmauerwerk . . . 108
E. Beton . . . 109
F. Putz . . . 110

Abschnitt 10. Mörtel- und Betonbereitung . . . 112

Abschnitt 11. Zimmerarbeiten.
A. Allgemeines . . . 118
B. Holzverbände . . . 119

Abschnitt 12. Eisenteile . . . 124

Abschnitt 13. Dampfmaschinen.
A. Allgemeines . . . 129
B. Dampfkessel . . . 129
C. Dampfmaschinen . . . 134

Abschnitt 14. Gründungen . . . 138

Abschnitt 15. Abdämmen . . . 149

Abschnitt 16. Wasserschöpfen . . . 152

Abschnitt 17. Rammen, Pfahlausziehen und -abschneiden.
A. Beschaffenheit und Abmessungen der Rammpfähle . . . 156
B. Arten der Rammen, Rammarbeit . . . 158
C. Weiteres über Ausführung der Rammarbeit . . . 160
D. Ausziehen der Pfähle . . . 161
E. Abschneiden der Pfähle . . . 162

Abschnitt 18. Geräte zum Heben . . . 164

Abschnitt 19. Tauchen.
A. Allgemeines . . . 175
B. Einzeltaucher . . . 175
C. Taucherschächte . . . 177
D. Unfallverhütungsvorschriften für das Arbeiten in Preßluft . . . 181

Abschnitt 20. Strombau.
A. Allgemeines über Flüsse . . . 183
B. Der Ausbau der schiffbaren Flüsse . . . 199
C. Ausführung der Strombauwerke . . . 215
D. Anfertigung von Packwerk und dergl. . . . 234
E Leichtere Uferdeckungen . . . 257
F. Unterhaltungsarbeiten . . . 260

Abschnitt 21. Beseitigung von Eis und Schiffahrtshindernissen.
A. Beseitigung von Eis . . . 262
B. Beseitigung von gesunkenen Schiffen und anderen Schiffahrtshindernissen . . . 267

Abschnitt 22. Schiffahrtskanäle.
A. Allgemeines . . . 274
B. Bauliche Einrichtungen des Kanalkörpers . . . 278
C. Bauliche Anlagen zur Speisung, Entlastung und Entleerung . . . 293

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Seite

D Bauliche Anlagen bei Kreuzung mit Wasserläufen, Wegen, Eisenbahnen und sonstige Bauwerke 296
E. Ladestellen, Häfen, Wendeplätze 302
F. Unterhaltungsarbeiten in Schiffahrtskanälen 303

Abschnitt 23. Kanalisierte Flüsse.

A. Allgemeines 304
B. Bauliche Einrichtungen 307
C. Unterhaltungsarbeiten 317

Abschnitt 24. Schiffsschleusen.

A. Allgemeines 318
B. Die Hauptanordnung der Schiffsschleusen 319
C. Der Schleusenkörper mit Zubehör 326
D. Schleusentore 337
E. Die Schützen der Tore und der Umläufe 349
F. Sparschleusen 354
G. Schiffshebewerke 355
H. Schleuseneinfahrten, Dalben u. dergl. 358
J. Betrieb und Unterhaltung der Schleusen 364

Abschnitt 25. Wehre.

A. Allgemeines 365
B. Feste Wehre 367
C. Bewegliche Wehre 373
D. Unterhaltungsarbeiten 384

Abschnitt 26. Brückenbau.

A. Allgemeines 385
B. Feste Brücken 388
C. Bewegliche Brücken 414
D. Hilfsvorkehrungen für Brückendurchfahrten 422
E. Unterhaltung der Brücken 425

Abschnitt 27. Ladestellen, Häfen, Bauhöfe.

A. Allgemeines 427
B. Schräge Ladeufer 428
C. Steile Ladeufer 431
D. Schrägufer mit steilen Aufsätzen oder Vorbauten 437
E. Ausrüstung der Ladeufer 437
F. Häfen 441
G. Bauhöfe 445
H. Unterhaltung der Häfen 448

Abschnitt 28. Deichbau.

A. Allgemeines 449
B. Abmessungen und Ausführung der Deiche 451
C. Unterhaltung der Deiche 457
D. Deichverteidigung 458

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 29. Schiffahrtsbetrieb. Seite

A. Fortbewegung der Schiffe 463
B. Steuern, Hemmen, Ankern, Sacken, Verholen, Anlegen . . . 471
C. Wasserbewegung bei schnell fahrenden Schiffen 477
D. Flößerei 480

Abschnitt 30. Fähren und Landebrücken.

A. Allgemeines über Fähren 483
B. Freifahrende Fähren 484
C. Fähren mit Leitung 486
D. Landevorrichtungen 495
E. Fährbetrieb bei Hochwasser, Eistreiben und drohenden Zusammenstößen 497
F. Besonderes über Landebrücken 498

Abschnitt 31. Schiffbau.

A. Allgemeines 504
B. Holzschiffe 509
C. Eiserne Schiffe 520
D. Gemeinsames über Schiffe 526

Abschnitt 32. Telegraphen- und Fernsprechanlagen.

A. Telegraphenanlagen 528
B. Fernsprechanlagen 540

Abschnitt 33. Entwürfe und Kostenanschläge 550

Anhang 565

Berichtigungen und Ergänzungen.

Seite 85, Ziff. 5 (Überschrift) lies: Sprengen **mit Pulver** statt des Pulvers.

„ 92, Ziff. 2. Jetzt gilt die Polizeiverordnung betreffend den Verkehr mit Sprengstoffen vom **14. September 1905** (Min.-Bl. f. d. i. V. 1905, S 173) statt vom 19. Oktober 1893. Der auszüglich mitgeteilte Wortlaut der Verordnung bleibt unverändert.

„ 105, 5. Zeile lies: **Leibung** statt Laibung.

„ 169, Ziff. 8, letzte Zeile lies: **Tummelbaum** statt Tunnelbaum.

„ 173, Zeile unter Abb. 210 lies: um **welche** statt um welchen.

„ 234, Ziff. 34, 2. Zeile lies: **15 cm** statt 15 m.

„ 495, Ziff. 13, 3. Zeile lies: (Abb. 617 **rechts**) statt (Abb. 617 links).

„ 524, 14. Zeile lies: Über **den** Sparren statt Über die Sparren.

„ 527, Ziff. 18. Schiffsgrößen. In das Verzeichnis ist einzusetzen unter Ziff. 7, Pregel und Memel:

in Spalte Tiefgang: Russische Wittinne 1,5 bis 1,6 m, Boydack 1,48 m, Kurischer Kahn 1,76 m;

in Spalte Ladefähigkeit: Kurischer Kahn 224 t.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 1.

Meßkunde.

A. Messungen in wagerechter Ebene.

1. Geräte zum Messen von Längen. Zur Bezeichnung der Punkte im Felde dienen Pfähle, ferner Stangen oder Fluchtstäbe (Piketts); letztere sind 2 bis $2^1/_2$ m lang, unten mit eiserner Spitze. Zum Messen von geraden Linien werden Meßstäbe (Meßruten, Meßlatten) verwendet. Diese sind im Querschnitt rund oder kantig, 5 cm stark und 3 bis 5 m lang. Sie sind durch abwechselnd schwarz-weißen oder rot-weißen Anstrich in Meter und Dezimeter geteilt. Zur Messung sind 2 Stäbe erforderlich, die abwechselnd aneinandergelegt werden. Um gut in der Fluchtrichtung zu messen, ist die Meßlatte am hinteren Ende anzufassen. Es wird erst beim Aufnehmen der Meßlatte gezählt. Bei starkem Gefälle des Geländes sind die Latten wagerecht zu halten und die Enden abzuloten. Zur Längenmessung dienen ferner die Meßkette und das Meßband. Die Glieder der ersteren bestehen aus dünnen Eisenstäben von je 0,5 m Länge; die ganze Länge beträgt 20 m. An den Enden der Kette sind Ringe angebracht, durch welche die Kettenstäbe gesteckt werden. Mit den Kettenstäben wird beim Messen zugleich gefluchtet. Die einzelnen Kettenlängen werden durch Zählstäbe (Markiernadeln) bezeichnet. Das Meßband, ebenfalls meist 20 m lang, besteht aus 1 mm starkem, 1 bis 2 cm breitem Stahlbande, auf welchem die ganzen und halben Meter durch Messingplatten bezeichnet sind. An den Enden hat das Meßband Ringe, durch die die Stäbe gesteckt werden, wie bei der Meßkette.

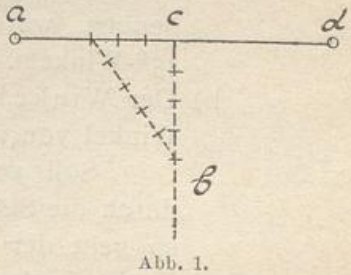


Abb. 1.

2. Geräte zum Abstecken von rechten Winkeln. Ist auf einer Linie *a d* (Abb. 1) eine Senkrechte im Punkte *c* abzustecken, so kann dies mangels geeigneter Winkelgeräte durch Messung geschehen, wie folgt (vergl. das Heft Anhang S. 22 Ziff. 17 und S. 37 Ziff. 49): Messe von *c* aus auf der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Linie $a\,c$ eine Strecke = 3 m ab, dann von c aus annähernd senkrecht zu $a\,d$ nach b eine Strecke = 4 m und schließlich vom Endpunkte der 3 m langen Strecke schräg eine Strecke = 5 m nach dem Endpunkt der 4 m langen annähernd senkrechten Strecke. Die Lage der 4 m- und der 5 m-Strecke rückt man dann verbessernd so zurecht, daß ihre Endpunkte in einem Punkte (b) zusammenfallen. Die Linie von diesem Punkte nach c ist dann die gesuchte Senkrechte.

Im übrigen dienen zum Abstecken:

a) Die Winkeltrommel (Winkelkopf, Abb. 2). Sie besteht aus einem hohlen, innen geschwärzten Messingzylinder oder Prisma, in welchem sich in Winkelabständen von 90° (oder 45°) Schlitze befinden. In der breiteren Hälfte jedes 90°-Schlitzes ist ein Pferdehaar (h) eingespannt. Mit einer Hülse, die unten an der Trommel festsitzt, wird diese auf einem etwa 1,5 m hohen Stab befestigt. Die Trommel ist mit der Hülse auf dem Stabe drehbar. Soll in c (Abb. 1) zur Linie $a\,d$ ein rechter Winkel abgesteckt werden, so setzt man den Stab mit der Winkeltrommel lotrecht in c ein und dreht die Trommel annähernd so, daß zwei gegenüberliegende Schlitze in die Flucht $c\,d$ fallen. Dann sieht man durch den Zielspalt h^1 des einen Schlitzes in die Richtung nach d und stellt die Trommel genau so ein, daß das Pferdehaar des Gegenschlitzes den Fluchtstab d deckt; alsdann tritt man hinter c und sieht durch den Zielspalt h^1 des um 90° zu $a\,d$ stehenden Schlitzes in die Richtung nach b und läßt einen Arbeiter einen Fluchtstab bei b so aufstellen, daß er durch das Pferdehaar des Gegenschlitzes genau gedeckt wird. Dann ist die so hergestellte Linie $b\,c$ rechtwinklig zu $a\,d$.

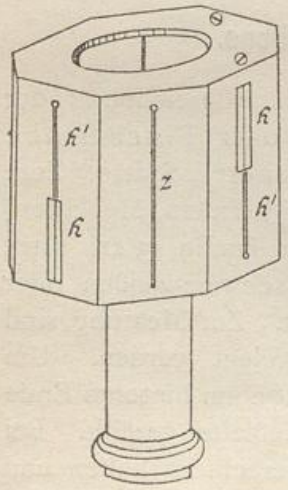


Abb. 2.

Die langen Zielspalte z, die zwischen den Haarschlitzen angeordnet sind, können ebenfalls zum Abstecken benutzt werden, besonders auch zum Abstecken von 45°-Winkeln.

b) Der Winkelspiegel (Abb. 3) besteht aus zwei unter einem Winkel von 45° gegeneinander geneigten Spiegeln (S).

Soll von P aus (Abb. 4) eine Senkrechte auf die durch die Stäbe p und p_1 bestimmte Gerade gefällt werden, so geht der Beobachter mit dem Winkelspiegel so lange in der Linie $p\,p_1$ vor- oder rückwärts, bis in dem Winkelspiegel der in P aufgestellte Fluchtstab mit den Fluchtstäben p und p_1 eine Linie bildet. Wenn in S eine Senk-

rechte auf $p\,p_1$ errichtet werden soll, so muß der Arbeiter mit dem Stabe P (quer zu $S\,P$) so lange vor- oder zurück-

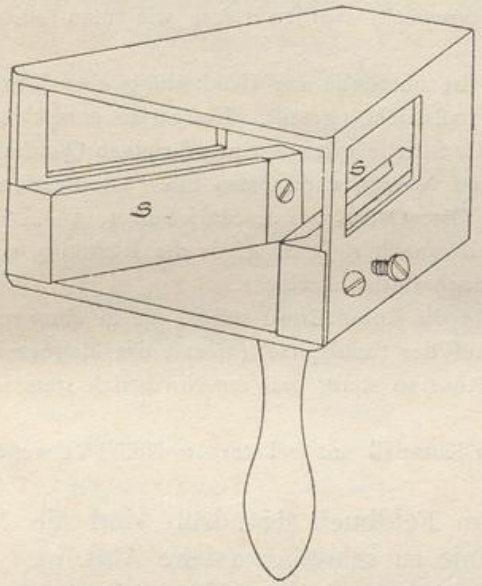


Abb. 3.

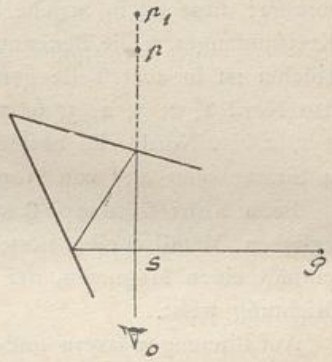


Abb. 4.

gehen, bis P im Spiegel sich mit den Stäben p und p_1 deckt.

c) Das Winkelprisma (Abb. 5) besteht aus einem rechtwinklig-gleichschenkligen Glasprisma, dessen Schrägseite spiegelnd gemacht ist, während die beiden Lotseiten freibleiben. Soll auf AP in O eine Senkrechte errichtet werden, so stellt man sich mit dem Prisma genau über O auf (das Prisma wie in der Abbildung gerichtet) und läßt den Fluchtstab S, während man nach P sieht, so lange hin- und herbewegen, bis sein Bild im Prisma genau in der Richtung von P erscheint.[1])

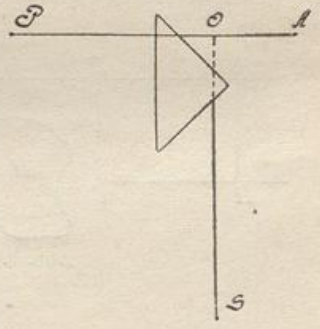


Abb. 5.

Anm. Feinere Instrumente zum Messen beliebiger Winkel zwischen Linien im Felde nennt man Theodolite. Ihre Beschreibung würde hier zu weit führen.

Zum Messen der Abweichungen der Ziel-(Meß-)Linien von der magnetischen Nordlinie (Meridian) dient die Bussole. Sie besteht im wesentlichen aus einem

[1]) Die Strahlen im Innern des Prismas, die zur Ablenkung des Bildes S — um 90^0 — in das Auge des Beschauers führen, sind der Einfachheit wegen fortgelassen.

Kompaß, d. h. aus einem mit einer Glasplatte geschlossenen niedrigen Messingzylinder, in dem ein in 360° geteilter Kreisring angebracht ist. Über diesem schwebt eine Magnetnadel, die auf einer im Mittelpunkte der Bodenplatte stehenden Stahlspitze aufgehängt ist und immer nach (magnetisch) Norden zeigt, wie man auch die Bussole dreht.[1])

Bei dem eigentlichen Kompaß ist an Stelle der Gradteilung eine Windrose angebracht; diese ist in Striche (Kompaßstriche) geteilt. Ein Strich entspricht $^1/_{32}$ des Kreisumfanges. Die Benennung der Striche gilt meist nur für einen Quadranten; ein solcher ist in acht Teile geteilt von Norden nach Osten hin. Die Bezeichnung ist also Nord 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ... Ost; Ost 1, 2 ... Süd; Süd 1, 2 ... West; West 1, 2 ... Nord. Es bezeichnet demnach z. B. N. 4. O. die Richtung, welche um 4 Striche oder 45° von Norden nach Osten abweicht.

Beim Schiffskompaß schwebt die Kompaßrose selbst, die in einer runden beweglichen Metallscheibe besteht, auf der Stahlspitze (anstatt der Magnetnadel). Sie enthält einen Magneten, der die Rose so stellt, daß ihr Nordstrich stets in die Nordrichtung weist.

Auf Binnengewässern findet der Kompaß nur bei starkem Nebel Verwendung.

3. Geländeaufnahme. Im Feldbuch (Handriß) sind die Maßzahlen stets senkrecht zur Meßlinie zu schreiben (siehe Abb. 9).

Die einzelnen Punkte bei Aufnahmen von Ufern, Buhnen, Gebäuden usw. werden durch Messung des senkrechten Abstandes von der Standlinie (d. i. der Hauptmeßlinie) bestimmt.

Kann die Gerade AK (Abb. 6) wegen eines Hindernisses H (Weidenpflanzung, Wasser, Haus usw.) nicht durchgemessen werden,

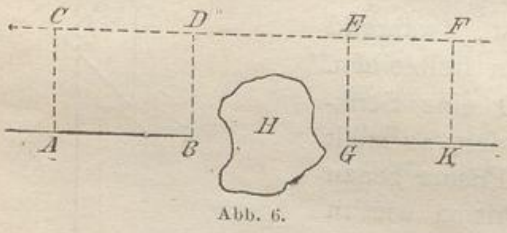


Abb. 6.

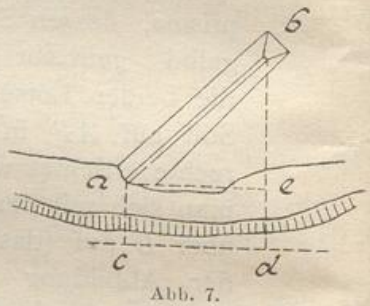


Abb. 7.

so errichtet man in B und G Senkrechte, macht $BD = EG$ und mißt die Länge DE, welche $= BG$ ist.

Bei der Einmessung von Buhnen wird es vielfach nicht möglich sein, die Länge bd (Abb. 7) zu messen. In diesem Falle fälle dann von b und a Senkrechte auf die Standlinie, also ac und bd; mache $ed = ac$, so ist $ae = cd$; ferner messe die Länge ab der Buhne;

[1]) Magnetisch Norden liegt von der wirklichen Nordrichtung etwa um 9° westlich. Gezielt wird mit einem Diopterlineal (oder Fernrohr), das mit der Bussolenplatte fest verbunden ist und dessen Achse mit der Durchmesserlinie 0° bis 180° zusammenfällt. Die Bussole ist auf einem Dreifuß drehbar befestigt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dann ist $be = \sqrt{ab^2 - ae^2}$. Wenn der Abstand eines Schiffes e (Wracks u. dergl., Abb. 8) vom Ufer aus ermittelt werden soll, so hat man am Ufer auf der Standlinie (ac) in a die Senkrechte ae zu errichten, im beliebigen Punkte c der Standlinie eine Senkrechte cd abzustecken und zu messen, dann den Punkt b in der Flucht de zu bestimmen und die Länge ab und bc zu messen. Dann sind $\triangle abe$ und bcd ähnliche Dreiecke.[1]) Daraus folgt:

$$ae = \frac{cd \cdot ab}{bc}.$$

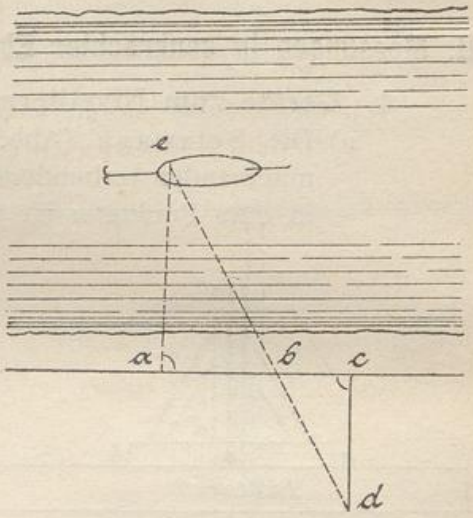


Abb. 8.

Wenn die auf der Standlinie zu errichtenden Senkrechten nicht zu lang werden, läßt sich die gewöhnliche Meßart auch noch bei Flächen wie die nebenstehende (Abb. 9) anwenden. Der Flächeninhalt der schraffierten Fläche ergibt sich aus der Berechnung der einzelnen Trapeze, indem der Inhalt der nicht schraffierten Fläche von der ganzen Fläche abgezogen wird.

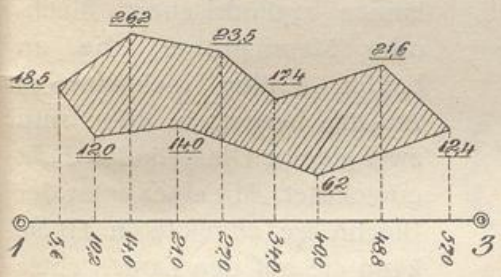


Abb. 9.

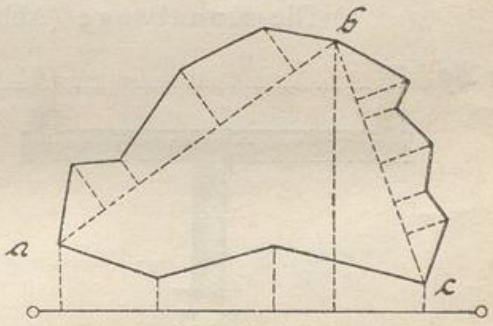


Abb. 10.

Ist die zu messende Fläche sehr groß und unregelmäßig (Abb. 10), so kann man die Aufmessung auch in der Weise bewirken, daß man die aufzunehmenden Punkte auf einzelne Hilfslinien wie z. B. ab und bc durch Senkrechte einmißt und diese Hilfslinien mit Senkrechten auf der Standlinie bestimmt.

---

[1]) Sie sind ähnlich, weil in ihnen die Winkel gleich sind; infolgedessen sind die gleichliegenden Seiten proportional; also $ae : cd = ab : bc$, mithin $ae \cdot bc = cd \cdot ab$, und $ae = \frac{cd \cdot ab}{bc}$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Lage von derartigen Hilfslinien zueinander läßt sich auch durch Winkelmeßinstrumente bestimmen; doch würde dies hier zu weit führen.

B. Messungen in senkrechter Ebene. (Höhenmessung, Nivellieren.)

4. Geräte zum Nivellieren.

a) Die Setzwage (Abb. 11) besteht aus zwei rechtwinklig miteinander verbundenen, durch Streben gestützten Latten; in dem Punkte c ist ein Bleilot aufgehängt. Die Unterkante ab der Grundplatte ist wagerecht, wenn das Lot einspielt, d. h. die Schnur genau den eingeritzten Strich cd deckt. Die Setzwage wird auf die 3 bis 4 m lange, mit genau gleichlaufenden Kanten versehene Latte (Setzlatte, Richtscheit) gesetzt. Um die Setzwage auf ihre Richtigkeit zu prüfen, setzt man sie auf die Setzlatte und stellt diese so, daß das Lot einspielt; dann setzt man sie umgekehrt auf dieselbe Stelle; spielt dann das Lot nicht ein, so muß der Strich cd berichtigt werden.

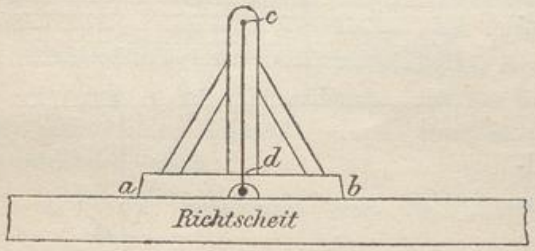


Abb. 11.

b) Die Kanalwage (Abb. 12) besteht aus einer 1 bis 1,25 m langen zylindrischen Blech- oder Messingröhre, die an beiden Enden rechtwinklige Ansätze besitzt; in diese sind zwei gleiche Glaszylinder dicht eingekittet. Mit einer unter der Blechröhre angelöteten Hülse kann sie auf den Zapfen eines Dreifußes gesetzt werden.

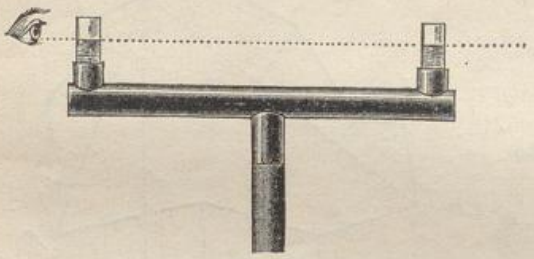


Abb. 12.

Füllt man die Röhre mit Wasser (gefärbt), so daß es in den Glaszylindern aufsteigt, so ist, wenn die Flüssigkeit zur Ruhe gekommen ist, die Sehlinie über die beiden Wasserspiegelflächen immer wagerecht.

c) Die Libellenwage (Wasserwage) enthält als Hauptteil eine Röhrenlibelle (Abb. 13). Diese ist eine tonnenförmig ausgeschliffene, mit Schwefeläther oder Alkohol gefüllte, fest verschlossene Glasröhre. Um den Mittelpunkt der Blase, den „Spielpunkt" genau einstellen zu können, ist die Glasröhre an der Oberfläche mit einer

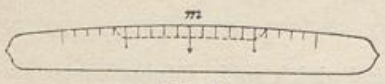



Abb. 13.

Teilung versehen. Die Blase spielt ein, wenn der Mittelpunkt m der Teilung mit dem Mittelpunkt der Blase zusammenfällt.

Die gewöhnliche Libelle (Wasserwage) ist mit Holz, Eisen oder Messing eingefaßt; sie findet in Verbindung mit der Setzlatte (Richtscheit) Verwendung bei einfachen Höhenmessungen. Die Setzlatte liegt dann wagerecht, wenn die Blase einspielt.

d) Das Nivellierinstrument (Abb. 14) besteht im wesentlichen aus einem Fernrohre F, das mit einer Röhrenlibelle λ in der Weise verbunden ist, daß die Achsen beider eine parallele Lage haben. Die Achse des Fernrohres ist wagerecht, wenn die Libelle einspielt. Das Fernrohr enthält zwei Linsen, die „Sammellinse" L und die „Augenlinse" O. Um diesen Linsensatz $L\,O$ als Fernrohr einzurichten, müssen die Linsen in wechselndem Abstande voneinander gebracht werden können; dies geschieht durch ein Triebrädchen T und die Zahnstange Z (Abb. 15).

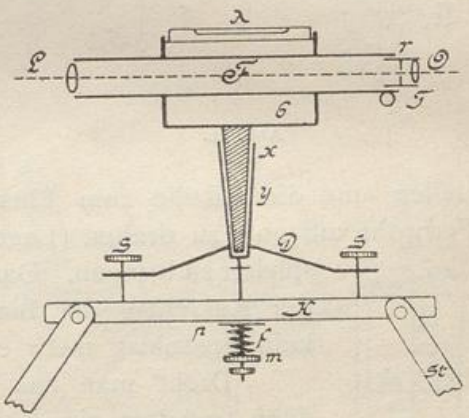


Abb. 14.

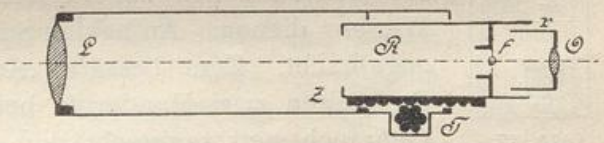


Abb. 15.

Damit das Fernrohr zum Zielen benutzt werden kann, muß es mit einem Fadenkreuz f versehen sein. Beim Gebrauch ist nun die Augenlinse O mit dem Röhrchen r, in dem sie sitzt, so lange zu verschieben, bis die im Fadenkreuz f aufeinander senkrecht stehenden beiden Spinnenfädchen als zwei schwarze Linien erscheinen.

Alsdann wird das Fernrohr auf die Nivellierlatte gerichtet und das Rohr R durch das Triebrad T so lange verschoben, bis die Zahlen der Nivellierlatte deutlich sichtbar sind. Wird nun das Auge hinter der Linse O ein wenig auf- und abbewegt, so muß der Kreuzungspunkt der Fäden des Fadenkreuzes f immer denselben Punkt des Bildes decken. Ist dies nicht der Fall, so muß die Augenlinse O mit dem Röhrchen r neu eingerichtet werden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die allgemeine Anordnung eines Nivellierinstrumentes ist aus Abb. 14 zu ersehen. Ein starker Tragbalken b, der mittels des Zapfens x mit der Hülse y fest, aber drehbar verbunden ist, trägt das Fernrohr F nebst Röhrenlibelle λ. Der Zapfen paßt genau in die Hülse oder Buchse y, die von dem Dreifußgestell D getragen wird. Dieses ist mit drei Stellschrauben S einzustellen. Mittels einer Spiralfeder f und der Schraubenmutter m kann die Platte p fest gegen den Kopf K des Dreifußes St gepreßt und so das Instrument festgestellt werden.

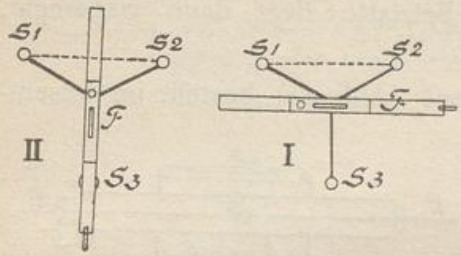


Abb. 16.

Soll nun das Instrument eingestellt werden, so ist (Abb. 16) zuerst das Fernrohr F nebst Libelle gleichlaufend zu den beiden Stellschrauben S_1 und S_2 (Lage I) zu stellen und die Libelle zum Einspielen zu bringen. Alsdann ist das Fernrohr um 90^0 zu drehen (Lage II) und die Blase wieder zum Einspielen zu bringen. Darauf wird nochmals Lage I hergestellt, der Ausschlag der Blase beseitigt, ebenso in Lage II, bis kein Ausschlag mehr erfolgt.

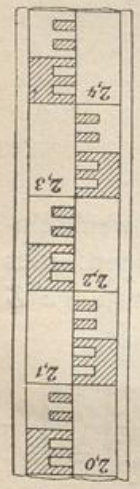


Abb. 17.

Dreht man das Fernrohr nun um 180^0 und erfolgt dann trotzdem ein Ausschlag der Libelle, so muß das Instrument berichtigt werden. (Dazu gehört besondere Sachkenntnis.)

Die Nivellierlatten sind 3 bis 5 m lange, mit Zentimeterteilung versehene Maßstäbe meist von ⌴förmigem Querschnitt aus trockenem, leichtem Holz (Abb. 17). Die Randleisten sollen zur Versteifung und Verhinderung des Werfens dienen. An beiden Stirnenden sind Eisenbeschläge angebracht. Zum besseren Aufstellen der Latte sind an den Seiten zwei Handgriffe befestigt. Die Latte ist beim Gebrauch stets senkrecht und so zu stellen, daß der Nullpunkt auf dem Boden oder auf dem Festpunkte steht. Die Ziffern sind verkehrt geschrieben; man sieht sie durch das Fernrohr aber richtig, weil dieses umgekehrte Bilder liefert.

5. Ausführung von Höhenmessungen. Soll mit der Setz- oder der Wasserwage ein Querprofil aufgenommen oder der Höhenunterschied zwischen zwei Punkten, z. B. A und B bestimmt werden, so geschieht dies in der nebenbezeichneten Weise (Abb. 18). Der Höhenunterschied zwischen A und B ist dann $= h_1 + h_2 - (h_3 + h_4)$. Die dabei benutzten Höhenlatten a (meistens zwei) haben Zentimeterteilung.

Für größere Entfernungen, 20 bis 30 m, ist die Kanalwage besser. Um hierbei an der Latte die Höhen, welche man bei dieser

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Entfernung nicht mehr ablesen kann, genau zu bestimmen, wird ein Schieber so lange auf der Latte auf- und abwärts verschoben, bis seine Oberkante mit der Visierhöhe, d. h. mit der Ebene der beiden Wasserspiegel zusammenfällt. Bei Entfernungen über 30 m findet das Nivellierinstrument Anwendung (Abb. 19). Vor Ausführung des Nivellements werden im Felde diejenigen Punkte, deren Höhen bestimmt werden sollen, durch einen kurzen, bis zur Erdoberfläche einzuschlagenden Pfahl (sogenannten Nivellementspfahl), bei Steinen durch einen Farbenstrich, bezeichnet; daneben wird ein zweiter Pfahl mit der Nummer des einzunivellierenden Punktes (Station) gesetzt. Nachdem die Entfernungen der Punkte voneinander oder von einer Standlinie gemessen sind, wird das Instrument, wenn möglich, in der Mitte zwischen den äußersten einzunivellierenden Punkten aufgestellt; dabei ist jedoch darauf zu achten, daß die Entfernung der Punkte vom Instrumente möglichst nicht über 50 m oder 60 Schritt beträgt. Ist sie größer als 50 m, so muß man die ganze Strecke in so viel Teile zerlegen, daß diese Entfernung nicht überschritten wird. Es wird nun vom Standorte I aus zuerst an der Latte A die Höhe h_1 über dem Nivellementspfahl abgelesen, dann ebenso h_2 an der Latte B; darauf wird in II zuerst h_3 an der umgedrehten Latte B, sodann h_4 an C abgelesen. Der Pfahl in B bezeichnet den Zwischen- oder Wechselpunkt. In der nebenstehenden Skizze ist A höher als B; B liegt dann, wenn z. B. $h_1 = 0{,}24$ und $h_2 = 1{,}67$ abgelesen ist, $= 1{,}67 - 0{,}24 = 1{,}43$ m tiefer als A; C liegt, wenn z. B. $h_3 = 1{,}52$ und $h_4 = 0{,}32$ ist, um $1{,}52 - 0{,}32 = 1{,}20$ m höher als B; der Höhenunterschied zwischen A und C ist daher $1{,}43 - 1{,}20 = 0{,}23$ m. Zur besseren Übersicht trägt man die Ablesungen in besondere Tabellen, Nivellementstabellen, ein. Eine gebräuchliche Form ist in umstehender Tabelle angegeben.

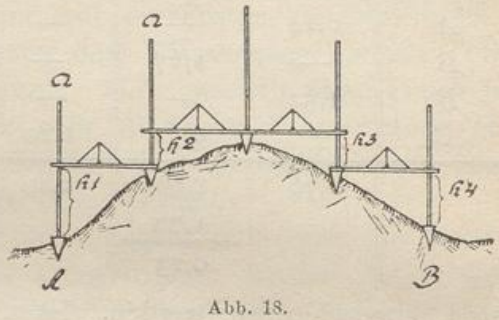


Abb. 18.

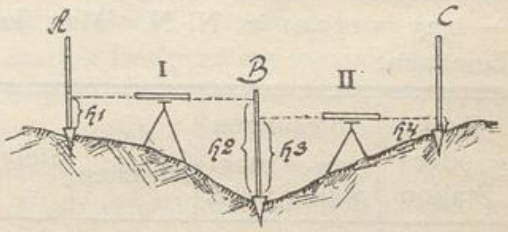


Abb. 19.

Sollen die Höhen auf Normal-Null (N. N.)[1]) bezogen werden, so muß das Nivellement an Punkte, deren Höhen über N. N. bekannt

[1]) Normal-Null bezeichnet den für die Nivellements in Preußen vorgeschriebenen Horizont. Seine Lage entspricht ungefähr der Lage des Nullpunktes

Punkt oder Station	Ablesungen vorwärts	Ablesungen rückwärts	Steigen	Fallen	Bemerkungen
A	0,24	—	—	—	Markstein Nr. 100
B	—	1,67	—	1,43	
B	1,52	—	—	—	Markstein Nr. 101
C	—	0,32	1,20	—	
	1,76	1,99	1,20	1,43	
		1,76		1,20	
		0,23		0,23	

sind, angeschlossen werden. Ist z. B. von einem Markstein Nr. 100 die Höhe = 112,24 N. N., so wäre die Höhe von Nr. 101 = 112,24 — 0,23 = 112,01 m N. N. Man kann dann auch folgende Tabelle benutzen:

Punkt oder Station	Ablesungen vorwärts	Ablesungen rückwärts	dazwischen	Steigen	Fallen	Ordinate	Bemerkungen
A	0,24	—	—	—	—	112,24	Markstein Nr. 100
B	—	1,67	—	—	1,43	110,81	
B	1,52	—	—	—	—	—	
D	—	—	0,61	—	—	111,72	Grenzstein
C	—	0,32	—	1,20	—	112,01	Markstein Nr. 101
Abschluß	1,76	1,99		1,20	1,43		
		1,76			1,20		
		0,23			0,23		

Um die Höhe des Wasserspiegels eines Flusses einzunivellieren, werden zunächst in verschiedenen Entfernungen Pfähle am Wasserrande im Wasser eingeschlagen, alsdann wird bei vollständig ruhigem Wasser tunlichst gleichzeitig an allen Pfählen der Wasserspiegel durch Striche oder Nägel an den Pfählen bezeichnet und dann das Nivellement ausgeführt.

C. Peilungen.

6. Ausführung der Peilungen. Die Gestaltung eines Flußbettes wird durch den Längenschnitt (Längenprofil) und die Quer-

am Amsterdamer Pegel. Durch die Preußische Landesaufnahme sind auf den Hauptstraßen über 9000 Festpunkte (Bolzen) errichtet und ihre Höhenlage über N. N. durch Feinnivellement bestimmt und veröffentlicht worden. An diese Bolzen müssen alle größeren Nivellements angeschlossen werden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

schnitte (Querprofile) dargestellt. Im Längenschnitt gelangen die Ufer-, Wasserspiegel- und Sohlenlinien zur Eintragung, und zwar dem Gefälle entsprechend von links nach rechts. Die Höhe des Wasserspiegels wird mit dem Nivellierinstrument an den einzelnen Punkten am Ufer (Stationen) festgestellt und auf die Festpunkte (Marksteine) bezogen. Die Tiefen der Sohle unter dem Wasserspiegel werden mit der Peilstange vom Kahn aus ermittelt. Meist werden diese Tiefen in der Mitte des Schiffahrtsweges bei sehr niedrigem Wasserstande gemessen, um zu ersehen, ob flache Stellen vorhanden sind, welche über der planmäßigen Sohle hervorragen (Längspeilung).

Querschnitte der Flüsse werden tunlichst senkrecht zur Stromrichtung gelegt. Die Breiten des Querschnittes werden durch den Peildraht gemessen, die Wassertiefen vom Kahne aus durch die Peilstange, bei sehr großen Tiefen durch ein Peillot, und zwar an mehreren Punkten des Querprofils, meist in 5 m Abstand voneinander.

Der Peildraht, ein 3 bis 6 mm starkes Drahtseil aus verzinkten Eisen- oder Gußstahldrähten, wird in Entfernungen von je 5 m mit sogenannten Knoten versehen, d. h. mit Kupfer- oder Messingdraht umwickelt.[1]) An beiden Enden hat das Drahtseil je eine Kausche (Öse). Das eine Ende ist um die Trommel einer tragbaren Winde gewickelt, die an dem einen Ufer aufgestellt, und mit der das Seil nach Bedarf angewunden oder nachgelassen wird; das andere Ende wird am gegenüberliegenden Ufer mit einem Pfahl (am besten aus Eisen) festgelegt. Die Winde muß eine Sperrvorrichtung haben.

Die Peilstange für Tiefenmessungen (bis 6 m Wassertiefe) ist eine rund gehobelte, in Dezimeter eingeteilte, mit Ölfarbe schwarz und weiß oder rot und weiß gestrichene hölzerne Stange. Am unteren Ende ist sie mit einer eisernen Kappe beschlagen und, wenn das Eindringen in Sand oder Schlick verhindert werden soll, mit einer eisernen Scheibe versehen. Beim Gebrauch in stark fließendem Wasser ist die Peilstange zunächst schräg gegen die Strömung einzusetzen und dann senkrecht aufzurichten.

Das Peillot, für größere Tiefen geeignet, besteht aus einer Eisen- oder Bleikugel an einer durch Lederstreifen eingeteilten Leine. Es wird der Strömung entgegen ausgeworfen; sobald es die Flußsohle erreicht hat, wird die Leine angezogen und die Tiefe abgelesen.

Die Ausführung der Peilungen erfolgt zweckmäßig bei niedrigen Wasserständen (nur ausnahmsweise bei höheren). Sämtliche zusammengehörige Profile sind auf einen bestimmten Pegelstand zu beziehen.

---

[1]) Früher, jetzt noch selten, wurde eine Peilleine verwendet, ein 1 bis $1^1/_2$ cm starkes Tau, das in Entfernungen von je 5 m mit Bandstreifen von Tuch oder Leder umwickelt ist. Die Peilleinen recken sich zu stark und bieten beim Durchhang dem Strom einen zu starken Angriff.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Auf diesen sind Peilungen, die bei verschiedenen Wasserständen statt gefunden haben, umzurechnen. In den Peillisten (Tabellen), in welche die Ergebnisse der Peilungen eingetragen werden, sind die Zeit der Aufnahme, die Pegelablesung an dem zunächstgelegenen Pegel und unter Umständen die Höhe des Wasserspiegels im Profil unter einem Festpunkt einzutragen.

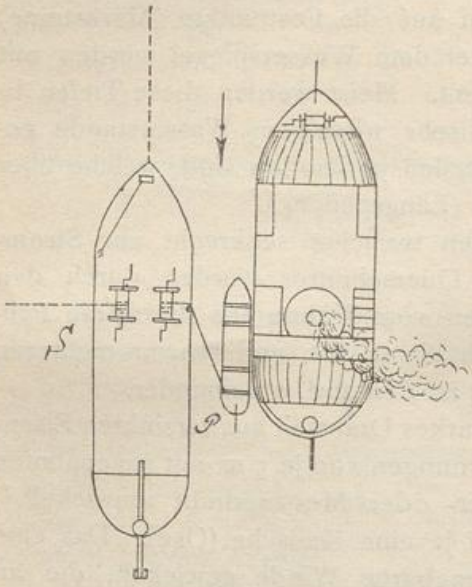


Abb. 20.

7. Peilungen in breiten Flüssen (Abb. 20 u. 21). Bei großen Strombreiten wird das Peilseil, damit es nicht zu stark durchhängt, durch verankerte Kähne (Buchtnachen) unterstützt; auch wird es in zwei Teile geteilt. Jede Hälfte geht von einem sogenannten Winde- oder Standnachen *S* aus, der mitten im Strome verankert ist und zwei Winden, nebeneinanderstehend, trägt (Abb. 20). In Abb. 21 ist nur die eine Hälfte des Seiles bis zum Standnachen dargestellt.

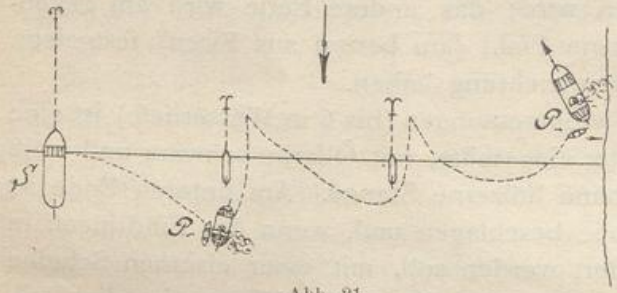


Abb. 21.

Nach Aussteckung des Profils auf beiden Stromufern wird zuerst, etwa in der Mitte des Stromes, der Winde- oder Standnachen ausgefahren, darauf die Buchtnachen in einer Entfernung von 60 bis 70 m voneinander (Abb. 21). Dann werden die Anker geworfen und die Nachen vom Ufer aus eingerichtet. (Werden die Nachen nicht durch ein Dampfboot an die Stellen geschleppt, so müssen die Nachenführer die Nachen so lange sacken lassen, bis sie in die Richtung des Profils kommen.) Alsdann wird das auf der Windetrommel des Standnachens aufgewickelte Drahtseil mit dem Peilnachen *P* von dem Standnachen *S* ab nach den Buchtnachen und dem Ufer ausgefahren (Abb. 21).

Der Peilnachen wird dabei möglichst von einem kleinen Dampfboot oder Motorboot geschleppt (daran seitlich befestigt), falls ein solches zur Verfügung steht.[1]) Ist dies nicht der Fall, so wird vom

[1]) Der Weg, den das Dampfboot mit dem Peilnachen beschreibt, ist in Abb. 21 punktiert eingetragen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ufer aus zunächst das Ende einer Hilfsleine (Hanftau) durch den Peilnachen nach dem Standnachen gefahren. (Der Peilnachen muß natürlich eine Strecke oberhalb des Profils abfahren, um den Standnachen zu erreichen.) Dort wird nun an dem Hilfsseil das Drahtseil befestigt, das dann durch Männer am Ufer, die dort am Hilfsseil anfassen, hinübergezogen wird. Darauf wird das Drahtseil an den Buchtnachen aufgeholt und auf dem Standnachen mit der Winde straff gezogen, nachdem es am Ufer an zwei eingeschlagenen eisernen Pfählen befestigt ist. Auf jedem Buchtnachen befindet sich für das Seil eine Leitrolle. (Das Drahtseil etwa vom Ufer aus mit dem Peilnachen nach dem Standnachen zu fahren, empfiehlt sich nicht, weil dabei unentwirrbare Seilschlingen entstehen würden). Ebenso wird in der anderen Stromhälfte verfahren, falls nicht etwa durchgehende Schiffahrt dies vorläufig verbietet. Nun kann mit der eigentlichen Peilung begonnen werden, nachdem der Abstand des Wasserrandes von der Standlinie und derjenige des ersten Knotens des Peilseiles vom Wasserrande gemessen ist. Die Peilung wird von einem Manne des Peilnachens ausgeführt, der an den einzelnen Knoten des Drahtseiles mit der Peilstange die Tiefe mißt. Der Peilnachen wird dabei an dem Drahtseil entlang gezogen.

Kommt Schiffahrt, so wird das Seil an der Standnachenwinde nachgelassen, von den Buchtnachen geworfen und versenkt; nach Durchgang der Schiffahrt wird es wieder aufgeholt.

Die Peiltiefen werden in der Regel in Dezimetern abgelesen und etwa nach folgender Tabelle aufgeschrieben:

Profil Nr.	Tag, Stunde der Peilung	Wasserstand am Pegel	Entfernung des Wasserrandes von der Standlinie	Höhenunterschied zwischen Festpunkt und Wasserspiegel	Ablesungen bei							Bemerkungen
					0	5	10	15	20	25	usw.	

Peilungen in größeren Flüssen, insbesondere in verkehrsreichen Strecken erfordern große Vorsicht; es sind daher an manchen Strömen besondere Vorschriften zur Verhütung von Unfällen erlassen.

Vorschrift: Die Peilarbeiten dürfen nur unter Aufsicht eines Strommeisters bezw. Wasserbauwartes ausgeführt werden. Dieser hat darauf zu achten, daß die zu verwendenden Nachen, Seile, Winden in bestem Zustande, auch Ersatzstücke vorhanden sind. Jeder Nachen darf nur von einem schiffskundigen, mit Peilungen vertrauten Schiffer geführt werden; er muß mit Rettungsring und Handbeil zum etwaigen Kappen des Seiles, ferner mit Signalflaggen, der Stand-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nachen außerdem mit einem Rettungsboot (Kahn) versehen sein. Die Anker der einzelnen Nachen sollen mit Döppern (Bojen) bezeichnet sein; an die Ankerkette soll ein entsprechend langes Hanftau befestigt werden, damit ein seitliches Ausweichen (Gieren) jedes Nachens möglich ist.

Muß während der Peilung für die Schiffahrt eine Durchfahrt freigemacht werden, so ist, nachdem das Peilseil vorschriftsmäßig versenkt ist, die Durchfahrt nach den Vorschriften der betreffenden Polizeiverordnung durch Flaggensignale zu bezeichnen.

Das Peildrahtseil ist so über den Vordersteven der einzelnen Nachen zu legen, daß es bei Gefahr leicht aufgehoben und über Bord geworfen werden kann; u. U. ist es mit einem Beil zu kappen.

Für große Peilungen ist ein Wahrschauposten (Warnposten) oberhalb der Peilstelle einzurichten.

Bei Peilungen mit dem sogenannten Peilrahmen, einem aus zwei Nachen zusammengekuppelten Gerüst, ist dieselbe Vorsicht anzuwenden (vergl. Baggerarbeiten).

D. Geschwindigkeitsmessungen.

8. Schwimmermessungen Unter Wassergeschwindigkeit v wird der in einer Sekunde vom Wasser zurückgelegte Weg l verstanden. Die Sekundengeschwindigkeit wird durch Division der von einem Schwimmkörper zurückgelegten Weglänge in Metern durch die dazu gebrauchte Zeit in Sekunden gefunden; z. B.

$$v = \frac{72 \text{ m}}{30 \text{ Sek.}} = 2{,}4 \text{ m}.$$

In dem sogenannten Stromstrich ist die Geschwindigkeit größer als an den Ufern, an der Oberfläche größer als an der Flußsohle (vergl. auch Strombau).

Zur Ermittlung der Oberflächengeschwindigkeit dienen Holzstücke, auch gefüllte Flaschen oder Schwimmkugeln (Abb. 22). Letztere sind Blechkugeln von 10 bis 30 cm Durchmesser, die mit Sand oder Schrot so weit gefüllt werden, daß sie nur wenig über den Wasserspiegel hervorragen; damit man vom Ufer aus die Kugeln besser beobachten kann, werden sie mit Fähnchen versehen. Will man die Geschwindigkeit in einer bestimmten Tiefe unter dem Wasserspiegel messen, so versieht man die vorhin beschriebene Kugel b mit einer Öse, beschwert sie so, daß sie ganz untertaucht und hängt sie an einer kleinen Kugel a auf. Letztere schwimmt an der Oberfläche; es kann an ihr beobachtet werden, wie schnell die untere Kugel schwimmt (Abb. 23).

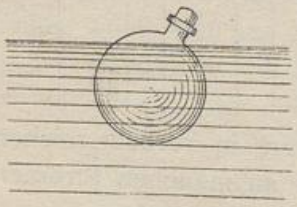


Abb. 22.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schwimmermessungen dürfen nur bei Windstille oder sehr wenig bewegter Luft ausgeführt werden. Es sind mehrere solcher Messungen vorzunehmen; aus deren Ergebnissen ist dann der Mittelwert herzuleiten. Die Messung wird am einfachsten in folgender Weise ausgeführt:

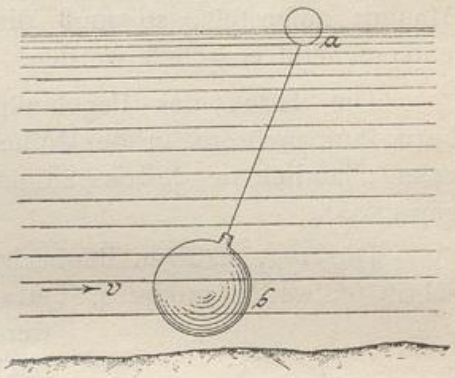


Abb. 23.

Man steckt in einer möglichst geraden und regelmäßigen Flußstrecke zwei Querprofile in etwa 100 m Abstand voneinander ab. Hierauf wird der Schwimmkörper 20 bis 40 m oberhalb des obersten Profils, möglichst im Stromstrich, von einem Nachen aus ins Wasser geworfen und sein Durchgang an den beiden Profilen mit einer Sekundenuhr beobachtet. Man erhält dann nach der oben angegebenen Berechnung die Oberflächengeschwindigkeit v_0. Die mittlere Profilgeschwindigkeit v ist geringer; das Verhältnis $\frac{v}{v_0}$ wechselt zwischen 0,67 und 0,98; im Mittel kann man $v = 0{,}85\, v_0$ annehmen.

Die in der gemessenen Stromstrecke in der Sekunde bei dem bestimmten Wasserstande abgeführte Wassermenge Q ist, wenn mit F die Querschnittfläche des benetzten Stromprofils in qm bezeichnet wird, Q (in cbm) $= v \,.\, F$.

Zur Messung der Wassergeschwindigkeit in den verschiedenen Tiefen dienen sogenannte hydrometrische Röhren (von Pitot, Darcy, Franck) oder hydrometrische Flügel (von Woltman, Amsler-Laffon, Harlacher).

Die Messungen mit diesen Apparaten werden von festverankerten Nachen oder Peilrahmen aus ausgeführt. Die Beschreibung würde hier zu weit führen. Gleichzeitig mit einer solchen Geschwindigkeitsmessung wird eine Peilung des Profils vorgenommen.

Abb. 24.

E. Pegel.

9. Lattenpegel. Zur Beobachtung des jeweiligen Wasserstandes dienen die Pegel, deren Nullpunkt meist in der Höhe eines niedrigen Wasserstandes, oft auch tiefer liegt.

Der gewöhnliche Pegel (Abb. 24) besteht aus einer hölzernen oder in neuerer Zeit meistens eisernen, vom Nullpunkt aufwärts in je zwei Zentimeter eingeteilten Latte. Die einzelnen Dezimeter werden durch gewöhnliche, die Meter durch römische Ziffern bezeichnet.

Die Pegel werden an Ufermauern, Brückenpfeilern oder in besonderen Brunnen so aufgestellt, daß sie gegen Eisgang und treibende Gegenstände möglichst geschützt sind. Wird der Pegel an geböschten Mauern aufgestellt, so muß die Pegellatte dem Böschungsverhältnis entsprechend eingeteilt werden.

Die Höhe des Pegelnullpunktes wird durch Nivellement in bezug auf mehrere in der Nähe befindliche Festpunkte (Bolzen) festgelegt; jährlich mindestens einmal wird die Richtigkeit durch Messung geprüft.

Die regelmäßigen Beobachtungen des Pegels finden nach Vorschrift entweder morgens, mittags oder öfter statt. Die Ablesungen werden in besonders vorgeschriebene Bücher eingetragen; Abschrift hiervon wird monatlich der vorgesetzten Dienstbehörde nach besonderer Anweisung eingereicht.

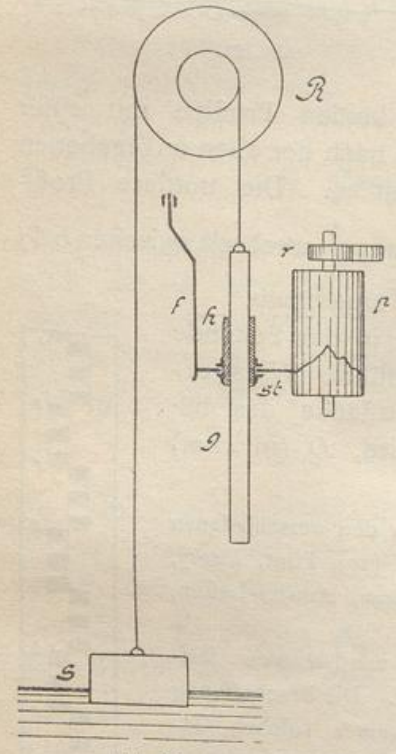


Abb. 25.

Im Ebbe- und Flutgebiete, sowie bei Hochwasser, findet täglich eine mehrmalige Beobachtung statt; auch hierüber sind für die einzelnen Flüsse besondere Vorschriften erlassen.

10. Selbstaufzeichnende Pegel (Abb. 25). Dies sind Schwimmerpegel. Ein Schwimmer *s* hebt und senkt sich mit dem Wasserstande. Seine Bewegung wird vermittels eines feinen Drahtzuges und des Rollensatzes *R*, sowie des Gegengewichtes *g* und der an diesem sitzenden Hülse *h* auf den an ihr befestigten Stift *st* übertragen, so daß sich der Stift mit dem Wasserstande ebenfalls hebt und senkt. Die Feder *f* dient dazu, den Stift *st* an eine durch ein Uhrwerk *r* in Drehung versetzte Papiertrommel *p* anzudrücken. Der Stift endet in einer mit Tusche gefüllten Zeichenfeder; er zeichnet mit dieser auf die Papiertrommel den Wasserstand auf. Das Papier der Trommel hat vorgedruckte wagerechte Linien, deren Abstände die Pegelteilung in m, dm usw. bedeuten, und senkrechte Linien, deren Abstände die Zeitteilung in Tagen und Stunden bedeuten. Die Trommel läuft in 7 Tagen (oder in 24 Stunden) einmal um.

Bisweilen wird die Bewegung des Schwimmers außerdem noch auf einen Zeiger mit Zifferblatt übertragen, das eine entsprechende

Teilung (Pegelteilung) trägt. Man nennt dann solche Einrichtung eine Pegeluhr.[1])

Bei Luftdruck- und elektrischen Pegeln, die eine etwas verwickeltere Einrichtung haben, kann der Wasserstand in großer Entfernung vom Flusse abgelesen werden.

F. Zeichnerische Darstellung der Messungen.

Die Ergebnisse der Höhen- und Tiefenmessungen werden durch die Längen- und Querschnitte (Profile) dargestellt. Die Längenschnitte werden oben durch die Geländelinie, unten durch den Horizont,

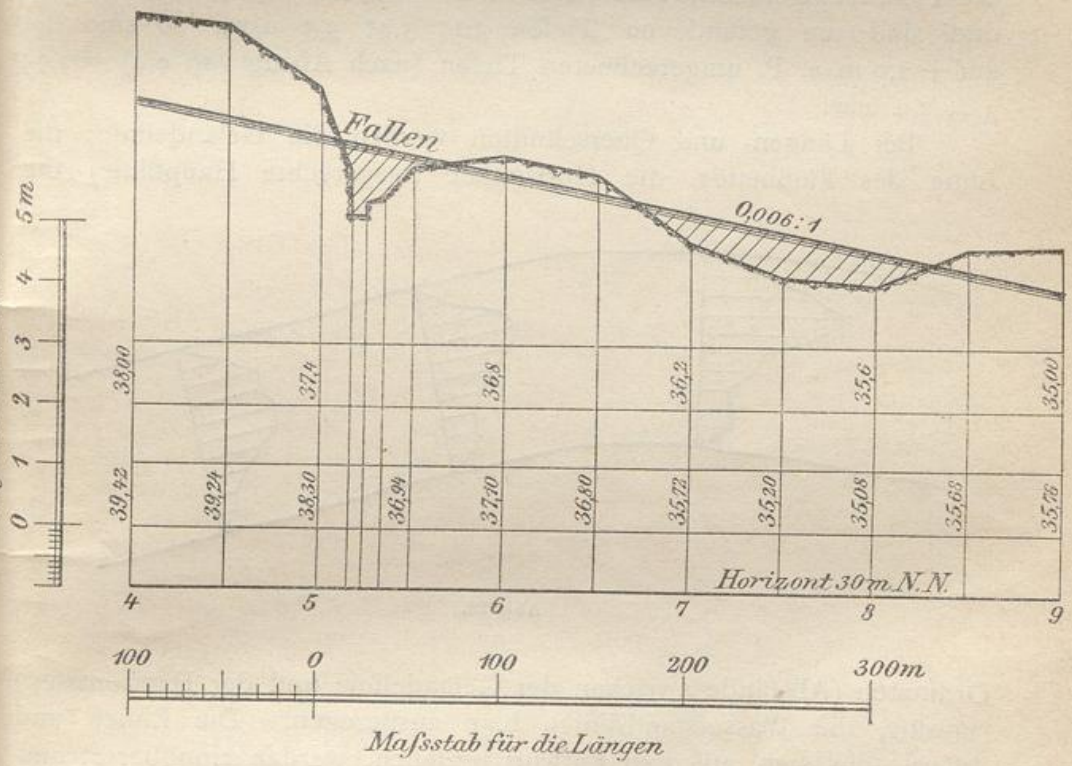


Abb. 27.

das ist eine wagerechte Linie, nämlich die Normal-Nullinie oder eine hierzu gleichlaufende Linie begrenzt. In Abb. 27 ist z. B. der Längenschnitt des Geländes in der Mittellinie eines geplanten Weges aufgezeichnet. Der Horizont ist hier 30 m über N. N. (d. i. Normal-Null) angenommen.

[1]) Der Schwimmer befindet sich in der Regel in einem Brunnen, der mit dem Gewässer durch eine Rohrleitung verbunden ist, damit nicht Schwankungen durch Wellen u. dergl. auf den Pegel einwirken. Über dem Brunnen ist ein Häuschen erbaut (Pegelhäuschen), in welchem das sonstige Zubehör des Pegels untergebracht ist.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zur deutlichen Darstellung der Höhenunterschiede werden die Höhenabstände (Ordinaten) in viel größerem Maßstabe als die Längenmaße, nämlich etwa 5, 10 oder 20 mal so groß aufgetragen.

Aufzeichnung der Querschnitte, im besonderen der Peilungen. Die Peilergebnisse werden meist auf quadriertem Papier aufgezeichnet, und zwar meistens in verzerrtem Maßstabe, d. h. die Tiefen zwei- bis zehnmal größer als die Längen, um dadurch die Tiefenverhältnisse deutlicher zu zeigen und die Blattbreite einzuschränken. Bei Fluß-Querschnitten ist stets der Pegelstand anzugeben, bei welchem gepeilt worden ist, gegebenenfalls auch der Wasserstand, auf welchen die Tiefen umgerechnet sind. Ist z. B. bei 2,40 m a. P. gepeilt worden, und sind die gefundenen Tiefen 3,1; 3,4; 3,3 usw., so sind die auf + 2,0 m a. P. umgerechneten Tiefen (nach Abzug von 0,4) = 2,7; 3,0; 2,9 usw.

Bei Längen- und Querschnitten werden die Geländelinie, die Linie des Flußbettes, die Horizontale (wagerechte Hauptlinie) die

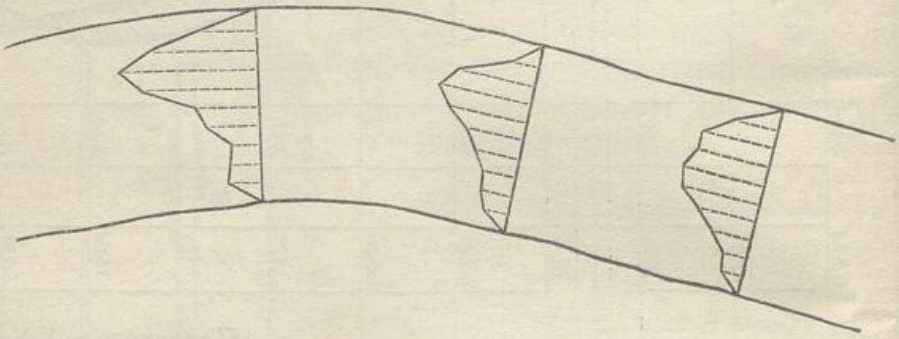


Abb. 28.

Ordinaten (Abstände zwischen der Geländelinie und der Horizontalen) schwarz, die Wasserstandslinien blau ausgezogen. Die Linien und Ziffern, die sich auf den Entwurf beziehen, werden zinnoberrot ausgezogen bezw. geschrieben.

Die Profilfläche einer Anschüttung wird hellrot, die des Abtrages blaugrau, die des Geländes und Flußbettes sepiabraun, die Fläche des Wassers bis zum Wasserspiegel, wenn sie gefärbt wird, blau (preußischblau) angelegt.

Alle Höhenzahlen, die sich auf das Gelände beziehen, werden in die Profile schwarz, die der Wasserstände und Tiefen blau und diejenigen, die sich auf geplante Änderungen, Neubauten beziehen, zinnoberrot eingeschrieben.

In den Flußquerschnitten muß das rechte Ufer auch in der Zeichnung stets rechter Hand liegen. Die Längenschnitte von Flüssen usw. sind in der Regel so aufzutragen, daß der Ursprung der

Flusses linker Hand liegt. In ihnen ist das linke Ufer in Vollinien, das rechte punktiert einzutragen, falls in einem Längenschnitte beide Ufer dargestellt werden.

Für die Lagepläne werden in der Regel Abzeichnungen oder Abdrucke der vorhandenen Strom- oder Uferkarten benutzt, die nach Bedarf durch Einzelmessungen ergänzt werden. Auch hier gilt die obenerwähnte Regel, daß die Linien und Zahlen, die sich auf vorhandene Grenzen, Wege, Ufer usw. beziehen, schwarz, und alle Neuanlagen oder Änderungen rot ausgezogen werden. Bisweilen werden in Lagepläne zugleich die Stromquerschnitte eingetragen (Abb. 28).

Der Maßstab ist in der Regel für Stromkarten 1 : 5000 bis 1 : 2500, für Uferkarten 1 : 1000, für Übersichtskarten 1 : 10000 und 1 : 25 000. Für die Bezeichnung und die bei der Färbung anzuwendenden Farben gelten die Bestimmungen des Beschlusses der Zentraldirektion der Vermessungen in Preußen vom 20. Dezember 1879.

Abschnitt 2.

Baustofflehre.

A. Natürliche Steine.

Hinsichtlich ihrer Gewinnung und Bearbeitung führen die natürlichen Steine folgende Benennungen:

Bruchsteine sind unbearbeitete natürliche Steine, wie sie in Steinbrüchen aus den Felsmassen gewonnen werden.

Findlinge oder Feldsteine sind Steine, die in verschiedenen Gegenden, besonders in den östlichen Provinzen, zerstreut liegend gefunden werden. Findlinge sind für die Verwendung meistens zu abgerundet, häufig auch zu groß; sie müssen dann durch Spalten oder Sprengen zerkleinert werden. Die so gewonnenen Stücke nennt man Sprengsteine.

Hausteine sind regelrecht bearbeitete Bruchsteine oder Findlinge. Die Vorderseite (Kopfseite, Ansichtsfläche) ist gewöhnlich besser bearbeitet als die Seiten-, Lager- und Hinterflächen.

Werksteine oder Werkstücke sind Hausteine, die besonders sorgfältig bearbeitet sind. Werksteine von geringer Höhe bei größerer Breite und Länge nennt man Platten, bei größerer Höhe, Länge und Breite Quadern.

Gleichschichtsteine (Moellons) sind kleine Werksteine von gleichmäßiger Höhe, die an der Vorderseite und an den Fugenkanten regelmäßig bearbeitet sind, in größeren Mengen hergestellt und zur Verblendung von Mauerwerk verwendet werden.

Hammerrechte Steine sind Hausteine, auch Bruchsteine, welche nur an der Vorderfläche ziemlich sauber mit dem Hammer bearbeitet sind.

Kleinschlag, Steinschlag oder Steinschotter sind kleingeschlagene Steine von annähernd gleicher Größe, etwa 3 bis 5 cm. Kleinschlag wird z. B. zur Decklage von Kunststraßen und zur Betonbereitung gebraucht.

Anm. Die Steinbaustoffe werden nach Kubikmetern abgenommen und bezahlt, und zwar werden Bruchsteine, Findlinge, Sprengsteine und Kleinschlag

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in regelmäßigen Haufen aufgesetzt, dagegen Hau- und Werksteine einzeln nach ihren Abmessungen berechnet, nämlich nach dem Inhalte des um den Stein beschriebenen Raumrechteckes, also nach dem Steinblock, aus welchem der Stein hergestellt zu denken ist. Platten werden meistens nach Quadratmetern bezahlt.

Nach der Gesteinsart unterscheidet man:

1. Grauwacke. Grau, bläulich- oder rötlich-grau; verschieden hart (Gew.-Verh. 2,3[1]). Die Grundmasse besteht aus verschiedenen dicht gemengten Bestandteilen, besonders Kalkstein, Tonschiefer und Quarz. Diejenige Grauwacke ist am härtesten, wetter- und wasserbeständigsten, in welcher der Quarzgehalt überwiegt. Man unterscheidet:

a) Schiefrige Grauwacke; diese ist leicht spaltbar und liefert gute plattenartige Mauersteine, mittelmäßige Straßenpflastersteine, aber für den Wasserbau brauchbare Pflaster- und Schüttsteine. Schiefrige Grauwacke ist z. B. das Hauptgestein in den westfälischen und rheinischen Gebirgen (Rheinische Grauwacke). Bricht diese Grauwacke in dünnen Platten, so nennt man sie Grauwackeschiefer.[2])

b) Gemeine Grauwacke hat flachmuschligen Bruch, ist im kleinen splittrig, besitzt oft bedeutende Festigkeit. Hierzu gehört die Plötzkyer und Pretziener Grauwacke (unweit Magdeburg), welche vorzügliche Schüttsteine zu Strombauten an der Elbe und ihren Nebenflüssen liefert.

2. Basalt. Grau, blau- oder grau-schwarz; dicht, sehr hart und schwer (Gew.-Verh. 2,7 bis 3,2). Er kommt in den Brüchen meistens in dicht zusammenstehenden fünf- oder sechsseitigen Säulen vor (Säulenbasalt), seltener in Tafeln (Tafelbasalt) und in kugeliger Form (Kugelbasalt). Die Säulenstücke werden zu Prellsteinen, Geländerpfosten, Grenzsteinen, Mauersteinen, im Wasserbau außerdem zu Pflaster- und Schüttsteinen (Senksteinen) verwendet. Basaltkleinschlag ist vorzüglich als Decklage für Kunststraßen geeignet; würflig behauene Basaltsteine (aus Tafelbasalt) dienen zur Pflasterung verkehrreicher Straßen. Basaltsteine mit weißlichen Sternchen und rissiger Bruchfläche (sogenannte Sonnenbrenner) zerfallen in kurzer Zeit und sind von der Verwendung auszuschließen, dürfen also nicht abgenommen werden.

3. Basaltlava. Graublau, etwas heller als Basalt, ist porig oder kleinblasig, hart, frostsicher und wetterbeständig (Gew.-Verh. 2,8 bis 3,0).

---

[1]) Gew.-Verh. bedeutet „Gewichtsverhältnis", nämlich das Verhältnis des Körpergewichtes zum Wassergewicht bei gleichem Körperinhalt. 1 cbm Wasser wiegt 1000 kg, mithin 1 cbm Grauwackefels $2{,}3 \cdot 1000 = 2300$ kg. 1 cdm Grauwacke würde wiegen $2{,}3 \cdot 1{,}0 = 2{,}3$ kg; denn 1 cdm Wasser = 1 kg.

[2]) Der Tafel- oder Dachschiefer ist kein Grauwackeschiefer, sondern ein Tonschiefer, also eine besondere Steinart für sich. Er kommt aber in vielen Grauwackegebirgen vor, z. B. bei Caub am Rhein (Rheinschiefer), bei Kaisersesch in der Eifel (Moselschiefer) usw.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Basaltlava ist in der Vorzeit durch Abkühlung der feurig-flüssigen Lava entstanden, die sich aus feuerspeienden Bergen (Vulkanen) ergoß. Sie kommt besonders in der Rheinprovinz vor (bei Mayen und Niedermendig); sie wird zu Werksteinen verwendet: nämlich zu Auflagerquadern für eiserne Brückenträger, Vorkopfquadern für Brückenpfeiler, Treppenstufen, Deckplatten auf Ufer- und Schleusenmauern usw., ferner zu Würfel- oder Kopfsteinen für Straßenpflaster.

4. **Quarz** oder Kiesel. Weiß oder gelblich, oft mit rötlichem oder grauem Schimmer; glasig, hart und spröde (Gew.-Verh. 2,5 bis 2,8). Quarz kommt häufig eingesprengt im Grauwackefelsen vor. Er findet sich in rundlichen Stücken auch in den Betten der Gebirgsflüsse. Quarzkleinschlag eignet sich zur Decklage chaussierter Landwege.

5. **Sandstein.** Hellgrau, gelb oder rötlich. Er besteht im wesentlichen aus Quarzkörnern, die miteinander durch ein kieseliges, toniges oder kalkiges (bisweilen eisenhaltiges) Bindemittel fest aneinandergefügt sind. Er ist weit verbreitet, ist von verschiedener Härte und Wetterbeständigkeit; am besten ist der Sandstein mit kieseligem Bindemittel (Gew.-Verh. 2,2 bis 2,5). Sandstein ist leicht zu bearbeiten und eignet sich daher zu Werksteinen aller Art, z. B. zu Brückengewölben, Verblendung von Ufermauern und Brückenpfeilern usw. An der Elbe werden die Strombauwerke mit dem frostsicheren Sandstein aus der Sächsischen Schweiz gepflastert. Wesersandstein findet auch zu Schüttsteinen Verwendung.

6. **Kalkstein** (kohlensaurer Kalk). Gelb, grau oder graubläulich, ziemlich hart und dicht (Gew.-Verh. 2,5 bis 2,8). Kalkstein ist weit verbreitet, z. B. an der oberen Mosel (sogenannter Trierer Kalk), an der Lahn (Lahnkalk), bei Beckum in Westfalen, bei Bernburg im Saaletal, bei Rüdersdorf unweit Berlin, in Oberschlesien usw. Er ist größtenteils wetter- und wasserbeständig und wird daher teilweise auch zu Pflaster- und Schüttsteinen bei Strombauwerken verwendet. Hauptsächlich aber wird der Kalkstein gebrannt und dann zum Kalkmörtel verwendet. Marmor ist auch ein Kalkstein, und zwar von besonderer Reinheit.[1])

7. **Granit.** Hellgrau bis rötlichgrau mit bunten Flecken und Flimmern, die nach den verschiedenen Bestandteilen wechseln. Er ist körnig, hart und meistens wetterbeständig (Gew.-Verh. 2,5 bis 3,0). Er besteht im wesentlichen aus Quarz, Feldspat und Glimmer. (Quarz ist weiß- oder grau-glasig, Feldspat weißgrau oder rötlich, Glimmer grau oder schwarz.) Aus Granit werden, ebenso wie aus Basaltlava,

[1]) Kalksteingrutz oder -grus ist der schotterartige Abraum des Rüdersdorfer Kalksteins. Er wird an den märkischen Wasserstraßen zum vorläufigen Schutz für neue Spréutlagen und zugleich zum Düngen der Weidensprößlinge gebraucht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Werkstücke zu Brückenpfeilern, Ufer- und Schleusenmauern, Auflagersteine für eiserne Träger, Treppenstufen, ferner Pflastersteine, Fußwegplatten und Bordsteine für Bürgersteige gefertigt. Die frostsicheren und wasserbeständigen Arten taugen auch zu Pflaster- und Schüttsteinen für Strombauwerke. Die Findlinge der norddeutschen Tiefebene bestehen meistens aus Granit.

8. Porphyrgestein. Rötlich, bräunlich, auch graugrünlich, dicht und hart; meistens wetter- und wasserbeständig (Gew.-Verh. 2,6 bis 2,9). Es besteht im wesentlichen aus denselben Bestandteilen wie der Granit. Die Grundmasse ist aber dicht und gleichmäßig gefärbt, öfters mit einzelnen eingesprengten Flecken (Feldspatstücken) Porphyr eignet sich zwar zu Wasserbauten, wird aber hauptsächlich zu guten behauenen Pflastersteinen bester Art in städtischen Straßen verwendet.

9. Kies. Ein natürliches loses Gemenge von kleineren Steinen von Erbsen- bis Faustgröße, oft mit Sand vermischt (Gew.-Verh. trocken 1,8, naß 2,0). Die einzelnen Steine oder Kieskörner sind meist rundlich abgeschliffen; sie gehören verschiedenen Gesteinsarten an, besonders aber Quarz und Grauwacke. Man unterscheidet Flußkies und Grubenkies. Flußkies wird in den Betten und an den Ufern der Ströme, Flüsse und Bäche gefunden und durch Baggern oder Graben gewonnen. Grubenkies findet sich im Binnenlande unter den oberen Erdschichten und wird in Gruben gegraben. Grubenkies ist öfters mit Lehm verunreinigt und muß dann vor der Verwendung mit Wasser ausgespült, „gewaschen" werden.

Flußkies ist dagegen meistens frei von Lehm. Wenn Kies auf eine gleichmäßige Korngröße gebracht werden soll, muß er gesiebt werden. Kies wird verwendet zur Belastung von Packwerkslagen, als Füllstoff für Steinbuhnen, als Unterbettung von Pflaster, zur Befestigung sandiger und lehmiger Wege, bisweilen auch zur Betonbereitung anstatt des Steinschlages. Er wird nach Kubikmetern abgenommen und verkauft.

10. Sand. Ein natürliches loses Gemenge von kleinen Steinteilen von verschiedener Feinheit bis zu Erbsengröße. Die Sandkörner bestehen meistens aus Quarz, der bisweilen auch mit anderen Gesteinsarten vermischt ist. (Gew.-Verh. trocken 1,5, feucht 2,0.) Man unterscheidet Flußsand und Grubensand. Flußsand wird in den Betten und an den Ufern der Ströme, Flüsse und Bäche gefunden, gebaggert oder gegraben. Grubensand findet sich im Binnenlande und wird in Gruben gegraben; er ist zuweilen mit lehmigen Bestandteilen vermischt und muß dann vor der Verwendung gewaschen werden. Flußsand ist meistens frei von derartigen Beimengungen. Wenn ungleichmäßiger Sand auf eine gleichmäßige Korngröße gebracht werden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

soll, muß er gesiebt werden. Sand wird hauptsächlich als Mauersand zur Mörtelbereitung gebraucht, der gröbere Sand auch zur Unterbettung von Straßenpflaster (Pflastersand). Sand wird wie Kies nach Kubikmetern verkauft.

11. Ton oder Lette. In trockenem Zustande eine fein zerreibliche erdige Masse, welche durch Zersetzung gewisser Gesteinsarten entstanden ist. Ton saugt begierig Wasser auf; erweicht wird er klumpig, fett, knetbar und bildsam, mit viel Wasser verbunden zerfällt er zu einem Brei. Seine Farbe ist in der Regel grau, graubläulich oder gelblich. (Gew.-Verh. 1,8 bis 2,6.) Er kommt in ausgedehnten Lagern, besonders in den unteren Erdschichten, und zwar meistens in feuchtem, fettem Zustande vor, bisweilen aber auch in trockenen steinharten Bänken. Der feuchte Ton ist für Wasser undurchlässig; aus diesem Grunde wird er als Tonschicht (Tonschlag) zum Dichten angewendet, so z. B. unter den hölzernen Böden der Überfallwehre, Freiarchen und Schleusen, unter der Sohle und den Seitenböschungen der Schiffahrtskanäle, rings um gemauerte Wasserbehälter, Abortgruben usw. Kalkhaltiger Ton heißt Mergel; dieser kommt in steinartigen Stücken und Bänken vor und ist zu vorstehenden Zwecken ungeeignet. Töpferton ist ein besonders reiner Ton, der zum Formen und Brennen von Tonwaren, u. a. auch von Tonrohren (Ziffer 17), gebraucht wird. Ton wird nach Kubikmetern verkauft.

12. Lehm ist ein mit feinem Sand innig gemengter Ton, meist von braungelber Farbe. Er findet sich besonders im angeschwemmten Flachland der Flüsse, auch in Tälern und Mulden des Hügellandes (Gew.-Verh. trocken 1,5, feucht 1,7 bis 2,9). Die wichtigste Verwendung findet der Lehm zum Brennen von Ziegelsteinen, Drainröhren usw., ferner wird er bei Wegebauten verwendet, um lose Sand- oder Kieswege bindiger zu machen und so zu befestigen. Lehm wird nach Kubikmetern verkauft.

13. Dammerde. Man versteht hierunter

a) die obere fruchtbare Schicht des Ackerbodens, auch Mutterboden, Ackerkrume, Humus genannt. Der Mutterboden wird zur Verbesserung von unfruchtbaren sandigen, kiesigen oder lehmigen Flächen verwendet, z. B. bei Böschungen an Ufern, Einschnitten und Dämmen. In der Regel wird Grassamen darüber gesät (siehe unter Erdarbeiten).

b) Man versteht unter Dammerde auch fette lehmige Erde, wie man sie zu Dämmen gebraucht (Gew.-Verh. lockerer Erde etwa 1,6).

Muß Dammerde gekauft werden, so geschieht es nach dem Kubikinhalt der Schachtgruben.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

B. Künstliche Steine.

14. Ziegel oder Backsteine. Ziegel werden aus feuchtem, durchgearbeitetem Lehm geformt, dann getrocknet und gebrannt. Das Formen geschieht entweder mit der Hand (Handstrichsteine) oder mit Maschinen (Maschinensteine), das Trocknen in offenen Schuppen. Die getrockneten Steine nennt man Luftziegel. Das Brennen geschieht meistens in gemauerten Öfen (Ofenbrandziegel) oder in großen mit Feuerzügen gesetzten Stapeln von Luftziegeln (Feldbrandziegel).

Gute Ziegelsteine müssen in der Bruchfläche ein dichtes, gleichförmiges Gefüge zeigen und, wenn sie mit anderen Ziegelsteinen angeschlagen werden, einen hellklingenden Ton geben. Kalk, Gips, Mergelknollen, Salpeter und kleine Steine dürfen darin nicht zu finden sein.

Die für Ziegel vorgeschriebene Größe (Normalformat) beträgt: Länge 25 cm, Breite 12 cm, Dicke 6,5 cm. In Schleswig-Holstein, Hamburg und Oldenburg sind außerdem noch kleinere Größen in Gebrauch.

Ziegel werden nach 1000 Stück verkauft; sie werden in regelrechten Stapeln aufgesetzt und abgenommen. Jeder Stapel, hochkantig gesetzt, enthält in der Regel 200 Stück, fünf eng aneinandergesetzte Stapel also 1000 Stück.

Die Farbe der Ziegel ist rot, rotbläulich oder gelb. Die rote Färbung stammt von dem im Lehm meistens enthaltenen Eisenstoff her.

Man unterscheidet folgende Arten Ziegel:

a) Hintermauerungssteine. Dies sind die gewöhnlichen Ziegel;

b) Hartbrandsteine sind stärker gebrannte Ziegel von besserem Ton;

c) Verblendsteine sind ausgesuchte Ziegel oder Hartbrandsteine, auch aus besonders sorgfältig bearbeitetem Ton geformte und sorgfältig gebrannte Steine, mit denen das Mauerwerk außen verblendet wird;

d) Klinker sind sehr hart gebrannte Ziegelsteine, welche an der Außenfläche oder ganz und gar verglast sind. Verblendklinker sind ausgesuchte regelmäßige Klinker;

e) Abbrand, Schrot oder Schmolzen sind Ausschußziegel, welche beim Brennen infolge von großer Hitze ihre Form verloren haben, verglast, verzogen und zum Teil zusammengebacken sind.

(Gew.-Verh. der Ziegel zu a bis c 1,4 bis 1,6; Klinker 1,6 bis 2,0.)

Zum Innenmauerwerk (Hintermauerung) werden beim Wasserbau im allgemeinen Hartbrandsteine oder unansehnlichere Klinker, zur Ver-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

blendung aber regelmäßige Klinker verwendet. In Gegenden, in denen natürliche Steine teuer sind, werden Abbrandsteine u. a. als Pflastersteine zur Befestigung von Deich- und Uferböschungen verwendet; sie werden ferner geschlagen und als Grobschlag zu Schüttsteinen, als Feinschlag zur Bettung und zur Auszwickung von Böschungspflaster benutzt, das im übrigen aber aus Sprengsteinen besteht. Ferner wird Ziegel-Kleinschlag unter solchen Umständen anstatt gewöhnlichen Kleinschlages zur Betonbereitung verwendet.

15. Zement- oder Kunststein. Er besteht aus Zementstampfbeton; dies ist eine Mischung von Zementpulver mit Sand und Kies, die, schwach angefeuchtet, in Formen gestampft, steinhart wird. So werden Fußwegplatten, Treppenstufen, Rohre zu Entwässerungskanälen (sogenannte Zementrohre), Wasserbehälter, auch Einsteigeschächte für Entwässerungskanäle angefertigt. Zu größeren Stücken wird statt feineren Kieses grober Kies, auch Steinschlag angewandt, z. B. zu Ankerringklötzen, welche bis zu 1 cbm Größe hergestellt werden.

16. Drainröhren. Sie werden wie die Ziegel aus Lehm hergestellt und gebrannt. Die einzelnen Röhren sind 30 cm lang und 4 bis 15 cm lichtweit bei 1 bis 4 cm Wandstärke; sie werden zu Drainierungen (Drainagen), d. h. zur unterirdischen Saugentwässerung nasser Ländereien gebraucht. Sie werden wie die Ziegel nach tausend Stück verkauft.

17. Glasierte Tonrohre. Innen und außen glasierte Rohre von gebranntem Töpferton werden zu Entwässerungskanälen von 10 bis 60 cm Weite verwendet. Sie werden in der Regel nach der fertig gebauten Kanallänge (Baulänge) verkauft.

18. Steingutrohre. Steingut ist hartgebrannter Ton mit glasigem Bruch und glasiger Oberfläche. Die Rohre sind fester als glasierte Tonrohre.

19. Schamottsteine (Chamottesteine) oder Ofenziegel. Feuerfest, unschmelzbar, werden aus feuerfestem Ton, der mit bereits gebranntem, gestoßenem Ton vermischt wird, geformt und in Weißglut gebrannt. Sie haben die Größe der Mauerziegel und werden mit feuerfestem Mörtel zur Ausmauerung von Dampfkessel-Feuerungen verwendet. Sie werden nach der Stückzahl verkauft.

C. Mörtelstoffe.

Anm. Über die Bereitung des Mörtels siehe Abschn. 10.

20. Gebrannter Kalk, Ätzkalk oder Stückkalk wird durch Brennen aus dem Kalkstein (Ziffer 6) gewonnen; er gibt, nachdem er mit Wasser abgelöscht ist, dann mit Sand unter Zusatz von Wasser vermischt, den Kalkmörtel. Man unterscheidet zwei Arten Ätzkalk:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

a) Kalkstein, welcher fast frei von fremden Bestandteilen ist, gibt durch das Brennen den Fettkalk, Luft- oder Weißkalk;

b) Kalkstein, welcher $^1/_7$ bis $^1/_5$ Kiesel- und Tonerde enthält, gibt durch das Brennen Wasserkalk; er wird auch magerer Kalk, Schwarz- oder Graukalk genannt.

Der mit der Kalkart a erzeugte Mörtel heißt Luftmörtel, der mit der Kalkart b erzeugte Wassermörtel.[1]) Wassermörtel heißt dieser Mörtel, weil er besonders auch im Wasser erhärtet; er wird daher bei Mauern, die der Nässe und Feuchtigkeit ausgesetzt sind, besonders auch im Wasserbau, verwendet. Luftmörtel erhärtet nur an der Luft; er wird daher nur im Hochbau verwendet.

Der Fettkalk ergibt nach dem Löschen den Kalkteig oder Kalkbrei, der in Gruben aufbewahrt wird, der Wasserkalk dagegen ein Pulver, das möglichst bald zu Mörtel verarbeitet werden muß, aber kürzere Zeit auch in Säcken aufbewahrt werden kann. Die Lagerung des Wasserkalkpulvers muß sehr trocken (in Schuppen) geschehen; denn wenn es feucht oder naß wird, wird es hart und unbrauchbar. Der Fettkalkteig kann in Gruben, wenn er mit Sand bedeckt wird, oft jahrelang aufbewahrt werden, ohne sich zu verändern.

Gebrannter Kalk wird nach Gewicht oder nach Hektolitern verkauft, Kalkteig fast nur nach Kubikmetern, Kalkpulver nach Hektolitern.

21. Zement, Portlandzement. Ein blaugraues oder graugrünes Pulver, das fabrikmäßig in folgender Weise hergestellt wird: Geeigneter Kalkstein und reiner Ton werden in bestimmtem Verhältnis äußerst fein zerkleinert, innig gemischt und zu Ziegeln gepreßt; diese werden nach dem Trocknen glashart gebrannt und alsdann fein zu Zementpulver zermahlen.

Der Zement kommt in Fässern, sogenannten Tonnen, auch in Säcken in den Handel. 1 Tonne enthält 125 l Zementpulver und wiegt mit Faß 180 kg, ohne Faß 170 kg; auch halbe Tonnen kommen zum Verkauf. Ein Sack Zement wiegt 75 kg ohne Sack. Zement muß trocken in Schuppen gelagert werden, da er, feucht oder naß geworden, hart und unbrauchbar wird. Der Zement, trocken mit Sand gemischt und dann mit Wasser angerührt, gibt den besten Wassermörtel. Auch reiner Zement mit Wasser angerührt gibt Wassermörtel; dieser wird jedoch wegen seiner Kostspieligkeit nur zu bestimmten Zwecken gebraucht, z. B. zum Dichten von Mauerrissen, Vergießen der Fugen von Quadermauerwerk usw. Luftkalkmörtel, dem etwas Zementmörtel zu-

[1]) Will man diesen Wassermörtel von anderen Wassermörteln, z. B. Zementmörtel oder Traßmörtel, besser unterscheiden, so nennt man ihn „Wasserkalkmörtel".

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gesetzt wird, erhärtet nicht allein an der Luft, sondern auch im Wasser; man nennt ihn dann verlängerten Zementmörtel.

Anm. Schlackenzement nennt man eine Zementart, welche aus einer Mischung von fein gemahlener Hochofenschlacke und Kalk oder Zement besteht. Er ist billiger als Portlandzement. [1])

22. Traß. Der Traß ist ein gelblich-graues, mehlfeines Pulver, das aus Tuffstein (Bimssteintuff) gemahlen wird. Tuffstein ist in der Vorzeit aus den ausgeworfenen Aschen feuerspeiender Berge entstanden, die unter der Einwirkung von Wasser und hohem Druck zu Stein geworden sind. Er kommt besonders am Rhein unweit Andernach, nämlich im Nette- und Brohltal vor. Er ist von gelblich-grauer, manchmal bläulicher Farbe, ist porig und hat etwa die Härte eines gewöhnlichen Ziegelsteines. Das Traßmehl wird dem Kalkmörtel zugesetzt und bewirkt, daß der so gewonnene Mörtel, den man dann Traßmörtel nennt, unter Wasser erhärtet, gleichwie der Zementmörtel, wenn auch etwas langsamer.

Das Traßmehl ist im Trockenen (in Schuppen) zu lagern, ist aber nicht so empfindlich gegen Feuchtigkeit wie Zement.

Das gelieferte Traßmehl ist oft durch Zusatz von sogenanntem wilden oder Bergtraß verfälscht, einem ähnlich aussehenden Pulver, das in den oberen Lagen über dem Traßstein vorkommt, aber fast gar keine erhärtenden Eigenschaften besitzt.

Man läßt sich daher der Sicherheit wegen meistens nicht das Traßmehl, sondern die Traßsteine liefern und diese auf der Baustelle mahlen.

Traßmehl wird nach Hektolitern und Kubikmetern verkauft, Tuffstein nach Gewicht.

23. Mauersand. Zu allen Mörteln ist Mauersand ein notwendiger, wichtiger Bestandteil. Er muß frei von lehmigen, erdigen und pflanzlichen Beimengungen, scharfkantig und von gleichmäßigem Korn sein. Der reine Quarzsand ist der beste. Zu feiner Sand (Triebsand) und zu grober Sand (Kiessand) erschweren die gleichmäßige Erhärtung des Mörtels im Mauerwerk. Unreinheiten verhindern das Abbinden des Mörtels. Unreiner Sand muß, falls er verwendet werden soll, vorher gewaschen, mit zu großen Körnern vermischter Sand vorher gesiebt werden.

24. Asphalt. Unter Asphalt versteht man das harzige Erzeugnis (Erdharz, Erdpech) aus dem natürlichen Asphaltstein, einem harzigen Kalkgestein. Der Asphalt, bei besonderer Zusammensetzung Asphalt-

[1]) Pulverige Hochofenschlacke (Schlackenmehl) erhärtet auch für sich unter Wasser. Sie wird daher am Rhein bisweilen zu Kolkdeckungen bei Buhnenwurzeln, zu Uferdeckungen und zu ähnlichen Zwecken gebraucht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mastix genannt, ist schwarz und wird in 25 kg schweren Broten geliefert; er wird auf der Baustelle in Öfen geschmolzen und als Gußasphalt zu verschiedenen Zwecken verwendet, z. B. zum Ausgießen der Fugen zwecks Dichtung von Straßenpflaster (besonders auf Brücken), zur Herstellung von Trockenschichten auf Grundmauern gegen aufsteigende Feuchtigkeit, auf Gewölben gegen herabdringende Feuchtigkeit, zum Belag von Bürgersteigen, zu wasserdichten Fußböden usw. Dem geschmolzenen Gußasphalt wird meistens grober Sand beigemengt. Stampfasphalt ist gepulverter Asphaltstein. Das Pulver wird zur Herstellung von Straßenfahrbahndecken verwendet. Weiteres darüber siehe in Wege- und Pflasterarbeiten.

Anm. Asphaltfilzplatten sind etwa 1 cm starke Filzplatten, die völlig mit Asphalt durchtränkt sind. Sie werden zur Abdeckung von Grundmauern und Brückengewölben verwendet. Sie sind sehr nachgiebig, so daß etwa entstehende Mauerrisse durch die Platten nicht hindurchgehen. Goudron ist eine besondere Asphaltmasse, die schon bei mäßiger Hitze flüssig wird. Goudron wird dem Gußasphalt zugesetzt; auch benutzt man ihn allein zum Anstreichen von Mauern als Schutz gegen andringende Feuchtigkeit. Künstlicher Asphalt wird durch Eindampfen von Steinkohlenteer gewonnen; er wird hauptsächlich bei Herstellung der Dachpappe verwendet.

D. Bauhölzer.

a) Gefüge des Holzes.

Im Querschnitt eines Baumstammes ist der Anwuchs jedes Jahres an den Jahresringen erkennbar. Man unterscheidet Rinde, Splint und Kern. Die der Rinde zunächstliegenden Jahresringe bilden das weichere und hellere Splintholz, die inneren Jahresringe das härtere und dunklere Kernholz. Das untere Ende eines gefällten Stammes heißt das Stammende, das obere das Zopfende. Die quer zur Faser geschnittene Holzfläche heißt die Hirnholzfläche oder das Hirnholz, dagegen die längs der Faser geschnittene Fläche das Langholz. Das Bauholz wird am besten im sogenannten Wadel gefällt, d. h. in der Zeit, in welcher die Saftbewegung aufgehört hat, d. i. in den Monaten November bis Februar. Das in der Saftzeit gefällte Holz trocknet schlecht, fault leichter und neigt eher zur Schwammbildung. Durch Flößen wird das Holz infolge Auslaugens der Säfte verbessert.

Dauer des Holzes. Stets unter Wasser befindliches Holz hat eine fast unbegrenzte Dauer, oft Jahrhunderte bis Jahrtausende. Hölzer, welche teils im Wasser und teils in der Luft stehen, faulen am leichtesten dicht über Wasser (im Wasserwechsel). Am schnellsten fault das Holz in der Erde, z. B. Zaunpfähle. Zum Schutze werden die Erdenden der Pfähle durch Feuer angekohlt und gehärtet oder mit Karbolineum gestrichen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

b) Art der Bearbeitung.

Man unterscheidet:

I. Rundholz. Die Stärke wird nach dem mittleren Durchmesser ohne Rinde gemessen.

II. Beschlagenes Holz. Hierunter versteht man Holz, welches nach der Schnur mit dem Beil beschlagen ist. Aus einem Rundholz kann man ein beschlagenes Holz herstellen, daß auf einer, zwei, drei oder allen vier Seiten beschlagen sein kann.

III. Kantholz ist geschnittenes, seltener beschlagenes Holz, welches auf allen vier Seiten mit der Säge geschnitten oder beschlagen ist. Vollkantig ist ein Kantholz, wenn alle Kanten vollständig scharf vorhanden sind; waldkantig, baumkantig oder wahnkantig ist ein Kantholz, wenn die Kanten nicht scharf, sondern entsprechend der natürlichen Rundung des Baumstammes etwas gebrochen sind, also schmale Schrägflächen darstellen. Eine Waldkante von 3 cm bedeutet, daß die Kante 3 cm breit, schräg gemessen, gebrochen ist.

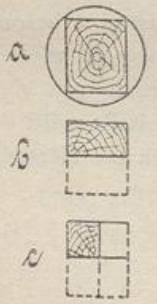


Abb. 29.

Ganzholz nennt man ein Kantholz, das dem stärksten aus einem Stamme zu schneidenden Balken entspricht (Abb. 29).

a) Durch einen Längsschnitt werden aus einem Ganzholz zwei Halbhölzer gewonnen;
b) desgleichen aus einem Halbholz zwei Kreuzhölzer.
c) Ein Baumstamm liefert also ein Ganzholz, zwei Halbhölzer oder vier Kreuzhölzer.

IV. Bohlen und Bretter. Diese sind breite Schnitthölzer, welche durch gleichlaufende Sägeschnitte aus dem Rundholzstamm gewonnen werden. Besäumt nennt man die Bohlen und Bretter, wenn sie durch zwei weitere seitliche Sägeschnitte überall einen rechteckigen Querschnitt und gleichmäßige Breite erhalten haben. Bohlen und Bretter können vollkantig oder waldkantig sein. Bohlen sind in der Regel etwa 5 bis 10 cm stark, 20 bis 35 cm breit; Bretter 1,5 bis 4,5 cm stark, 20 bis 30 cm breit.

V. Latten sind schmale Schnitthölzer; stärkere $5 \cdot 8$ cm, schwächere $3 \cdot 6$ und $2{,}5 \cdot 5$ cm stark.

VI. Leisten sind ganz schmale Schnitthölzer z. B. $1 \cdot 3$ cm stark.

VII. Schwarten sind die aus dem Splintholz bestehenden äußersten Bretter, welche beim Auftrennen eines Stammes gewonnen werden, also nur einen Sägeschnitt erfahren haben, im übrigen aber roh sind.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Anm. Rundholz wird nach m der Länge, seltener nach cbm, beschlagenes Holz und Kantholz nach cbm, Bohlen und Bretter nach qm, Latten, Leisten und Schwarten nach m der Länge bezahlt. Rohe Rundholzstämme werden nach „Festmetern", d. h. cbm fester Stammasse verkauft.

c) Holzarten.

Die Hölzer werden eingeteilt in Laubhölzer, z. B. Eiche, Buche, Weide, Erle, Ulme, Rüster, Pappel, Aspe, Birke, Esche usw., und Nadelhölzer, z. B. Kiefer, Fichte, Tanne, Lärche, Wachholder usw.

25. Eichenholz. Es ist das wertvollste Bauholz; es ist hart und schwer, sehr dauerhaft, wetter- und wasserbeständig (Gew.-Verh. trocken 0,8). Es hält sich im Wechsel von Naß und Trocken etwa 50 Jahre, d. h. fast dreimal so lange als Kiefernholz, ist aber auch zwei- bis dreimal so teuer als dieses. Eichenholz wird verwendet zu Anbindepfählen für Schiffe, Ober- und Unterbelag von Brücken, zu Schleusentoren, Pegellatten, Schiffsbauhölzern usw.

26. Buchenholz.

a) Die Rotbuche hat rötlich-weißes Holz von großer Härte und Dichtheit; es ist aber nicht sehr wetterbeständig. In der Sonne wird es leicht rissig, bei ungenügender Lüftung leicht stockig und brüchig; zum Unterbelag von Brücken ist es daher nicht verwendbar; dagegen wird es bei luftiger Lage wegen seiner Härte mit Vorteil zum Oberbelag verwendet.

b) Die Weißbuche hat hartes, weißes Holz von großer Dichtheit und Dauerhaftigkeit. Es wird im Mühlen- und Maschinenbau zu hölzernen Radkämmen, zu Holzeinlagen bei Seilscheiben usw. gebraucht.

27. Sonstige Laubhölzer. Weiden, Erlen, Ulmen (Rüstern), Pappeln, Aspen, Birken und Eschen werden nur gelegentlich zu vorübergehenden Zwecken, besonders aber zu Gerätschaften verwendet, z. B. Ulmen zu Karrbäumen, Eschen zu Rudern, Pappeln zu Böden und Seitenwandungen von Erdkarren, auch zu Wasserschippen usf.

28. Kiefer oder Föhre. Sie findet sich hauptsächlich in den Waldungen der östlichen Provinzen, meist auf sandigem Boden. Ihr Holz ist rötlich-gelb, harzreich und zeigt scharf ausgeprägte Jahresringe. Es ist mittelhart und wetterbeständig. (Gew.-Verh. trocken 0,6 bis 0,7.) Nächst der Eiche ist es für Wasserbauten das beste Bauholz, besonders unter Wasser. Im Wechsel von Naß und Trocken hält es sich dagegen höchstens 20 Jahre. Es eignet sich zu Rammpfählen, Rostschwellen, Brückenbalken und -bohlen, überhaupt zu allen Holzbauten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

29. Fichte oder Rottanne, gewöhnlich Tanne genannt. Sie wächst hauptsächlich in den Waldungen der mittel- und süddeutschen Gebirge. Das Holz ist gelblich mit undeutlich erkennbaren Jahresringen, weicher, weniger harzreich und daher weniger haltbar als Kiefernholz, ist aber gerader und schlanker gewachsen als dieses (Gew.-Verh. trocken 0,6). Es wird als Ersatz für Kiefernholz und wie dieses verwendet. Wegen seines geraden Wuchses ist es besonders zu Masten, Flaggen- und Segelstangen geeignet.

30. Tanne, Weiß- oder Edeltanne. Sie hat breitere Nadeln als die Fichte, mit je zwei weißen Streifen auf der Unterseite. Sie kommt seltener vor als die Fichte; ihr Holz ist weißer und feinadriger, ihre Verwendung aber im allgemeinen wie diejenige der Fichte.

31. Sonstige Nadelhölzer. Die Lärche hat jährlich abfallende, weiche, büschelförmig stehende Nadeln. Sie ist der wertvollste Nadelholzbaum, kommt aber seltener vor als die Kiefer, Fichte und Tanne. Das Holz ist rotbraun oder rotgelb, hart und fest. Es wird verwendet wie Eiche und Kiefer. In einzelnen Gegenden wird neuerdings auch die amerikanische Kiefer oder Pitchpine (sprich Pitschpein) angewendet. — Wachholder ist ein strauchartiger niedriger Baum mit dichtem Nadelwuchs. Sein Holz ist fest, hart und zähe. Er wird nur als Strauch zu Packwerksarbeiten verwendet und ist im Wasser von sehr langer Dauer.

E. Strauch-Baustoffe mit Zubehör.

32. Faschinen. Strauch oder Busch wird in großen Mengen zu Packwerksarbeiten in solchen Gegenden verwendet, wo Stein und Kies gar nicht oder nur zu hohen Preisen zu haben sind. Aller Strauch oder Busch wird in Gestalt von Faschinen (Bund, Bündeln) angeliefert. Zackbusch besteht aus den Zweigen gefällter Waldbäume und ist meistens knorrig, ästig und krumm, daher auch weniger brauchbar; der Durchforstungsstrauch dagegen, der aus dem Unterholz jüngerer Waldschläge gewonnen wird, ist gerader, schlanker, gleichmäßiger und daher weit brauchbarer. Die Faschinen haben 2,5 bis 5 m Länge; die Reiser dürfen am Stammende bis 5 cm stark sein. Die Faschinen sind etwa 30 cm stark, mit Bindeweiden oder geglühtem Eisendraht in der Regel zweimal gebunden. Für die Abnahme, die nach Kubikmetern geschieht, werden die Faschinen in Stapeln von 4 bis 6 m Breite und 2 bis 2,5 m Höhe aufgesetzt. Da die aufgesetzten Stapel sacken, läßt man sie bis zur Abnahme eine Woche stehen oder rechnet ein Sackmaß von 30 cm auf 2 m Höhe. Zu 1 cbm gehören 7 bis 8 Faschinen mittlerer Länge.

Man unterscheidet Packwerksfaschinen und Weidenfaschinen. Zu Packwerksfaschinen (Packfaschinen), die zur Her-

stellung des eigentlichen Packwerkes, der Sinkstücke usw. dienen, können die verschiedensten Holzarten verwendet werden (Kiefern, Wachholder, Laubhölzer, Dornbusch usw.). Weidenfaschinen werden zur Herstellung von Spreutlagen, Rauhwehr, Rauschen, Flechtzäunen und Pflanzungen besonders angeliefert, oder auch auf den der Wasserbauverwaltung gehörigen Strombauwerken, Uferdeckungen und Anlandungen gewonnen. Das Schneiden der Faschinenweiden beginnt erst Anfang Oktober und darf nicht nach dem 1. März geschehen.

Die Reiser haben 1 bis 3 cm Stärke.

33. Buhnenpfähle. Sie werden zu den eigentlichen Packwerksarbeiten verwendet und bestehen aus Kiefern-, Fichten-, auch Eichen-, Rüstern-, oder anderem Rundholz, sind 1,25 m lang, in der Mitte 4 bis 7 cm stark, mit schlanker Spitze und gerade abgeschnittener Kopffläche. Sie werden nach 100 Stück verkauft und für die Abnahme in Stapeln meistens je zu 500 Stück aufgesetzt.

34. Spreutlagepfähle. Sie bestehen aus denselben Holzarten wie die Buhnenpfähle, sind 1,0 m lang, 5 bis 7 cm stark; sie werden wie diese verkauft und aufgesetzt.

35. Pflasterpfähle bestehen aus denselben Holzarten wie die Buhnenpfähle; sie sind 1,0 m lang, 10 cm stark, zu besonderen Zwecken auch länger und stärker. Sie werden wie die Buhnenpfähle nach Hundert verkauft, in der Regel aber in Stapeln von 150 Stück aufgesetzt.

36. Bindeweiden und Bindedraht. Von Bindeweiden wird jetzt nur wenig Gebrauch gemacht; anstatt ihrer wird zweckmäßiger der geglühte Eisendraht (Bindedraht) verwendet, nämlich zum Binden der Faschinen, der Würste und der Senkfaschinen. Bindeweiden für Würste sind 0,5 bis 0,6 m lang, etwa 0,5 cm stark; sie werden in Bunden von 200 bis 300 Stück geliefert und nach 100 Stück bezahlt. Haltbar sind nur die im Herbst geschnittenen Bindeweiden. Die zum Binden der Faschinen und Senkfaschinen bestimmten Bindeweiden sind länger als die vorgenannten, die für Senkfaschinen außerdem stärker (etwa 1 cm stark). Der Bindedraht, der nicht nur zum Binden der Faschinen, der Würste und der Senkfaschinen, sondern neuerdings auch teilweise anstatt der Würste selbst verwendet wird, wird in gewickelten Ringen angeliefert und nach Gewicht verkauft. Der zum Binden der Faschinen und der Würste benutzte Draht ist mindestens 1 mm, der Senkfaschinendraht und der anstatt der Würste benutzte Draht 2 bis 3 mm stark. 100 m Draht, 1 mm stark, wiegen 0,6 kg, 2 mm: 2,4 kg, 3 mm: etwa 5,5 kg. Bindedraht, namentlich der für Senkfaschinen bestimmte und der zum Ersatz der Würste dienende

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Draht, wird neuerdings häufig verzinkt geliefert, um ihn vor dem Durchrosten zu schützen. Verzinkter Draht ist aber teurer.

F. Metalle.

Alle Metallgegenstände werden nach Gewicht, seltener nach Stück und Länge bezahlt.

37. Gußeisen ist ein aus Roheisen[1]) durch Schmelzen hergestelltes Eisen; es hat erheblichen Kohlenstoffgehalt (Gew.-Verh. 7,25); auf der Bruchfläche zeigt es ein feinkörniges Gefüge von mattglänzender Farbe; es ist spröde und nicht schmiedbar. Es wird zu Maschinenteilen, z. B. Zahnrädern, Lagerböcken für Winden, zu Schiffshaltern, Wasserleitungs- und Gasrohren, Platten für Maueranker, zu eisernen Säulen usw. verwendet, überhaupt zu solchen Zwecken, bei welchen das Eisen hauptsächlich Druck auszuhalten hat, nicht aber gezogen oder gebogen wird.

38. Schmiedbares Eisen (Schmiedeeisen). Reiner als Gußeisen, mit weniger Kohlenstoffgehalt (Gew.-Verh. 7,8). Das Gefüge auf der Bruchfläche ist sehniger und grobkörniger, auch etwas heller als Gußeisen; es ist zähe, schmied- und schweißbar. Das gewöhnliche Schmiedeeisen wird daher auch Schweißeisen genannt. Es wird aus dem Roheisen unter großer Hitze in teigigem Zustande gewonnen. Eine andere Art Schmiedeeisen heißt Flußeisen, weil es aus dem Roheisen durch ein besonderes Verfahren in flüssigem Zustande gewonnen wird. Flußeisen ist auch gut schmiedbar, aber schlechter schweißbar.

Walzeisen nennt man verschieden geformte Stäbe sowie Platten und Bleche aus Schweiß- oder Flußeisen, welche in glühendem Zustande durch Walzen hergestellt sind. Man unterscheidet bei den Walzstäben: Stabeisen, nämlich Vierkant-, Rund- und Flacheisen, und anderseits Profil- oder Fassoneisen.

Die hauptsächlichsten Profileisen sind nach ihren Querschnitten folgende:

L-Eisen; sprich: Winkeleisen.
T-Eisen; sprich: T-Eisen.
I-Eisen; sprich: I-Eisen oder Doppel-T-Eisen.
⊔-Eisen; sprich: U-Eisen.
Z-Eisen; sprich: Z-Eisen.
Eisenbahnschinen.

Blech ist platt gewalztes Schmiedeeisen. Es gibt glattes Blech, ferner Riffelblech (das unten glatt ist und oben Rillen oder

[1]) Roheisen ist das in Hochöfen aus Eisenerzen gewonnene Eisen. Es wird in kurzen Stäben gewonnen und angeliefert. Sein Stoffgefüge ist fast ebenso wie dasjenige des Gußeisens.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Riffeln hat) und Wellblech (das einen wellenförmigen Querschnitt besitzt).

Bandeisen nennt man ein dünn ausgewalztes Flacheisen.

Draht ist ein durch gelochte Stahllehren gezogenes dünnes Rundeisen von größerer Länge. Geglühter Draht ist ein durch Ausglühen mit Holzkohlen weich und biegsam gemachter Eisendraht. Er hat eine matte grauschwärzliche Farbe (vergl. Bindedraht Ziff. 36).

Nägel. Man unterscheidet geschmiedete Nägel und Drahtstifte. Geschmiedete Nägel haben quadratischen Querschnitt, dachförmigen Kopf, rauhe Oberfläche und sind sehr zähe; Drahtstifte haben runden oder quadratischen Querschnitt, platten gerippten Kopf und glatte Oberfläche. Sie sind härter, aber weniger zähe als geschmiedete Nägel. Die geschmiedeten Nägel haften besser im Holz, sind aber teurer als Drahtstifte. Nägel werden in der Regel nach Stückzahl verkauft (in 100 oder 1000 Stück). Schmiedeeisen findet in allen Zweigen des Bauwesens die vielseitigste Verwendung.

39. Stahl. Weit härter als Schmiedeeisen und Gußeisen, enthält mehr Kohlenstoff als Schmiede-, aber weniger als Gußeisen, zeigt eine feinkörnige, metallglänzende Bruchfläche. Man unterscheidet gewöhnlichen oder Schweißstahl, und anderseits Flußstahl (früher Gußstahl genannt). Der Stahl ist teils spröde, teils biegsam und federnd (Federstahl). Stahl wird angewendet zu Metallfedern, Eisenbahnschienen, Grundplatten für Spurzapfen, z. B. bei Schleusentoren, besonders aber als Schweißstahl zu allerhand Werkzeugen, wie Messer, Beile, Sägen usw.

40. Blei. Weich und in der frischen Schnittfläche glänzend, aber leicht grau anlaufend, wiegt schwer, ist leicht zu gießen, zu biegen und zu hämmern (Gew.-Verh. 11,4). Es wird zu dünneren Wasserleitungsrohren verwendet, ferner zur Fugendichtung bei eisernen Wasserleitungsrohren, zu Abdeckplatten für Brückengewölbe, zu Zwischenplatten für die Auflager schwerer eiserner Brückenträger, zum Einbleien von eisernen Geländerstäben und Grundschrauben in Steinquadern usw.

41. Zinn. Ein glänzendes, fast silberweißes Metall, etwas härter, aber nicht so dehnbar als Blei (Gew.-Verh. 7,4). Es wird fast nur zum Verlöten anderer Metalle verwendet. Gewöhnliches Eisenblech (Schwarzblech), mit Zinn überzogen, heißt Weißblech.

42. Zink. Bläulichweiß glänzend, ist gegossen spröde, zu Blech gewalzt biegsam. Zinkblech wird zu Dachrinnen, Dacheindeckungen, Regenschutzhauben, z. B. über dem Hirnholz von Pfählen usw., gebraucht. Eisenteile, z. B. Draht, Nägel, Wellblech werden zum Schutz gegen Rost häufig verzinkt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

43. Kupfer. Ein rotes Metall, das zähe, gut hämmer- und walzbar ist. Es wird in Form von Röhren, ferner als Draht und als Blech verwendet. Die Innenwände der Feuerbüchsen bei Dampfkesseln bestehen z. B. aus Kupferblech.

44. Bronze oder Rotguß besteht aus Kupfer und Zinn, ist hart und zähe, wird zu Zapfenlagern für Maschinen- und Schiffswellen, ferner zu Schiffsglocken usw. gebraucht.

45. Messing oder Gelbguß besteht aus Kupfer und Zink. Je größer der Zinkzusatz, um so hellgelber, härter und spröder, aber auch um so schmelzbarer ist das Messing. Die Wasserstandshähne bei Dampfkesseln und andere Kesselausrüstungsstücke bestehen aus Messing.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 3.

Anstriche.

Der Anstrich soll die gestrichene Fläche entweder verzieren oder gegen Zerstörung durch Witterung, Fäulnis, Rost usw. schützen oder beides zugleich. Es ist daher die Deckfähigkeit der Farbe und ihre Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einflüsse besonders wichtig. Eine Grundbedingung für alle Anstriche ist, daß sie auf völlig trockenen Flächen, die vorher von Staub, Rost und allem Schmutz zu reinigen sind, aufgebracht werden. Bei Regenwetter dürfen Außenflächen nicht gestrichen werden. Aufeinanderfolgende Anstriche dürfen erst aufgetragen werden, wenn der vorhergegangene vollständig trocken ist.

1. Anstriche auf Holz. Der erste, sog. Grundanstrich auf Holzflächen muß so aufgetragen werden, daß er in alle Fugen und Unebenheiten eindringt. Vor dem Aufbringen des Anstriches müssen sämtliche Nagellöcher, Astlöcher, Risse, Nagel- und Schraubenköpfe usw. mit einem guten, aus Kreide und Leinöl oder Firnis bestehenden Kitte sauber ausgekittet werden.

Zum Anstrich dienen:

a) Ölfarben.

Sie bestehen aus gekochtem Leinöl (Leinölfirnis) mit Blei- oder Zinkweiß und einem Zusatz von Erdfarben.

Weißer Anstrich wird mit Bleiweiß (als Farbzusatz) hergestellt. (Zinkweiß deckt nicht so gut, hat aber den Vorzug, daß es im Laufe der Zeit nicht gelb wird.)

Schwarzer Anstrich wird mit Beinschwarz oder Kienruß, gelber Anstrich mit Ocker, Chromgelb, Neapelgelb, roter mit Caput mortuum, hellroter bis dunkelroter mit Zinnober und Mennige (letztere besonders für Eisenanstriche), brauner Anstrich mit Umbra hergestellt.

Ölfarbe wird in der Weise zubereitet, daß man 1 Teil Bleiweiß mit $^1/_5$ Teil Leinölfirnis abreibt und dann weiter mit Leinölfirnis verdünnt. Wird ein Zusatz

von Erdfarben, z. B. Ocker, erforderlich, so darf die Farbe in trockenem Zustande nur in der Weise gemischt werden, daß auf 65 Teile Bleiweiß höchstens 35 Teile Erdfarbe genommen werden.

Anstatt des Ölfarbenanstrichs können Holzflächen auch eine sog. Ölung erhalten. Den zu ölenden Holzflächen ist ein Anstrich von reinem, heiß aufzutragendem Leinöl zu geben, welchem bei wiederholtem Anstriche u. U. etwas Farbstoff (Ocker, Umbra usw.) zuzusetzen ist.

Um das Trocknen des Ölfarbenanstriches zu beschleunigen, wird der Farbe etwas Sikkativ ($^1/_{15}$ bis $^1/_6$) zugesetzt; man muß einen zu großen Zusatz vermeiden, weil sonst der Anstrich rissig wird.

Bevor alte Holzflächen einen neuen Anstrich erhalten, ist der alte Farbenanstrich mit Sodalösung zu beseitigen.

b) Teeranstriche

sind für die Erhaltung der Hölzer, z. B. bei Schiffen und Brücken, Zäunen usw. sehr gebräuchlich und zweckmäßig. Hierzu werden Holzteer, Steinkohlenteer, Karbolineum und andere karbol- oder kreosothaltige Stoffe verwendet.

Der Holzteer muß leicht flüssig sein und eine helle, braunrote Farbe haben. Er wird heiß, möglichst bei trockenem, warmem Wetter aufgetragen. Bei Erneuerung von Teeranstrichen muß die alte Teerkruste vorher abgekratzt und die Holzfläche sorgfältig gesäubert werden.

Steinkohlenteer muß durch Zusatz von $^1/_5$ Petroleum verdünnt werden, um ihn streichrecht zu machen. Zweckmäßig ist es oft, die mit Teer angestrichenen Flächen mit fein gestoßener Kohle oder Hammerschlag zu bestreuen.

2. Anstriche auf Metallflächen. Zur Verhütung des Rostens wird das Eisen mit verschiedenen Schutzdecken versehen, die die rosterzeugenden Einflüsse von dem Metall abhalten sollen. Solche Schutzdecken werden hergestellt:

a) durch Anstreichen mit Ölfarben,
b) durch Überziehen mit festen und flüssigen Fetten,
c) durch Überstreichen mit Teer und Asphalt,
d) durch Einreiben mit Graphit,
e) durch Überziehen mit anderen Metallen.

Das wichtigste und am meisten benutzte Schutzmittel ist der Ölfarbenanstrich, besonders für Eisenteile, die sich nicht dauernd im Wasser befinden (z. B. eiserne Brücken, Geländer, Schiffswände über der Wasserlinie). Die Eisenteile werden dreimal gestrichen, nämlich einmal mit Mennigfarbe grundiert (als besonderes Rostschutzmittel) und zweimal mit einer anderweitigen passenden Ölfarbe gestrichen (grau,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

schwarz usw.). Die weiteren Anstriche dürfen aufgetragen werden, nachdem der erste Anstrich trocken geworden ist.

Vor Aufbringung des Anstriches auf Metallflächen sind diese zuvor gut zu reinigen. Auf Eisen ist eine Reinigung mit Schmirgel, Kratzen, Bürsten und Waschen vorzunehmen, besonders an denjenigen Stellen, wo Rost sitzt oder wo etwa früher vorhandener schadhafter Anstrich beseitigt werden muß.

Alle Fugen, die noch nicht vollständig verkittet sind oder aus welchen der Kitt herausgefallen sein sollte, sind aus einem mit Leinölfirnis und Eisenmennig, mit einem Zusatz von Bleiweiß, angefertigten Kitte sorgfältig und so tief wie möglich auszufüllen und äußerlich sauber zu verstreichen.

Außer dem als Rostschutzmittel am meisten gebräuchlichen Menniganstrich gibt es noch verschiedene Rostschutzfarben, deren Aufzählung zu weit führen würde und deren Zusammensetzung übrigens nicht sicher bekannt ist.

Eisenflächen, die dauernd im Wasser sich befinden, wie z. B. die Böden und Außenwände von eisernen Schiffen und Prahmen, werden zweckmäßig mit heißem Steinkohlenteer mit geringem Petroleumzusatz gestrichen oder mit gewissen geeigneten Patentfarben. Holzteer zum Anstreichen von Eisen zu verwenden, empfiehlt sich nicht; denn er enthält Essigsäure, die das Eisen zum Rosten bringt.

Asphalt ist in der Form von Eisenlack zum Überziehen von kleineren Eisenteilen sehr geeignet. Gußeiserne Gas- und Wasserleitungsrohre werden mit Steinkohlenteer oder Asphalt überzogen, indem man sie heiß macht und in heißflüssige Masse eintaucht.

3. Anstrich auf Putz und Stein. Hier kommen folgende Anstriche in Betracht: Anstrich mit Ölfarbe, mit Leimfarbe und mit Kalkfarbe. Für den Ölfarbenanstrich erhalten die Putz- oder Steinflächen einen Grundanstrich von reinem Leinöl, dann zwei Anstriche mit Ölfarbe, die einen möglichst großen Zusatz von Bleiweiß (zum Decken) erhält.

Bevor Leimfarbe, die durch Verrührung von Leimwasser mit Schlemmkreide und Erdfarben hergestellt wird, auf Wand- oder Deckenputz aufgebracht wird, ist dieser vorher mit Seifenlauge zu streichen. Kalkfarben werden aus Kalkmilch mit einer Erdfarbe gemischt. Sie sind wenig widerstandsfähig. Milchzusatz verleiht ihnen eine größere Widerstandsfähigkeit.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 4.

Untersuchung des Baugrundes.

1. Beschaffenheit des Baugrundes. Vor der Ausführung eines Baues ist die Beschaffenheit des Baugrundes festzustellen.

Als guter Baugrund gilt gewachsener Fels, Kies, grober, scharfer Sand, trockener Lehm und Ton, wenn genügend starke Schichten vorhanden sind. Nicht gut ist Ton und Lehm, wenn er Wasser enthält, sowie Sand mit Lehm und Ton vermischt. Ganz schlechter Baugrund sind Mutterboden (Humus), Moor, Schlamm, Torf und aufgeschütteter Boden.

Der Fels hat genügende Tragfähigkeit, wenn er in starker Schicht ansteht und seine Schichtung nahezu wagerecht ist; bei schräger Steigung dann, wenn ein Abrutschen ausgeschlossen ist. Bevor mit dem Aufsetzen der Fundamente begonnen wird, ist der verwitterte Stein abzuräumen und bei geneigter Lage eine Abtreppung herzustellen.

Der Kies und Sand muß festgelagert sein und in genügend starker Schicht anstehen. Ist diese geringer als 1 m, so muß man mit dem Fundament oft bis auf die darunterliegende feste Schicht gehen.

Ton- und Lehmboden ist ebenso wie feiner Sand möglichst vor Wasserzutritt zu schützen. Letzterer wird sonst zu Triebsand, der ein sehr schlechter Baugrund ist.

Besonders bei Moor, Schlamm und aufgeschüttetem Boden ist stets eine künstliche Gründung nötig, die tiefere, feste Schichten erreicht (z. B. Pfahlroste u. dergl.). Grundmauern müssen stets, wenn nicht gewachsener fester Fels offen zutage liegt, 1,0 bis 1,5 m unter die Oberfläche geführt werden, um sie gegen den Einfluß des Frostes zu schützen.

2. Bodenuntersuchung. Wenn voraussichtlich schon bei geringer Tiefe die Bodenart klar zu erkennen ist, dann genügt eine einfache Aufgrabung oder ein Schürfloch. Soll nur festgestellt werden, ob unter einer weichen Schicht eine festere, z. B. Kies oder Sand, vorhanden ist, so kann dies mit dem Sondiereisen, einer

2 bis 4 m langen, 2 bis 3 cm starken, mit einem Handgriff versehenen, unten spitzen Eisenstange geschehen. An dem Widerstande beim Einstoßen des Eisens und an dem Geräusch beim Drehen und Aufstoßen läßt sich annähernd der Boden beurteilen. Einen genaueren Aufschluß über die Stärke und Beschaffenheit der einzelnen Schichten kann man dagegen nur durch Bohrer, d. h. regelrecht ausgeführte Bohrungen, erhalten.[1]) Bei nachfallendem Boden werden solche Bohrungen in besonderen Futterrohren ausgeführt.

Für die Untersuchung von zähem Boden (Ton, Lehm) kann der Erdbohrer (Abb. 29) gebraucht werden, besonders wenn die Tiefe

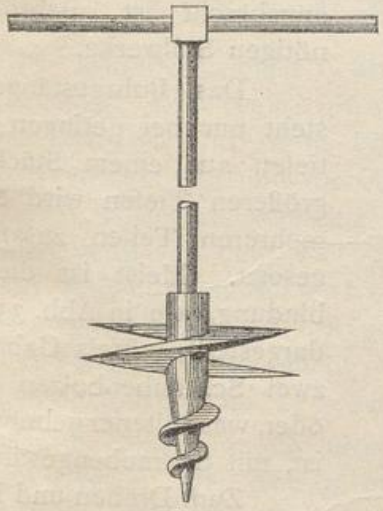


Abb. 29.

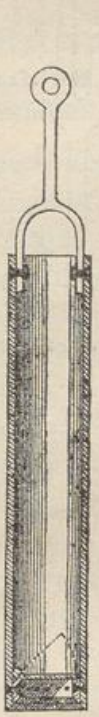


Abb. 30.

Abb. 31.

Abb. 32.

gering ist. Bei Schlamm und mit Wasser vermischtem Kies und Sand wird der Ventilbohrer (Abb. 30) verwendet. Beim Niederdrücken hebt sich die Klappe oder Kugel, der Boden dringt in den Zylinder ein und drückt beim Hinaufziehen das Klappenventil oder die Kugel nieder, wodurch der Zylinder unten geschlossen wird. Für weichen Boden dient auch der Zylinderbohrer (Abb. 31). Der Löffelbohrer (Abb. 32) ist für trockenen, mit Sand gemischten Boden (Lehm, Ton) geeignet.

---

[1]) Hierbei kommt es darauf an, daß der Bohrer beim Herausziehen eine Probe der letzten durchfahrenen Bodenschicht mit heraufbringt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Futterrohre aus Eisenblech müssen im Inneren möglichst glatt und 4 cm weiter als die Bohrer sein. Sie sind unten mit einer Schneide versehen und werden in der Regel mit Rammen eingeschlagen.

In festem Gestein und grobem Geschiebe werden Meißel-, Kreuz- oder Kronenbohrer verwendet (siehe Abschnitt Sprengen), welche mit dem Gestänge oder Seil gehoben werden und beim Niederfallen das Gestein zertrümmern. Bei allen Bohrungen mit Gestänge ist zunächst ein hölzernes Dreibein oder Vierbein aufzustellen, unter dessen Spitze in der üblichen Weise eine Rolle und an dessen Beinen ein Haspel oder eine Winde angebracht ist, nebst dem nötigen Seilwerke.

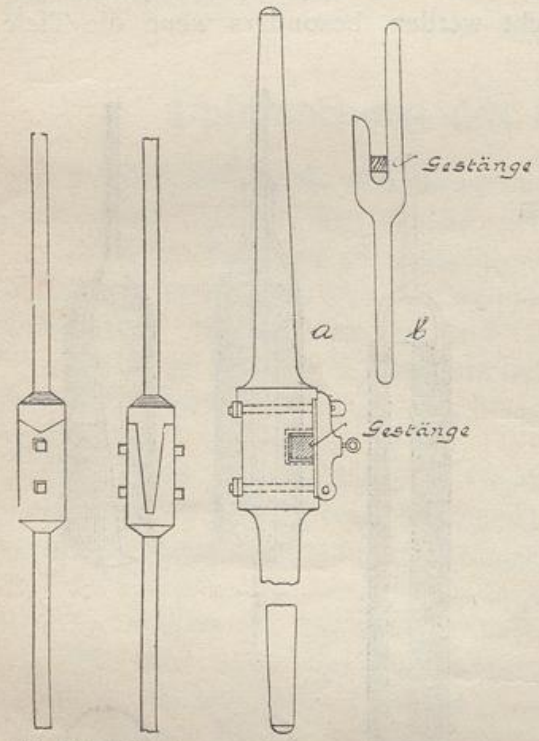


Abb. 33. Abb. 34. Abb. 35.

Das Bohrgestänge besteht nur bei geringen Bohrtiefen aus einem Stück, bei größeren Tiefen wird es aus mehreren Teilen zusammengesetzt. Meist ist die Verbindung, wie in Abb. 33 u. 34 dargestellt, mittels Gabel und zwei Schraubenbolzen üblich oder, was seltener gebräuchlich ist, mit Schraubengewinden.

Zum Drehen und Heben des Bohrers ist für geringe Tiefen das obere Ende ähnlich wie beim Erdbohrer (Abb. 29) hülsenartig erweitert. Durch die Hülse wird ein Holz oder Eisen zum Drehen gesteckt. Bei größeren Längen des Gestänges erhält das obere Ende zum Heben einen drehbaren Bügel, an welchem das über die Rolle des Dreibeines gehende Seil befestigt wird. Zum Drehen des Gestänges dienen Hebelschlüssel (Abb. 35), entweder wie bei a oder b (es gibt hierfür auch noch andere Formen).

Handelt es sich um die Gründung eines Bauwerkes auf Rammpfählen, so wird die Tragfähigkeit des Bodens durch Einschlagen von Probepfählen ermittelt.

Bisweilen werden vor der Ausführung von größeren Bauten Probebelastungen vorgenommen. Die zu belastende Fläche soll dabei nicht unter 0,6 bis 1 qm groß sein.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 5.

Erdarbeiten.

A. Allgemeines.

Die Erdarbeit umfaßt **1. die Gewinnung** und **2. die Förderung** des Bodens. Die Gewinnung begreift in sich das Lösen des Bodens und das Laden in Fördergefäße, die Förderung dagegen die Fortschaffung und die Ablagerung des Bodens.[1]) Muß die Ablagerung besonders sorgfältig geschehen, z. B. wie bei einem Deich, so spricht man von dem Verbauen des Bodens. Zu den Erdarbeiten gehören ferner auch Einebenungsarbeiten (Planieren) und Böschungsarbeiten (d. i. Regelung und Bekleidung der Böschungen). Bei den Erdarbeiten geschieht — im Gegensatz zu den Baggerarbeiten — die Bodenlösung im Trockenen.[2])

Die Bodengewinnung erzeugt einen Abtrag, die Ablagerung einen Auftrag. Der Abtrag besteht in einer Vertiefung unter dem Gelände (Ausgrabung, Grube, Einschnitt), der Auftrag in einer Erhöhung über dem Gelände (Anschüttung, Ablagerung, Damm). Unter Einschnitt versteht man eine regelrechte, schmalere Ausgrabung durch eine Bodenerhebung hindurch, also eine Art Einkerbung im Gelände (z. B. Wegeeinschnitt, Kanaleinschnitt, Eisenbahneinschnitt). Die Abträge (Ausgrabungen, Gruben, Einschnitte) bestehen aus der Sohle und den Wänden, die Aufträge (Anschüttungen, Ablagerungen Dämme) aus der Krone und den Wänden.

Erdarbeiten werden zu den verschiedensten Zwecken ausgeführt, z. B. zur Ausschachtung von Baugruben. Die Baugrube ist nur eine vorübergehende Bodenvertiefung. Der abgetragene Boden wird in der Nähe vorläufig abgelagert (ausgesetzt), um das Bauwerk nach seiner Herstellung damit zu hinterfüllen.

---

[1]) Wird der gelöste Boden nur einfach geworfen, so trifft die obige Einteilung nicht vollständig zu.

[2]) Nur ausnahmsweise kann Boden unter Wasser bis zu einer Tiefe von etwa 40 cm gegraben werden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Erdarbeiten werden ferner ausgeführt zur Anlegung von Gräben, Entwässerungs- und Schiffahrtskanälen, von Häfen, Durchstichen und Abstichen zur Begradigung von Flußkrümmungen usw. (Hier ist der Hauptzweck die Herstellung von bleibenden Bodenvertiefungen.) Ferner zur Herstellung von Deichen, Hafendämmen, Strombauwerken. (Hierbei ist die Herstellung eines dammartigen Auftrages der Hauptzweck.)

Sodann werden Erdarbeiten (sowohl zur Herstellung von Einschnitten wie Aufträgen) ausgeführt zur Anlegung von Wegen, Leinpfaden, Eisenbahnen, Straßen usw., ferner zur Beschwerung von Packwerkslagen bei Strombauwerken, zur Abflachung zu steiler Uferböschungen, zur Einebnung von Kies- und Sandhügeln in Buhnenfeldern oder auf Vorländern und zu anderen Regelungsarbeiten.

B. Gestaltung der Querschnitte.

1. Die Böschungsneigung. Keine Erdart hält sich im Abtrag oder Auftrag auf die Dauer mit senkrechten Wänden; diese müssen vielmehr geneigt sein, d. h. eine Böschung bilden. Die Böschungsneigung wird ausgedrückt durch das Böschungsverhältnis, nämlich das Verhältnis der Höhe h des Böschungsdreiecks zur Grundseite b (Abb. 36), also $h : b$.

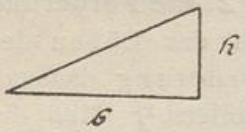


Abb. 36.

Bei 1 facher Böschung ist $b = h$; das Böschungsverhältnis ist also dann $h : h$ oder 1 : 1; bei $1^1/_2$ facher Böschung ist $b = 1{,}5\ h$; das Böschungsverhältnis ist also $h : 1{,}5\ h$ oder 1 : 1,5 usf.

Folgende Böschungsverhältnisse kommen bei Erdarbeiten häufiger vor: 1 : 1; 1 : 1,5; 1 : 2; 1 : 2,5; 1 : 3; 1 : 4; aber auch $1 : {}^3/_4$; $1 : {}^1/_2$; $1 : {}^1/_4$ usw.

Allgemeine Regeln für die Wahl des Böschungsverhältnisses.

Anm. Nachstehend sind die Böschungen der Auf- und Abträge (außer Baugruben) berast angenommen, d. i. mit Flachrasen belegt oder mit Mutterboden gedeckt und angesät.

I. Erdböschungen, welche stets im Trockenen bleiben, macht man allgemein 1 : 1,5, z. B. die Böschungen der Einschnitte und Dämme bei Eisenbahnen, Kunststraßen, Wegen und die Böschungen von Schiffahrtskanälen, soweit sie über Wasser liegen. Dies Böschungsverhältnis ist darauf begründet, daß die meisten Erdarten, wenn sie trocken oder erdfeucht geschüttet werden, sich 1 : 1,5 — oder etwas steiler — natürlich abböschen.[1]) (Nur reiner trockener und nasser Sand böschen sich flacher. Man böscht daher solche Sandanschüttungen 1 : 2.)

[1]) Die Böschung, welche sich bei einer trockenen Bodenaufschüttung von selbst bildet, nennt man die natürliche Böschung. Sie ist meistens zwischen 1 : 1,5 und 1 : 1 geneigt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Anm. Die Wände der Baugruben — falls sie nicht aus trockenem Sande bestehen oder quellig sind, oder Grundwasser in die Grube tritt — böscht man wegen der vorübergehenden Dauer 1:1. Bei niedrigen Baugruben, etwa 1,3 m tief, z. B. Rohrgräben und dergl. kann man bis 1:1/2 und sogar 1:1/4 gehen; bisweilen sind in diesem Falle sogar senkrechte Wände für den vorübergehenden Zweck hinreichend standfähig.

II. Erdböschungen, welche quellig sind oder nach Fertigstellung in ruhiges oder mäßig fließendes Wasser kommen, macht man mindestens 1:2, Böschungen für stärker fließendes oder sonst bewegtes Wasser (Schiffsverkehr) 1:2,5 bis 1:3, z. B. für Entwässerungskanäle, Flußdurchstiche, Schiffahrtskanäle, Deiche.

Anm. Gewöhnliche Gräben, die wenig oder nur zeitweise Wasser führen, böscht man stets 1:1,5, z. B. die Seitengräben bei Eisenbahnen, Kunststraßen, Schiffahrtskanälen, Wegen usw., ferner gewöhnliche Ableitungs- und Vorflutgräben.

III. Böschungen, die stark strömendes Wasser oder Wellenschlag auszuhalten haben, böscht man 1:3 bis 1:4, z. B. Stromufer und äußere Deichböschungen, Hafendämme.

IV. Böschungen, über welche zeitweise das Wasser hinwegströmt (überfällt) macht man 1:5 bis 1:8, z. B. die Binnenböschung der Überlaufstrecken bei Hochwasserdeichen.

V. Müssen die Böschungen der bleibenden Abträge oder Aufträge wegen Platzmangels oder aus anderen Gründen wesentlich steiler ausgeführt werden, als vorstehend unter I. bis IV. beschrieben ist, so müssen sie angemessen befestigt werden, und zwar den Umständen nach: mit Kopfrasen, Packwerk, Pflaster, Steinschüttung, Steinpackung, Bohlenwänden, Pfahlwänden, Trockenmauern, Stützmauern.

VI. Müssen die Baugrubenwände wegen Platzmangels oder aus anderen Gründen steiler ausgeführt werden, als sie sich selbst tragen können, besonders wenn sie senkrecht ausgeführt werden müssen, so sind sie abzusteifen; dies geschieht durch versteifte Bretter- und Bohlenwände, Pfahlwände, Stülpwände und Spundwände.

2. Schutzstreifen. Weder die Abträge (Gruben, Einschnitte), noch die Aufträge (Ablagerungen, Dämme) dürfen hart bis an die Grenze des Nachbargrundstückes reichen. Zwischen der äußersten Böschungskante und der Grenze muß vielmehr ein Schutzstreifen von mindestens 0,60 m Breite freigelassen werden, bei wenig standfähigem, zu Rutschungen geneigtem Boden, besonders auch bei Baugruben, entsprechend mehr. Der Schutzstreifen dient dazu, um das Nachbargrundstück bei vorkommenden Rutschungen nicht in Mitleidenschaft zu ziehen, auch um es bei vorkommenden Instandsetzungen nicht betreten zu brauchen. Schachtgruben im Vorlande der Stromdeiche werden mindestens 2,5 m von der Grundstücksgrenze, 5 m von dem Schutzstreifen einer Straße, einer Eisenbahn oder eines Kanals und mindestens 10 m von dem äußeren Deichfuße entfernt angelegt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

3. Berme (Bankett). Berme ist ein wagerechter Erdabsatz zwischen zwei nach derselben Richtung geneigten Böschungsflächen. Bermen werden besonders häufig bei Einschnittsböschungen angeordnet, z. B. bei Kanal-, Eisenbahn- und Wegeeinschnitten zwischen dem Seitengraben und der Böschung, 0,50 bis 0,60 m breit (Abb. 37 und 38). Die Berme hat hier den Zweck, für den Fall von Abrutschungen die rutschende Erde von dem Graben fernzuhalten, ferner den Grabenabraum auf der Berme vorübergehend stapeln zu können. Denselben Zweck hat die Berme — meist über 0,60 m breit — bei tief eingeschnittenen Entwässerungskanälen (Abb. 39). Bei Schiffahrtskanälen wird meistens in Höhe des gewöhnlichen Wasserstandes, oder wenig tiefer, eine Berme angeordnet, um den Angriff des Wellenschlages auf die Uferböschung zu vermindern (Abb. 40). Eine derartige Berme wird mit Schilf bepflanzt oder sonst angemessen befestigt. Auch bei Baugrubenböschungen, welche zu Rutschungen neigen, werden zu größerer Sicherheit Bermen angeordnet. Von Dämmen werden öfters die Hochwasserdeiche binnenseitig mit einer Berme von größerer Breite zwecks Verstärkung des Deichquerschnittes in seinem unteren Teile versehen,[1]) dann aber auch sehr hohe Dämme (Eisenbahndämme, Wegedämme), beiderseitig, um beim Nachsacken der Dammkrone diese jederzeit mit dem unter der Berme anstehenden Boden wieder aufhöhen zu können.

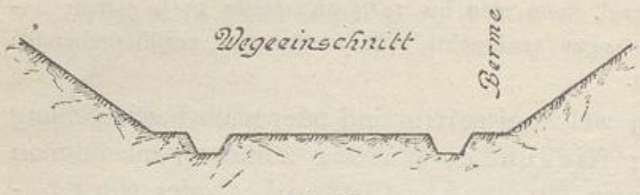


Abb. 37.

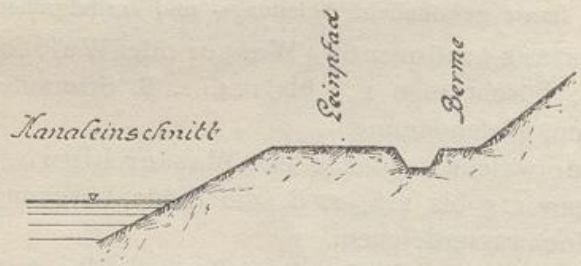


Abb. 38.

Abb. 39.

Abb. 40.

[1]) Siehe weiteres unter Deichbau: Verstärkungsbankett, Fußdeich.

4. Arbeitsraum bei Baugruben. Die Baugrubenböschung darf nicht bis unmittelbar an das Grundwerk des herzustellenden Bauwerkes herangeführt werden. Es muß zwischen diesem und der unteren Böschungskante vielmehr ein angemessener Zwischenraum als Verbreiterung der Baugrubensohle, sog. Arbeitsraum, belassen werden, je nachdem 1,0 m breit oder weniger (Abb. 41). Man hat sich in jedem Einzelfalle die Verrichtungen vorzustellen, welche durch den Arbeitsraum ermöglicht oder erleichtert werden sollen, und danach die ganze Breite der Baugrubensohle zu bestimmen.

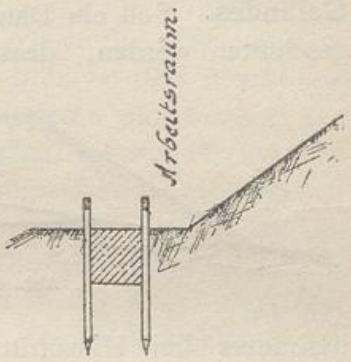


Abb. 41.

5. Seitengräben bei Einschnitten und Dämmen. Bei der Ausführung der Einschnitte wird häufig im Erdboden befindliches Grund- oder Quellwasser erschlossen, für dessen Ablauf gesorgt werden muß; anderseits geben die Einschnitte bei Regenzeiten zur Ansammlung von Wasser Gelegenheit, welches unschädlich abgeleitet werden muß. Daher werden Einschnitte längs ihrer Sohle mit besonderen Gräben versehen, z. B. Eisenbahn- und solche Wegeeinschnitte, welche nur ein geringes Längsgefälle haben, auch Einschnitte von Schiffahrtskanälen neben dem Leinpfade (Abb. 37 und 38). Die Grabensohlen werden mindestens 0,30 m, gewöhnlich 0,50 m breit angelegt, die Böschungen 1 : 1,5 geneigt. Die Grabentiefe beträgt mindestens 0,30 m, gewöhnlich 0,50 m. Wenn der Einschnitt schon ein Sohlengefälle hat, so erhält der Graben das gleiche Gefälle, andernfalls muß der Graben für sich ein besonderes Gefälle erhalten. Bei tiefen Einschnitten ist längs am oberen Rande außerhalb zuweilen ein sogenannter Fanggraben nötig, um fremdes Wasser von dem Einschnitte fernzuhalten. Quellige Einschnittsböschungen werden zur Vermeidung von Rutschungen durch Drainröhren oder Sickerkanäle, die das Wasser in den Einschnittsgraben leiten, trockengelegt.

Wenn Dämme auf quergeneigtem Gelände errichtet werden müssen, so wird auf der oberen Seite längs des Dammes ein Graben nötig (Abb. 42), damit sich bei Regenwetter nicht am Dammfuß eine Wassermulde oder Rinne ausbilde, die zur Durchweichung des Dammes oder zur Abspülung der Dammerde Veranlassung geben könnte, auch zur Versumpfung oder sonstigen Beschädigung der angrenzenden Grundstücke führen würde. Zwischen Graben und Damm bleibt möglichst eine Berme stehen. Der Seitengraben wird längs des

Abb. 42.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Dammes bis zum tiefsten Geländepunkte der vom Damm durchsetzten Geländemulde geführt und muß dort vermittels eines Durchlasses (meist einfaches Rohr) quer durch den Damm talwärts geführt werden.

6. Dämme und Anschnitte bei starker Querneigung des Geländes. Soll ein Damm auf einem lehmigen oder tonigen Gelände geschüttet werden, dessen Querneigung stärker ist als 1 : 10, so empfiehlt es sich, dieses vor Ausführung der Schüttung, wie nebengezeichnet, abzutreppen, um späteren Rutschungen vorzubeugen, die sich besonders bei Hinzutritt von Wasser ereignen könnten (Abb. 43). Für die Trockenlegung wasserhaltiger Stellen an der Grundsohle des Dammes ist durch Drainröhren, Sickerkanäle u. dergl. außerdem Sorge zu tragen. Soll ein Weg, Leinpfad oder eine Eisenbahn durch Gelände mit sehr starker Querneigung geführt werden, so ist es häufig vorteilhaft, den Weg usw. in den „Anschnitt" zu legen, d. h. den Querschnitt zur Hälfte als Abtrag und zur Hälfte als Auftrag anzuordnen (Abb. 44). Auch im Anschnitt ist meist ein Seitengraben auf der Bergseite erforderlich.

Abb. 43.

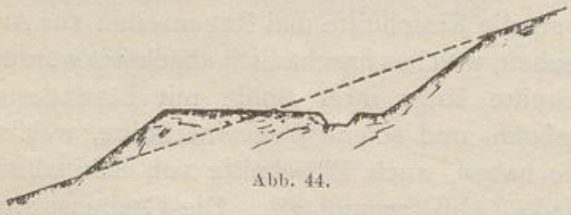


Abb. 44.

C. Ausführung der Erdarbeiten.

7. Vorbereitung der Erdarbeiten.

Massenverteilung. Bei größeren Erdarbeiten, besonders zu Wegen, Eisenbahnen, Schiffahrtskanälen, auch anderen Erdbauten, bei welchen Einschnitte öfters mit Dämmen abwechseln, muß vor der Ausführung eine besondere Massenverteilung festgestellt werden, um zu entscheiden, inwieweit der aus den Einschnitten gewonnene Boden in den nächsten Dammstrecken oder in sonstigen Aufträgen untergebracht werden kann, und wie weit er so bewegt werden kann, ohne daß die Fortschaffung zu teuer wird. Meistens ist es am günstigsten, wenn der aus den Einschnitten gewonnene Boden zu den Dammstrecken ganz verbraucht wird. Ist dies aber nicht möglich oder würden sich so zu große Förderweiten ergeben, so muß der fehlende Auftragboden stellenweise außerhalb des Baufeldes durch Seitenentnahme beschafft werden. Wenn die Einschnitte mehr Boden ergeben als in den benachbarten Dämmen untergebracht werden kann, muß der überschießende Boden in Seitenablagerungen ausgesetzt werden. Bei Hochwasserdeichen findet z. B. fast nur Seitenentnahme (aus sog. Schachtgruben) statt, bei Schiffahrtskanälen vielfach Seitenablagerungen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Absteckungen. Vor dem Beginn der Erdarbeiten sind gemäß dem Entwurfsplan, oder nach der sonst getroffenen Anordnung, die nötigen Absteckungen vorzunehmen. Zunächst ist es nötig, die Mittellinie des Baugegenstandes oder eine andere geeignete Hauptlinie abzustecken und einzuteilen (zu stationieren), sowie die Abmessungen der Hauptquerschnitte (Profile) durch Pfähle, Stangen und Böschungslehren zu vermerken. Bei Einschnitten, deren Böschungen mit Mutterboden oder Rasen bekleidet werden sollen, müssen für die Ausschachtung die Breitenmaße um die Bekleidungsstärke vergrößert, bei Dämmen, die so bekleidet werden sollen, die Breitenmaße für die Anschüttung entsprechend verkleinert werden. Die Erdmassenberechnung — auch bei der Bauabnahme — wird dagegen in der Regel nach den Maßen der Zeichnung, d. h. nach den Maßen des fertig bekleidet gedachten Einschnittes oder Dammes durchgeführt. (Der Unternehmer bekommt meistens die Bekleidung mit Mutterboden oder Rasen noch besonders bezahlt.)

Hilfsvorkehrungen. Werden durch den Bau Wege oder Gräben durchbrochen, so ist vor Beginn der Arbeiten für die Verlegung dieser zu sorgen. Geschieht die Bodenförderung über Gräben, Bäche oder andere Wasserzüge hinweg, so sind Notbrücken oder Notstege anzulegen, wenn man nicht bestehende Brücken oder Stege benutzen kann. Zur Abhaltung des Wassers von Baugruben sind Fanggräben oder auch Abdämmungen (Fangedämme) zur Ausführung zu bringen, mit fortschreitendem Bau Einfriedigungen zum Schutze für Fußgänger und Fuhrwerke herzustellen usw.

Reinigung des Baufeldes. Die für einen Damm oder andere Anschüttungen bestimmte Grundfläche muß vor Beginn der Erdarbeit von Bäumen, Sträuchern, Stubben, größeren Steinen, Hecken, Moor und Schlamm usw. gereinigt werden, damit die Anschüttung sich gleichmäßig setzen kann und sich dem Gelände fest anfüge. (Bei Einschnitten und sonstigen Abgrabungen versteht sich die Beseitigung der vorgenannten Gegenstände von selbst.) Die Arbeiten zur Beseitigung von Bäumen, Sträuchern und Stubben usw. nennt man Rodungsarbeiten.

Auf allen zu Abgrabungen oder Dammschüttungen bestimmten Flächen ist der Rasen und Mutterboden sorgfältig abzudecken und zur späteren Verwendung für die Bekleidung der Böschungen seitwärts aufzusetzen.

8. Gewinnung und Förderung des Bodens.

a) Die Gewinnung (Lösen und Laden in die Fördergefäße) geschieht hauptsächlich mit der Schaufel (Spaten, Schippe). Bei härteren und zäheren Bodenarten wird die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lösung außerdem durch Hacken oder Keile unterstützt (s. Seite 57), z. B. mit der Breithacke (Abb. 51) bei Boden, der mit losen Steinen durchsetzt ist, ferner bei Ton und Kies; mit der Spitzhacke (Kreuzhacke, Abb. 52), Keilhaue oder mit Keilen (Abb. 53) bei Trümmergestein, ferner bei mit Ton oder Lehm verkittetem Gerölle, desgleichen bei verwittertem Gestein, faulem oder klüftigem Fels; hierbei wird außerdem die Brechstange verwendet.

Man rechnet für die Gewinnung von 1 cbm Abtragboden folgende Stundenzeit und — die Stunde zu 0,20 M. Arbeitslohn gerechnet — folgende Kosten für die verschiedenen Bodenarten:

1 cbm	Dammerde oder feineren Sand	0,75 Stunde;	0,15 M.
1 „	groben Sand oder Kies	1,0 „	0,20 „
1 „	lehmigen Kies, der noch mit der Schaufel zu lösen ist	1,5 Stunden	0,30 „
1 „	gewöhnlichen Lehmboden (mit Breithacke und Schaufel zu lösen)	2,0 „	0,40 „
1 „	Ton, strengen Lehm und Gerölle (mit Spitzhacke und Keilen zu lösen) . .	3,0 „	0,60 „
1 „	verwittertes Gestein (sogenannter fauler Fels), welcher noch mit Spitzhacke, Keilhaue, Keilen und Brechstange ohne Sprengmittel zu lösen ist	4,5 „	0,90 „

b) Förderung des Bodens (Fortschaffung und Ablagerung). Unter gewöhnlichen Verhältnissen kommen folgende Hauptförderungsarten in Betracht:[1])

1. bis zu Förderweiten von etwa 150 m die Förderung mit Schiebkarren, die auf Karrdielen geschoben werden (über 150 m wird diese Förderung zu teuer);
2. über 150 m die Förderung mit Kippwagen, die auf Schienengleisen laufen, und zwar durch Menschen bewegt bis 500 m, mit Pferden bis 1500 m Weite.

Anm. An Stelle von 2. waren früher und sind vereinzelt noch im Gebrauch:

bis zu Förderweiten von 400 m Handkippkarren (zweiräderig) mit $^1/_3$ cbm Inhalt, die von zwei Arbeitern an einem Langbaum mit Querholz auf Karrdielen gezogen werden;

bis 1200 m Pferdekippkarren (desgl.) mit 0,5 bis 0,6 cbm Inhalt, 1,2 m Spurweite, die von einem Pferd gezogen werden. An Stelle der Karrdielen sind hier ⊔-Eisen in Gebrauch.

An Wasserstraßen kommt außerdem das Verfahren des Bodens mit Prahm und Schiffen in Betracht.

---

[1]) Der einfache Wurf mit der Schippe wird bis zu 4 m angewendet.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Förderung zu 2. (Kippwagen auf Schienengleisen) ist bei größeren Bodenmengen auch schon für kürzere Entfernungen als 150 m vorteilhaft und im Gebrauch. Bei größeren Erdarbeiten werden zum Verfahren der Kippwagen auf Schienengleisen auch Lokomotiven benutzt, z. B. bei großen Deichbauten, Kanal-, Hafenbauten usw.

Die Förderungskosten sind bei umfangreicheren Erdarbeiten etwa folgendermaßen einzuschätzen:

1 cbm	mit Schiebkarren	auf	40 m	. . .	0,15 M.
1 „	„ „	„	100 „	. . .	0,25 „
1 „	„ „	„	150 bis 200 „	. . .	0,40 „
1 „	„ Gleis-Kippwagen	„	150 „	. . .	0,30 „
1 „	„ „	„	200 „	. . .	0,35 „
1 „	„ „	„	500 „	. . .	0,50 „
1 „	„ „	„	800 „	. . .	0,60 „
1 „	„ „	„	1000 „	. . .	0,65 „
1 „	„ „	„	1500 „	. . .	0,75 „

Die Erdmassen werden stets, wenn nicht etwas anderes ausdrücklich festgesetzt ist, besonders bei Unternehmerbauten, im Abtrage gemessen und danach berechnet und bezahlt.

Mäßige Steigungen der Förderbahn, bei Schiebkarren bis 1 : 20 und bei Schienengleisen etwa bis 1 : 80, sind ohne merklichen Einfluß auf die Förderungskosten. Stärkere Steigungen erschweren die Förderung bedeutend.

Bei Steigungen ist im allgemeinen für 1 m Hebung den vorgenannten Förderungskosten für 1 cbm hinzuzusetzen:

bis 100 m	Weite	. . . . .	2,5 Pf.
100 „ 500 „	„	. . . . .	2,0 „
500 „ 1500 „	„	. . . . .	1,0 „
über 1500 „	„	. . . . .	0,5 „

Der Bauunternehmer muß für Geräte zu den Gewinnungs- und Förderungskosten noch $^1/_{10}$ hinzurechnen. Die Bauverwaltungen veranschlagen die Beschaffung und Unterhaltung der Geräte meist besonders.

Verlorene Steigungen sind bei Anlegung der Förderbahnen möglichst zu vermeiden.

Die tätige Anzahl Schiebkarrenarbeiter mit Geräten an einer Gewinnungsstelle nennt man einen Karrenschacht; die tätige Anzahl Gleis-Kippwagen-Arbeiter mit Geräten und den etwa vorhandenen Pferden einen Kippwagenschacht. Bei jedem Schacht befindet sich ein Vorarbeiter, bei größeren Schächten oder mehreren zusammen außerdem ein Schachtmeister, Aufseher.

Der Inhalt einer Schiebkarre ist $^1/_{12}$ bis $^1/_{16}$ cbm, durchschnittlich also $^1/_{14}$ oder 0,07 cbm, der Inhalt der gebräuchlichsten Gleis-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kippwagen $^1/_2$ bis $^3/_4$ cbm. Es kommt bei der Förderung darauf an, die Förderbahnen so zu legen und die Aufsicht so zu führen, daß der Karren- oder der Kippwagenschacht unter verständiger Ausnutzung der Menschen- oder Pferdekräfte am Arbeitstage möglichst viele Fahrten vollbringt und daß dabei die Fördergefäße hinlänglich gefüllt sind. Die Zahl der Fahrten, multipliziert mit dem Bodeninhalte der tätigen Fördergefäße, ergibt die Menge des bewegten Bodens in aufgelockertem Zustande. Will man die entsprechende feste, d. h. „im Abtrage" zu messende Bodenmenge danach schätzen, so muß man das Auflockerungsverhältnis (vergl. Ziffer 10) in Rechnung stellen, die bewegte Bodenmenge also entsprechend verkleinern.

9. Arbeitsvorgang bei Ab- und Aufträgen. Bei Abträgen schneidet man längs einer Seite des Abtragfeldes zuerst einen etwa 1 m tiefen Fördergraben ein (1 in Abb. 45), nachdem die Karrbahn oder das Schienengleis längs neben der inneren Seite dieser Grabenfurche verlegt ist. In dem Maße, wie dann die innere Grabenwand weiter abgeschachtet, der Graben also verbreitert wird, wird auch die Förderbahn weiter gerückt. Sobald die entstandene Grube genügend breit geworden ist, wird auf ihrer Sohle an der vorbezeichneten Längsseite nach Bedarf ein zweiter Fördergraben angelegt und eine zweite

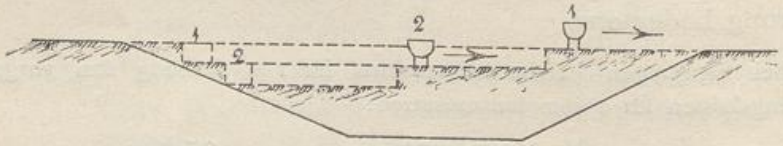


Abb. 45.

Förderbahn (Karrfahrt oder Gleis) eingerichtet (2 in Abb. 45). In solcher Weise können die Abträge an verschiedenen Punkten in Angriff genommen werden. Die Ausschachtung schreitet dann treppenartig fort (Treppenbau). Alle Einschnitte sind ansteigend — also in der Richtung bergan — in Angriff zu nehmen, damit die Entwässerung bergab ungehindert erfolgen kann. Nötigenfalls ist für die Ableitung des sich in dem Einschnitte sammelnden Wassers noch besondere Sorge zu tragen.

Lagenschüttung bei Aufträgen. Bei Aufträgen legt man die Förderbahn (Karrbahn, Gleis) zuerst an eine Längsseite des Baufeldes und stellt durch den an der inneren Seite ausgekippten Boden eine dammartige Erhöhung her (von der Höhe der zu schüttenden Lage, höchstens 0,50 m hoch), auf die man alsdann die Förderbahn verlegt (1 in Abb. 46). Die weitere Bodenablagerung geschieht dann von dieser erhöhten Bahn zur Seite längs derselben, indem die Förder-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bahn immer auf dem neugeschütteten Boden weiter verlegt wird, so fortschreitend über die ganze zu schüttende Breite. Rückkehrend wird dann die zweite Lage geschüttet (2. in Abb. 46), dann die dritte Lage

Abb. 46.

usw. Soll eine sehr breite Anschüttung an zwei Stellen in Angriff genommen werden, so würde die zweite Förderbahn zuerst in die Mitte der Anschüttung zu legen sein und diese dann fortschreitend immer die rechte Hälfte derselben beschütten, während die erste die linke Hälfte besorgt. Lagenschüttung ist bei Dämmen immer nötig, besonders bei Hochwasserdeichen, um das nachträgliche Setzen (Sacken) der Anschüttung möglichst zu vermindern. Für Deiche sollen die einzelnen Lagen bei Schiebkarren-Förderung nicht mehr als 20 bis 30 cm, bei Kippkarren- oder Gleis-Kippwagenförderung mit Pferdebetrieb nicht mehr als 30 bis 50 cm stark geschüttet werden. Die einzelnen Lagen sind roh abzugleichen (einzuschlichten) und, besonders bei Karrenbetrieb, mit 25 kg schweren Handrammen zu stampfen. Bei Kippkarren- oder Gleis-Kippwagenbetrieb mit Pferden ist das Stampfen unter gewöhnlichen Verhältnissen weniger notwendig, weil durch die Schwere und häufige Verlegung der Förderbahn schon eine gewisse Dichtung des Auftrages herbeigeführt wird. Bei Verwendung von stückigen Bodenarten (Lehm, Ton) ist aber auch hier ein Stampfen der Lagen mit der Handramme immer erforderlich. Muß ein Deich sehr schnell geschüttet werden, z. B. bei Schließung eines Deichbruches, so kann man die Lagen 0,50 bis 0,70 m stark nehmen, wenn man sie mit einer Chausseewalze abwalzt. Bei reinem Sande ist das Stampfen wirkungslos und zu unterlassen.

Gefrorene oder durchnäßte Bodenmassen dürfen zur Schüttung nicht verwendet werden. Vergängliche Stoffe, wie Holz u. dergl., sind ganz fernzuhalten.

Bei der Hinterfüllung von Bauwerken (Brückenwiderlagern, Ufermauern, Schleusen usw.) muß die Hinterfüllungserde in ganz dünnen Lagen von 0,10 bis 0,15 m Dicke geschüttet und möglichst jede Lage tüchtig gestampft werden. Beim Beginn der Hinterfüllung ist besonders sorgfältig darauf zu achten, daß eine gute Ausfüllung der Zwischenräume zwischen dem Mauerwerke und den etwa vorhandenen Pfahl- oder Spundwänden und ein fester Anschluß des einzustampfenden Bodens an diese stattfindet. Etwa verbleibende Hohlräume würden bei Schleusen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wehren und ähnlichen Bauwerken leicht zur Entstehung von Wasseradern und gefährlichen Hinterspülungen Veranlassung geben. Froststücke dürfen zur Hinterfüllung durchaus nicht mit verwendet werden.

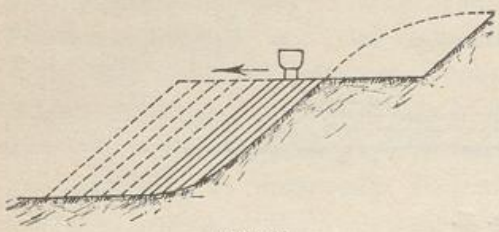


Abb. 47.

Schüttung vor Kopf. So nennt man die Schüttung eines Auftrages, wenn die Förderbahn sich immer in Höhe der Anschüttungskrone befindet und der Boden von dort in ganzer Höhe des Auftrages fortschreitend abgestürzt wird (Abb. 47). Vorkopfschüttungen können nur da zugelassen werden, wo es auf Dichtheit der Anschüttung und auf nachträgliches Setzen weniger ankommt.

10. Auflockerung bei der Bodengewinnung. 1 cbm Abtragmasse ergibt, im Auftrag gemessen, mehr als 1 cbm Boden, nämlich (sogleich nach erfolgter Schüttung) bei Sand und Kies annähernd 1,15, bei Lehm, Mergel und dergl. 1,25, bei festem Ton 1,30, bei Felsen 1,40 cbm. Durch hinlängliches Setzen des Auftrages vermindert sich aber die Auflockerung bedeutend. Es verbleibt zuletzt nur eine geringe dauernde Auflockerung, und zwar bei Sand von 1,01, bei Lehm 1,03, bei Ton 1,05, bei Felsen 1,09 cbm.

11. Sackmaß bei den Anschüttungen. Jede Anschüttung versackt allmählich; man muß die Schüttung daher höher ausführen, als sie nach dem Entwurfe sein soll, d. h. ihr eine „Überhöhung", ein „Sackmaß" geben; dies ist auch in den Fällen nötig, wenn die Schüttung gemäß Ziffer 9 in Lagen erfolgt und durchgestampft ist. Die Sackung ist ohne Stampfen für erdige und lehmige Bodenarten durchschnittlich $^1/_{10}$, für Sandboden etwa $^1/_{15}$ bis $^1/_{25}$, für Kies etwa $^1/_{25}$ bis $^1/_{50}$, für Torf bis zu $^1/_2$ der geschütteten Höhe anzunehmen, bei Stampfen etwa die Hälfte dieser Sackmaße. Die Breitenabmessungen der Anschüttungen bleiben dabei unverändert. Die Böschungen werden mithin infolge der Überhöhung bei der Ausführung steiler angelegt, als sie entwurfsmäßig sind. In Abb. 48 ist der Körper des Sackmaßes schraffiert.

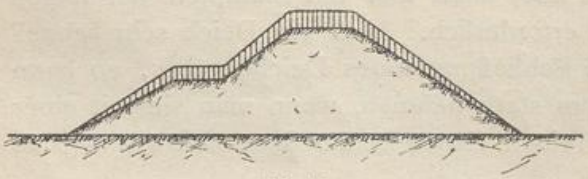


Abb. 48.

12. Dammschüttung auf moorigem Untergrunde. Moriger Untergrund ist für hohe Dammschüttungen nicht tragfähig. Das Moor weicht unter dem Drucke der Schüttung nach beiden Seiten aus, so

daß der Damm einsinkt. Die Schüttung muß dann so lange fortgesetzt werden, bis der Damm zur Ruhe kommt, d. i. bei weichem Moor, bis die Schüttung den unter dem Moor befindlichen festen Grund erreicht. Die Tiefe des festen Grundes ist vorher genau festzustellen, um die Schüttungsmasse danach berechnen zu können. Bei festerem Moor müssen in der zu beschüttenden Fläche Längsgräben ausgehoben werden, um das Einsinken des Schüttungsbodens dadurch zu befördern. Das zwischen den Gräben stehenbleibende Moor wird von der Schüttung zusammengepreßt und hilft mittragen; der Damm kommt jedoch im wesentlichen auf den durch die Gräben geschütteten Boden zu stehen. Zur Durchschüttung eignet sich Sand am besten.

Niedrige Dämme werden von Mooren ohne Durchschüttung hinlänglich getragen, besonders wenn sie gleichsam schwimmend hergestellt werden, z. B. Fußwege mit leichtem Verkehr und Leinpfade bei Schiffahrtskanälen. Als Unterlage für solche Wege wird eine Faschinenbettung und zur Schüttung sehr leichter Boden, z. B. Torf angewendet. Gegen das Schwinden des Torfes durch Trocknung wird die Krone des Weges mit Sand überdeckt.

13. Bekleidung der Böschungen. Die Böschungen der Einschnitte und Dämme werden nach gehöriger Abgleichung gewöhnlich entweder mit Rasen oder mit Mutterboden bekleidet; der letztere wird besät. Die Stärke der Rasenschicht (Flachrasen) beträgt 8 bis 10 cm, die Stärke der Mutterbodenschicht, je nach der Art des Böschungsbodens, 0,15 bis 0,25 m, und zwar die größere Stärke über reiner Kies- oder Sandböschung. Ist der Böschungsboden selbst gut graswüchsig, so kann der Mutterboden ganz fortbleiben; es wird dann unmittelbar auf den Böschungsboden gesät. Besteht die Böschung aus fetten Bodenarten (Ton), so ist sie vor Aufbringung des Mutterbodens mit Rillen oder Abtreppungen zu versehen. Nach dem Aufbringen wird der Mutterboden festgeschlagen, auch geharkt und mit gutem Grassamen besät — womöglich bei feuchtem Wetter — und dann wieder festgeschlagen. Man rechnet etwa 30 bis 50 kg Grassamen für 1 ha Böschungsfläche. Der Same besteht zweckmäßig aus einer Mischung verschiedener Arten, wie man solche in Samenhandlungen fertig beziehen kann, z. B. Thimoteegras, Reygras, Klee, Luzerne usw.

Flachrasen wird auf die rauh aufgeharkte Böschung in dichtem Verbande gelegt und dann mit der Rasenklatsche (einem viereckigen Brett mit gebogenem Stiel) festgeschlagen. Zuletzt wird Erde oder nasser Sand übergestreut und in die Fugen gefegt. Bei trockener Witterung muß die Böschung öfters begossen werden. Bei sehr unfruchtbarem Schüttungsboden, z. B. Wehesand, Triebsand oder Kies

erhält auch der Rasen als Unterlage eine 10 cm starke Mutterbodenschicht. Die einzelnen Rasenstücke (Platten oder Plaggen) sind 30 bis 35 cm groß und 8 bis 10 cm stark. Sie werden vorher an geeigneten Stellen mit dem Rasenmesser und der Schippe gestochen und zunächst gestapelt.

Ist der Rasenbelag einer Böschung, vor dem Anwachsen, vorübergehend dem Wasser ausgesetzt, z. B. bei Flußufern, so muß jedes einzelne Rasenstück mit einem 30 cm langen Holznagel befestigt werden.

Es ist zweckmäßig, auch da, wo die Böschungsflächen nur angesät werden, die Kanten der Dammkronen und Bermen mit einer hochkantig gestellten Reihe von Flachrasenstücken einzufassen, die sehr gut anwächst (Abb. 49).

Kopfrasen wird zur Bekleidung von steileren (bis 1 : 1), quelligen oder häufiger bespülten Böschungen von mäßiger Höhe angewendet (Abb. 50). Die Rasenstücke werden dabei in wagerechten oder schwach geneigten Schichten im Verbande, sich an die Böschung

Abb. 49.

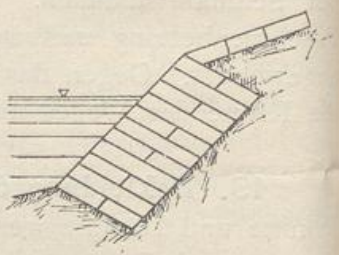
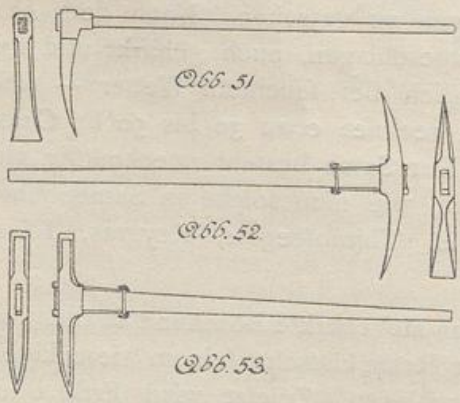


Abb. 50.

anschließend, aufeinandergelegt. Jede Reihe wird hinten mit guter Erde verfüllt und diese festgestampft. Zuletzt wird die Vorderseite gut geebnet und festgeschlagen. Über dem Kopfrasen ist in Abb. 50 Flachrasen angedeutet.

Anderweitige Bekleidungen. Bei größerer Steilheit der Böschungen oder bei stärkerem Wasserangriff werden für die Erdkörper Befestigungen von Spreutlage, Rauhwehr, Packwerk, Steinschüttung, Steinpackung, Pflaster, ferner Bohlwände, Pfahlwände, Trockenmauern oder auch Mörtelmauern angewendet.



14. Geräte zu Erdarbeiten. Karrdielen sind mindestens 20 cm breit, bei Eichen- oder Buchenholz nicht unter 5 cm, bei Kiefernholz 10 cm stark. Die Enden sind, um das Reißen zu vermeiden, mit Eisenblech zu beschlagen. Schiebkarren werden aus Holz oder Eisen, oder aus

beiden Stoffen zusammen hergestellt. Sie haben $^1/_{12}$ bis $^1/_{16}$ cbm, durchschnittlich $^1/_{14}$ = 0,07 cbm Inhalt.

Spaten, Schippe oder Schaufel sind allgemein bekannt.

Breithacke (Abb. 51), Spitzhacke oder Kreuzhacke (Abb. 52) und Keilhaue (Abb. 53) sind aus den vorstehenden Abbildungen ersichtlich.

Schienengleise. Die Schienengleise (Feldbahnen) werden in

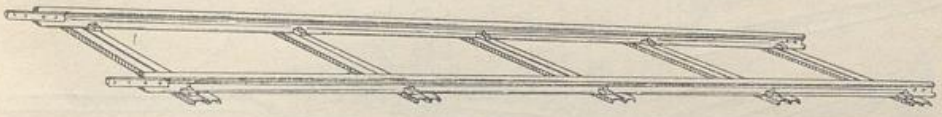


Abb. 54.

einzelnen Rahmen (Jochen) von 5 m Länge mit 4 bis 5 eisernen Querschwellen (Abb. 54), oder von 2,5 m Länge mit 3 Querschwellen geliefert. Die Rahmen werden mit leicht anzubringenden Laschen verbunden (Abb. 55). Die Abzweigungen von einem Gleis zum anderen werden durch Weichen bewirkt. Diese können Schleppweichen oder Zungenweichen sein. Jede Weiche bildet ein verlegbares Stück (Abb. 56 u. 57). Abb. 56 stellt eine Schleppweiche, Abb. 57 eine Zungenweiche dar. Die zweckmäßigste und gebräuchlichste Spurweite ist 60 cm. Die Schienen sind meist von Stahl und haben 5 bis 7 cm Höhe. Als Wagen finden allgemein die eisernen Muldenkipper Verwendung (Abb. 58 u. 58a). Meistens sind sie (wie hier) Seitenkipper, seltener Vorderkipper. Ihr Inhalt beträgt, wenn der

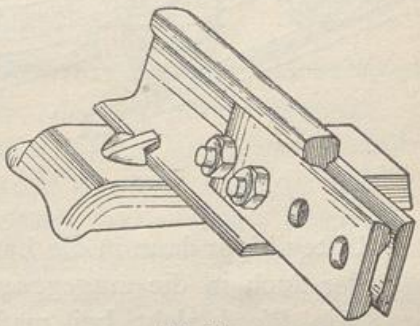


Abb. 55.

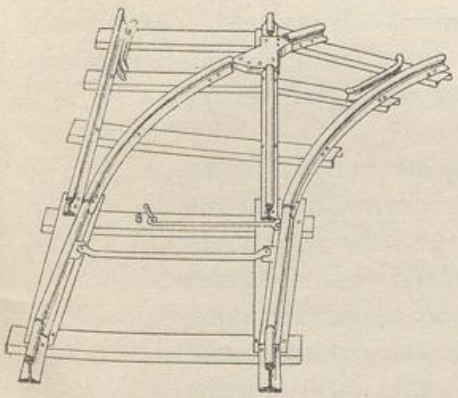


Abb. 56.

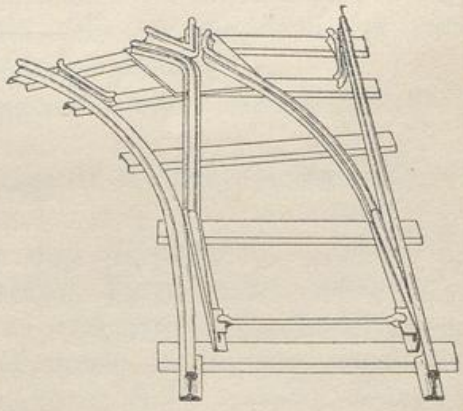


Abb. 57.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wagenkasten bis Oberkante gestrichen voll ist, $^1/_2$ bis $^3/_4$ cbm, mit Haufen 0,6 bis 0,9 cbm.

Das Kippen des Muldenkastens geschieht sehr leicht, wenn ein Splint und ein Überwurfhebel von dem Zapfen *a* entfernt wird (Abb. 58).

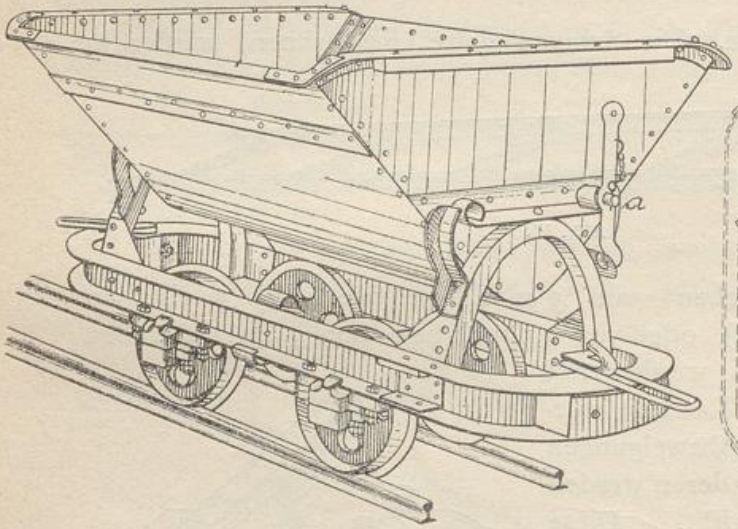


Abb. 58.

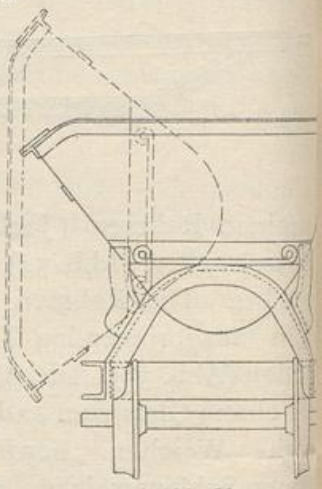


Abb. 58a.

Der Kasten kippt dann in die Lage, die in Abb. 58a punktiert dargestellt ist (oder auch in die entgegengesetzte Lage, falls man dies will).

Ein Pferd zieht bei mäßigen Steigungen (bis 1 : 30) 2 Wagen, bei wagerechter Strecke 3 Wagen. Werden die Wagen von Menschen bewegt, so gehören zu jedem Wagen 2 Mann.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 6.

Baggerarbeiten.

A. Allgemeines.

Die Baggerarbeiten umfassen die **Gewinnung** und die **Beseitigung** des Baggerbodens. Die Gewinnung, das eigentliche Baggern, begreift in sich das Lösen des Bodens unter Wasser und das Ausschütten in Fördergefäße (z. B. Prahme), die Beseitigung dagegen die Fortschaffung und die Ablagerung des Bodens. Die durch Baggern zu vertiefende Fläche nennt man das Baggerfeld, die fertig vertiefte Sohle die Baggersohle. Es ist nicht möglich, eine so geregelte Sohle herzustellen wie durch trockene Erdarbeit; vielmehr bleiben immer einzelne Rippen und Unebenheiten stehen. Daher müssen die Baggergeräte etwas tiefer greifen, als die entwurfsmäßige Baggersohle liegen soll, nämlich so tief, daß die stehenbleibenden Rippen höchstens die vorgeschriebene Sohlenhöhe erreichen. Die tatsächlich gebaggerte Bodenmenge beträgt daher immer mehr als die nach der vorgeschriebenen Sohlenhöhe berechnete Bodenmasse.

Die Fortschaffung des gebaggerten Bodens vom Bagger ab geschieht entweder

a) unmittelbar an das Ufer (d. h. ohne Schiffsgefäße), z. B. bei Baugruben;

b) der Boden wird — wie dies die Regel ist — vom Bagger zunächst in Schiffsgefäße, Baggerprahme geschüttet, in ihnen verfahren und an entfernteren Stellen ausgeladen. Das Ausladen aus den Prahmen an das Ufer geschieht mit Karren oder mit Maschinen (z. B. Kranen, Elevatoren, Schwemmvorrichtungen u. dergl.). In anderen Fällen wird der Baggerboden aus den Prahmen unmittelbar in tieferes Wasser an unschädlicher Stelle versenkt, indem Boden- oder Seitenklappen in ihnen geöffnet werden (Klapprahme).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Baggerarbeiten werden ausgeführt:

a) bei Herstellung von Baugruben (z. B. für Brückenpfeiler, Ufermauern, Schleusen und andere Bauwerke), wenn die trockene Erdarbeit wegen Wasserandranges nicht weitergeführt werden kann oder eingestellt wird, weil das Pumpen zu teuer oder sonst nicht zweckmäßig sein würde;

b) bei Herstellung von Häfen, Schiffahrtskanälen, Flußdurchstichen aus denselben Gründen wie bei a; auch zur Erhaltung der erforderlichen Tiefe nach Herstellung dieser Anlagen;

c) bei der Schiffbarmachung von Flüssen, Strömen und anderen Binnengewässern zur Vertiefung der Fahrrinne und zur Erhaltung der Schiffahrtstiefe (besonders als Ergänzung zu den Wirkungen der Strombauwerke), zur Gewinnung von Kies und Sand (z. B. zur Belastung der Packwerkslagen oder zur Herstellung des Füllkörpers für die Strombauwerke);

d) zur Beseitigung von auftretenden Schiffahrtshindernissen (z. B. Kies- und Sandbänken und dergl.).

B. Baggergeräte.

Man unterscheidet folgende Arten von Baggern: Stielbagger, Greifbagger, Eimerbagger und Pumpenbagger.

I. Stielbagger.

1. Sackbagger (Abb. 59). Er besteht aus dem Stiel und einem daran befestigten beutelartigen Gefäß. Dieses hat oben einen eisernen Bügel mit verstählter Schneide, an welchem ein Sack aus Leder, Segeltuch oder dichtem Netzwerk befestigt ist. Der Sackbagger ist nur brauchbar bei kleinen Arbeiten, bis zur Tiefe von 2 m, und wenn Maschinen nicht anzubringen sind. Der Stiel ist etwa doppelt so lang als die Wassertiefe. Der Sackbagger wird meistens unmittelbar mit der Hand von Gerüsten, Flößen oder Schiffsgefäßen betrieben, seltener mit einer Winde.

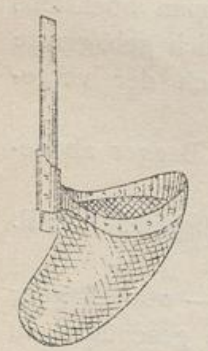


Abb. 59.

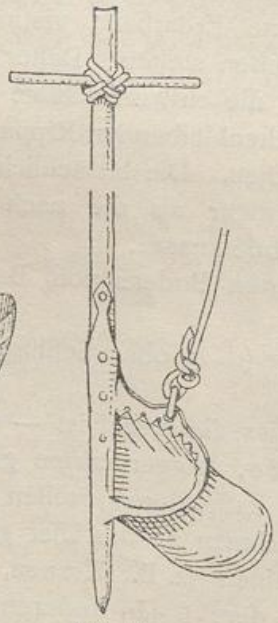


Abb. 60.

2. Sackbohrer (Abb. 60). Er besteht aus einem eisernen Bügel mit verstählter Schneide von 0,5 bis 0,7 m Weite, an welchem ein Sack aus Leder, Segeltuch oder feinmaschigem Netze befestigt ist. Der Bügel ist an eine zugespitzte Eisenstange angeschweißt, in deren oberer Höhlung ein kräftiger hölzerner

Stiel steckt. Der Stiel hat oben ein Querholz, mit welchem der Sackbohrer von 2 Arbeitern gedreht wird. Diese stehen dabei auf einem Gerüst. Während der Drehung füllt sich der Sack mit Boden. Vermittels eines Taues oder einer Kette, die an dem Bügel befestigt ist, wird der Sackbohrer gehoben und dann in eine Karre oder sonstiges Fördergefäß ausgeleert. Sackbohrer werden nur bei Baugruben, besonders beim Bau von Senkbrunnen angewendet.

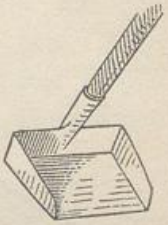


Abb. 61.

3. Die einfache Baggerschaufel (Abb. 61). Sie wird ähnlich wie der Sackbagger gehandhabt. Sie eignet sich nur für kleinere Arbeiten in losem Boden, besonders auch in Schlamm, z. B. bei der Räumung von Gräben u. dgl.

4. Die sogen. indische Schaufel (Abb. 62 u. 63). Sie besteht aus einer eisernen Schaufel mit daran befindlichem Hebelarm. Die Schaufel ist nahe ihrer Befestigungsstelle am Stiel drehbar. Beim Hinabführen hängt die Schaufel senkrecht herunter (Abb. 62) und ist

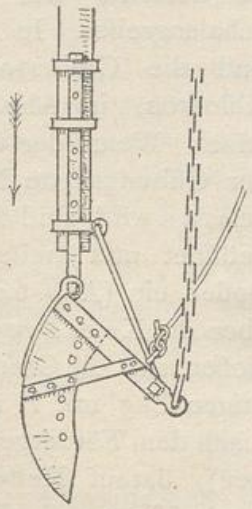


Abb. 62.

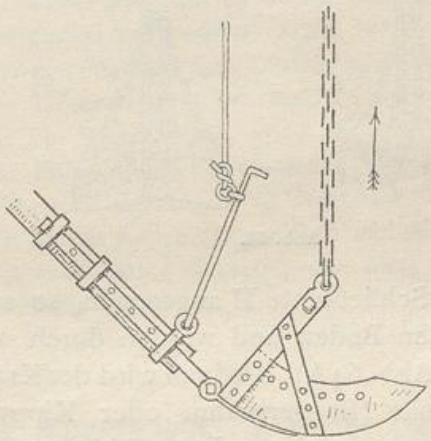


Abb. 63.

durch einen drehbaren Eisenstab mit Haken in dieser Lage festgestellt. Hat sie Boden gefaßt, so wird der Hakenstab mittels einer daran befindlichen Schnur hochgezogen, der Haken also ausgelöst, dann die Schaufel mit einer an ihrem Hebelarm befestigten Kette in die Wage gedreht, so daß sie den Boden schöpft (Abb. 63). Dann wird sie an der Kette und dem Stiel nebst dem Bodeninhalt nach oben geführt und entleert.

II. Greifbagger.

5. Der Greifbagger (Zangen- oder Kranbagger) (Abb. 64 A bis C). Er besteht aus einem drehbaren Dampfkran mit dem daran hängenden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Baggergerät, dem Greifer. Der Dampfkran ist beim Baggern in Gewässern auf einem Schiffsgefäß aufgestellt, bei Baugruben fahrbar auf Gerüsten mit Schienengleisen angeordnet. Zum Baggern wird der Greifer mit der einen Krankette I bis auf den Boden fallen gelassen und gefüllt, mit einer anderen Krankette II wieder aufgezogen und dann entleert. Die Kette I heißt die Öffnungskette, die Kette II die Schließkette. Der Greifer besteht im wesentlichen aus zwei muldenförmigen Schalen aus Eisenblech mit Stahlschneide (Abb. 64A u. B) oder auch aus gekrümmten Zangen mit stählernen Klauen (Abb. 64C). Der Betrieb des Zangengreifers ist derselbe wie bei dem Schalengreifer. In Abb. 64A sind die Greiferschalen geschlossen, in Abb. 64B geöffnet. Wenn der Greifer an der Öffnungskette I hinuntergelassen wird, sind die Schalen geöffnet und greifen in den Boden ein (Abb. 64B). Wird aber die Kette I nachgelassen und die Schließkette II angezogen, so schließen sich die Greiferschalen, fassen den Boden und werden durch weiteren Zug mit II nach oben geführt (Abb. 64A). Alsdann wird der Kran nach dem Fördergefäß herumgeschwenkt (Baggerprahm oder Kippwagen), darauf Kette II nachgelassen, so daß Kette I straff bleibt; dadurch öffnen sich die Greiferschalen wieder und schütten den Boden aus. Der geöffnete Greifer wird dann an der Kette I etwas hochgezogen, der Kran zurückgeschwenkt, darauf der Greifer hinuntergelassen, und das Spiel beginnt von neuem.

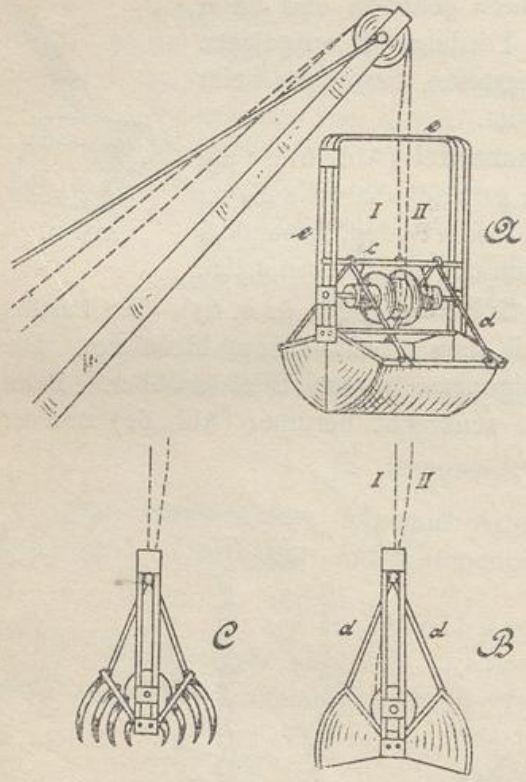


Abb. 64.

Für verschiedene Bodenarten sind die Greifer verschieden eingerichtet. Die Schalen bestehen für feinen Sand und Schlamm ganz aus Blech mit verstählter Schneide (Abb. 64 A u. B), für groben Kies, Steine, Ton, Hölzer und Felsstücke aus stählernen Klauen (Abb. 64C), für gewöhnlichen Kies, Geschiebe, Lehm und Sand bisweilen in der oberen Hälfte aus Blech, in der unteren aus stählernen Klauen.

Die Leistungsfähigkeit des Greifbaggers richtet sich nach dem Fassungsvermögen des Greifers, dem Boden, in dem er arbeitet, und der Hubhöhe; bei

einem Greifer mit glatter Schneide von 0,5 cbm Fassungsvermögen z. B. beträgt die Tagesleistung (10 Stunden) in weichem Boden bei 6 m Hubhöhe etwa 240 cbm, bei schwerem Boden und größerer Hubhöhe erheblich weniger.

Der Greifbagger eignet sich zum Baggern auf beschränktem Raume, besonders in Baugruben, auch in Gewässern bei kleinem Baggerfelde, z. B. in der Nähe der Ufer, vor Ufermauern usw., dann auch, wenn Eimerbagger nicht sicher fassen können, z. B. zum Heben von steinigem Boden, Hölzern, Schiffstrümmern, über Bord geworfenen Schiffsladungen, Felsstücken usw.

Genauere Erklärung der Greiferbewegung.

Öffnen der Schalen. Die Drehachse jeder Greiferschale ist im untersten Teil des Greiferrahmens *e* angeordnet. Der Greiferrahmen hat an den Seiten und oben einen Schlitz, durch den die Ketten I und II hindurchgehen. Die Öffnungskette I greift an der wagerechten Stellachse *c* an. Diese Stellachse *c* reicht mit ihren Enden in den Seitenschlitz des Greiferrahmens *e* und kann in diesem auf- und niedergleiten; an ihr greifen Gelenkstangen *d* an, die mit den Greiferschalen drehbar verbunden sind. Zieht die Kette I an der Stellachse *c*, so bewegt sich diese nach oben, und die Schalen öffnen sich; bei weiterem Zuge wird der ganze Greifer in die Höhe gezogen.

Schließen der Schalen. Etwas über der Drehachse der Schalen ist im Greiferrahmen eine drehbare Kettentrommel fest gelagert. Diese hat ein Mittelstück mit größerem und zwei Seitenstücke mit kleinerem Durchmesser. Die Schließkette II ist um das Mittelstück der Trommel gewickelt und an ihr befestigt; um jedes Seitenstück der Trommel ist ein kurzes Stück einer anderen Kette anders herum gewickelt und befestigt; das Ende dieses Kettenstückes sitzt unten an der Stellachse *c* fest. Wird die Schließkette II angezogen, so dreht sich die Trommel; dadurch werden die beiden anderen kurzen Ketten aufgewickelt und straff gezogen; ihre Enden ziehen infolgedessen die Stellachse *c* herunter, und diese schließt, auf die Gelenkstangen drückend, die Schalen.

III. Eimerbagger.[1])

6. Allgemeines über Eimerbagger (Abb. 65 bis 74). Der wesentlichste Bestandteil des Eimerbaggers ist die Eimerkette, d. i. eine Doppelkette ohne Ende, die aus Stabgelenken, Schaken (Gleichen) besteht. Jedes Kettenglied enthält zwei Schaken (Abb. 65). Über einzelnen Gliedern, meist jedem zweiten, ist ein Baggereimer befestigt so, daß der Boden des Eimers mit dem Kettengliede ein Stück bildet. Der Eimer ist ein Kasten aus Eisenblech, der an einer Seite offen ist. Die Öffnung ist mit einer Stahlschneide besäumt. Der Baggereimer erweitert sich nach vorn, damit der Boden gut herausfällt. Im Boden und an den Seiten hat er Löcher zum Herausfließen des Wassers. Die Eimerkette ist um zwei drehbare Trommeln oder Turas geführt; die obere Trommel ist die treibende, die in der Regel vierkantig

[1]) Der genauere Ausdruck ist Eimerkettenbagger.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ist.[1]) Die in der Kette laufenden Eimer lösen und schöpfen, an der unteren Trommel angekommen, sich aufwärts bewegend, den Boden, befördern ihn bei weiterem Gange nach oben und schütten ihn, nach

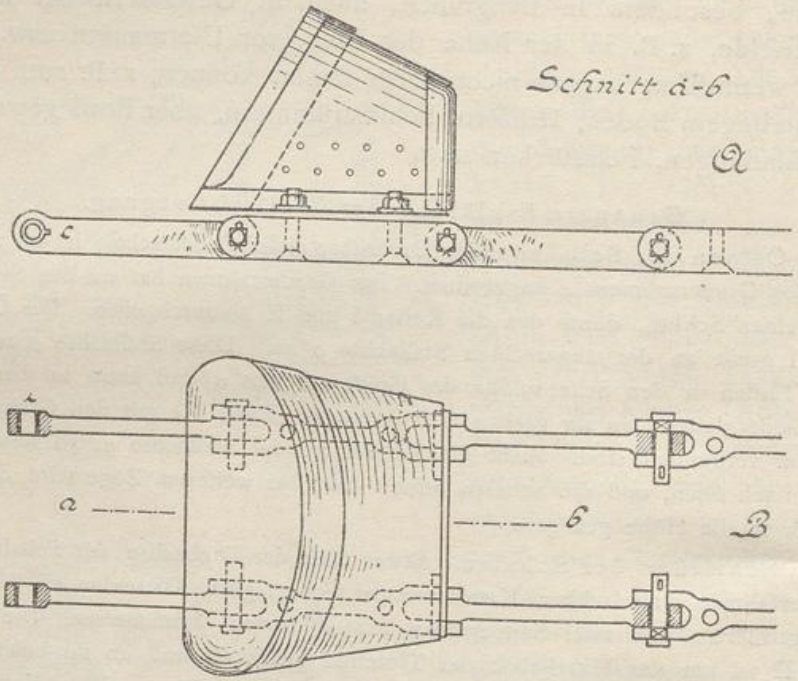


Abb. 65.

Überschreitung der oberen Trommel, in eine Schüttrinne aus. Die Eimerkette wird gestützt durch einen Rahmen, den man Eimerleiter nennt. Die Drehachse der unteren Trommel befindet sich in dieser Leiter, diejenige der Obertrommel meistens auch, zuweilen auch daneben besonders gelagert. Die Eimerkette wird über die Leiter hin auf Rollen geführt, die auf der Leiter gelagert sind. Man unterscheidet Eimerbagger mit senkrechter Eimerkette und solche mit geneigter Eimerkette. Beide Arten können als Handbagger oder als Dampfbagger eingerichtet sein. Die Schaken der Eimerkette haben an den Enden Augen, durch welche Stahlbolzen gesteckt sind (Abb. 65 A u. B). Abwechselnd folgt ein Kettenglied mit einäugigen oder einfachen Schaken auf ein solches mit zweiäugigen oder Doppelschaken. Die Eimer sind stets über den Doppelschaken befestigt. Die Befestigung kann verschiedenartig angeordnet sein. In Abb. 65 ist sie mittels Schraubenbolzen bewirkt. In die Schakenaugen sind Stahlbüchsen

[1]) Die sogen. Ständerbagger, vergl. Ziff. 7, haben bisweilen zwei untere Trommeln. — Die unteren Trommeln sind bisweilen auch sechskantig, die oberen Trommeln bei manchen Baggern neuerdings auch fünfkantig.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mit einer Nase fest eingesetzt (Abb. 65 bei *c*). Die Bolzen, am Kopfe vierkantig, werden durch einen Ansatz der Doppelschake am Drehen verhindert. Sind die Bolzen abgeschlissen, so können sie umgesteckt werden; ebenso können die Augen neu ausgebüchst werden.

Soweit die Eimerbagger in fließenden Gewässern arbeiten, baggern sie stets stromauf. Das stromauf gerichtete Ende heißt das Vorderende, das andere das Hinterende. Der Bagger wird vorn festgelegt durch die Vorderankerkette, und an dieser stromauf und -ab verholt, nach der Seite durch die Seitenankerketten. Wenn die Strömungsrichtung wechselt, z. B. im Ebbe- und Flutgebiet, kommt noch eine Hinter(Flut-)ankerkette hinzu.

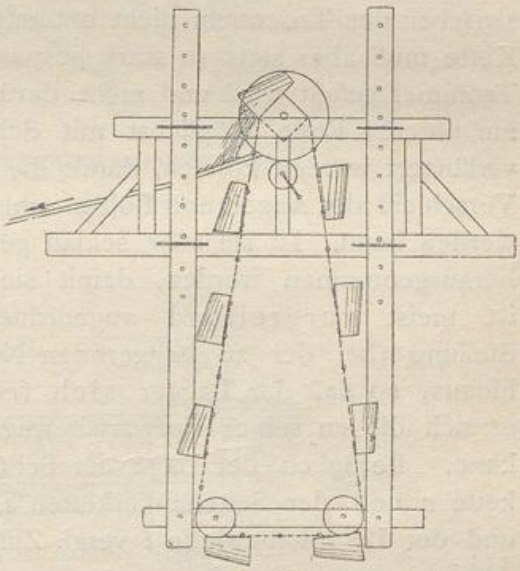


Abb. 66.

7. Eimerbagger mit „senkrechter" Eimerkette, sogen. Ständerbagger (Abb. 66). Diese Bagger sind entweder mit einem fahrbaren Gerüst (bei Baugruben) oder mit Schiffsgefäßen verbunden. Die Eimerkette wird vermittels eines verstellbaren Ständers (Eimerleiter) straff gehalten und muß je nach der Baggertiefe verlängert oder verkürzt werden können. Oben befindet sich eine vierkantige, unten eine oder zwei fünf- oder sechskantige Trommeln. Die Schüttrinne befindet sich hinten. Die Ständerbagger können für Hand- oder Dampfbetrieb eingerichtet sein; im allgemeinen sind sie wenig leistungsfähig und werden in der Regel nur da angewendet, wo der Raum beschränkt ist, besonders bei Baugruben.

Die Hand-Ständerbagger, für Flüsse eingerichtet, leisten am Tage nur etwa 30 bis 50 cbm Boden. Die Bemannung besteht aus 4 bis 6 Arbeitern, nämlich 2 bis 4 zum Drehen, 1 für die Schüttrinne, 1 für die Bewegung des Schiffes. Dazu kommt dann noch die Mannschaft in den Prahmen. Diese Bagger sind in Gewässern wenig gebräuchlich und werden höchstens bei Unterhaltungsarbeiten verwendet. Sie können nur im stillen Wasser (z. B. in Buhnenfeldern) oder in sehr schwacher Strömung arbeiten. Dampf-Ständerbagger für Gewässer sind veraltet und werden nicht mehr gebaut.

8. Eimerbagger mit „geneigter" Eimerkette (Abb. 67 bis 74). Allgemeines. Diese Bagger sind fast stets mit Schiffsgefäßen verbunden. Das eiserne Baggerschiff hat längs in der Mitte einen Schlitz, durch welchen die geneigt liegende Eimerkette nebst der Eimerleiter hindurchreicht. Das untere Ende der Leiter, also auch der Kette,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kann je nach Bedarf vermittels einer Winde, der Eimerleiterwinde, auf und nieder bewegt werden. Diese Winde ist vorn auf einem Bock gelagert (Vorderbock), mit welchem der Schlitz überbaut ist. Das um einen Zapfen drehbare obere Ende der Eimerleiter mit der oberen Trommel ist auf einem größeren Bock gelagert, welchen man den Baggerbock nennt. An diesem sind die Triebwerke zur Bewegung der oberen Trommel angebracht. Auf der Eimerleiter befinden sich in gewissen Abständen Rollen, über welche das obere Band der Eimerkette geführt ist. Das untere Band der Eimerkette ist zwischen den Trommeln nicht unterstützt und hängt etwas durch. Die Kette muß aber stets so stark gespannt sein, daß sie von der oberen Trommel gefaßt wird und nicht darüber gleitet. Die Eimerleiter muß am unteren Ende möglichst mit Schiebearmen versehen sein, d. h. verlängert werden können, damit die Eimerkette, wenn sie durch den Verschleiß der Augen und Bolzen schlaff geworden ist, wieder gespannt werden kann. Ist sie sehr schlaff geworden, so muß ein Kettenglied herausgenommen werden, damit sie verkürzt wird. Die Eimerkette ist meist vorgreifend angeordnet, d. h. sie reicht in flacher Stellung (bei der zu baggernden Normaltiefe) vorn über das Schiff hinaus, so daß der Bagger sich freibaggern kann, das ist, daß er sich die zu seiner Vorwärtsbewegung nötige Tiefe selbst schaffen kann. Bezüglich der Lage der Schüttrinne, sowie der Vorderankerkette *v* und der Seitenankerketten *s*, nebst den zugehörigen Winden und der Leiterhebewinde *l* vergl. Ziffer 9 bis 11 und die zugehörigen Abbildungen.

Anm. Es gibt auch auf Gerüsten fahrbar eingerichtete Bagger mit geneigter Kette, welche ganz im Trockenen baggern und daher Trockenbagger genannt werden.

9. Handbagger mit geneigter Eimerkette[1]) (Abb. 67 u. 68). Sämtliche Winden und Antriebe, nämlich die Eimerleiterwinde *l*, die Vorderankerwinde *v*, die zwei Seitenankerwinden *s* (falls solche vorhanden) und die Drehvorrichtung für die obere Trommel sind mit Handbetrieb eingerichtet. Bei kleinen Handbaggern sind an Stelle der Seitenankerwinden auch nur Poller angebracht, an welchen die Seitenketten oder Taue verlegt werden. Die Schüttrinne befindet sich hinten, wie dies bei kleinen Baggern (auch kleinen Dampfbaggern) überhaupt der Fall ist, weil die im Verhältnis zu dem Schiffe große Eimerkette bis zum Hinterschiff reicht.

Die Abmessungen eines mittleren Handbaggers sind etwa: 7 m Länge, 3,6 m Breite, 0,6 m Tiefgang. Die Leistungen betragen in Sandboden 40 bis 50 cbm täglich. An Mannschaft sind erforderlich: 4 bis 6 Mann zum Drehen,

[1]) Man nennt diesen Bagger auch Handbaggermaschine zum Unterschied mit den gewöhnlichen Stielbaggern, die man ebenfalls Handbagger nennt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1 Mann an der Schüttrinne, 1 Mann zur Bewegung des Schiffes, also 6 bis 8 Mann, dazu kommt die Prahmmannschaft.

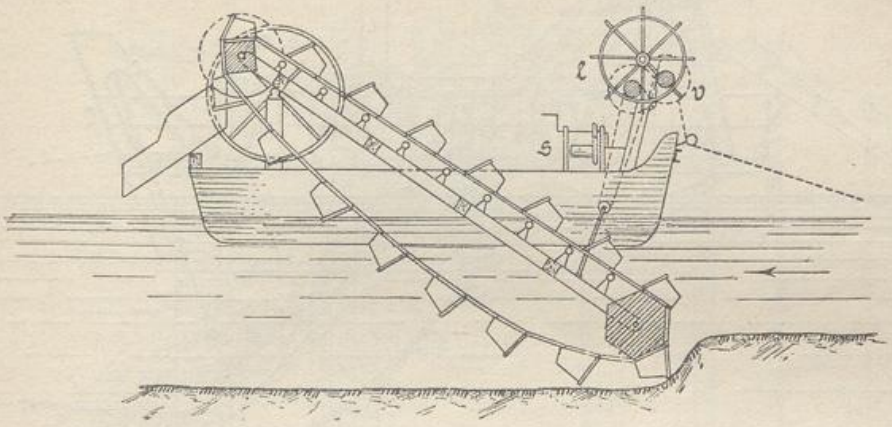


Abb. 67.

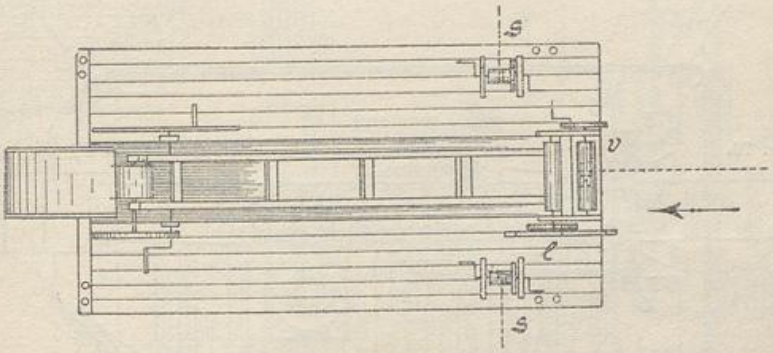


Abb. 68.

Diese Handbagger werden, wie die Ständerbagger, Ziff. 7, nur zu Unterhaltungsarbeiten, besonders in engem Fahrwasser, gebraucht; sie können ebenso wie jene nur in stillem Wasser oder in schwachem Strome arbeiten.

10. Dampfbagger mit geneigter Eimerkette, „hinten" ausschüttend (Hinterschütter, Kanal- oder Hafenbagger) (Abb. 69 bis 71.) Dies sind kleinere Dampfbagger, wie sie in Schiffahrtskanälen, Flußhäfen und allgemein in engen, stillen oder mäßig fließenden Gewässern gebraucht werden. Der Bagger schüttet hinten aus, weil zum Anlegen eines Prahmes seitwärts in engen Gewässern der Platz fehlt. Der Hinterschütter ähnelt in seiner Gesamtanordnung dem Handbagger, Ziff. 9; nur wird das Getriebe, besonders für die obere Trommel, immer durch die Dampfmaschine bewegt; die Vorderankerwinde *v*, die Leiterhebewinde *l*, sowie die Seitenankerwinden *s* dagegen können mit Hand- oder Dampfbetrieb eingerichtet sein. Letzteres ist in Abb. 69 bis 71

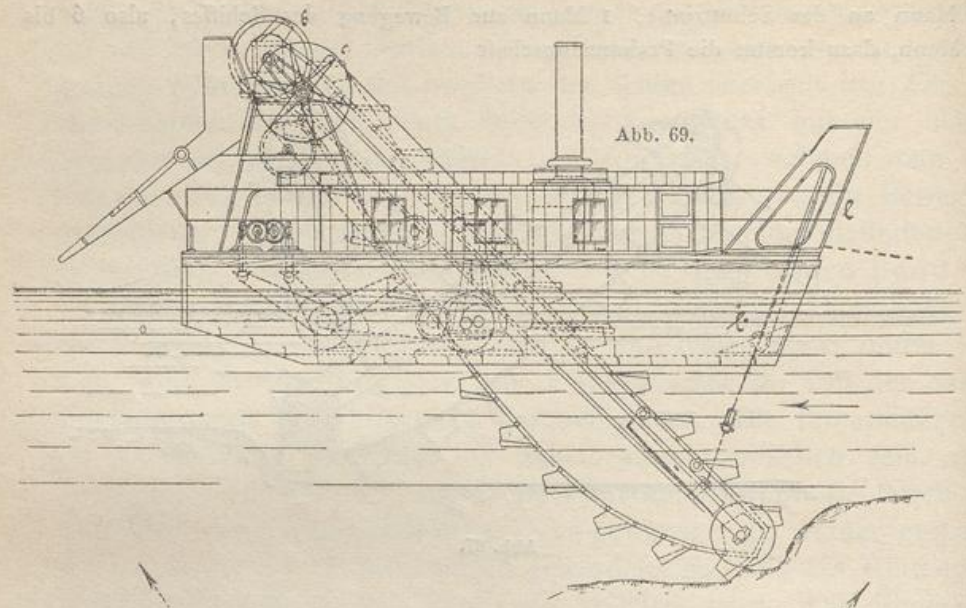


Abb. 69.

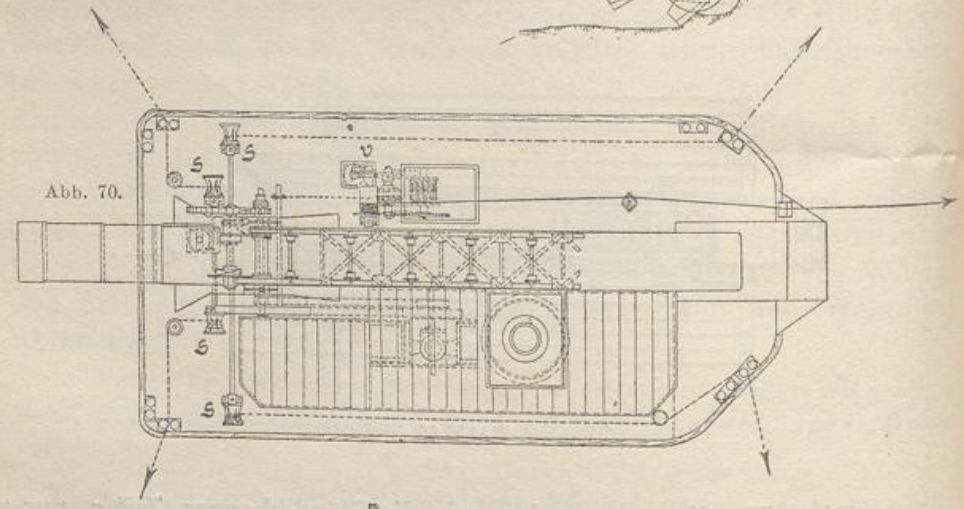


Abb. 70.

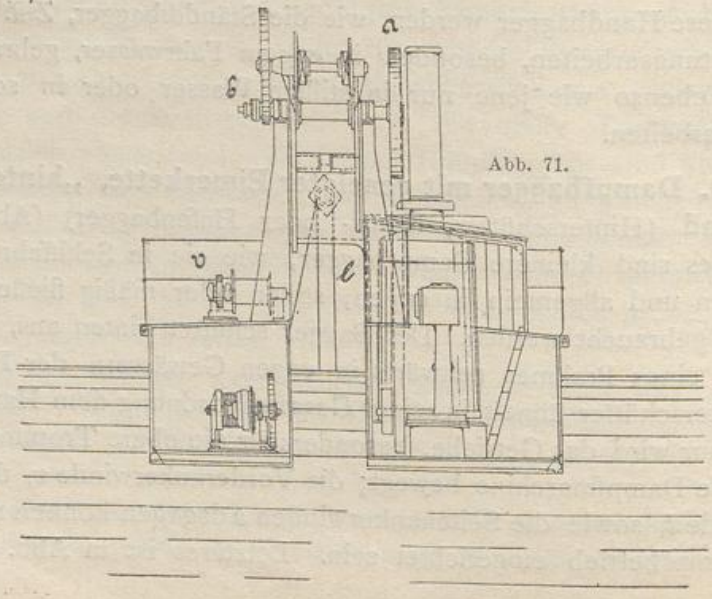


Abb. 71.

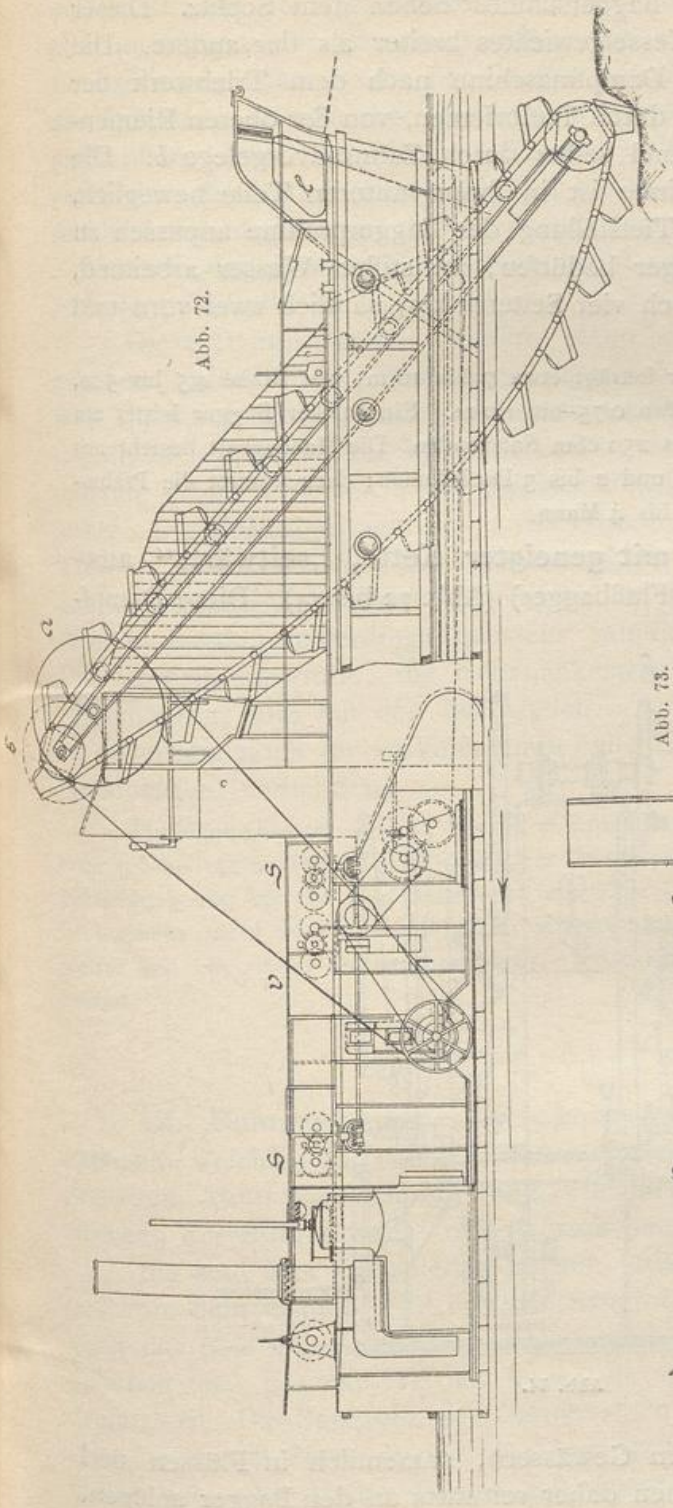


Abb. 72.

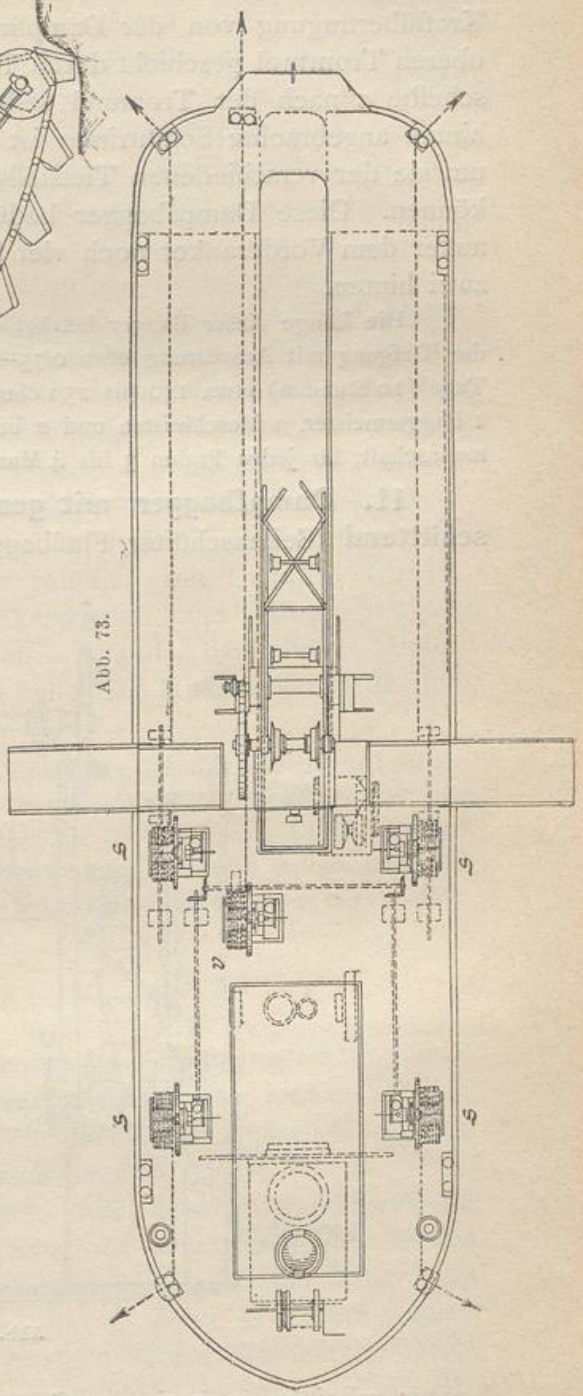


Abb. 73.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Fall. Der Dampfkessel mit der Dampfmaschine befindet sich in dem einen Seitenteil des Baggerschiffes neben dem Schlitz. Dieser Seitenteil ist wegen des Kesselgewichtes breiter als der andere. Die Kraftübertragung von der Dampfmaschine nach dem Triebwerk der oberen Trommel geschieht durch Treibriemen, von der oberen Riemenscheibe *a* nach der Trommel selbst durch Zahnradvorgelege *b*. Die hinten angebrachte Schüttrinne ist in ihrem unteren Teile beweglich, um sie der verschiedenen Tiefstellung der Baggerprahme anpassen zu können. Diese Dampfbagger bedürfen, im stillen Wasser arbeitend, außer dem Vorderanker noch vier Seitenanker, nämlich zwei vorn und zwei hinten.

Die Länge dieser Bagger beträgt etwa 7 bis 10 m, die Breite 4,5 bis 5 m, der Tiefgang mit Ausrüstung etwa 0,75 bis 1,0 m. Ein solcher Bagger leistet am Tage (10 Stunden) etwa 150 bis 250 cbm Sandboden. Die Mannschaft besteht aus 1 Baggermeister, 1 Maschinisten und 2 bis 3 Decksleuten; dazu kommt die Prahmmannschaft, für jeden Prahm 3 bis 4 Mann.

11. Dampfbagger mit geneigter Kette, „seitwärts" ausschüttend (Seitenschütter, Flußbagger) (Abb. 72 bis 74). Diese Dampf-

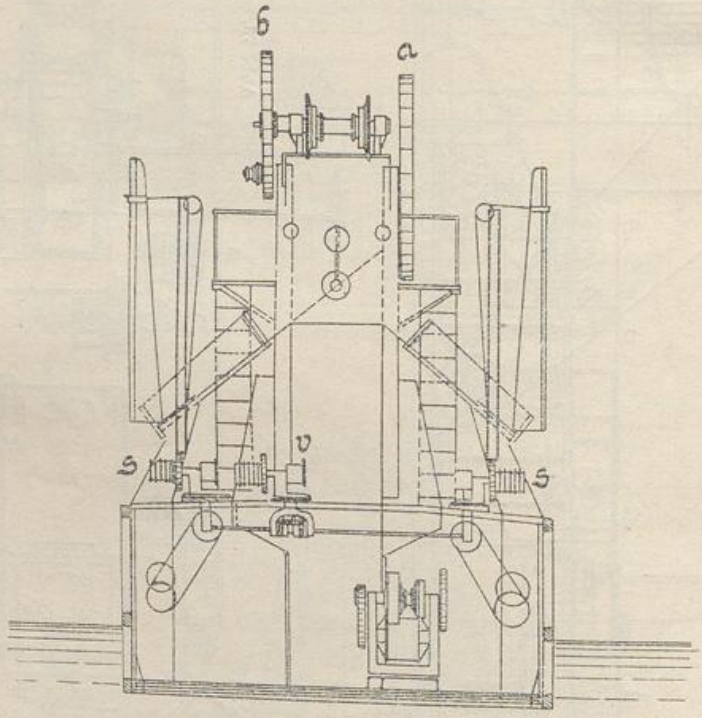


Abb. 74.

bagger arbeiten in breiteren Gewässern, namentlich in Flüssen und Strömen. Die Prahme können daher seitwärts an den Bagger anlegen, um beladen zu werden. Zu dem Zweck sind zwei Schüttrinnen, je eine an jeder Seite des Baggers, angebracht, die abwechselnd in Tätigkeit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

treten. Der untere Teil jeder Schüttrinne ist um ein Gelenk beweglich und kann nach der verschiedenen Tiefstellung der Prahme eingestellt, aber auch ganz hochgezogen werden, wie in Abb. 74 dargestellt ist. Letzteres geschieht, wenn der Bagger geschleppt wird oder während der Ruhezeit. Die Schräge der in Betrieb befindlichen Schüttrinne ist nach oben (unter der Eimerausschüttung) durch ein stellbares Blech verlängert, die sogen. Wechselklappe, die in der Mitte um eine wagerechte Achse drehbar ist und vermittels eines Gewichtshebels von der einen nach der anderen Schüttrinne leicht umgelegt werden kann (in Abb. 74 punktiert).

Diese Dampfbagger bedürfen, wenn sie in lebhafter Strömung arbeiten, außer dem Vorderanker eigentlich nur zweier Seitenanker, weil sie durch die Strömung genügend steif gehalten werden. Da sie jedoch auch in geringerer Strömung und u. U. im stillen Wasser arbeiten müssen, erhalten sie auch, wie die Kanalbagger, meistens vier Seitenanker. Die Kraftübertragung von der Dampfmaschine nach der oberen Trommel geschieht, wie beim Kanalbagger, durch Riemscheiben und Zahnradvorgelege (vergl. die Buchstaben *a* und *b*). Die vorhandenen Winden werden neuerdings meistens sämtlich mit Dampf betrieben. Die Vorderankerwinde, die Seitenankerwinden, die Leiterhebewinde (Flaschenzug) sind mit den Buchstaben *v*, *s* und *l* bezeichnet. Hinten ist außerdem noch für vorkommende Fälle eine Hinterankerwinde (mit Handbetrieb) vorhanden.

Flußdampfbagger sind 15 bis 30 m lang, 4,5 bis 6,0 m breit und haben etwa 0,6 bis 0,8 m Tiefgang. Die Bagger leisten je nach der Maschinenkraft und Einrichtung 200 bis 600 cbm Sandboden am Tage (10 Stunden). Die Mannschaft ist meistens nicht stärker als bei dem Hinterschütter; oft tritt jedoch noch ein Heizer und ein vierter Decksmann hinzu. Jeder Prahm ist meistens mit 4 Mann besetzt.

IV. Pumpenbagger.

12. Pumpenbagger. Diese können nur zum Baggern in gleichmäßigem, weichem und losem Boden verwendet werden, also in Schlick, Schlamm, Moor und feinerem Sand, wie dies in den unteren Mündungsstrecken der Ströme oder an Seeküsten häufiger zutrifft.

Sie sind sehr verschieden gebaut. Alle haben das gemeinsam, daß von dem Schiffe ein eisernes Saugrohr schräg auf den Grund geht, das (wie die Kette beim Eimerbagger) je nach der Baggertiefe gehoben oder gesenkt werden kann, da es oben in einem Gelenk drehbar ist. Das Saugrohr geht durch einen Schlitz des Schiffes hinab oder ist an der Seite des Schiffes hinabgeführt. Auf dem Schiffe befindet sich eine starke Pumpe mit Dampfbetrieb; diese saugt das Wasser aus dem Saugrohr nebst dem mitgerissenen Boden gewaltig an und drückt es vermittels eines Druckrohrs über Deck in einen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schiffsraum des Baggers oder in besondere Baggerprahme. Falls das Druckrohr weiter durch Schwimmrohre verlängert ist, drückt die Pumpe das Wasser mit dem Boden unmittelbar durch die Rohrleitung an Land. Der Boden wird am Grunde durch das Ansaugen in das Saugrohr zwar ohnehin mitgerissen, zur Vermehrung dieser Wirkung sind aber nahe der unteren Saugrohrmündung oft noch Kratz- oder Rührvorrichtungen angebracht, die den Boden vorher aufwühlen. Je nach der Beschaffenheit und Anordnung der Pumpeneinrichtung spricht man von Kolbenpumpenbaggern, Kreiselpumpenbaggern (Zentrifugalpumpenbaggern) usw. Der Hauptvorzug dieser Bagger besteht darin, daß da, wo sie überhaupt gebraucht werden können, die Betriebskosten ziemlich gering sind.

Die Leistungsfähigkeit eines solchen Baggers beträgt etwa 500 bis 1000 cbm täglich.

C. Geräte zum Fortschaffen des Baggerbodens.

13. Baggerprahme. Die Fahrzeuge zur Fortschaffung des gebaggerten Bodens, Baggerprahme, Moderprahme, Kiesnachen, Baggernachen genannt, sind in Größe und Bauart sehr verschieden, je nach

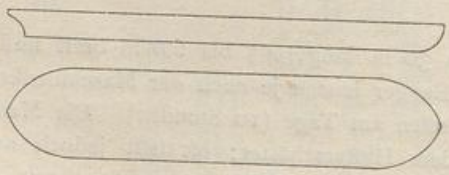


Abb. 75.

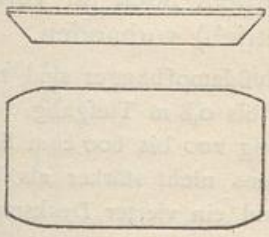


Abb. 76.

der Natur des Gewässers, nach der Art und Leistungsfähigkeit des Baggers, nach der Art ihrer Fortbewegung und der Art des Ausladens. Für Flüsse und Ströme sind die Prahme schiffsmäßiger und schlanker gebaut (Abb. 75) als für Kanäle (Abb. 76), haben aber in der Regel geringeren Tiefgang als diese zwecks leichterer Annäherung an die Ufer. Die Kanalbaggerprahme sind übrigens deshalb mehr kastenförmig gebaut, damit sie an das Hinterende des Baggers (Hinterschütter) gut anschließend anlegen können. In der Neuzeit werden Baggerprahme überwiegend aus Eisen erbaut. Die Fortbewegung geschieht auf nahe Entfernung und im stillen Wasser durch Schieben mit Ruderstangen, sonst durch Treideln, in Flüssen auch durch einfaches Zutaltreiben, ferner durch Schleppdampfer. Es gibt auch Prahme mit eigener Maschine, die sich selbst fortbewegen können, sogen. Dampfprahme. Sie kommen nur in den unteren Stromgebieten vor.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Man unterscheidet ferner die Baggerprahme in dichte, d. h. gewöhnliche Baggerprahme, und in Klapp-Prahme.

Dichte Baggerprahme haben im Laderaum über den Rippen des Schiffsbodens in der Regel einen zweiten Boden aus Brettern oder Brettafeln (Straue). Eine solche Straue befindet sich öfters auch an den Seitenwänden. Sie soll zur Schonung des Schiffsbodens und der -wände beim Be- und Entladen dienen. Bisweilen ist der Laderaum durch Querwände (Schotte) in zwei Abteilungen geteilt. In der Mitte von diesen befindet sich noch ein Zwischenraum (zwischen zwei Schotten) von etwa 0,50 bis 0,80 m Breite, der zum Ausschöpfen des Wassers dient. Dieser hat keine Straue. Die Prahme können mit Treidelbaum, Steuer (oder Streichruder) und mit Gangborden (für Ruderer) ausgerüstet sein und müssen kräftige Poller zum Festmachen an den Bagger, auch zum Schleppen haben, nötigenfalls auch Anker. Der Baggerboden wird aus den dichten Prahmen meistens ausgekarrt. Beim Großbetriebe wird der Boden auch durch Hebemaschinen ausgeladen, nämlich durch Dampfkrane oder durch Elevatoren. Die Prahme sind in diesen Fällen besonders dafür eingerichtet. Man nennt die Prahme dann Kran- bezw. Elevatorenprahme.

Für die Kranentladung sind im Laderaum des Prahmes eiserne Kasten dicht nebeneinander aufgestellt; jeder Kasten enthält eine bestimmte Bodenmenge, z. B. 1 cbm. In diese Kasten fällt der gebaggerte Boden aus der Schüttrinne des Dampfbaggers. Der Prahm mit den vollgeladenen Kasten wird unter den Dampfkran gefahren, der meistens auf einem Fahrzeug schwimmend angebracht ist. Dann wird Kasten für Kasten hochgewunden, geschwenkt und ausgeschüttet. Zum Ausschütten haben die Kasten Bodenklappen, die leicht gelöst werden können. Bei der Entladung durch Elevatoren ist der Laderaum der Prahme durchgehend, d. h. ohne Abteilungen. Elevatoren sind große schwimmende Gerüste, die eine Eimerkette haben, ähnlich wie ein Dampfbagger. Sie baggern gewissermaßen den Boden aus dem Prahm aus, nachdem dieser unter das Gerüst gefahren ist, nach einer langen Schüttrinne, die entweder selbst bis ans Ufer reicht oder durch Förderbänder verlängert ist. Durch Kran- oder Elevatorenbetrieb kann die Anschüttung für Strombauwerke, Uferdeckungen, Hafendämme und sonstige Ablagerungen wesentlich beschleunigt werden.

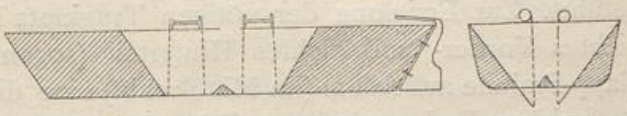


Abb. 77.

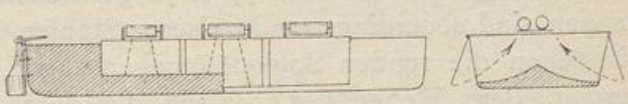


Abb. 78.

Klapp-Prahme (Abb. 77 u. 78). Zum unmittelbaren Verstürzen des Bodens auf den Grund des Gewässers (an unschädlicher Stelle) dienen die Klapp-Prahme. Diese unterscheiden sich von den dichten Prahmen dadurch, daß im Laderaum Klappen

geöffnet werden können, entweder Seitenklappen (Abb. 78) oder Bodenklappen (Abb. 77). Die Prahme mit Seitenklappen können in flacherem Wasser, also näher den Ufern ausschütten als die Prahme mit Bodenklappen. Die Klappen werden in beiden Fällen mit Ketten geschlossen oder geöffnet, die je an einer drehbaren Langwelle befestigt sind; letztere wird beim Schließen mit einem Sperrkegel festgestellt. Bei Lösung der Sperr-

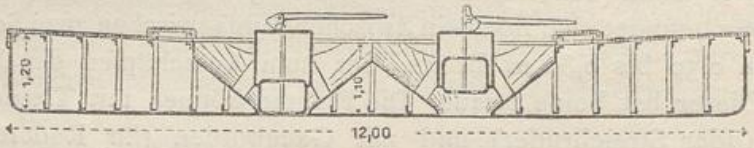


Abb. 79. Längenschnitt.

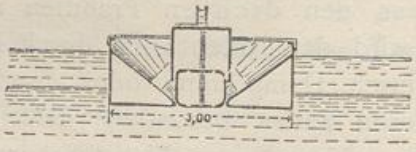


Abb. 80. Querschnitt.

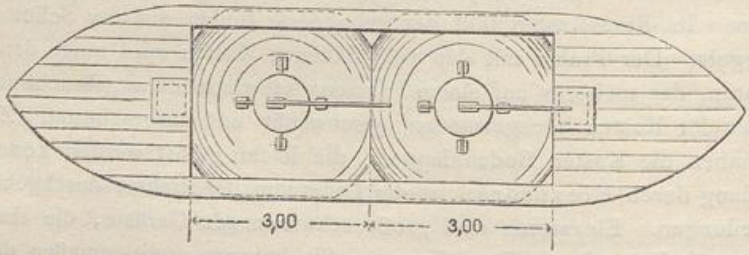


Abb. 81. Draufsicht.

vorrichtung öffnen sich die Klappen, und der Boden stürzt heraus. Das Schließen der Klappen wird durch Zurückdrehen der Welle herbeigeführt. Zur Erzielung der nötigen Tragkraft haben diese Prahme ein dichtes Vorder- und dichtes Hinterteil (sogen. Luftkammern), Seitenklapp-Prahme außerdem (im Mittelschiff) eine dichte Sohlenkammer, die Bodenklapp-Prahme dagegen dichte Seitenkammern. Die verschiedenen Luftkammern sind in Abb. 77 u. 78 gestrichelt. An Stelle der Bodenklappen sind neuerdings runde eiserne Stopfen in Gebrauch gekommen, mit denen die runden Sohlenöffnungen des Laderaumes verschlossen werden. Beim Heben des Stopfens, das durch Umlegung eines Hebels geschieht, wird die etwa 60 cm weite Sohlenöffnung frei, und der Boden stürzt heraus. Beim Heben tritt der Stopfen in einen eisernen Führungszylinder (vergl. Abb. 79 bis 81). Diese Stopfenprahme haben gegenüber den Bodenklapp-Prahmen den Vorzug, daß sie in flacherem Wasser

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ausschütten können. Für Sandboden ist bei ihnen auch die Dichtung des Laderaumes besser als durch Klappen.

14. Vorrichtungen zum Ausladen aus den Prahmen.

Das Ausladen mittels Karrenbetrieb, Kran- und Elevatorenbetrieb, sowie durch Ausklappen ist bereits unter Ziff. 13 behandelt worden. Ist aber das Ufer oder die sonstige Schüttstelle von der Anlandestelle der Prahme zu weit entfernt, so werden noch weitere Hilfsmittel angewendet. Z. B. wird die Schüttrinne des Elevators, welche wegen der Länge immer nur flach geneigt sein kann, alsdann mit Wasserspülung versehen, indem die Maschine des Elevators zugleich eine Kreiselpumpe treibt, die Flußwasser pumpt und in die Schüttrinne ausgießt; der Baggerboden wird dadurch fortgespült; oder es wird anstatt der langen Schüttrinne ein Förderband angewendet, das über zwei Trommeln in Bewegung gesetzt wird. Auf dieses schütten die Elevatoreimer den Boden; das Band befördert den Boden weiter und schüttet ihn am Ufer aus. Anstatt der Elevatoren werden auch Schwemmrohrleitungen angeordnet, besonders bei Dampfprahmen. Auf ihnen ist eine Kreiselpumpe eingebaut, die den mit Wasser gemischten Boden aus dem Schiffsraum des Dampfprahmes selbst oder eines daneben gelegten gewöhnlichen Prahmes ansaugt und vermittels eines weithin verlängerten und zum Schwimmen eingerichteten Druckrohres an die Schüttstelle pumpt. Ein solches Fahrzeug nennt man dann Spülpreßschiff. Es kommen auch Fälle vor, daß die Kreiselpumpe auf dem Bagger selbst angebracht ist und aus seinem Laderaum den mit Wasser gemischten Boden pumpt und wie vorbeschrieben weiter schwemmt. Prahme sind dann entbehrlich. Einen solchen Bagger mit eigenem Laderaum ohne Prahme nennt man einen Schachtbagger.

D. Ausführung der Baggerarbeiten.

Anm. Das folgende bezieht sich hauptsächlich auf Eimerbagger.

15. Vorbereitung der Baggerarbeiten. Vor Beginn der Baggerung ist das Baggerfeld sorgfältig zu peilen, d. h. es werden Querschnitte aufgenommen, aufgezeichnet und die vorgeschriebene Baggersohle in diese eingetragen. Im Querschnitt heißt die Fläche zwischen der Baggersohle und der gepeilten Sohle die Abtragsfläche oder der Abtrag. Die Abtragsmasse, welche im Baggerfelde zwischen zwei Querschnitten liegt, ergibt sich aus dem Mittel der beiden Abtragsflächen mal dem Abstande der Querschnitte. Entsprechend wird dann die ganze zu baggernde Bodenmasse des Baggerfeldes ermittelt. Die so berechnete Baggermasse nennt man im Abtrag oder im Querschnitt gemessen. Nach dieser Baggermasse wird der Unternehmer in der Regel bezahlt, wiewohl er durch Tiefergreifen der Baggereimer mehr baggern muß. Er fordert für 1 cbm Boden im Abtrag gemessen einen entsprechend höheren Preis als im Auftrag gemessen (vergl. weiter unten). Der Eingriff der Baggereimer unter die vorgeschriebene Sohle beträgt je nach der Bodenart und der Größe der Eimer etwa

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

0,2 bis 0,5 m. Der Boden erfährt beim Baggern und Ausschütten eine Auflockerung. Diese kann man bei Sand und Kies etwa zu 1,25 annehmen.

Anm. In manchen Gewässern, besonders in seeartigen Verbreiterungen und in Häfen wendet man anstatt der Querprofilpeilung auch die Netzpeilung an, d. i. es wird durch Messen an den Ufern und durch Fluchten ein quadratisches Netz über die Wasserfläche hergestellt, jede Quadratseite 1 bis 5 m lang. Dann wird in den Ecken der Quadrate je ein Peilstich genommen. Die Ergebnisse werden in die Karte eingetragen (vergl. auch Sprengarbeiten).

Wird der gebaggerte Boden meßbar abgelagert, z. B. in regelmäßigen Aufträgen, wie bei Hafendämmen, Uferdeckwerken und anderen Strombauwerken, so kann die Berechnung und Bezahlung des Baggerbodens auch im Auftrag gemessen stattfinden. Dies geschieht z. B. dann, wenn die verschiedenen Abtragsstellen nicht sicher vorher angegeben werden können. Die im Auftrag gemessene Bodenmenge eines Baggerfeldes zeigt gegen die im Abtrag gemessene Menge nach obigem ein Mehr infolge der Auflockerung und des tieferen Eingriffes der Eimer unter die Baggersohle.

Wenn die Baggerung so schnell erfolgen muß, daß eine regelrechte Aufnahme, Abpeilung und Berechnung des Baggerfeldes nicht möglich ist, z. B. bei plötzlich entstandenen Versandungen, die Schiffahrtsstockungen hervorrufen, oder wenn leicht beweglicher, schlecht zu peilender Boden vorliegt, z. B. Schlamm, so werden zur Messung und Berechnung die Prahme benutzt. Die Prahme werden zu dem Zwecke geeicht; ihr Bodeninhalt wird bei der Einsenkung bis zur Eichmarke ein für allemal gemessen und berechnet; dies kann im Prahm selbst oder durch Auskarren und Aufsetzen seines Bodeninhaltes geschehen, auch durch Umrechnen des Ladegewichtes in cbm Boden, wenn man das Einheitsgewicht desselben kennt. Enthält ein Prahm so z. B. 7,4 cbm Boden, so braucht man nur die Anzahl seiner Fahrten mit 7,4 zu multiplizieren und erhält alsdann die von ihm geförderte Menge des Baggerbodens (aufgelockert). Man sagt dann, die so berechnete Baggermasse ist nach der Prahmeiche gemessen.

Abb. 82.

Die geplanten Kanten der Baggersohle müssen vor und während des Baggerns nach Bedarf eingemessen bezw. abgesteckt werden durch Stangen, Bober, Tonnen usw. Es wird aber nicht der Punkt a des entworfenen Querschnittes (Abb. 82) abgesteckt, sondern der Punkt a_1

bis b_1, bis zu welchem herangebaggert werden muß, damit, wenn sich durch Nachsturz die natürliche Böschung des Bodens einstellt (meistens 1 : 2), schließlich die entwurfsmäßige Sohlenkante bei a sich bildet.

Man setzt also a_1 von a etwa so weit ab, daß das nachstürzende $\triangle\, b\, b_1\, c$ etwa flächengleich mit $\triangle\, a\, a_1\, c$ ist. Bei feinem Triebsande wähle man die Böschung $b\, a = 1 : 3$ bis 1 : 4, für Schlamm 1 : 4 bis 1 : 6.

Ehe die Baggerung beginnt, muß auf der Baustelle nahe dem Ufer ein Hilfspegel gesetzt werden, der vom Baggermeister sorgfältig zu beobachten ist.

16. Ausführung der Baggerarbeit. Man unterscheidet Querbaggerung und Längsbaggerung. Die Querbaggerung wird fast stets angewendet, außer bei Nacharbeiten, bei welchen die Längsbaggerung zweckmäßiger ist.

Querbaggerung (Pendelbaggerung, Abb. 83). Der Vorderanker wird — je nach der Breite des Gewässers und des Baggerfeldes — 100 bis 400 m weit ausgefahren, so daß der Bagger der Schiffahrt gut ausweichen kann und auch das Versetzen des Vorderankers bei fortgesetztem Stromaufbaggern auf längerer Arbeitsstrecke nicht zu oft stattzufinden braucht. Der Bagger wird beim Arbeiten vermittels der Seitenwinden quer zur Stromrichtung hin- und zurückbewegt (pendelt) und zieht so (etwas kreisförmig gekrümmte) Querfurchen eine neben der anderen. Die erste Querfurche stellt der Bagger her, indem er von der eingenommenen Anfangslage (in der Mitte des Baggerfeldes) quer nach beiden Seiten arbeitet, während die Seitenketten entsprechend angewunden bezw. nachgelassen werden (die Seitenlagen des Baggers sind punktiert). Alsdann wird die Vorderkette etwa um eine Eimerlänge angewunden, die zweite Querfurche begonnen usf. (die zweite und dritte Querfurche sind punktiert). In dem Maße, wie die Baggerung weiter aufwärts fortschreitet, müssen die Seitenanker öfters versetzt werden. Das Maß, wie tief die Eimer unter die Baggersohle greifen müssen, ist für jeden einzelnen Fall durch Versuch zu ermitteln. Es hängt von der Bodenart und der Entfernung der zu baggernden Furchen ab. Während des Baggerns muß der Baggermeister fleißig die Peilstange gebrauchen und darauf sehen, daß die neue Furche gut an

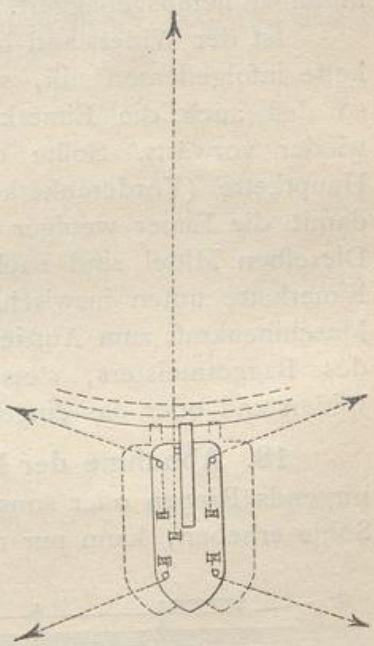


Abb. 83.

die vorige anschließt. Sind dennoch störende Rippen stehen geblieben, so muß nachgebaggert werden. Hierzu wird die Längsbaggerung angewendet, d. h. der Bagger sackt zunächst an der Vorderkette über die Fehlstelle zurück und baggert eine Längsfurche stromauf, sackt wieder, wird etwas seitwärts angewunden und baggert die zweite Längsfurche daneben usw.

17. Besondere Vorkommnisse beim Baggern. Bisweilen müssen beim Baggern Steine, Reste alter Strombauwerke, Pfähle und dergl. mit beseitigt werden. Dann muß die Leiter möglichst so tief gestellt werden, daß die Steine, Faschinenreste, Pfähle in die Eimer hineinfallen. Bei einem Baggerfelde, das einzelne größere Steine enthält, wird ebenso verfahren. Kann ein großer Steinblock durch den Bagger nicht gehoben werden, so muß er unterbaggert werden, so daß er in das gebaggerte Loch hineingleitet und so versenkt wird. Ist er auch hierzu zu groß, so muß er gesprengt werden. Die Sprengstücke sind dann herauszubaggern. Baumstämme müssen freigebaggert werden und, wenn sie nicht aufschwimmen, mit Ketten u. dergl. gehoben werden. Reste von gesunkenen hölzernen Schiffen werden oft unmittelbar herausgebaggert.

Ist der Widerstand beim Baggern zu groß und steht die Eimerkette infolgedessen still, so läßt man die Maschine rückwärts laufen, so daß auch die Eimerkette etwas zurückgeht, und arbeitet dann wieder vorwärts. Sollte dies nicht zum Ziele führen, so muß die Hauptkette (Vorderankerkette) etwas nachgelassen (gefiert) werden, damit die Eimer weniger eingreifen und sich daher weniger füllen. Dieselben Mittel sind nach jeder Arbeitspause anzuwenden, weil die Eimerkette unten inzwischen etwas zugeschwemmt wird, so daß die Maschinenkraft zum Aufziehen meist nicht ganz genügt. Es ist Sache des Baggermeisters, stets sofort zu untersuchen, welcher Art der Widerstand oder das eingetretene Hindernis ist.

18. Abnahme der Baggerarbeit. Ob nach der Baggerung sich nirgends Rippen oder sonstige Erhöhungen über der entwurfsmäßigen Sohle erheben, kann nur mit dem Peilrahmen (Abb. 84) sicher geprüft werden. Das Nachpeilen nur mit der Peilstange, namentlich wenn nur einzelne Querschnitte nachgepeilt werden, genügt hierzu nicht. Der Peilrahmen besteht aus einer wagerechten Eisenstange, der Taststange, und zwei bis drei an ihr angreifenden lotrechten Eisenstangen, den Führungsstangen. Diese sind an einem Fahrzeuge längs-

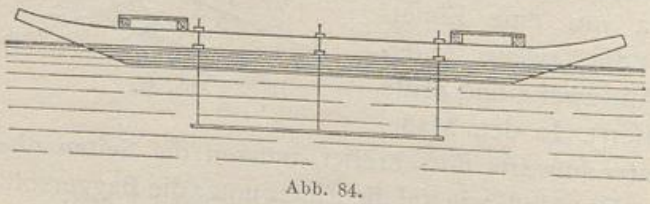


Abb. 84.

schiffs befestigt. Die Führungsstangen werden in eisernen Muffen geführt und nach Bedarf eingestellt und festgeschraubt; die Muffen sind mit dem Fahrzeuge fest verbunden. Das Fahrzeug kann aus einem Kahn (Nachen) oder als Schwimmbrücke aus zwei gekuppelten Kähnen bestehen. Es wird durch ein verankertes Längsdrahtseil und ein oder zwei Seitendrahtseile geführt. Bei einem Kahne ist der Rahmen an einer Seite angebracht; bei zwei gekuppelten Fahrzeugen in der Mitte zwischen beiden. Größere ständige Vorrichtungen der Art sind mit einer Winde für das Längsdrahtseil und mit zwei Seitenwinden für die nach den Ufern reichenden Seitendrahtseile, welche zugleich Meßseile sind, versehen. Denn jede Unregelmäßigkeit der Sohle muß zugleich auch eingemessen werden können. Bei schmaleren Flüssen braucht das Längsdrahtseil nicht im Grunde verankert zu werden, sondern endet vorn in einer Rolle, die an einem über den Fluß gespannten Querseil läuft.

Beim Abfahren des Baggerfeldes mit dem Peilrahmen wird oben begonnen und quer gegiert — bezw. mit Seitenwinde gezogen —, dann das Vorderseil um eine Rahmenlänge nachgelassen, zurückgegiert bezw. gezogen, wieder um Rahmenlänge nachgelassen usf. Die auf die Baggersohle eingestellte Taststange läßt dann jede, auch die kleinste Erhöhung spüren.

KÖNIGLICH PREUSSISCHE BAUINSPEKTION HÖXTER

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 7.

Sprengarbeiten.

A. Allgemeines.

Unter Sprengen wird hier die Zerkleinerung von Steinen, Felsen, Mauerwerk, harten Erdmassen und dergl. durch Sprengschüsse verstanden.

Sprengschüsse werden angewendet, wenn die Zerkleinerung mittels Keile und Brechstangen wegen der Festigkeit der Masse oder aus anderen Gründen nicht ausführbar ist, zu lange dauern oder zu teuer werden würde.

Im Wasserbau ist das Sprengen von Steinen und Felsen unter Wasser, sowie die Beseitigung der Sprengtrümmer aus dem Wasser von besonderer Wichtigkeit.

Die Sprengarbeit, sei es außer oder unter Wasser, besteht in folgenden Arbeiten:

I. Anbohren des Gesteines,

II. Sprengen. Das Sprengen besteht in:

a) Laden des Bohrloches,

b) Entzünden (Schießen).

Außer Wasser kommt am häufigsten das Sprengen einzelner großer Steine vor, sei es, um dadurch die Fortschaffung zu erleichtern oder um aus ihnen kleinere Steine zu anderweitiger Verwendung zu gewinnen. Ferner das Sprengen von altem Mauerwerk, harten Erdarten, wie Ton, Mergel, auch gefrorenem Boden, um sie zu lockern, so daß sie dann leichter gelöst werden können.

Unter Wasser kommen Steinsprengungen sehr häufig vor zur Beseitigung von Schiffahrtshindernissen, Felssprengungen, oft auf längeren Strecken, zur Vertiefung des Fahrwassers. Solche Arbeiten haben in neuerer Zeit in großartigem Maßstabe am Rhein auf der Strecke von Bingen bis St. Goar, in kleinerem Umfange an der Mosel, Weser und Elbe stattgefunden, besonders unter Verwendung von Tauchern, Taucherschächten und Maschinen.

Sprengschüsse sind am wirksamsten in dichtem, festem Gestein ohne Klüfte. In klüftigem, blättrigem Gestein dagegen wirken Sprengschüsse nur wenig; hier führt der Betrieb mit Brechstangen und Keilen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

oft schneller zum Ziele, selbst unter Wasser (mit Zuhilfenahme von Tauchern). Am Rhein wird die Felssohle von blättriger Beschaffenheit im Großbetriebe vertieft mit einer schwimmenden Maschine, dem sogen. Felsenstampfer. Dies ist ein riesiger, 200 Zentner schwerer Fallmeißel, der von einem Schiffe aus mit Dampfkraft gehoben und fallen gelassen wird und die Felsen dadurch zertrümmert. Die Trümmer werden nachher weggebaggert.

B. Sprengstoffe.

Die Wirkung der Sprengstoffe beruht auf der plötzlichen Entwicklung starker Gase infolge der Zündung. Die Wirkung ist um so größer, je mehr die Sprenggase durch die Art der Ladung an Ausdehnung verhindert werden. Hierzu dient die Verdämmung oder der Besatz des Bohrloches (vergl. Seite 85). Bei den starken Sprengstoffen (Dynamit) ist die Gasentwicklung plötzlicher als bei den gewöhnlichen Sprengstoffen (Schwarzpulver). Der Besatz braucht bei den starken Sprengstoffen daher nicht so fest zu sein als bei den gewöhnlichen.

1. Sprengpulver (Schwarzpulver). Dies ist eine Mischung von drei gepulverten Bestandteilen: Salpeter, Schwefel und Holzkohle.[1]) Die Körner, künstlich hergestellt, sind größer als bei dem gewöhnlichen Schießpulver, meist 5 bis 8 mm lang. Die Körner sind eckig und schwach poliert. Es enthält gewöhnlich 65 Teile Salpeter, 15 Teile Schwefel und 20 Teile Kohle. Die Zündung erfolgt durch Erhitzung, die durch eine angebrannte Zündschnur oder durch die Explosion eines Zündhütchens herbeigeführt wird. Sprengpulver muß sorgfältig vor Feuchtigkeit und Nässe bewahrt werden, sonst verliert es seine Entzündlichkeit und Sprengwirkung. Die Verwendung des Sprengpulvers ist durch das Dynamit sehr zurückgedrängt worden. In vielen Fällen ist es aber vor diesem vorzuziehen, z. B. wenn es weniger auf eine starke Zertrümmerung, sondern mehr auf eine Zerklüftung des Gegenstandes ankommt. Pulver ist auch leichter erhältlich als Dynamit, d. h. ohne große polizeiliche Beschränkungen.

2. Die Dynamitarten (Sprengölstoffe). Der Hauptbestandteil der Dynamite ist das Sprengöl (Nitroglyzerin), das zwar selbst ein Sprengstoff ist, für sich allein aber wegen seiner Gefährlichkeit nicht verwendet werden darf. Es ist eine gelbliche, ölige Flüssigkeit, bestehend aus einem Gemisch von Salpeter- und Schwefelsäure, welchem Glyzerin beigetröpfelt ist.

[1]) Schießpulver und Sprengpulver, beide Schwarzpulver genannt, haben die obigen Hauptbestandteile, aber in verschiedener Menge und in verschiedener Korngröße und -gestalt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Gegen die Einwirkung des Wassers sind die Dynamite unempfindlich, wenn sie dem Wasser nicht gar zu lange ausgesetzt werden. Daher sind sie zum Sprengen unter Wasser besonders geeignet.

I. Das gewöhnliche Dynamit (Teig- oder Guhrdynamit). Es besteht aus einer hellgelben, teigartigen Masse, die durch Mengung von Bergmehl (feine Kieselerde, Kieselguhr) mit Sprengöl hergestellt wird. Das Dynamit wird in Patronen geliefert, das sind walzenförmige, etwa 20 bis 25 cm lange Hülsen von Pergamentpapier. 10 Patronen, zusammen etwa 2 bis 2,5 kg schwer, machen den Inhalt einer Kiste aus. Der Durchmesser der Patronen (etwas kleiner als das Bohrloch) beträgt meistens 2 bis 3 cm.[1]) Die Explosion des Dynamites wird durch bloße Erhitzung nicht sicher herbeigeführt; es bedarf dazu vielmehr eines plötzlichen starken Schlages, wie er durch ein Zündhütchen (Zündkapsel) bewirkt wird. Alle Zünder für Dynamit enden daher in einem Zündhütchen. Die Sprengwirkung des Dynamites ist etwa 5- bis 7mal so groß als diejenige des Pulvers von gleichem Gewicht.

Das Dynamit kommt in vier verschiedenen Nummern in den Handel, die verschiedenen Sprengölgehalt haben und daher verschieden stark sind. Nr. 1 mit 75 vH. Sprengöl ist das stärkste und teuerste, für hartes Gestein bestimmt; Nr. 2, 3 und 4 sind billiger, haben geringeren Sprengölgehalt und sind für mittelhartes bezw. weiches Gestein bestimmt.

Dynamit gefriert und erstarrt schon bei + 6° bis 8° C.; es ist in diesem Zustande schwerer entzündlich. Gefrorenes Dynamit darf unter keinen Umständen zum Sprengen verwendet werden, weil gerade die Unsicherheit der Entzündung große Gefahren mit sich bringt.

II. Sprenggelatine (Sprenggummi) enthält $^9/_{10}$ Sprengöl und $^1/_{10}$ aufgelöste Kollodiumwolle; sie bildet eine bernsteinhelle, gummiartige Masse und wird in Patronen wie das Dynamit verhandelt. Ihre Sprengkraft ist noch bedeutender als die des Dynamites; sie ist aber auch teurer. Bezüglich der Zündung und des Frierens gilt dasselbe wie für Dynamit. Sie wird bei sehr hartem Gestein verwendet.

Anm. Es gibt noch eine dritte stärkere Dynamitart, Gelatinedynamit, die dickflüssig ist, auf welche aber nicht näher eingegangen zu werden braucht.

Der Vollständigkeit wegen ist als ein weiterer Sprengstoff die Schießbaumwolle (Nitrozellulose) anzuführen. Diese wird aber nur zu militärischen Zwecken verwendet. Sie besteht aus Baumwollen- oder anderem Pflanzenfaserstoff (Zellulose), der mit Schwefel- und Salpetersäure behandelt (nitriert) und alsdann zu Paketen gepreßt wird. Sie steht in der Sprengwirkung zwischen Dynamit und Pulver.

3. Die Zünder. Die Zündung der Sprengstoffe wird durch Handzündung oder durch elektrische Zündung bewirkt. Zur Handzündung dient die Bickfordsche Zündschnur, auch Sicherheitszündschnur genannt, weil sie auf 1 m Länge immer eine bestimmte

[1]) Es kommen im Handel Stärken von 15 bis 50 mm vor.

Brenndauer hat, etwa 1 bis 2 Minuten.[1]) Sie kann also so lang bemessen werden, daß sich die Sprengarbeiter nach Anzündung der Schnur vor dem Schusse sicher entfernen können. Sie besteht aus einer runden baumwollenen Schnur, die eine dünne Pulverseele enthält. Sie wird in Ringen von 8 m Länge geliefert. Für die Zündung von Pulver genügt die Zündschnur allein. Sie kann aber auch für Pulver in einem aufgeschobenen und aufgeklemmten Zündhütchen (Zündkapsel) endigen (Abb. 85). Die Zündung ist in diesem Falle plötzlicher und die Sprengwirkung etwas größer. Das Zündhütchen (Zündkapsel) ist ein Hütchen von Kupferblech, auf dessen Boden sich ein Satz von Knallquecksilber befindet. Für die Zündung von Dynamit muß die Zündschnur in einem Zündhütchen endigen. Die Bickfordsche Zündschnur ist außen geteert, für Sprengungen unter Wasser aber mit einem Kautschuküberzug versehen. Sie brennt unter Wasser weiter. Versager kommen bei ihr selten vor, zuweilen aber ein sogen. Nachbrennen, d. i. ein verzögertes Brennen. Bleibt der Schuß aus, so darf unter keinen Umständen früher als 10 Minuten nach der erwarteten Zeit an die Sprengladung herangetreten werden. Durch Knicke in der Zündschnur können Versager oder ein Nachbrennen leicht verursacht werden. Knicke sind daher jedenfalls zu vermeiden.

Abb. 85.

Die sicherste Zündung ist die elektrische Zündung. Man braucht dazu den elektrischen Zünder, eine Drahtleitung und eine Elektrisiermaschine. Der elektrische Zünder (Abb. 86) besteht in einer kupfernen Sprengkapsel mit Knall- und Zündsatz. In letzteren reichen zwei gedrehte Kupferdrähte hinein, die mit Kautschuk überzogen sind; die untersten Enden ragen jedoch aus dem Kautschuk eben frei hervor. Die Drähte trennen sich nach oben. Sie werden je mit einem langen Kupferdraht nach einer Elektrisiermaschine hin verbunden (50 m und mehr). Nachdem der Zünder in die Sprengladung eingeführt ist und die Arbeiter sich zurückgezogen haben, wird an der Elektrisiermaschine einige Mal die Kurbel gedreht; dann genügt an der Maschine der Druck auf einen Knopf, um die Ladung plötzlich zu entzünden. Es springt nämlich ein elektrischer Funke durch die Leitung und die Zündkapsel, so daß diese sowie zugleich die Ladung explodiert. Vorteile der elektrischen Zündung sind: Die Entzündung kann mit Hilfe der Drahtleitung von einem beliebigen Punkte aus, in größerer Entfernung von den Schüssen, genau zu einer bestimmten Zeit bewirkt werden (bei Sprengungen im

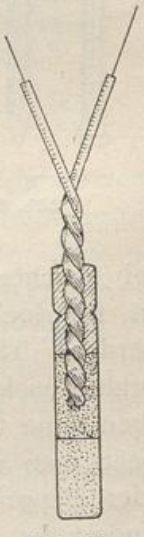


Abb. 86.

[1]) Die Brenndauer muß bei jeder Lieferung vorher durch Versuch erprobt werden.

Wasser namentlich auch vom Lande her). Die Gefahren, die bei der Zündschnur durch das Nachbrennen entstehen können, werden vermieden. Endlich kann eine größere Anzahl von Schüssen gleichzeitig abgebrannt werden, wodurch die Sprengwirkung erhöht wird.

C. Ausführung der Sprengarbeiten.

4. Das Bohren. Stein- oder Meißelbohrer sind runde (auch 6- oder 8kantige) Stahlstäbe, unten mit meißelartiger Schneide versehen (Abb. 87). Der gewöhnliche Meißelbohrer hat nur eine Schneide, der Kreuzbohrer zwei einander kreuzende Schneiden. Kreuzbohrer werden bei sehr festem Gestein verwendet. Das Bohren geschieht mit Handbetrieb, seltener mit Maschinen. Beim Handbohren hält ein Mann, der Setzer, den Bohrer senkrecht über den Stein, während ein anderer Mann, der Schläger (oft auch zwei), mit einem schweren Hammer daraufschlägt. Nach jedem Schlage hebt der Setzer den Bohrer etwas, dreht ihn ein wenig und setzt ihn wieder. Bei mangelhaft ausgeführtem Setzen wird das Bohrloch leicht eckig und krumm, der Bohrer klemmt sich dann fest, so daß nicht weiter gebohrt werden kann. Ein solches Bohrloch nennt man verbohrt. Die Bohrlochtiefe ist je nach der Festigkeit des Gesteines und nach dem angewendeten Sprengstoffe verschieden, ebenso die Weite des Bohrloches. Häufige Tiefen: 20 bis 60 cm, Weiten 2 bis 5 cm, durchschnittlich 3 cm. Pulver verlangt eine größere Tiefe und Weite des Bohrloches als Dynamit bei gleicher Wirkung. Beim Bohren im Trockenen muß das sich im Bohrloche ansammelnde Bohrmehl von Zeit zu Zeit entfernt werden. Dies geschieht mit dem sogen. Krätzer, einem starken Drahte, welcher unten rechtwinklig umgebogen und abgeplattet ist und oben eine Öse als Handgriff hat. Zur Beschleunigung des Bohrens gießt man ab und zu etwas Wasser in das Bohrloch. Ein Gummi- oder Pappring, auf das Bohrloch während des Arbeitens gedeckt, hindert den Bohrschlamm am Herausspritzen.

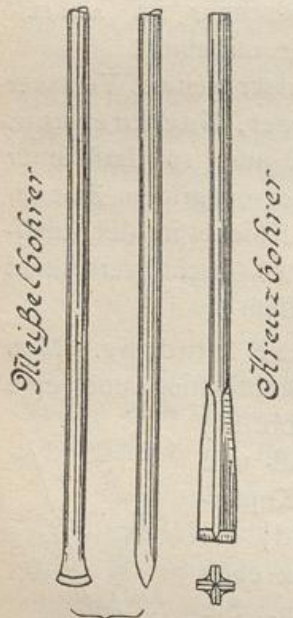


Abb. 87.

Bei großen Sprengbetrieben, z. B. wie am Rhein, werden Bohrmaschinen angewendet. Die Maschinen werden meistens mit Preßluft, in neuerer Zeit auch elektrisch betrieben. Die Bohrer, welche im wesentlichen wie die Handbohrer beschaffen sind, bilden die Verlängerung einer Kolbenstange, die sich schnell hin und her bewegt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der Bohrer stößt infolgedessen in schneller Folge auf den Stein und dreht sich nach jedem Stoß ähnlich wie durch das Setzen beim Handbohren (Stoßbohrmaschine).

Die Bohrerschneiden beim Hand- und Maschinenbohren nutzen sich sehr schnell ab und müssen daher oft geschärft werden. Dies geschieht durch Behämmern des in Kohlenfeuer glühend gemachten Bohrstahles und nachheriges Abschrecken (Härten) in Wasser.

5. Sprengen des Pulvers im Trockenen. Das Bohrloch wird, falls es feucht ist, mit dem umgekehrten Krätzer ausgetrocknet, an dessen Öse zu dem Zweck Werg oder Heu gewickelt wird. Das Pulver wird in einer Papierhülse (Patrone) mit eingesetzter Zündschnur hinabgeführt (Abb. 88). Die Patrone ist vorher so zu füllen, daß die Zündschnur mit ihrem schräg abzuschneidenden Ende bis in die Mitte des Pulvers hinabreicht. Die Patrone wird am oberen Ende mit Bindfaden um die Zündschnur festgebunden. Auf die in das Bohrloch gesteckte Patrone wird alsdann ein sogen. Schlußpfropfen aus Papier, Heu oder dergl. geschoben, darauf wird Sand aufgeschüttet und mit einem hölzernen Ladestock leicht aufgedrückt, endlich wird der eigentliche Besatz, nämlich mit Hand geformte Ton- oder Lehmkugeln, eingeschoben und festgestampft, bis das Bohrloch gefüllt ist. Dabei ist sorgfältig darauf zu achten, daß die an die Lochwand gedrückte Zündschnur nicht leidet oder gar geknickt wird (sonst leicht Versager). Sie muß so lang über den Besatz hinausragen, daß sich die Arbeiter nach dem Anzünden sicher entfernen können. Für feuchte Bohrlöcher muß die Patrone mit Talg bestrichen oder aus Guttapercha hergestellt werden. Ist das Bohrloch sehr dicht, so daß ein seitliches Verlaufen des Pulvers nicht zu besorgen ist, so kann dieses auch lose — ohne Patrone — mit einem Trichter in das Bohrloch geschüttet werden (Sprengen von Steinen). Bei der elektrischen Zündung geschieht die Ladung und Besetzung des Bohrloches ebenso, nur werden an Stelle der Zündschnur die in Ziff. 3 erwähnten Leitungsdrähte nebst Zünder in die Patrone eingefügt. Die Drähte, an der Bohrlochmündung hochgeführt, müssen ebenso sorgfältig behandelt werden wie die Zündschnur. Wo ein zu weites Fliegen der Sprengstücke zu befürchten ist, sind die Schüsse mittels Faschinen, geflochtener Hürden, Bohlen u. dergl. abzudecken.

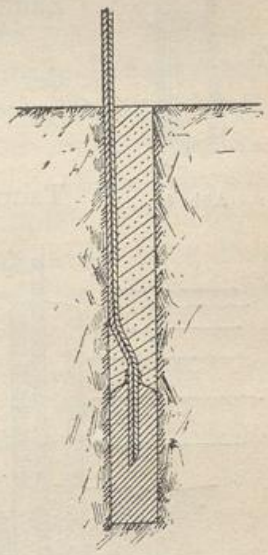


Abb. 88.

6. Sprengen mit Dynamit im Trockenen. Die Dynamitpatrone oder, wenn es sich um stärkere Schüsse handelt, mehrere übereinander werden in das Bohrloch gesteckt und mit dem hölzernen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ladestock festgedrückt. Darüber kommt zweckmäßig eine besondere kleine Dynamitpatrone, die Zündpatrone (s. a. Abb. 89). Vor dem Einstecken wird diese am oberen Ende geöffnet und das Zündhütchen, in welchem die Zündschnur endigt, in das Dynamit etwas eingedrückt, dann die Patronenhülse mit Bindfaden um die Zündschnur fest zugebunden und die Patrone hinabgeführt.[1]) Der Besatz des Bohrloches über der Zündpatrone ist wie bei Pulverladung, kann aber auch nur aus Sand bestehen. Bei der elektrischen Zündung wird ebenso geladen, nur treten an die Stelle der Zündschnur die Leitungsdrähte mit dem geeigneten Zünder.

Abb. 89.

Das Bedecken der Schüsse gegen zu weites Fliegen der Sprengstücke geschieht wie bei Pulversprengung (Ziff. 5).

7. Sprengen mit Pulver unter Wasser (ohne Taucher, Abb. 90). Es sei flaches Wasser vorausgesetzt (bis etwa 1 m tief). Das Bohren geschieht von einem Floße oder Kahngerüst aus mit hinreichend langen Bohrstangen. Die Bohrlöcher werden sodann, wenn nicht alsbald die Ladung erfolgen kann, mit zugespitzten Holzstangen leicht zugestöpselt, damit sie nicht versanden, verschlammen oder gar verloren werden. Nach Entfernung des Stöpsels wird die Ladung bewirkt. Die Patrone besteht aus einer walzenförmigen Blechbüchse *a*, an die eine enge Röhre *b* für die Zündschnur angelötet ist. Diese Röhre reicht möglichst bis über Wasser. Die Blechbüchse ist unten mit Einschiebdeckel fest verschließbar. Nachdem — über Wasser — das Pulver in diese Blechpatrone vom Unterende her eingeschüttet und die Zündschnur angebracht ist, wird der untere Deckel geschlossen.

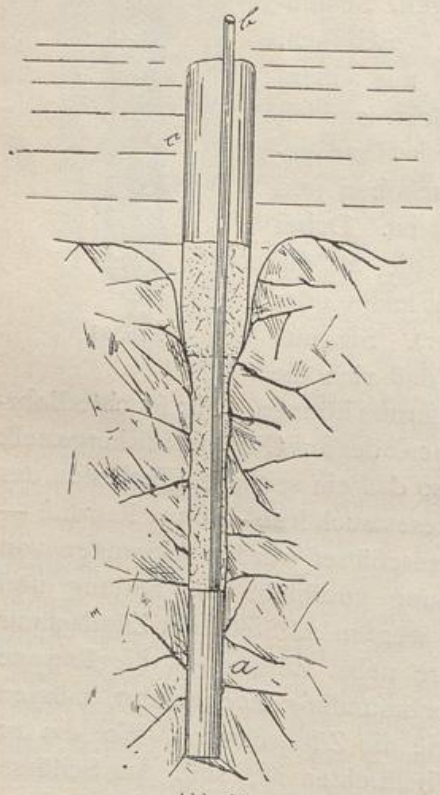


Abb. 90.

[1]) Die Verwendung einer Zündpatrone ist zweckmäßig, aber nicht unbedingt nötig. Das Zündhütchen kann auch in die oberste gewöhnliche Patrone eingeführt werden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Büchse wird dann vermittels eines weiten blechernen Führungsrohres c in das Bohrloch hinabgelassen. Das Führungsrohr verjüngt sich unten, so daß es in die obere Bohrlochmündung sicher hineinpaßt. Alsdann wird Sand durch das Führungsrohr als Besatz in das Bohrloch hinabgeführt und festgestampft, das Führungsrohr herausgenommen und die Zündschnur entzündet. In flacherem Wasser bedarf man des Führungsrohres nicht; man führt die Blechpatrone an der angelöteten Zündschnurröhre oder an einer angebundenen Rute in das Bohrloch, setzt in dieses einen langhalsigen Trichter ein und schüttet, während die Zündschnur festgehalten wird, Sand oder schnell bindenden Zement als Besatz hinab. — Das Verfahren mit elektrischer Zündung ist ganz ähnlich nach Maßgabe des vorigen.

8. Sprengen mit Dynamit unter Wasser (ohne Taucher). Es sei flaches Wasser vorausgesetzt (bis etwa 1 m tief). Das Dynamit wird in eine Blechhülse, je nachdem eine oder mehrere Patronen übereinander, gesteckt, an die Blechhülse ein Stock oder stärkere Weidenrute gebunden, an diese die aus der obersten Patrone herausragende Zündschnur befestigt und die Blechhülse in das Bohrloch hineingeführt. Eines Besatzes bedarf es hier nicht durchaus, da das über dem Dynamit anstehende Wasser sozusagen als Besatz wirkt. Wirksamer ist jedoch auch hier Sandbesatz wie bei Ziffer 7.

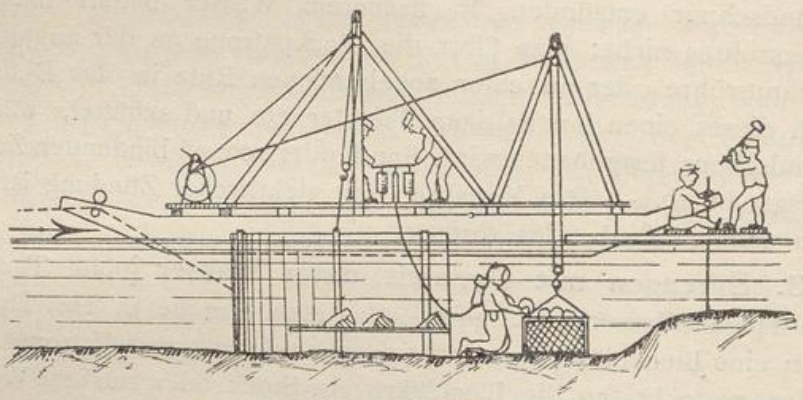
Anm. Handelt es sich darum, geringe Sprengwirkungen zu erzielen, so kann ein Bohrloch bisweilen entbehrt werden; die mit Zündschnur versehene Dynamitpatrone wird dann auf den zu sprengenden Gegenstand auf- oder angelegt und der Schuß entzündet.

9. Felsensprengungen unter Wasser mit Taucher (Abb. 91 und 92). (Beispiel.) An der Mosel sind solche Sprengungen auf größeren Strecken mit Dynamit ausgeführt worden. Die Wassertiefe betrug während der Arbeit höchstens 2 m, durchschnittlich bis 1,5 m. An der Arbeitsstelle wird ein sogen. Sprenggerüst verankert; das ist ein durch zwei gekuppelte Nachen gebildetes schwimmendes Gerüst (Schwimmbrücke), das mit einem Bockgerüst und einem sogen. Dreibein überbaut ist. An dem oberen Querbalken des Bockgerüstes wird ein hölzerner sogen. Strombrecher oder Stauschirm auf den Felsgrund hinabgelassen.[1]) Er ist mit Steinen beschwert und nach oberstrom verankert. Unter dem Schutze des Strombrechers kann ein Taucher wie in stillem Wasser ruhig arbeiten. An das Sprenggerüst ist hinten ein Floß angehängt, auf welchem die Bohrmannschaft steht. Ein Mann setzt den Bohrer, und ein anderer schlägt zu. Zuerst wird der Bohrer aber von dem im Wasser befindlichen Taucher richtig angesetzt. Nach Fertigstellung des Bohrloches führt der Taucher die Dynamitpatrone, mit Zündkapsel und Bickfordscher Zündschnur versehen, nachdem sie

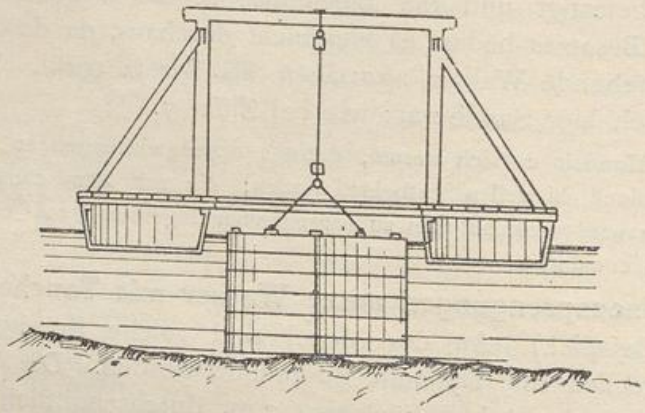
[1]) Hierbei ist die starke Strömung in der Mosel in Betracht zu ziehen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

auf dem Gerüst an eine Weidenrute gebunden ist, mit dieser in das Bohrloch so, daß das Ende der Zündschnur an der Weidenrute aus dem Wasser hervorsteht. Nachdem der Taucher dem Bohrloche einen Besatz aus feinkörnigem Kies gegeben hat, steigt er aus dem Wasser.



Längenschnitt.



Querschnitt.

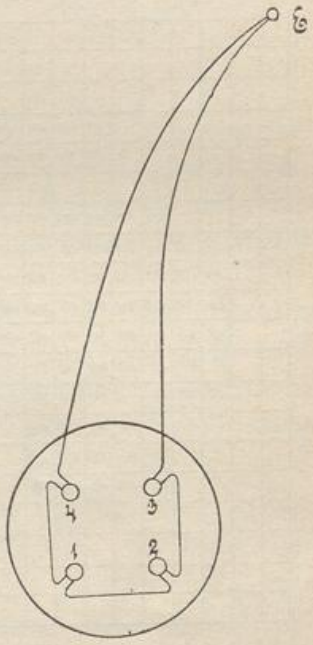
Abb. 91 u. 92.

Die Zündschnur wird angezündet; nach der bemessenen Zeit folgt der Schuß, nämlich ein dumpfes Krachen und ein leichtes Aufwallen des Wassers. Der Taucher steigt wieder ins Wasser, setzt von neuem die Bohrstange an passender Stelle an, sammelt im Schutze des Strombrechers die gesprengten Felsmassen in einen $^1/_4$ cbm haltenden eisernen Korb. Der Korb wird mittels Bockwinde und Flaschenzuges heraufbefördert, die gesprengten Felsstücke in Nachen geladen und am Ufer aufgesetzt.

Anm. Das Sprenggerüst bleibt während des Schusses an Ort und Stelle, ohne Schaden zu nehmen, da die Dynamitladung (mit 1 Patrone) nur mäßig ist und das Wasser die Sprengtrümmer niederhält. Nur das Floß wird vor dem Schusse beiseite genommen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

10. Felsensprengungen unter Wasser mit Taucherschächten. (Über Taucherschächte, Taucherglocken siehe Tauchen.) Solche Sprengungen werden am Rhein im großen ausgeführt, und zwar in erheblichen Tiefen (bis 5 m und mehr). Man kann in der Taucherglocke, nachdem sie vom Schiffe aus auf den Grund hinabgelassen und das Wasser mit Preßluft hinausgetrieben ist, im Trockenen bequem Bohrlöcher mit der Hand bohren oder mit Maschinen, falls die Einrichtung hierfür getroffen ist. Am Rhein werden zum Bohren Maschinen verwendet, die mit Preßluft getrieben werden. In einer Taucherglocke kann man gleichzeitig, je nach ihrer Größe, 2 bis 8 Bohrlöcher herstellen (vergl. Abb. 93 mit 4 Bohrlöchern). Nach Fertigstellung der Bohrlöcher werden diese mit der Dynamitladung, sodann mit dem elektrischen Zünder und mit Kiesbesatz versehen. Die Zünder werden mit Drähten verbunden, und zwar die der benachbarten Löcher (3, 2, 1, 4) untereinander, ferner wird das eine lange Drahtende vom ersten Bohrloch (3) und das andere lange Drahtende vom letzten Bohrloch (4) zusammengenommen und diese Enden dann unter der Taucherglocke nach oben geführt.



Taucherglocke.

Abb. 93.

Nachdem die Taucherglocke gehoben ist, fährt das Taucherschiff dann mit den etwa 50 m langen Drähten beiseite; die beiden Drahtenden werden mit der Elektrisiermaschine (*E*) verbunden, der Knopf gedrückt, und sämtliche Schüsse der Bohrlöcher (1, 2, 3 und 4) erfolgen auf einmal.[1]) Alsdann fährt das Taucherschiff wieder auf die Sprengstelle; die Glocke wird abermals gesenkt, die Sprengtrümmer werden besichtigt, die großen Sprengstücke werden mit Keilen und Hämmern zerschlagen, auch etwa stehengebliebene Rippen der Felssohle abgekeilt. Handelt es sich um wenige Trümmer, so können diese mittels Kübel und Haspel durch die Mannschaft des Taucherschiffes durch die Glocke hindurch nach oben gewunden werden. Sie werden dann in Prahme geschüttet und abgefahren. Bei größerem Betriebe jedoch werden die Trümmer, nach Abfahrt des Taucherschachtes, durch Greifbagger oder geeignete Eimerbagger beseitigt.

[1]) Die Sprengwirkung mehrerer benachbarter, gleichzeitig erfolgender Schüsse ist bedeutend größer, als wenn sie einzeln nacheinander entzündet würden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

D. Vorbereitung und Abnahme der Felsensprengungen unter Wasser.

11. Peilung des Sprengfeldes und Berechnung der Sprengmassen (Abb. 94). Den Felsensprengungen unter Wasser muß eine sehr sorgfältige Peilung vorhergehen. Es genügt hier nicht, einzelne Querschnitte abzupeilen, sondern es muß ein vollständiges dichtes Peilnetz über das Sprengfeld aufgenommen werden so, daß die Maschen dieses Netzes Quadrate von höchstens 1 m Seite sind (Netzpeilung). In der Ecke jedes Quadrates erfolgt ein Peilstich. Im Plane werden die Tiefen in die Endpunkte der Quadrate eingeschrieben, und in der Mitte jedes Quadrates alsdann die mittlere Tiefe, welche aus den vier Ecktiefen berechnet (gemittelt) ist. Kennt man nun die Tiefe der herzustellenden Sprengsohle und zieht von dieser die gepeilte bezw. gemittelte Tiefe in jedem Falle ab, so erhält man in jedem Quadrat die mittlere Sprenghöhe, die in den Netzplan eingeschrieben wird (Abb. 94). Diese, multipliziert mit 1 qm, gibt die zu sprengende Felsmasse in dem betreffenden Quadrat. Die Massen aus sämtlichen Quadraten zusammengezählt, ergeben die zu beseitigende Felsmasse des ganzen Sprengfeldes. Sind die Einzelflächen des Peilnetzes nicht Quadrate, sondern Rechtecke oder Dreiecke, so ist deren Fläche mit ihren mittleren Sprengtiefen entsprechend in Rechnung zu stellen.

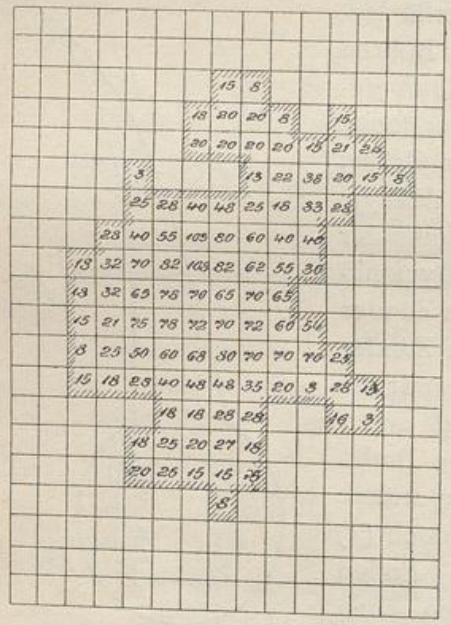


Abb. 94.

Diese Berechnungsweise ergibt die zu beseitigende Felsmasse im sogen. gewachsenen Zustande (im Abtrag). In Abb. 94 sind die mittleren Sprenghöhen, d. i. die Höhen der Felsen über der Sprengsohle, in Zentimetern eingetragen. In den freigelassenen Feldern erreicht der Fels die Sprengsohle nicht.

Um die vorgeschriebene Sprengsohle tatsächlich herzustellen, müssen aber erheblich mehr Massen herausgesprengt werden, als nach dem vorherigen berechnet ist. Denn jeder Sprengschuß erzeugt eine kegelförmige oder trichterartige Vertiefung, den Sprengtrichter (Abb. 94a). Die Bohrlöcher müssen daher 0,30 bis 0,60 m tiefer gebohrt werden, als die vorschriftsmäßige Sprengsohle (a—a) liegen

soll, damit die zwischen den einzelnen Trichtern stehenbleibenden Rippen über die Sohle nicht hervorragen. Werden die herausgeschafften Sprengtrümmer am Lande nachgemessen und aufgesetzt, so ergibt sich gegen die gewachsene Masse von 1,0 cbm Felsen eine bedeutende Auflockerung bis zu 1,40 cbm.

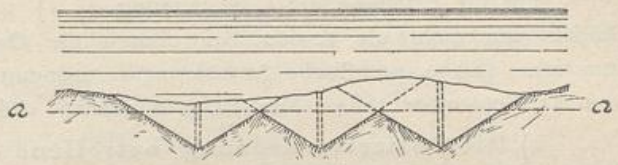


Abb. 94a.

Die im Auftrag gemessene Sprengmasse eines Sprengfeldes ergibt also ein Mehr gegen die berechnete Abtragmasse des gewachsenen Felsens sowohl infolge der Sprengtrichter, wie infolge der Auflockerung. Dieses Mehr beträgt oft so viel, daß 2 cbm aufgesetzter Felsmasse entsprechen 1 cbm gewachsen berechneter Felsmasse.

Sind die Felsbänke sehr zackig, so genügt die beschriebene Peilung allein nicht, um sicher jede Spitze zu finden. Vielmehr muß das Sprengfeld dann zu diesem Zwecke mit dem Peilrahmen abgefahren werden (vergl. Seite 78). Alle aufgefundenen Zacken erhalten dann besondere Peilstiche.

12. Abnahme der Sprengarbeiten. Die Abnahme der Sprengsohle geschieht mit dem Peilrahmen (vergl. Abb. 84); sie kann erst als fertig vollzogen gelten, wenn die Taststange, entsprechend eingestellt, nirgends anstößt. Andernfalls müssen stehengebliebene Rippen nachgesprengt werden. Sind sie ganz unbedeutend, so gelingt zuweilen das Abmeißeln und Abkeilen, namentlich unter Zuhilfenahme eines Tauchers, ferner das Sprengen ohne Bohrloch mit aufgelegter Dynamitpatrone; andernfalls müssen regelrechte Schüsse gesetzt werden.

E. Vorschriften über den Verkehr mit Sprengstoffen [1]).

1. Das Reichssprengstoffgesetz vom 9. Juni 1884 (R.-G.-Bl. S. 61 ff.).[2])

Nach § 1 ist die Herstellung, der Vertrieb und der Besitz von Sprengstoffen (Dynamit und dergl.) nur mit polizeilicher Genehmigung zulässig.

Auf Sprengmittel, die vorzugsweise als Schießmittel verwendet werden, findet dieses Gesetz keine Anwendung, z. B. auf Schieß- und Sprengpulver (Bekanntmachung vom 13. März 1885, R.-G.-Bl. S. 78); jedoch unterliegen auch diese Sprengmittel polizeilicher Überwachung gemäß der nachfolgenden Polizeiverordnung vom 19. Oktober 1893.

---

[1]) Diese Vorschriften sind vollständig und übersichtlich zusammengestellt in einem kleinen Druckhefte „Die reichs- und landesrechtlichen Vorschriften über den Verkehr mit Sprengstoffen". Berlin, Karl Heymanns Verlag. 50 Pf.

[2]) Das Gesetz heißt genauer: Das Reichsgesetz gegen den verbrecherischen und gemeingefährlichen Gebrauch von Sprengstoffen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Reichs- oder Landesbehörden bedürfen der polizeilichen Genehmigung nicht, wenn Sprengstoffe von der zuständigen Verwaltung zum eigenen Gebrauche hergestellt, besessen, eingeführt oder vertrieben werden. (Dies trifft z. B. bei Sprengarbeiten der Strombauverwaltungen öfters zu.)

Für die Erteilung der Genehmigung (§ 1) ist zuständig der Landrat, in Städten von mehr als 10 000 Einwohnern die Ortspolizeibehörde (Bürgermeister). (Siehe preußische Ausführungsverordnung zum Reichssprengstoffgesetz vom 11. September 1884. Min.-Bl. f. d. i. V. S. 186.)

2) Die Polizeiverordnung, betreffend den Verkehr mit Sprengstoffen, vom 19. Oktober 1893, erlassen von den Ministern des Innern und für Handel und Gewerbe. Sie gilt für das preußische Staatsgebiet. Die jetzt maßgebende Fassung ist die vom 29. Juni 1898 (Min.-Bl. f. d. i. V. 1899, S. 58).

Die Bestimmungen der Polizeiverordnung begreifen (§ 1):

die Versendung von Sprengstoffen auf Land- und Wasserwegen,[1])

den Handel mit Sprengstoffen,

die Aufbewahrung und Verausgabung von Sprengstoffen innerhalb des Betriebes von Bergwerken, Steinbrüchen, Bauten und gewerblichen Anlagen,

die Lagerung von Sprengstoffen.

Zu den der Polizeiverordnung unterliegenden Sprengstoffen gehören Pulver und die verschiedenen Dynamite (§ 2), nicht aber Zündhütchen für Handfeuerwaffen und Zündschnüre (§ 1, 4b u. c).

Einzelne der für Stromaufsichtsbeamte wichtigsten Bestimmungen mögen hier folgen.

Besondere Bestimmungen für den Land- und Wasserverkehr.

§ 7. Die Beförderung von Sprengstoffen auf Fuhrwerken und Schiffen, welche Personen befördern, ist verboten.

Eine Ausnahme findet nur statt, wenn in dringenden Fällen allgemeiner Gefahr, z. B. bei Eisstopfungen, die nötigen Sprengbüchsen und das zu deren Füllung erforderliche Material unter zuverlässiger Begleitung in kürzester Frist nach dem Bestimmungsorte geschafft werden soll

§ 8. Bei dem Verpacken und dem Verladen, sowie bei dem Abladen und Auspacken darf Feuer oder offenes Licht nicht gehalten, Tabak nicht geraucht werden.

Das Verladen und Abladen hat unter sorgfältiger Vermeidung von Erschütterungen zu erfolgen. Die Versendungsstücke dürfen deshalb nie gerollt oder abgeworfen werden.

Soll das Verladen oder Abladen ausnahmsweise nicht vor der Fabrik oder dem Lagerraum oder innerhalb dieser Räume geschehen, so ist hierzu die Genehmigung der Ortspolizeibehörde einzuholen.

§ 9 (gibt Vorschriften über feste Verpackung auf Fuhrwerken und Schiffen).

§ 10. Sprengstoffe dürfen nicht mit Zündhütchen, Zündpräparaten oder sonstigen leicht entzündlichen Gegenständen zusammen verladen werden.

---

[1]) Mit Ausnahme des Eisenbahn- und Postverkehrs und des Verkehrs mit Sprengstoffen und Munitionsgegenständen der Militär- und Marineverwaltung, sowie der Versendung von Sprengstoffen in Kauffahrteischiffen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

§ 11. Die Fuhrwerke und Schiffe müssen als Warnungszeichen eine von weitem erkennbare, stets ausgespannt gehaltene schwarze Flagge mit einem weißen P führen.

§ 12. Fuhrwerke und Schiffe, welche Sprengstoffe führen, dürfen niemals ohne Bewachung bleiben.

Auf den Fuhrwerken darf Feuer oder offenes Licht nicht gehalten, Tabak nicht geraucht werden. Auch in der Nähe der Fuhrwerke ist das Anzünden von Feuer oder Licht, sowie das Tabakrauchen verboten.

Anm. Bezüglich der Schiffe siehe weiter § 22.

§ 20. Auf Dampfschiffen, welche Personen befördern, dürfen Sprengstoffe nicht transportiert, an Schießpulver oder Feuerwerkskörpern jedoch darf so viel mitgeführt werden, als zur Abgabe von Signalen notwendig ist.

Die in § 7 enthaltene Ausnahmebestimmung findet auch hier Anwendung.

Fähren, welche Fuhrwerk mit Sprengstoffen übersetzen, dürfen nicht andere Fuhrwerke oder Personen befördern.

§ 22. Die Sprengstoffe müssen auf dem Schiffe in einem abgeschlossenen Raume, welcher bei Dampfschiffen möglichst weit von den Kesselräumen entfernt ist, unter Deck fest verstaut werden. Bei Verladung in offenen Booten müssen letztere mit einem dicht schließenden feuerfesten Plantuche (z. B. imprägnierte Leinwand) überspannt sein.

Weder in den so benutzten, noch in den unmittelbar daranstoßenden Räumen dürfen Zündhütchen und Zündschnüre verpackt sein.

Leicht entzündliche oder selbstentzündliche Stoffe, zu welchen Steinkohlen und Koks nicht gerechnet werden, sind von der gleichzeitigen Beförderung überhaupt ausgeschlossen.

§ 23. Sind zu öffnende Brücken oder Schleusen zu passieren, so hat der Transportführer dem Brücken- oder Schleusenwärter Anzeige zu erstatten und vor der Durchfahrt dessen Bestimmungen abzuwarten. Der Brücken- oder Schleusenwärter hat Sorge zu tragen, daß die Durchfahrt ohne unnötigen Aufenthalt und mit Vermeidung besonderer Gefahren erfolgt.

Das Anlegen darf nur an Orten geschehen, welche während des Aufenthaltes dem Publikum nicht zugänglich sind.

Die Ortspolizeibehörde ist stets vorher in Kenntnis zu setzen und hat Vorschriften über Ort und Zeit zu geben und Vorsichtsmaßregeln im einzelnen zu treffen.

Bestimmungen über den Handel mit Sprengstoffen, sowie über deren Aufbewahrung und Verausgabung.

§ 24. Wer Sprengstoffe feilhalten will, muß davon der Ortspolizeibehörde Anzeige machen. Wer Sprengstoffe feilhalten will, welche den Vorschriften des Reichsgesetzes vom 9. Juni 1884 unterliegen (Dynamit), bedarf dazu der polizeilichen Erlaubnis gemäß § 1 dieses Gesetzes (Landrat; vergl. Seite 92).

§ 26. Die Abgabe von Sprengstoffen, welche den Vorschriften des Reichsgesetzes vom 9. Juni 1884 unterliegen (Dynamit), darf seitens der Fabriken und Händler und ihrer Beauftragten nur an solche Personen erfolgen, welche nach den gemäß § 2 dieses Gesetzes erlassenen Anordnungen zum Besitz von Sprengstoffen berechtigt sind. Bei Staatswerken, welche besonderer Erlaubnis zum Besitz von Sprengstoffen nicht bedürfen, kann die Abgabe an solche Personen erfolgen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

welche von der Verwaltung des Werkes zu der Annahme ausdrücklich ermächtigt sind (z. B. bei Strombauverwaltungen).

Die Leiter der Bergwerke, Steinbrüche, Bauten und gewerblichen Anlagen sind verpflichtet, Maßregeln zu treffen, welche eine Verwendung der zum Verbrauch m Betriebe verausgabten Sprengstoffe durch die Bergleute, Arbeiter usw. zu anderen Zwecken ausschließen.

Bestimmungen über die Lagerung von Sprengstoffen.

§ 29. Wer mit Pulver Handel treibt, darf:

1. im Kaufladen nicht mehr als $2^1/_2$ kg,
2. im Hause nicht mehr als 10 kg vorrätig halten.

§ 30. Personen, welche nicht unter die Bestimmung des § 29 fallen, bedürfen für die Aufbewahrung von mehr als $2^1/_2$ kg Pulver der polizeilichen Erlaubnis.

§ 33. Die in § 2 aufgeführten Sprengstoffe (Pulver und Dynamite) dürfen — abgesehen von den im § 29 vorgesehenen Ausnahmen — nur an der Herstellungsstelle oder an denjenigen Orten, wo sie innerhalb eines Betriebes zur unmittelbaren Verwendung gelangen, oder in besonderen Magazinen gelagert werden.

Die Niederlagen an der Verbrauchsstätte, sowie die besonderen Magazine bedürfen der polizeilichen Genehmigung und sind nach den von der Polizeibehörde zu erteilenden Vorschriften einzurichten.

F. Unfallverhütungsvorschriften für Sprengarbeiten.

Nachstehend folgen die Unfallverhütungsvorschriften für Sprengarbeiten in gedrängter Form zusammengefaßt.

Unfallverhütungsvorschriften.

1. Die Sprengmittel in besonderen Räumen, tunlichst 50 m von Wegen, Arbeitsstellen, offenen Feuern oder Baulichkeiten lagern und aufbewahren! Den Aufbewahrungsraum durch eine Tafel mit der Aufschrift: „Warnung, Sprengmittel" erkennbar machen und so verschließen, daß er von Unbefugten nur unter Anwendung von Gewalt geöffnet werden kann!

2. Die Aufbewahrungsräume nicht mit offenem Lichte und nur mit Filzschuhen betreten!

3. Zündhütchen oder sonstige Zündstoffe nur gesondert von den Sprengmitteln im gleichen Raume aufbewahren!

4. Gefrorene Sprengmittel nie durch Auflegen auf Öfen, sondern nur in trockenen Behältern auftauen, die von außen durch lauwarmes Wasser oder durch Pferdedünger erwärmt werden, und zwar — ebenso die Anfertigung von Sprengstoffen — nur unter Aufsicht, in angemessener Entfernung von Gebäuden und Menschen!

5. Arbeiter dürfen die Sprengmittel nur von dem Betriebsvorsteher oder dessen Beauftragten empfangen, nur nach dessen Anweisung verwenden und müssen die nicht verwendeten Sprengmittel vor jedesmaligem Verlassen der Arbeitsstätte zurückgeben.

6. Sprengen mit reinem Sprengöl, Schießbaumwolle, sowie mit verdorbenen oder gefrorenen Sprengmitteln ist unzulässig. Verdorbenes Dynamit (durch stechenden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Geruch, häufig auch durch Entwicklung rotbrauner Dämpfe erkennbar) soll unter Aufsicht in offenem Feuer verbrannt werden.

Sprengstoffe nie in die Taschen usw. des Anzuges stecken!

7. Sprengen mit losem Pulver ist nur gestattet, wo seitliches Verlaufen des Pulvers in dem Bohrloche nicht zu erwarten. Loses Pulver nur in feuersicheren Behältern zur Verwendungsstelle bringen! Bei dem Schnüren (d. i. es wird ein Bohrloch, das durch Sprengen mit Dynamit erweitert ist, mit Pulver geladen) muß zwischen dem Abschießen des Dynamites und dem Laden mit Pulver ein Zeitraum von mindestens 15 Minuten liegen. Im übrigen ist die Verwendung von Sprengstoffen nur in Patronen gestattet. Patronen sollen aus wasserfestem Papier bestehen. Bei Verwendung von mehreren Patronen in demselben Bohrloche können diese leicht durch seitliches Hineinlaufen von Boden während des Ladens getrennt werden; daher in das Bohrloch zunächst eine Papierhülse einschieben, in welche alsdann die Patronen gebracht werden!

8. Als Besatzmittel nur weiche Materialien, die keine Funken reißen, benutzen und sie, ebenso die Patronen, nur mittels hölzerner oder kupferner Dämmer (Ladestöcke) in die Bohrlöcher bringen. Keine eisernen Nadeln beim Besetzen verwenden. Patronen erst unmittelbar vor dem Laden mit Zündhütchen oder Zündschnur versehen!

9. Zündungen so einrichten, daß den Arbeitern genügende Zeit bleibt, einen sicheren Ort aufzusuchen!

10. Verwendung einfacher Garnzünder ist untersagt, nur mindestens doppelte oder umsponnene Garnzünder zulässig.

11. Befehl zum Anzünden darf nur der Aufseher erteilen, nachdem in Zwischenräumen ein dreimaliges lautes Warnungszeichen (Horn, Glocke oder Zuruf) gegeben ist, und zwar dies, nachdem die Überzeugung gewonnen ist, daß Menschen nicht mehr gefährdet sind. Nach dem ersten Zeichen haben sich die Arbeiter in gehörige Entfernung oder in einen etwaigen Schutzraum zurückzuziehen, bis nach erfolgter Sprengung abermals ein Zeichen gegeben wird.

12. Liegen Sprengstellen nahe beieinander, dann sind die Zeichen auf verschiedene Art zu geben, um Verwechselungen zu vermeiden.

Zu weites Fliegen der Sprengstücke (u. a. auch bei Frost) ist durch Abdeckung der Schüsse mittels Faschinen, geflochtener Hürden, Schutzdeckel oder dergl. zu verhindern.

14. Auf Wegen, Eisenbahnen, Wasserstraßen usw., wo die zufällige Annäherung Unbeteiligter zu befürchten ist, sind Posten mit Fahnen auszustellen oder Absperrungen vorzunehmen.

15. Hat ein Schuß versagt, dann das Zeichen zur Annäherung erst zehn Minuten nach erfolgtem Anzünden geben! Einen derartigen Schuß nicht ausbohren, sondern mittels einer Schlagpatrone entzünden! Zu diesem Zwecke den Besatz nur durch Werkzeuge aus Holz, Weichkupfer oder Weichmessing, und zwar nicht weiter als bis auf 10 cm über der Patrone, entfernen!

16. Tieferbohren stehengebliebener Sprenglochreste (Pfeifen) ist verboten.

17. Bei Handhabung von Sprengmitteln (Beförderung, Verarbeitung usw.) ist Rauchen verboten.

18. Sprengstoffe nicht gemeinschaftlich mit anderen Gegenständen befördern, Vorübergehende durch Zuruf warnen!

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 8.

Wege- und Pflasterarbeiten.

Hier wird über befestigte Wege und Straßen deshalb das Nötigste mitgeteilt, weil Wege, die zu Häfen gehören, Leinpfade, Laderampen, Fährzufahrten, Deichkronen u. dergl. öfters eine besondere Befestigung erhalten.

1. Abmessungen und Quergefälle. Die Breite der als Kieswege hergestellten Leinpfade beträgt etwa 3,5 bis 4,5 m; diese Breite wird unter Brücken in der Regel auf 3 m eingeschränkt. Das Quergefälle ist meist einseitig, entweder stromwärts oder landwärts, letzteres, um dadurch das Gewicht der Pferde beim Treideln mehr zur Wirkung zu bringen. Stellen des Leinpfades, die besonders dem Stromangriff ausgesetzt sind oder starken Verkehr haben, werden gepflastert.

Oft dienen am Ufer entlangführende Straßen zugleich als Leinpfade. Straßen mit Steinschlagbahn (Abb. 95) erhalten, wenn

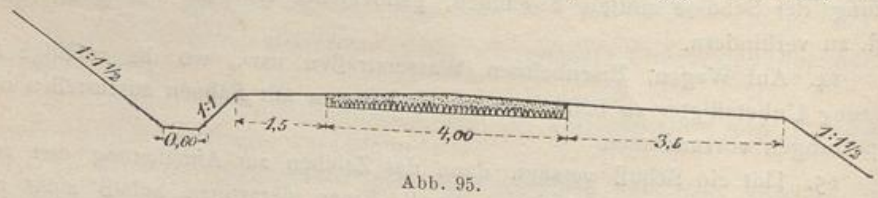


Abb. 95.

sie einen Sommerweg haben, eine Breite von 9 bis 11,5 m; fehlt dieser, eine solche von 6 bis 9 m. Das Quergefälle ist um so stärker zu nehmen, je geringer das Längsgefälle ist; meist ist für das Quergefälle üblich 1 : 20 (oder 5 vH.) bis 1 : 40 (oder 2,5 vH.).

Die Breite der gepflasterten Fahrstraßen wechselt nach der Stärke des Verkehrs. Als geringste Breite sind 4 m anzusehen. Das Quergefälle auf 1 m ist bei harten, glatten Steinen 2 cm, bei weicheren Steinen 4 cm, bei Asphalt 1,5 bis 2 cm.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

2. Längsgefälle. Die zulässige Steigung richtet sich nach dem Verkehr und den auf der Straße verkehrenden Fuhrwerken. Sie soll im allgemeinen im Gebirge 50 mm auf 1 m = 1 : 20 (oder 5 vH.), im Hügellande 40 mm = 1 : 25 (oder 4 vH.), im Flachlande 25 mm = 1 : 40 (2,5 vH.) nicht übersteigen. Bei Nebenwegen (Rampen u. dergl.) ist auf kurzen Strecken eine Steigung von 100 mm auf 1 m oder 10 vH., besser jedoch 8 vH., als äußerste Grenze anzusehen.

3. Krümmungsverhältnisse. Der Krümmungshalbmesser soll bei fahrbaren Straßen nicht unter 30 m betragen, bei Nebenwegen nicht unter 10 bis 15 m. Bei so scharfen Krümmungen ist dann aber eine Erbreiterung des Weges erforderlich; hierbei ist allerdings auch die Länge der größten Fuhrwerke zu berücksichtigen. Langholzfuhren z. B. verlangen mindestens einen Halbmesser von 25 m.

4. Entwässerung. Die gute Ableitung des Tageswassers von der Straße ist eine Grundbedingung für deren Erhaltung. Zu diesem Zwecke ist der Straße das unter 1. erwähnte Quergefälle zu geben. Es muß indessen auch für die weitere Vorflut, und zwar meistens durch Seitengräben, gesorgt werden; diese sind überall erforderlich, wo der Weg im Einschnitte liegt, und dort, wo die Straße 0,6 m und weniger über dem Gelände hervorragt. Die Gräben erhalten 0,3 bis 0,6 m Tiefe, 0,3 bis 0,6 m Sohlenbreite und 1- bis $1^1/_2$ fache Böschung.

5. Arten der Straßen bezw. Wege. Je nach der Befestigung unterscheidet man:

a) Kies- oder Lehmwege (sogen. gebesserte Wege).

Bei sehr sandigem Boden wird der Weg durch Aufbringung einer 5 bis 10 cm starken Lehmschicht, bei lehmigem Boden durch eine etwa ebenso starke Kiesschicht gebessert. Ist der Untergrund tonig, so ist zuerst eine Unterlage aus Steinen oder grobem Kies aufzubringen, bevor die eigentliche Kiesdecke hergestellt wird.

b) Chausseen (Steinschlagstraßen, Kunststraßen).

Die Steinschlagbahnen können entweder aus einer Packlage (Gestück) mit einer Lage Kleinschlag darüber oder nur aus mehreren Lagen Kleinschlag bestehen.

Die Herstellung der Fahrbahn wird in folgender Weise bewirkt (Abb. 95). Nachdem das Steinbahnbett (der Koffer) entsprechend dem Querprofil ausgehoben ist, werden die Bordsteine (Randsteine) zur Packlage an beiden Seiten des Bettes in 0,1 m tiefe Gräben gesetzt und gegen die Seitenwände so befestigt, daß sie nicht nachgeben können. (In Abb. 95 muß man sich die dortigen Randsteine um 10 cm tiefer gesetzt denken.) Alsdann werden die einzelnen Steine der Packlage mit der Hand so gesetzt, daß ihre größte Grundfläche nach unten, die Spitze nach oben kommt. Ist die Packlage gesetzt, so

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wird sie ausgekeilt (ausgezwickt), indem die besonders hervorragenden Spitzen abgeschlagen und die Zwischenräume mit kleinen Steinen ausgekeilt werden. Die Stärke der Packlage beträgt 12 bis 18 cm. Nachdem die Packlage so abgeglichen und geregelt ist, wird die Decklage aufgebracht. Die Stärke der Decklage beträgt 9 bis 12 cm.

Bisweilen (aber seltener) werden zwei Decklagen angeordnet; dann besteht die untere, die Mittellage, aus 5 bis 7 cm starkem, die obere, die eigentliche Decklage, aus 3 bis 5 cm starkem Steinschlag. Beide Schichten sollen zusammen etwa 12 bis 16 cm Dicke erhalten.

Man walzt jede Lage für sich, und zwar die Packlage nur leicht mit unbelasteter Walze 2- bis 3mal in gleich breiten Streifen, zuerst an den Bordsteinen entlang und von diesen nach der Mitte hin. Die alsdann aufgebrachte Decklage wird nun unter Begießen mit Wasser mit belasteter Walze mehrmals abgewalzt. Hat es hinreichend geregnet, so ist das Begießen mit Wasser nicht erforderlich.

Nachdem die vorgeschriebene Form der Fahrbahn überall hergestellt ist, wird sie mit einer sehr dünnen Bedeckung von feinem Kies, Steingrus, Schrott versehen. Dieser Bindestoff darf keine erdigen (lehmigen, tonigen) Bestandteile enthalten. Die aufzutragende Schicht soll nicht stärker als 3 cm sein.

Bisweilen wird als Steinschlagbahn eine sogen. Makadamisierung, bestehend aus Unter- und Decklage, gewählt, d. i. es tritt an die Stelle der Packlage eine Unterlage von 7 bis 10 cm starkem Grobschlag; im übrigen werden die Lagen wie beschrieben aufgebracht.

Der Bindestoff darf nicht eher aufgebracht werden, bis die Decklage beim Übergange der Walze kein wellenförmiges Auf- und Abbewegen mehr erkennen läßt und ein Verschieben des Steinschlages vor der Walze nicht mehr stattfindet.

Statt des Kleinschlages wird in steinarmen Gegenden auch grober Kies zur Herstellung der Fahrbahn verwendet, die Decke muß in diesem Falle um ein Drittel stärker als die vorhin beschriebene sein, auch muß hier zum Verhindern des Rollens der Kiesel lehmiges Bindematerial beigefügt werden.

Die von Pferden gezogenen Straßenwalzen wiegen leer 3 bis 5 t, belastet 6 bis 8 t. Die Dampfstraßenwalzen wiegen 10 bis 18 t leer und beim Beginn der Arbeiten mit Kohlen nebst Wasserfüllung 13 bis 21 t.

c) Pflasterungen werden auf Straßen mit starkem Verkehr und solchen Straßen ausgeführt, die Überflutungen ausgesetzt sind. Das Pflaster erhält eine wasserdurchlässige, 20 cm starke Bettung aus feinem Kies, scharfem Sand oder feinem Steinschlag. Bei schlechtem Untergrunde ist eine größere Stärke erforderlich, und zwar dann unten gröberer Kies u. dergl. Für die Bettung ist vorher ein Koffer so auszuheben, daß seine Sohle im Längen- und Querprofile gleichlaufend mit der Straßenoberfläche ist.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Setzen der Pflastersteine muß am tiefsten Punkte des Längen- und Quergefälles beginnen, jeder einzelne Stein ist hierbei fest zu unterstopfen und muß an die bereits gesetzten dicht anschließen. Nachdem die Steine 3 bis 5 cm höher gesetzt sind, als ihre endgültige Lage ist, wird mit dem Abrammen mittels 15 bis 20 kg schwerer Handrammen begonnen und in zwei Gängen durchgeführt. Während dieser Arbeit muß mit stumpfen Besen Sand eingekehrt und Wasser in die Fugen gegossen werden. Nach Beendigung der Arbeiten ist eine 2 bis $2^1/_2$ cm starke Sandschicht aufzubringen.

Bei Frostwetter darf nicht gepflastert werden.

Zu den Pflastersteinen sind Steine zu verwenden, welche möglichst hart sind, bei der Benutzung nicht glatt werden und sich leicht bearbeiten lassen. Es kommen hauptsächlich Granit, Porphyr, Melaphyr, Gabbro, Basalt, Basaltlava und Grauwacke in Betracht.

Die bearbeiteten Pflastersteine heißen Kopfsteine; sie erhalten die nebenstehenden Formen (Abb. 95a). Bei der Form *a* sind die Steine beim Umpflastern zum Umdrehen geeignet; dies ist bei den Formen *b* und *c* nicht der Fall. Die Abmessungen der Steine sind: 8 bis 12 cm Breite, 16 bis 18 cm Länge und 16 bis 18 cm Höhe. Die besten (aber teuersten) Kopfsteine sind Würfelsteine von gleicher Breite, Länge und Höhe (vergl. *a*). Mit Kopfsteinen wird das Reihenpflaster hergestellt in der Weise, daß die einzelnen Reihen senkrecht zur Längsrichtung der Straße stehen.

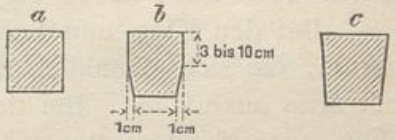


Abb. 95a.

Bei dem aus gewöhnlichen Feldsteinen oder Findlingen (Katzenköpfen) hergestellten Pflaster werden die Steine ohne besondere Bearbeitung zu unregelmäßigen Reihen versetzt. Statt der Pflastersteine aus natürlichen Steinen werden auch solche aus Klinkern verwendet (in steinarmen Gegenden). Zu erwähnen sind noch Pflaster aus Holzklötzen, aus Guß- und Stampfasphalt, wiewohl sie bei den hier in Frage stehenden Straßen kaum vorkommen. Bei diesen Pflasterarten wird zunächst eine Unterbettung aus zwei je 10 cm starken Betonlagen hergestellt. Zum Holzpflaster werden Holzklötze aus Kiefern- oder Buchenholz verwendet. Das Asphaltpflaster kann als Stampf- oder Gußasphalt hergestellt werden. Das erstere besteht aus Asphaltsteinpulver, welches, auf 110 bis 140° C. erhitzt, in Streifen quer zur Fahrrichtung ausgebreitet, mit heißen Walzen gedichtet wird. Zur Herstellung des Gußasphaltes wird Mastix unter Zusatz von Bitumen geschmolzen, mit reinem Kies und Sand innig gemengt und dann auf der Betonunterlage ausgebreitet.

6. Unterhaltung der Straßen. Bei den Straßen, besonders bei den chaussierten Straßen, hängt deren Bestand wesentlich von einer guten, sachgemäßen Unterhaltung ab.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sobald sich bei Regen- oder Tauwetter Schlamm auf der Straße gebildet hat, ist dieser abzuziehen, und zwar von der Mitte aus nach den Seiten. Der Schlamm wird in kleinen Haufen in 5 bis 6 m Abstand zusammengezogen, welche, sobald sie trocken sind, abgefahren werden.

Die Bankette (d. s. die Streifen längs der Straßenkante) sind möglichst vom Grasaufwuchs freizuhalten; ist solcher vorhanden, so sind in kurzen Entfernungen Abzugsgräbchen für das auf der Straße sich sammelnde Regenwasser freizulegen.

Die in dem Straßenkörper entstehenden Schlaglöcher und Radspuren sind tunlichst bald zu einer Zeit zu beseitigen, wo der Straßenkörper etwas erweicht ist. Entstehen in der Straße neben den Radspuren noch größere Mulden, so ist die Ausbesserung nicht mehr stückweise vorzunehmen, sondern die ganze Straßenbreite mit einer neuen Decke zu versehen. Diese Arbeiten sind im Frühjahr oder Herbst zu bewirken; in letzterem Falle so frühzeitig, daß der Frost die neue Decke nicht mehr heben kann.

Bei den Kies- und Lehmwegen handelt es sich im wesentlichen darum, die sich allmählich bildenden Gleise und Vertiefungen wieder mit Kies auszufüllen. Bei tiefen Gleisen muß unten besonders grober Kies oder Steinschotter eingefüllt und u. U. festgeschlagen werden, ehe die eigentliche Kieslage darüberkommt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 9.

Maurerarbeiten.

A. Allgemeines.

Mauerwerk besteht aus Steinen und dem Mörtel. Nach der Art der Steine unterscheidet man:

Ziegelmauerwerk, Bruchsteinmauerwerk, Werksteinmauerwerk und Beton. Beton besteht aus Steinschotter (Kleinschlag oder grobem Kies) und Wassermörtel. Bruchsteinmauerwerk ohne Mörtel nennt man Trockenmauerwerk.

Man unterscheidet ferner:

Grund- oder Fundamentmauerwerk, das in die Erde zu liegen kommt;

Aufgehendes oder Freimauerwerk, das über der Erde hochgeführt ist;

Gewölbemauerwerk, das zur Überwölbung von Maueröffnungen oder von Räumen zwischen Mauern ausgeführt wird.

Verblendmauerwerk oder Verblendung ist das bessere, dauerhafte Mauerwerk, das an der Außenseite eines Mauerkörpers hergestellt wird.

Hintermauerung oder Kernmauerwerk ist das Mauerwerk, das hinter der Verblendung den Mauerkörper bildet.

Roh ist das Mauerwerk ohne Putz oder Verfugung.

Putz ist ein Mörtelüberzug über dem Mauerwerk.

Verfugt nennt man die Außenfläche des Mauerwerkes, wenn die Fugen sauber mit Mörtel ausgefüllt sind und dieser mit dem Fugeisen glattgestrichen ist.

Verstrichen nennt man die Außenfläche des Mauerwerkes, wenn die Fugen mittels der Maurerkelle beim Hochmauern einfach vollgestrichen sind.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

B. Ziegelmauerwerk.

a) Maße und Benennungen.

Die vorschriftsmäßige Größe eines Ziegels (Normalformat) ist 25 cm lang, 12 cm breit und 6,5 cm hoch (vergl. Abb. 96). Außer den ganzen Steinen, die hauptsächlich das Mauerwerk bilden, gibt es Dreiviertelsteine oder Dreiquartiere, halbe Steine (Zweiquartiere oder Kopfstücke), Viertelsteine (Quartiere). Sie werden zur Ergänzung an einzelnen Stellen des Mauerwerkes gebraucht. Sind diese Stücke nicht vorrätig, so werden sie, ebenso wie sonst noch erforderliche Paßstücke, mit dem Hammer zurechtgehauen.

Das Ziegelmauerwerk besteht aus wagerechten Schichten. Eine Schicht aus flachliegenden Ziegeln heißt Flachschicht, eine Schicht aus hochkantigen Ziegeln Rollschicht.

Läufer heißt ein Ziegel, wenn er längs zur Mauer; Strecker oder Binder, wenn er quer zur Mauer liegt.

Läuferschicht ist eine Schicht, an deren Außenseite nur Läufer liegen, Streckerschicht eine solche, die nur Strecker enthält.

Die wagerechten Fugen heißen Lagerfugen, die senkrechten Stoßfugen. Die Lagerfugen sind meistens 1,2 cm stark. Gewöhnlich werden nämlich 13 Schichten 1 m hoch gerechnet; man erhält dann für jede Fuge $\frac{1{,}0 - 13 \cdot 6{,}5}{13} = 1{,}2$ cm. Die Stoßfugen sind gewöhnlich 1 cm stark.

Die Stärke der Ziegelmauern wird nach ganzen und halben Steinlängen bemessen; eine Mauer ist also $^1/_2$ Stein, 1 Stein, $1^1/_2$ Stein, 2 Stein usw. stark. Die Stärke einer $^1/_2$ Stein starken Mauer beträgt 12 cm, einer 1 Stein starken 25 cm.

Mit Rücksicht auf die Stoßfugen zwischen den Steinen sind für die Mauerstärken über 1 Stein folgende Abmessungen festgesetzt:

Särke in Steinlängen:	$1^1/_2$	2	$2^1/_2$	3	$3^1/_2$	4	$4^1/_2$ Stein
Stärke in cm:	38	51	64	87	90	103	116 cm.

Anm. Im Wasserbau werden die Fugen häufig stärker genommen, als oben angegeben; es kommt z. B. vor, daß 12 Schichten auf 1 m Höhe gerechnet werden. Die Lagerfugen betragen in diesem Falle $\frac{100 - 12 \cdot 6{,}5}{12} = 1{,}83$ cm, die Stoßfugen bis 1,5 cm.

Die Ziegel werden im Mauerwerk nur in regelrechtem Verbande verlegt.

b) Mauerverbände (Ab. 96 bis 107).

1. Läufer- oder Schornsteinverband (Abb. 99) besteht nur aus Läufern; er kommt nur bei $^1/_2$ Stein starken Mauern vor; z. B. bei Schornsteinen, Ausmauerung der Fachwände u. dergl. Die übereinanderliegenden Ziegel zweier Schichten überdecken sich um $^1/_2$ Stein.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

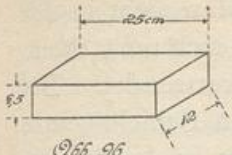


Fig. 96.

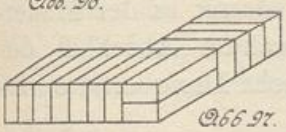
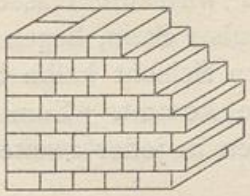


Fig. 97.

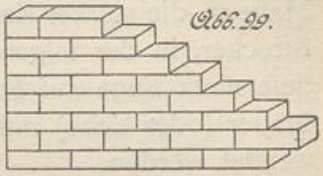
Rollschicht.

Fig. 98.

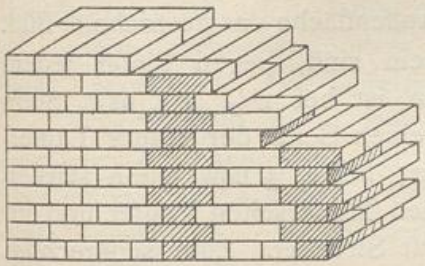


Kopfverband.

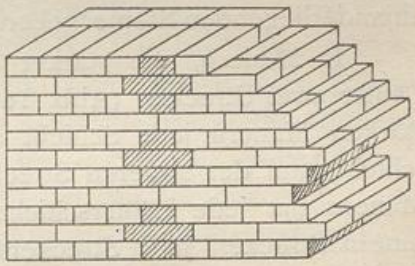
Fig. 99.



Schornsteinverband.

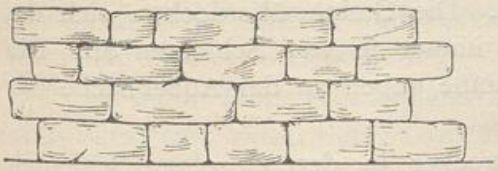


Blockverband. Fig. 100.



Kreuzverband. Fig. 101.

Fig. 102



Bruchsteinmauerwerk
(Lagerhafte Steine)

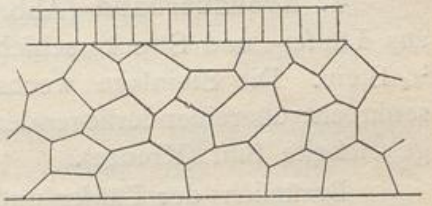


Fig. 103. Cyclopenmauerwerk.

Halbkreisbogen (Tonnengewölbe.)

Fig. 104.

Stichbogen (Kappe)

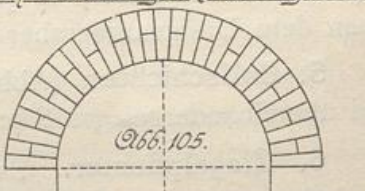


Fig. 105.

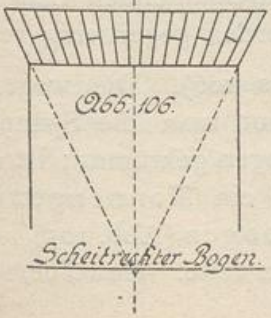


Fig. 106.

Scheitrechter Bogen.

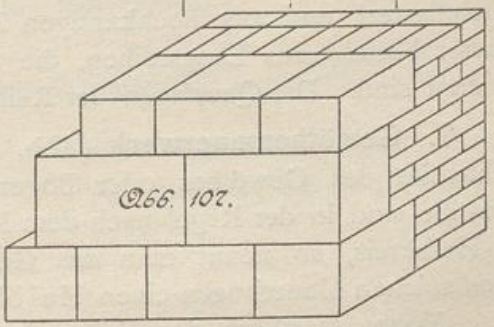


Fig. 107.

Quaderverblendung.

2. Kopfverband (Streckerverband, Abb. 98). Man sieht in der Ansicht der Mauer nur Köpfe. Die Steine überdecken sich um 1/4 Stein. Dieser einfache Verband wird im Wasserbau viel verwendet. Bei Mauern, die stärker sind als 1 Stein, liegen in der einen Schicht ganze Strecker, in der folgenden Schicht halbe Steine, damit in der Mauertiefe nicht Fuge auf Fuge kommt. Zum senkrechten Abschluß der Mauer (oder Ecke) müssen in jeder zweiten Schicht Dreiquartiere verwendet werden.

3. Blockverband (Abb. 100) besteht abwechselnd aus Läufer- und Streckerschichten. Die Steine überdecken sich um 1/4 Stein. Die Steinlage wechselt immer in 2 Schichten ab. Die senkrecht übereinanderliegenden Steine geben an der Außenfläche das gestrichelte Bild.

In Mauern, die stärker als 1 Stein sind, liegen hinter jedem Läufer zwei Strecker (Abb. 100). Dann ist bei 1 1/2, 2 1/2 usw. Stein starken Mauern jede Schicht auf der einen Seite der Mauer Läuferschicht, auf der anderen Streckerschicht; bei 2, 3 usw. Stein starken Mauern hat jede Läuferschicht an beiden Mauerseiten Läufer und im Innern Strecker, jede Streckerschicht nur Strecker. Zum senkrechten Abschluß der Mauer (Ecke) werden abwechselnd übereinander Dreiquartiere und Strecker (bezw. Kopfstücke) verwendet.

4. Kreuzverband (Abb. 101) besteht, wie Ziffer 3, abwechselnd aus Läufer- und Streckerschichten. Die Steine überdecken sich um 1/4 Stein. Die Steinlage wechselt immer in vier Schichten ab. Die senkrecht übereinanderliegenden Steine geben an der Außenfläche das gestrichelte Bild (Kreuze).

Bezüglich der Läufer und Strecker in den einzelnen Schichten gilt das unter 3. Gesagte. Zum senkrechten Abschluß der Mauer (Ecke) werden abwechselnd übereinander Dreiquartiere und Strecker (bezw. Kopfstücke) verwendet; in jeder zweiten Läuferschicht befindet sich neben dem Dreiquartier aber noch ein Strecker (oder Kopfstück).

5. Rollschichten (Abb. 97) werden an der Mauerecke durch zwei übereinandergelegte Flachziegel abgeschlossen.

6. Ziegelpflaster. Es gibt Pflaster aus Flachziegeln (Flachziegelpflaster) und aus hochkantigen Ziegeln (Rollziegelpflaster). Das Pflaster besteht aus Längsreihen, die von durchlaufenden Längsfugen getrennt sind. Die Querfugen der Reihen werden gegenseitig versetzt.

7. Gewölbemauerwerk (Abb. 104 bis 106). Die wagerechte Lichtweite des Gewölbes oder Bogens nennt man die Spannweite. Gewölbe sind in der Regel nach dem Kreisbogen gekrümmt; ist dieser ein Halbkreis, so nennt man das Gewölbe ein Tonnengewölbe, einen solchen Mauerbogen einen Halbkreisbogen (Abb. 105). Seine lichte Höhe ist gleich der Hälfte der Spannweite. Gewölbe, deren

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Höhe geringer ist als die Hälfte der Spannweite, also flache Gewölbe, nennt man Kappengewölbe oder Kappen, Mauerbogen dieser Art Stichbogen (Abb. 104). Die sichtbare Vorderfläche des Gewölbes oder Bogens heißt die Stirn, die Unterfläche heißt die innere, die Oberfläche die äußere Laibung.

Die Lagerfugen sind sämtlich nach dem Mittelpunkte des Kreisbogens gerichtet, die Stoßfugen liegen senkrecht zu den Lagerfugen.

Werden zu den Gewölben (wie meistens) gewöhnliche Ziegel (nicht keilförmige) verwendet, dann sind die Lagerfugen keilförmig, d. h. oben (außen) weiter als unten (innen). Zu sauberem Verblendmauerwerk oder auch sonst, wenn der Bogenhalbmesser sehr klein ist, werden dagegen besonders angefertigte keilförmige Steine (Formsteine) verwendet. Die Lagerfugen haben dann gleichmäßige Stärke.

Widerlager nennt man die das Gewölbe tragenden Mauern, Kämpfer die Lagerfläche, mit der sich das Gewölbe gegen das Widerlager stützt. Am Kämpfer werden die Steine zur Bildung der Lagerfuge abgearbeitet, oder es wird ein besonderer Kämpferstein (meist Werkstein) eingesetzt.

Scheitel heißt die höchste Stelle des Gewölbes (hier also in der Bogenmitte). Durch den Scheitel darf eine Lagerfuge nicht gelegt werden, vielmehr ist ein Stein, der Schlußstein, dort einzusetzen. Entsprechend der inneren und äußeren Leibung gibt es einen inneren und einen äußeren Scheitelpunkt.

Die lichte Höhe des inneren Scheitels über der Kämpfersehne heißt der Pfeil oder der Stich des Gewölbes; das Verhältnis des Pfeiles zur Spannweite heißt das Pfeil- oder Stichverhältnis. Häufig vorkommende Pfeilverhältnisse sind $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$ und $\frac{1}{6}$. Es gibt aber auch flachere Gewölbe.

Werden die obere und die untere Leibung wagerecht ausgeführt, so heißt der Bogen ein scheitrechter Bogen (Abb. 106).

Bogen und Gewölbe werden über Unterlagen ausgeführt, die nach dem Bogen gekrümmt sind. Man nennt diese Unterlagen Lehrbogen, Lehrgerüste. (Siehe darüber Brückenbau.)

c) Ausführung des Ziegelmauerwerkes.

Lotrechtes Mauerwerk wird mit Hilfe von lotrecht aufgestellten Latten oder Richtscheiten aufgeführt, an welchen die Schichtteilung mit Bleistift angemerkt ist. Die Vorderkante jeder zu mauernden Schicht wird mit einer straff und wagerecht gespannten Schnur gerichtet. Geböschtes Mauerwerk wird mit Hilfe von aufgestellten Profilen (Lehren) hergestellt, auf welchen ebenfalls die Schichtteilung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

angemerkt ist. Das Profil hat eine senkrechte Kante, die eingelotet wird, und eine geneigte Kante, die die Böschung angibt.

Zur Herstellung von Rundungen werden Schablonen (Lehren) aus Brettern angewendet und wagerecht angelegt.

Ob die Schichten wagerecht liegen, wird mit der Setz- bezw. Wasserwage nebst Richtscheit, oder mit dem Nivellierinstrument ermittelt. Vor Beginn des Mauerns werden die Haupthöhen festgelegt, so daß nach ihnen die richtige Schichtteilung erfolgen kann.

8. Hauptregeln für die Ausführung des Ziegelmauerwerkes. In zwei übereinanderliegenden Schichten darf nie Fuge auf Fuge treffen.

Das Innere der Mauer muß vorzugsweise aus Bindern (Streckern) bestehen, die sich gegenseitig überdecken.

Die an der Außenseite sichtbaren Stoßfugen müssen als Schnittfugen durch die ganze Mauerstärke gehen. Die Steine müssen frei von Staub, Schmutz und altem Mörtel sein. Die Ziegelsteine müssen vor dem Vermauern angenäßt werden (wenn sie nicht schon durch Regen usw. feucht sind). Andernfalls saugen sie wegen ihrer Porigkeit dem Mörtel die Feuchtigkeit fort, so daß er nicht bindet. Besonders in der heißen Sommerzeit ist streng darauf zu halten, daß die Steine nicht trocken werden.

Hat die vermauerte Schicht die Feuchtigkeit verloren, so muß sie vor dem Vermauern der folgenden Schicht mittels der Brause (Gießkanne) angenäßt werden.

Anm. Harte Klinker sind vor dem Vermauern nicht anzunässen, da sie nicht porig, also nicht wassersaugend sind.

Im Wasserbau muß stets mit vollen Fugen gemauert werden, d. h. vor dem Verlegen der Steine ist erst für ein oder mehrere Steine das Mörtelbett zu legen. Der Stein ist in dieses einzudrücken, so daß der Mörtel zwischen den Stoßfugen hervorquillt und dann abgestrichen wird. Der Mörtel darf nicht erst in die Fugen von oben eingegeben werden.

Bei Frost darf nicht gemauert werden, da der Frost die Bindekraft des Mörtels zerstört. Tritt Frost ein, so muß das Mauerwerk (die oberste Schicht) mit Sand, Stroh- oder Schilfmatten u. dergl. abgedeckt werden. Das Mauerwerk muß möglichst durchweg in gleicher Höhe aufgeführt werden, damit das Setzen gleichmäßig stattfindet. Muß man einzelne Teile vorweg höher aufführen, so treppt man sie nach den tieferen Teilen ab oder läßt eine Verzahnung stehen, wie sie der Verband ergibt (vergl. Abb. 99 bis 101; die unteren Schichten enden hier in einer Verzahnung, die oberen in einer Abtreppung). Soll eine neue Mauer mit einer alten, also schon gesetzten Mauer verbunden werden, so ist sie nicht mit der alten in Verband zu bringen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

sondern die neue Mauer muß stumpf gegen die alte gemauert werden, damit sie sich unbehindert setzen kann; sonst würden in der Nähe der Verbindungsstelle Risse entstehen.

Baustoffbedarf: 1 cbm Ziegelmauerwerk erfordert 400 Ziegelsteine und 0,28 cbm Mörtel.

C. Bruchsteinmauerwerk.

Man unterscheidet Bruchstein-Schichtmauerwerk und Zyklopenmauerwerk.

9. Bruchstein-Schichtmauerwerk wird aus lagerhaften Bruchsteinen hergestellt (Abb. 102). Alle Schichten müssen möglichst wagerecht und gut abgeglichen durchgeführt werden. Die Steine einer Schicht müssen daher annähernd gleich hoch sein. Die verschiedenen Schichten brauchen aber nicht von gleicher Höhe zu sein.

Alle Steine sind auf ihr natürliches Lager zu legen. Die Steine müssen frei von Staub, Schmutz und altem Mörtel sein. Die Verwendung rundlicher Steine und hochkantig gestellter Schalen ist zu vermeiden. Spitzen und Vorsprünge, die den Verband stören würden, sind mit dem Hammer abzuschlagen. In zwei übereinanderliegenden Schichten darf nie Fuge auf Fuge treffen. In jeder Schicht müssen häufig Binder (Durchbinder) verlegt werden, d. s. Steine, die besonders tief in die Mauer eingreifen oder ganz hindurchreichen. Die Fugen müssen möglichst klein und mit Mörtel gut gefüllt sein. Einzelne größere Fugen können aber nicht ganz vermieden werden; diese sind durch Einsetzen von kleinen Steinen auszuzwicken. Diese Steinzwicker müssen in den frischen Mörtel der Fuge eingedrückt werden. Für die Ansichtsfläche sind geeignete Steine mit glatter Vorderfläche auszusuchen.

Die geringste Stärke einer Bruchsteinmauer ist 40 cm.

Baustoffbedarf. Man rechnet auf: 1 cbm Bruchstein-Fundamentmauerwerk 1,25 bis 1,30 cbm aufgesetzte Bruchsteine und 0,333 cbm Mörtel; 1 cbm Bruchstein-Frei- und Gewölbemauerwerk 1,25 bis 1,30 cbm Bruchsteine desgl. und 0,300 cbm Mörtel.

Anm. Es gehören mehr Bruchsteine als 1 cbm zu 1 cbm Mauerwerk, weil die Steine im Mauerwerk dichter ineinandergreifen als im aufgesetzten Zustande, und weil beim Mauern durch Abschlagen von Ecken und Vorsprüngen Abfall entsteht.

10. Zyklopenmauerwerk (Abb. 103). Gesprengte oder sonstige zackige Steine, wie z. B. Basaltsäulen, können nicht in gleichmäßig durchlaufenden Schichten vermauert werden, weil die Fugen dann zu groß werden würden und die Lagerflächen der Steine zu klein sind. Die Steine werden daher — ohne Rücksicht auf Schichtteilung — möglichst dichtschließend aneinandergepaßt. In gewissen Höhenabständen, etwa alle 1 bis 1,2 m, muß das Mauerwerk aber wagerecht abgeglichen werden. Im übrigen gelten für das Zyklopenmauerwerk dieselben Regeln wie für das Bruchsteinmauerwerk Ziff. 9.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

11. Trockenmauerwerk wird als Schichtmauerwerk häufig für Uferdeckwerke, für Stütz- und Futtermauern, d. h. zur Stütze oder Bekleidung steiler Erdböschungen ausgeführt. Es muß stärker angelegt werden als Mörtelmauerwerk für den gleichen Zweck. Auf gute Lagerhaftigkeit der Steine und sorgfältiges Auszwicken der Fugen ist besonderer Wert zu legen. Basaltsäulen können zu Trockenmauerwerk auch im Zyklopenverbande verwendet werden.

Baustoffbedarf: Man rechnet auf 1 cbm Trockenmauerwerk 1,25 bis 1,30 cbm Bruchsteine.

D. Werksteinmauerwerk.

12. Werksteinmauerwerk (Quadermauerwerk) wird meistens nur zur Verblendung von Ziegelmauerwerk oder Bruchsteinmauerwerk ausgeführt (Abb. 107), oft auch nur zur Einfassung vorspringender Ecken und Kanten, wenn diese starkem Angriff durch Fuhrwerks- oder Schiffsverkehr, Strömung und Eisgang ausgesetzt sind.

Die Werksteinverblendung oder Werksteineinfassung wird gleichmäßig mit dem Kernmauerwerk hochgeführt; die Werksteine werden aber immer zuerst versetzt, da ihre Höhe für die Schichtteilung des Kernmauerwerkes maßgebend ist. Besteht dieses aus Ziegelmauerwerk, so müssen die Höhen der Quadersteine nach einer bestimmten Schichtzahl bemessen sein. Beim Werksteinmauerwerk wechseln ebenfalls Läuferschichten mit Binderschichten (Abb. 107), z. B. bei Schleusenmauern, Ufermauern u. dergl., oder es wechseln in jeder Schicht nebeneinander Läufer mit Bindern ab, z. B. bei Brückenpfeilern und bei sonstigen äußeren Angriffen ausgesetzten Mauern und Vorsprüngen. Der Zusammenhang des Werksteinmauerwerks wird in solchen Fällen noch durch eiserne Klammern verstärkt. Je eine Klammer kommt dann quer über die Stoßfuge zweier Quadern zu liegen, in deren Oberfläche die Klammerlöcher eingemeißelt und nachher mit Zementmörtel vergossen werden.

Das Versetzen schwerer Werksteine geschieht mit Hebevorrichtungen (Winden, Krane), der kleinen mit der Hand, erforderlichenfalls unter Zuhilfenahme von eisernen Walzen, Brechstangen und Keilen. Man setzt die Steine entweder von vornherein in ein vorher bereitetes Mörtelbett, oder man versetzt sie zunächst auf Keile, die den Fugenzwischenraum freihalten. Die Fugen werden ringsum mit Ton gedichtet und darauf mit dünnflüssigem Mörtel ausgegossen. Zum Eingießen wird ein sogen. Schornstein, d. i. ein gemauertes Rohr, hergestellt, das mit der Fuge in Verbindung steht. Beim Eingießen ist dafür zu sorgen, daß die Luft aus den Fugen entweichen kann, sonst würden hohle Stellen bleiben. Dazu dienen kleine Holzpflöcke, die in die Tondichtung vorher eingefügt werden, beim Eingießen nach

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bedarf herausgezogen und nach dem Herausdringen von etwas Mörtel wieder eingesteckt werden. Nach dem Erhärten des Mörtels werden die Keile, die Tondichtung und die Pflöcke beseitigt. Darauf werden die Fugen außen sauber mit Zementmörtel verfugt.

Zu Werksteingewölben werden die Steine keilförmig bearbeitet, die Lagerfugen sind dann gleichmäßig breit.

Baustoffbedarf. Man rechnet auf:

1 cbm Werksteinmauerwerk 0,100 cbm Mörtel,
1 „ Gewölbemauerwerk 0,120 „ „ .

Die angelieferten Werksteine werden dem Lieferer nicht nach dem Inhalt der gelieferten Steine, sondern nach dem Inhalte des um den Stein beschriebenen Raumrechtecks, also nach dem Steinblock bezahlt, aus welchem man den Stein verfertigt denkt. Die Maurerarbeit des Werksteinmauerwerkes wird aber nach dem tatsächlichen Inhalte des fertigen Mauerwerkes bezahlt. Kleinere darin vorkommende Öffnungen werden dabei aber nicht abgezogen, wohl aber bei Berechnung des Baustoffbedarfes, wie dies bei Maurerarbeiten überhaupt üblich ist (vergl. auch Abschnitt 33).

E. Beton.

Man unterscheidet Schüttbeton und Stampfbeton. Beide können dieselbe Zusammensetzung haben, sie unterscheiden sich aber in ihrer Verarbeitung.

13. Schüttbeton ist im Wasserbau zur Gründung von Ufermauern, Schleusen, Brückenpfeilern u. dergl. oft unentbehrlich. Er wird statt des Mauerwerkes angewendet, wenn das Wasser aus der Baugrube nicht völlig ausgeschöpft werden kann oder auch nicht ausgeschöpft werden soll, damit nicht schädliche Quellungen eintreten, die den Grund lockern würden. Die Baugrube, in welche der Beton eingebracht wird, muß mit Spundwänden, Stülp- oder anderen Hilfswänden eingeschlossen sein.

Das Einbringen geschieht mit langen eisernen Trichtern, die vermittels eines fahrbaren Gerüstes hin- und herbewegt, sowie hoch- und niedriggestellt werden können.

Die Schüttung erfolgt in verschiedenen durchlaufenden Schichten von 50 bis 60 cm Höhe. Bisweilen geschieht die Schüttung auch mit Senkkasten, deren Boden aus zwei auslösbaren Klappen besteht (vergl. Gründungen). Bei Kastenschüttung tritt aber eine stärkere Auswaschung des Betonmörtels und infolgedessen Zementschlammbildung ein. Der Schlamm setzt sich dann nesterweise und kann schwer entfernt werden. Dies gibt zu Undichtigkeiten Veranlassung. Man läßt den Beton einige Wochen unter Wasser erhärten, pumpt dann die Baugrube leer, reinigt die Betonoberfläche von Schlamm und mauert darauf. Ist es unbedenklich und leicht ausführbar, die Baugrube vor der Betonierung auszupumpen, so kann der Beton auch im Trockenen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

eingekarrt werden. Aber auch dann läßt man ihn vom Wasser überstauen bis er erhärtet. Besser ist in solchem Falle aber die Ausführung in Stampfbeton.

Baustoffbedarf: 1 cbm Schüttbeton erfordert 0,90 cbm Steinschlag und 0,460 cbm Mörtel.

14. Stampfbeton wird im Trockenen neuerdings häufig statt des Mauerwerkes ausgeführt. Die Ausführung ist in der Regel billiger und dauert kürzere Zeit als beim Mauerwerk. Die Haltbarkeit ist bei guter Ausführung mindestens dieselbe. Brücken-, Schleusen-, Wehr- und Ufermauern, Wasserbehälter u. dergl., besonders auch Gewölbe, werden von Stampfbeton ausgeführt.

Zur Herstellung der Mauern wird der Beton zwischen aufrechtgestellten, gut versteiften Bretterwänden (Schalungen) eingestampft. Die Schalungen bilden einen Kasten, der der künftigen Form des Betonkörpers entspricht. Der Beton ist in einzelnen Schichten einzubringen, die nicht stärker als 15 bis 20 cm sein dürfen; jede Schicht ist für sich gehörig zu stampfen. Die Stampfen bestehen aus einer runden starken Eisenplatte (oder einem Klotz) mit einem senkrechten Stiel daran. Der frische Beton befindet sich beim Einbringen in erdfeuchtem Zustande (ist also trockener als Schüttbeton). Eine Schicht muß so lange gestampft werden, bis sich an der Oberfläche Wasser zeigt.

Soll auf frische Betonschichten eine neue Schicht aufgebracht werden, so genügt es, die alte Oberfläche gut anzunässen. Beim Weiterbau auf erhärtetem Beton dagegen muß die alte Oberfläche aufgerauht, sauber abgekehrt und angenäßt werden.

Die Schalungen können in der Regel nach ein bis zwei Wochen, vom Schlusse des Stampfens ab, beseitigt werden, da die Erhärtung des Betons inzwischen erfolgt ist.

Betongewölbe werden auf der Schalung des Lehrgerüstes eingestampft; für die Stirnflächen des Gewölbes werden besondere aufrechtstehende Schalungen hergestellt (vergl. Brückenbau). Die Ausrüstung der Betongewölbe geschieht nach ein bis zwei Monaten. Besonders tragfähig sind Betongewölbe aus Stampfbeton mit Eiseneinlagen, nach dem Erfinder Monier-Gewölbe genannt. Die Bogenstärke der Monier-Gewölbe ist daher bedeutend schwächer als bei gewöhnlichen Stampfbetongewölben.

Baustoffbedarf. 1 cbm Stampfbeton erfordert 0,80 cbm Steinschlag und 0,460 cbm Mörtel.

D. Putz.

Das Putzen der Mauern kommt im Wasserbau seltener vor; in der Regel werden die Mauerflächen an der Außenseite verfugt.

Vor dem Putzen werden die Mauern gereinigt, die locker gewordenen Mörtelteile in den Fugen beseitigt, diese nötigenfalls 1 cm

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

tief aufgekratzt und die zu verputzende Fläche angenäßt. Die hauptsächlichsten Putzarten sind folgende:

15. Rapputz (Kellenputz). Er ist 1,5 bis 2 cm stark. Der Mörtel wird mit der Maurerkelle auf die Mauerfläche geworfen und mit der Kelle möglichst glatt gestrichen. (Man sieht im fertigen Putz noch die Kellenstriche.) Im Wasserbau wird Rapputz von Zement- oder anderem Wassermörtel bisweilen auf der Rückseite von Ufermauern, Brückenwiderlagern und anderen der Erdfeuchtigkeit ausgesetzten Mauern zum Schutze gegen diese verwendet, auch damit der Hinterfüllungsboden an der Mauer weniger haften bleibt und dort schneller zum Setzen kommt. Bisweilen wird der Rapputz dann noch zur besseren Dichtung mit Steinkohlenteer, Asphalt u. dergl. überstrichen.

Mörtelbedarf. 1 qm Rapputz erfordert:
auf Ziegelmauerwerk 0,015 cbm Mörtel,
„ Bruchsteinmauerwerk 0,025 „ „ .

16. Glatter Putz. Er ist mindestens etwa 2 cm stark und besteht im Wasserbau ebenfalls aus Zement- oder anderen Wassermörteln. Er wird u. a. angewendet, wo es auf Wasserdichtheit ankommt, z. B. im Innern von gemauerten Wasserbehältern, Dunggruben u. dergl., auch auf der äußeren Laibung und der Übermauerung von Gewölben. Auch dieser Putz kann nötigenfalls noch mit Dichtungsanstrichen, wie unter Ziffer 15 angeführt, versehen werden. Der glatte Putz wird in zwei Lagen aufgebracht. Die erste Lage wird mit der Kelle rauh angeworfen; alsdann bringt man, nachdem diese Lage abzubinden anfängt, die zweite Lage auf und reibt sie unter mehrfachem Annässen mit dem Reibebrett glatt. Sind große ebene Flächen sauber zu putzen, so werden in gewissen Abständen sogen. Lehren, d. h. Putzstreifen (15 bis 18 cm breit), mit Richtscheit bezw. Lot ausgeführt und dann die Zwischenflächen angeputzt.

Mörtelbedarf: 1 qm glatter Putz erfordert (auf Ziegelmauerwerk) 0,020 cbm Mörtel. Besonders gebräuchlich ist Putz aus Zementmörtel 1 : 2.

17. Geschliffener Putz. Dieser wird besonders im Innern von Wasserbehältern ausgeführt, da er völlig dicht hält. Zunächst wird er wie glatter Putz, Ziff. 16, hergestellt und dann mit eisernen Platten (Putzeisen) glatt abgeschliffen, während dabei etwas trockenes Zementpulver aufgestreut wird.

18. Verfugen (Fugenputz). Die Fugen werden ausgekratzt, stark angenäßt und mit steif zubereitetem Mörtel (Fugenmörtel) mit dem Fugeisen kunstgerecht ausgefüllt und glatt gestrichen. Der Fugenmörtel ist meistens Zementmörtel 1 : 1.

Mörtelbedarf: 1 qm Mauerfläche erfordert zum Fugen:
Bruchsteinmauerwerk 0,018 cbm Mörtel,
Ziegelmauerwerk . . 0,007 „ „
Werksteinmauerwerk 0,004 „ „ .

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 10.

Mörtel- und Betonbereitung.

Über die Mörtelstoffe Kalk, Zement, Traß und Mauersand siehe Baustofflehre Ziff. 20 bis 23, über Betonkleinschlag S. 20, über den Bedarf an Mörtel zum Mauerwerk, zum Beton, zum Putzen und Verfugen die Hinweise in Maurerarbeiten und die Zusammenstellung im Anhang.

Unter abgemessenen Teilen der Stoffe, aus welchen der Mörtel gemischt wird, sind im folgenden immer Raumteile, nicht Gewichtsteile zu verstehen. Die Teile werden mit Hektolitermaßen oder nach Karreninhalt abgemessen. Über die verschiedenen Mischungsverhältnisse siehe die Mörteltafel (Anhang). Das durch Mischung erhaltene Raummaß des Mörtels im Verhältnis zu dem Gesamtraummaß der verwendeten Mörtelstoffe, und zwar dieser vor der Mischung, nennt man die Ergiebigkeit des Mörtels.

Bezüglich des Verfahrens bei der Mischung der verschiedenen Mörtelarten wird im folgenden nur der gewöhnliche Handbetrieb behandelt. Auf größeren Baustellen wird die Mischung mit geeigneten Maschinen (Mörtelmühlen) bewirkt, die nach denselben Gesichtspunkten arbeiten, wie der Handbetrieb, meistens aber zuverlässiger und natürlich schneller.

1. **Fettkalkmörtel, Luftmörtel**, wird aus Kalkteig und Sand gemischt. Der Kalkteig wird aus dem gebrannten Stückkalk folgendermaßen gewonnen. Zunächst wird der Stückkalk auf der Löschbank ausgebreitet und mit Wasser übergossen; er zerfällt dabei unter Entwicklung großer Hitze zu Pulver. Durch beständiges Umrühren unter vermehrtem Wasserzusatz erhält man alsdann einen dünnflüssigen Brei. Dieser wird in Gruben abgelassen, in denen das überflüssige Wasser zum Teil verdunstet, zum Teil in den Boden einzieht; der Kalkteig bleibt alsdann zurück.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wird beim Löschen anfangs zu viel Wasser gegeben, so ersäuft der Kalk; wird nicht hinreichend umgerührt und zu wenig Wasser nachgegossen, so verbrennt der Kalk; in beiden Fällen verliert er seine Bindekraft.

Der Kalkteig kann in den Gruben, die meistens ausgemauert oder mit Holz ausgekleidet sind, sehr lange aufbewahrt werden, ohne daß er schlechter wird. Die Oberfläche des Kalkteiges wird, sobald sie rissig wird, mit Sand überdeckt.

Guter Fettkalk ergibt aus 1 Teil gebranntem Stückkalk 2 Teile Kalkteig.

Mischung des Luftmörtels. Man mischt auf 1 Teil Kalkteig 2 Teile Mauersand.

Die Mischung wird auf der Mörtelbank (Mischbühne) derart bewirkt, daß x Karren Kalkteig und $2 \cdot x$ Karren Sand angefahren werden. Der Kalkteig wird zuerst auf die Mörtelbank gegeben, mit Wasser verdünnt und mit der Kalkkrücke umgerührt, alsdann wird der Sand zugegeben und beides mit der Krücke durchgerührt, bis sich ein gleichartiges, dickbreiiges Gemenge ergibt.

Die Mörtelbestandteile, 1 Teil Kalkteig und 2 Teile Sand, geben 2,4 Teile Luftmörtel. Die Ergiebigkeit dieses Mörtels beträgt also 2,4.

Aufgabe: Wieviel cbm Kalkteig und wieviel cbm Sand gehören zu 1 cbm Luftmörtel?

Auflösung: Die Mörtelbestandteile verhalten sich zur erzielten Mörtelmenge wie 3 : 2,4. 1 cbm Luftmörtel der vorliegenden Mischung erfordert also $1 \cdot \frac{3}{2{,}4} =$ 1,25 cbm Mörtelbestandteile; davon sind Kalkteig $\frac{1}{3}$ und Mauersand $\frac{2}{3}$; demnach erfordert 1 cbm Luftmörtel:

$$\text{Kalkteig} = \frac{1}{3} \cdot 1{,}25 = 0{,}42 \text{ cbm},$$

$$\text{Sand} = \frac{2}{3} \cdot 1{,}25 = 0{,}83 \text{ „ }.$$

Aufgabe: Wieviel cbm Kalkteig und wieviel cbm Sand gehören zu 6,50 cbm Ziegelmauerwerk?

Auflösung: 1 cbm Ziegelmauerwerk enthält nach Seite 107 0,28 cbm Mörtel; 1 cbm Mörtel erfordert nach dem vorigen 0,42 cbm Kalkteig und 0,83 cbm Sand. Demnach gehören zu 6,50 cbm Ziegelmauerwerk:

Kalkteig: $6{,}50 \cdot 0{,}28 \cdot 0{,}42 = 0{,}76$ cbm,

Sand: $6{,}50 \cdot 0{,}28 \cdot 0{,}83 = 1{,}51$ „ .

2. Wasserkalkmörtel wird aus Wasserkalkpulver und Sand gemischt. Das Wasserkalkpulver wird aus dem gebrannten Stückkalk (Graukalk) folgendermaßen gewonnen. Der gebrannte Graukalk wird in kegelförmigen Haufen lose aufgeschüttet, mit Wasser besprengt, dann mit Sand bedeckt und in kurzen Zwischenräumen mit der Brause nochmals besprengt. In 8 bis 10 Stunden ist er zu feinem Staube, Kalkmehl, zerfallen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1 Teil gebrannter Graukalk gibt etwa 2 Teile Kalkpulver. Das Kalkpulver muß möglichst bald verarbeitet werden, weil es sonst verdirbt. Es verlangt durchaus trockene Lagerung, da es, feucht geworden, alsbald zu erhärten beginnt und dann nicht mehr zum Mörtel taugen würde.

Mischung des Wasserkalkmörtels. Man rechnet auf 1 Teil Kalkpulver — wie beim Luftmörtel — 2 Teile Mauersand.

Kalkpulver und Mauersand werden auf der Mörtelbank durch häufiges Umschaufeln zunächst trocken zu einer gleichmäßig gefärbten Masse gemengt; dann wird nach und nach Wasser hinzugegeben und das Gemenge mit der Krücke so gemengt und durchgearbeitet, daß eine dickbreiige, gleichmäßige Masse entsteht.

1 Teil Kalkpulver und 2 Teile Mauersand geben 2,4 Teile Mörtel (wie beim Luftmörtel). Die Ergiebigkeit dieses Mörtels beträgt also auch 2,4.

Aufgabe: Wieviel cbm Kalkpulver und wieviel cbm Mauersand gehören zu 10,3 cbm Bruchstein-Fundamentmauerwerk?

Auflösung: 1 cbm Bruchstein-Fundamentmauerwerk erfordert nach Seite 107 0,333 cbm Mörtel. Zu 0,333 cbm Wasserkalkmörtel von der Mischung 1 : 2 gehören $\frac{0{,}333 \cdot 3}{2{,}4} = 0{,}416$ cbm Mörtelbestandteile. Demnach erfordern 10,3 cbm Bruchstein-Fundamentmauerwerk:

$$\text{Kalkpulver: } 10{,}3 \cdot 0{,}416 \cdot \frac{1}{3} = 1{,}43 \text{ cbm},$$

$$\text{Sand: } 10{,}3 \cdot 0{,}416 \cdot \frac{2}{3} = 2{,}86 \text{ „ .}$$

3. Traßmörtel besteht aus Traßmehl, gelöschtem Kalk und Mauersand. Er wird zu Wasserbauten größeren Umfanges anstatt des Zementmörtels verwendet, da er billiger ist als dieser, besonders in Westdeutschland und an den Seeküsten. Traßmörtel wird zu Mauerwerk und zu Schüttbeton verwendet.

Als gelöschter Kalk wird hier Fettkalk (Kalkteig) verwendet.

Das Mischungsverhältnis der Bestandteile ist bei dem Traßmörtel je nach dem Zwecke sehr verschieden (vergl. die Mörteltafel, Anhang). Für gewöhnliches Mauerwerk besteht der Traßmörtel z. B. aus 1 Teil Traß, 2 Teilen Kalk und 3 Teilen Sand, also im ganzen aus 6 Teilen. Diese geben aber gemischt nur 4 Teile Mörtel.

Mischung des Traßmörtels. Zunächst wird der Kalkteig mit dem Traßmehl unter geringem Wasserzusatz gehörig durchgearbeitet, dann der Mauersand unter weiterem Wasserzusatz hinzugegeben und das Ganze so lange durchgearbeitet, bis ein gleichmäßig gefärbter Mörtelbrei erzielt ist.

Aufgabe: Wieviel Traßmehl, Kalkteig und Sand für den Traßmörtel 1 : 2 : 3 gehören zu 425 cbm Bruchstein-Freimauerwerk?

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Auflösung: 1 cbm Bruchsteinmauerwerk erfordert nach Seite 107 0,30 cbm Mörtel, mithin 425 cbm Bruchsteinmauerwerk $425 \cdot 0{,}30 = 127{,}50$ cbm Traßmörtel. Die unvermischten Bestandteile dieses Mörtels verhalten sich zum erzielten Mörtel wie 6 : 4. Von den Bestandteilen ist $\frac{1}{6}$ Traß, $\frac{2}{6}$ Kalkteig und $\frac{3}{6}$ Sand. Demnach erfordern 425 cbm Bruchsteinmauerwerk:

$$\text{Traß: } 127{,}50 \cdot \frac{6}{4} \cdot \frac{1}{6} = 31{,}88 \text{ cbm,}$$

$$\text{Kalkteig: } 127{,}50 \cdot \frac{6}{4} \cdot \frac{2}{6} = 63{,}75 \text{ „ ,}$$

$$\text{Sand: } 127{,}50 \cdot \frac{6}{4} \cdot \frac{3}{6} = 95{,}63 \text{ „ .}$$

4. Zementmörtel besteht aus Zementpulver und Sand; er ist der beste und härteste Wassermörtel.

Das Mischungsverhältnis ist nach dem Zwecke sehr verschieden (vergl. die Mörteltafel, Anhang). Zum besseren Mauerwerk und zu dem diesem gleichwertigen Beton besteht der Zementmörtel z. B. aus einem Teil Zement und drei Teilen Sand, im ganzen also aus vier Bestandteilen. Die Ergiebigkeit beträgt aber nur 3 Teile Mörtel.

Mischung des Zementmörtels. Zement und Sand werden in dem abgemessenen Verhältnis auf der Mörtelbank erst trocken miteinander gemengt und so lange umgeschaufelt, bis ein ganz gleichmäßig gefärbtes Gemenge erreicht ist. Diesem Gemenge wird nach und nach Wasser zugesetzt; durch beständiges Durcharbeiten wird dann der Zementmörtel als ein zäher Brei gewonnen. Bei geringen Mörtelmengen wird der Wasserzusatz zur Trockenmischung oft auch erst im Mörtelgefäß des Maurers vorgenommen.

Zementmörtel muß nach dem Anfertigen sofort verwendet werden und darf nicht lange stehen, da er sonst im Mörtelgefäß erstarrt (abbindet) und infolgedessen zum Vermauern unbrauchbar wird. Je nach dem Zwecke wird langsam oder schnell bindender Zement verwendet. (Durch längeres trockenes Lagern wird übrigens Zement langsamer bindend, was für die meisten Fälle vorgezogen wird.)

Aufgabe: Wieviel Tonnen Zement und wieviel cbm Sand gehören zu 2,50 cbm Zementmörtel bei dem Mischungsverhältnis 1 : 3?

Auflösung: Die Mörtelbestandteile verhalten sich zur erzielten Mörtelmenge wie 4 : 3. Es erfordern also 2,5 cbm Mörtel $\frac{4}{3} \cdot 2{,}5 = 3{,}33$ cbm Mörtelbestandteile; davon sind $\frac{1}{4}$ Zement und $\frac{3}{4}$ Sand, mithin:

$$\text{Zement: } \frac{3{,}33}{4} = 0{,}833 \text{ cbm, oder, da } 0{,}125 \text{ cbm} = 1 \text{ Tonne,}$$

$$\text{so } \frac{0{,}833}{0{,}125} = 6{,}7 \text{ oder rd. 7 Tonnen Zement;}$$

$$\text{Sand: } 3{,}33 \cdot \frac{3}{4} = 2{,}498 \text{ cbm.}$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

5. Kalk-Zementmörtel, auch verlängerter Zementmörtel genannt, besteht aus Zement, Kalk (Kalkteig oder Wasserkalkpulver) und Mauersand. Er wird zu Mauerwerk und Beton verwendet und zwar in verschiedenen Mischungsverhältnissen, z. B. 1 Teil Zement, 0,5 Teile Kalk und 3 Teile Mauersand; diese 4,5 Bestandteile geben 3,5 Teile Mörtel.

6. Zement-Traßmörtel. Für manche Bauausführungen wird dieser Mörtel, bestehend aus Zementmörtel und Traßmörtel, in bestimmten Teilverhältnissen gemischt, angewendet.

7. Beton. Wie in Maurerarbeiten Seite 109 behandelt ist, kann Beton als Schütt- und Stampfbeton verwendet werden. Der Beton besteht aus Kleinschlag oder grobem Kies und Mörtel. Der Mörtel kann Zementmörtel, Traßmörtel oder Zement-Traßmörtel sein. Man spricht dementsprechend von Zementbeton, Traßbeton oder Zement-Traßbeton. Der Zementbeton ist häufiger als der Traß- und Zement-Traßbeton. Stampfbeton wird mit erheblich weniger Wasser bereitet als der Schüttbeton.

Anm. Bisweilen wird sowohl Schüttbeton wie Stampfbeton, der Billigkeit wegen, unter besonderen Verhältnissen aus Zement und sogen. Betonkies gemischt; dieser ist ein natürliches Gemenge aus groben Kiesstücken und grobem Mauersande.

Das Mischungsverhältnis des Mörtels für Schüttbeton und Stampfbeton ist je nach dem Zwecke sehr verschieden. Im allgemeinen ist anzunehmen, daß zu 1 cbm Schüttbeton gehören 0,90 cbm Kleinschlag oder grober Kies und 0,460 cbm Mörtel, zu Stampfbeton 0,80 cbm Kleinschlag oder grober Kies und 0,460 cbm Mörtel.

Der Mörtel zum Beton kann in den verschiedensten Verhältnissen gemischt werden, je nach dem Zweck des zu erzielenden Betonkörpers (vergl. die Mörteltafel, Anhang). Ein sehr häufig vorkommendes Gemisch des Zementmörtels für Schüttbeton und für Stampfbeton ist ein Teil Zement und drei Teile Sand, wie unter Ziffer 4 näher beschrieben ist.

Aufgabe: Wieviel cbm Zement, Sand und Kleinschlag gehören zu 1 cbm Zement-Schüttbeton bei der Mörtelmischung 1 : 3, und wie ist das Teilverhältnis von Zement und Sand zum Kleinschlag bei dieser Mörtelmischung?

Auflösung: Die vier Mörtelbestandteile des Zementmörtels 1 : 3 geben drei Teile Mörtel. Demnach gehört zu 1 cbm Schüttbeton:

$$\text{Zement: } 0{,}46 \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{4} = 0{,}153 \text{ cbm},$$

$$\text{Sand: } 0{,}46 \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{3}{4} = 0{,}460 \text{ „ ,}$$

$$\text{Kleinschlag, wie vorher erwähnt} = 0{,}90 \text{ „ .}$$

Nach vorstehendem verhalten sich die Bestandteile eines cbm Schüttbeton mit Zementmörtel 1 : 3 wie 0,153 : 0,460 : 0,90 oder annähernd wie 1 : 3 : 6.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Man sagt daher auch: der Schüttbeton mit Zementmörtel 1 : 3 hat das Mischungsverhältnis 1 : 3 : 6.

In der Regel wird auch der Kleinschlag nach den betreffenden Teilverhältnissen abgemessen. Es werden also in diesem Falle immer nacheinander eine Karre Zement, drei Karren Sand und sechs Karren Kleinschlag zur Mischung herbeigeschafft. Soll zum vorliegenden Mörtel anstatt Sand und Kleinschlag Betonkies verwendet werden, so würden, da Sand und Kleinschlag $3 + 6 = 9$ Teile ausmachen, 9 Teile Betonkies auf 1 Teil Zement zu nehmen sein, besser aber nur 8 Teile Betonkies auf 1 Teil Zement, da der Betonkies weniger wirksam ist, als guter Sand und Kleinschlag. Da für 1 cbm Beton die Menge des Kleinschlages immer ungefähr 0,90 cbm und die Menge des Mörtels 0,46 cbm beträgt, so wird bei anderen Mörtelmischungen als 1 : 3 das Teilverhältnis von Zement zu Sand und Kleinschlag immer von der Menge des Zementes und Sandes abhängen; die Zementmenge ist dann für das Teilverhältnis immer als Einheit zu setzen.

Mischung des Betons.

Zement-Schüttbeton. Zum Mischen gehören zwei Mörtelbänke (Betonpritschen). Zuerst wird auf der einen Mörtelbank der erforderliche Zementmörtel gemäß Ziffer 4 unter spärlichem Wasserzusatz bereitet, inzwischen wird auf der zweiten Mörtelbank daneben der angefeuchtete Kleinschlag ausgebreitet. Die Anfeuchtung geschieht in den Karren, mit welchen der Kleinschlag angefahren wird. Der Boden der Karren besteht aus einem Rost aus Eisenstäben. Das über den Kleinschlag gegossene oder unter Druck gespritzte Wasser läuft durch den Boden ab. Hierdurch werden zugleich die an den Steinen haftenden Staubteile abgewaschen.

Der Zementmörtel wird alsdann von der ersten Bank über den Kleinschlag in der zweiten Bank verteilt und das Ganze so lange umgeschaufelt, bis alle Steine gänzlich von Mörtel umgeben erscheinen.

Beim Zement-Stampfbeton wird ebenso verfahren, nur daß so wenig Wasser zugesetzt wird, bis das fertige Gemenge eben erdfeucht ist.

Beim Traßmörtelbeton wird der Traßmörtel ebenfalls erst für sich gemischt (vergl. Ziff. 3) und dieser dann mit dem Kleinschlag gemengt.

Mit den Betonmischmaschinen auf größeren Baustellen wird nach denselben Gesichtspunkten gemischt. Für Zement-Stampfbeton werden die Bestandteile Zement, Sand und Kleinschlag meistens gleichzeitig in die drehbare Mischtrommel hineingegeben und das Ganze mit einem bestimmt abgemessenen Wasserzusatz innig vermischt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt II.

Zimmerarbeiten.

A. Allgemeines.

Über Bauhölzer vergl. Baustofflehre, Seite 29; die Benennungen der Hölzer hinsichtlich ihrer Bearbeitung sind dort aufgeführt. Hinsichtlich ihrer Lage und Stellung im Bauwerk tragen die Hölzer folgende Bezeichnungen:

Balken nennt man ein stärkeres Bauholz, das über zwei oder mehr Stützen frei schwebend zu liegen kommt; einen stärkeren Balken nennt man auch einen Träger.

Unterzug ist ein Balken, der quer unter anderen Balken liegt und diese — meist in der Mitte — unterstützt.

Schwelle ist ein Bauholz von mäßiger Stärke, das, in ganzer Länge aufliegend, die Grundlage für andere liegende oder stehende Hölzer bildet.

Mauerlatte ist eine Schwelle, die auf Mauerwerk aufliegt und Balken unterstützt.

Fußbodenlager sind schwache Hölzer zur Unterlage für die Fußbodenbretter.

Stiele, Pfosten und Säulen sind senkrecht stehende Hölzer.

Holm, Rahmholz, Rahmen oder Rähm, Pfette sind wagerecht liegende Hölzer, die auf Stielen, Pfosten oder Säulen ruhen und meistens Balken, Schwellen oder Sparren tragen.

Sparren sind schräg liegende Hölzer, die zur Herstellung der Dächer dienen.

Streben sind schräg stehende Hölzer, die zur festen Versteifung oder Verstrebung anderer Hölzer dienen, z. B. zur Verstrebung eines Stieles gegen eine Schwelle oder gegen einen Balken.

Kopfbänder sind kleinere Streben.

Zangen sind hochkantig liegende Bohlen, durch welche mehrere meist stehende Hölzer fest verbunden werden, z. B. Stiele und Streben. Die Zangen sind dann mit jedem dieser Hölzer fest verbolzt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zwei Zangen nebeneinander heißen eine Doppelzange.

Schwerter sind zwei kreuzweise angebrachte Zangen.

Riegel sind kurze, wagerecht liegende Hölzer, die zwischen Stielen, auch zwischen Stielen und Streben eingefügt sind.

Handleisten oder Geländerholme sind schwache wagerechte Hölzer bei Geländern; sie ruhen auf den Stielen. Die obere Seite der Handleisten ist abgerundet.

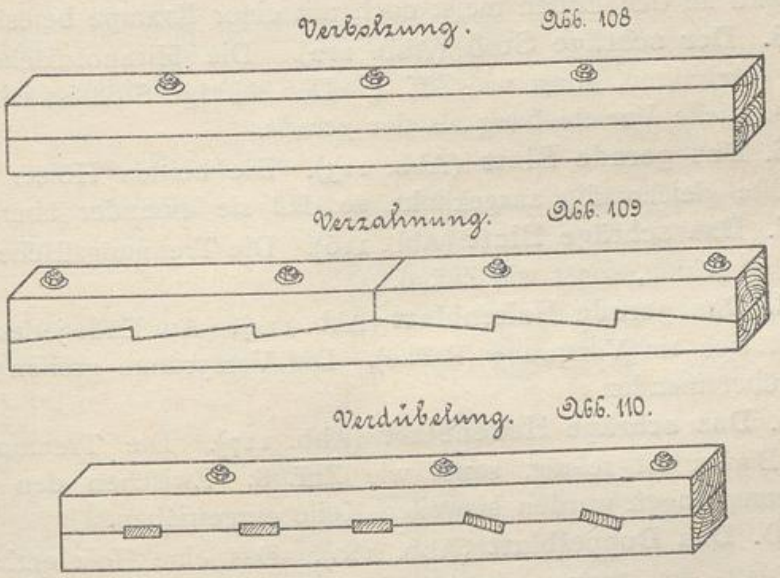
Knaggen sind kurze, meist abgeschrägte Hilfshölzer, die an andere Hölzer angenagelt oder geschraubt werden zur Erleichterung mancher Holzverbindungen.

B. Holzverbände.

(Es werden nur die wichtigsten und gebräuchlichsten Verbindungen aufgeführt.)

a) Verbindung von längs aufeinander liegenden Hölzern (Abb. 108 bis 110).

1. Einfache Verbolzung (Abb. 108). Die beiden übereinander liegenden Hölzer sind mit Schraubenbolzen fest verbunden. Die beiden



Hölzer sind so tragfähiger, als wenn sie lose — unverschraubt — übereinander liegen. Beide zusammen nennt man einen verschraubten Träger.

2. Verzahnung (Abb. 109). Die übereinander liegenden Hölzer sind durch Zahnung und Schraubenbolzen zu einem Träger fest verbunden. Man nennt ihn einen verzahnten Träger. Die Zähne bewirken in Verbindung mit der Verschraubung, daß das obere Holz

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

sich auf dem unteren Holz nirgends verschieben kann, so daß beide Hölzer nur einen einheitlichen Tragbalken bilden.

Das obere Holz kann bei großer Länge auch in der Mitte durch eine Fuge in zwei Hölzer geteilt sein. Diese beiden Hölzer drücken, wenn der Träger belastet wird, mit ihrem Hirnholz gegeneinander. Ein Ausweichen findet also nicht statt. Verzahnte Träger kommen bei weit gespannten Holzbrücken häufig vor.

3. Verdübelung (Abb. 110). An Stelle der Verzahnung sind in der Fuge zwischen dem oberen und unteren Holze Dübel aus hartem Holze eingesetzt (wagerechte oder Schrägdübel); auch diese wirken einer Verschiebung der Hölzer entgegen. Am wirksamsten sind die Schrägdübel. Man nennt den so gebildeten Träger einen verdübelten Träger. (Weiteres siehe in Brückenbau.)

b) Verbindung von längs aufeinander stoßenden Hölzern.

4. Der gerade Stoß (Abb. 111). Das Hirnholz des einen Holzes stößt einfach gegen das Hirnholz des anderen. Über die Fuge wird eine eiserne Klammer geschlagen oder ein eisernes Band genagelt bezw. angeschraubt, bisweilen auch eins auf jeder Seite. Das Band wird an den Enden meist noch mit einer Krampe befestigt.

5. Der schräge Stoß (Abb. 112). Die Hirnholzflächen sind schräg geschnitten, sonst wie Ziff. 4. Der schräge Stoß ist wirksamer gegen seitliche Verschiebung als der gerade.

6. Das gerade Blatt (Abb. 113). Die beiden Hölzer sind je zur Hälfte gleichmäßig ausgeklinkt, so daß sie einander überdecken.

7. Das schräge Blatt (Abb. 116). Die Trennungsfläche beider Blätter ist schräg, sonst wie Ziff. 6.

8. Das gerade Hakenblatt (Abb. 114). Am Ende jedes Blattes befindet sich ein Vorsprung (Backe). Die Vorsprünge greifen hakenförmig übereinander.

9. Das schräge Hakenblatt (Abb. 117). Die Trennungsfuge beider Blätter ist schräg, sonst wie Ziff. 8. Zwischen den beiden Hakenvorsprüngen werden bisweilen Keile eingetrieben.

10. Das Doppelblatt (Abb. 120). Das eine Holz enthält ein Doppelblatt, das andere ein einfaches Blatt. Letzteres wird in das Doppelblatt eingeschoben.

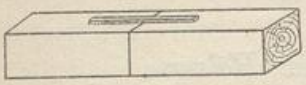
c) Verbindung von winklig aneinander stoßenden Hölzern.

11. Die Ecküberblattung (Abb. 115). An beide Hölzer ist ein Blatt angearbeitet mit schräger Berührungsfläche; diese wirkt einer seitlichen Verschiebung besser entgegen als eine wagerechte Fläche.

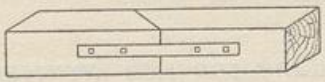
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der Stoß.

Abb. 111. gerade



schräg Abb. 112.



Gerades Blatt.

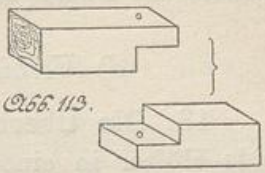
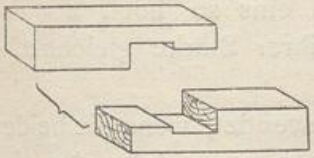


Abb. 113.

Hakenblatt. Abb. 114.



Eck-Überblattung.

Abb. 115.

Schräges Blatt.

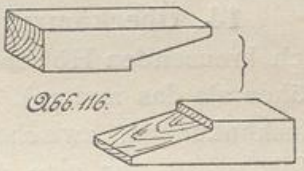


Abb. 116.

Schräges Hakenblatt mit Keil. Abb. 117.

Überblattung.

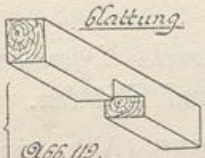
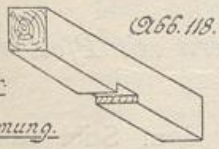
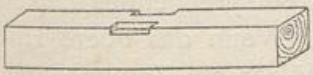


Abb. 118.



Überkämmung.



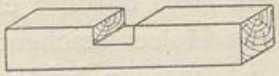
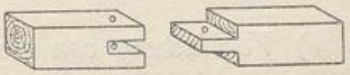


Abb. 119.

Doppelblatt. Abb. 120.



Scherzapfen.

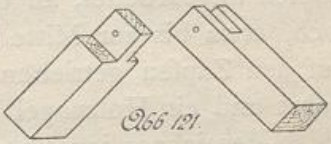
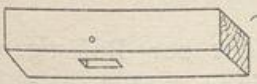
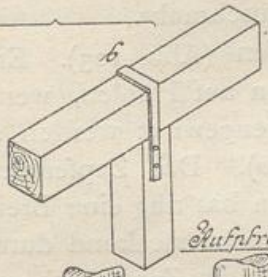


Abb. 121.

Einfache Verzapfung.





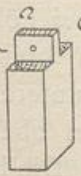


Abb. 122.

Grundzapfen.

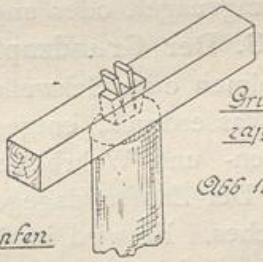


Abb. 123.

Aufklauung.

Abb. 124.

Aufkropfen.

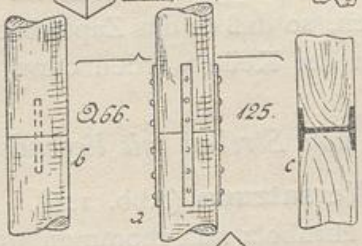


Abb. 125.

Versatzung.

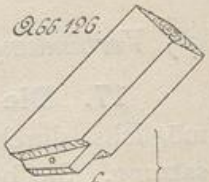


Abb. 126.

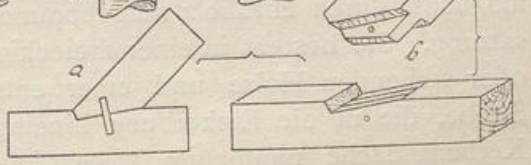


Abb. 127. Die Spundung. Abb. 128.

12. Der Scherzapfen (Abb. 121). Die beiden Hölzer sind zugerichtet wie beim Doppelblatt, Ziff. 10. Der Scherzapfen kommt besonders bei Dachsparren vor.

d) Verbindung von sich kreuzenden Hölzern.

13. Die Überblattung (Abb. 119). Sie wird angewendet, wenn beide Hölzer in einer Ebene liegen (nämlich eins so hoch als das andere). Beide Hölzer sind um die Hälfte ihrer Stärke gleichmäßig ausgeklinkt.

14. Überkämmung (Abb. 118) wird angewendet, wenn die beiden sich kreuzenden Hölzer in verschiedenen Ebenen liegen (also das eine höher als das andere). Das untere Holz erhält an der Oberseite zwei Ausklinkungen, zwischen welchen ein Steg stehen bleibt; das obere Holz erhält nur eine Ausklinkung, in welche der Steg des unteren Holzes hineinpaßt.

e) Verbindung von wagerecht liegenden Hölzern mit Pfosten und Pfählen.

15. Einfache Verzapfung (Abb. 122). An dem Stiel ist ein Zapfen angearbeitet, an dem Holz darüber ein entsprechendes Zapfenloch, etwa bis zur Mitte des Holzes reichend. Wenn das obere Holz auf den Zapfen getrieben ist, werden beide Hölzer am Zapfen durchbohrt und ein Holznagel hindurchgetrieben (siehe a) oder es wird, wie bei b gezeichnet ist, über beide Hölzer ein eiserner Bügel gelegt und dieser angenagelt oder angeschraubt.

16. Der Grundzapfen (Abb. 123). Er dient zur Befestigung von Holmen oder Schwellen auf Pfählen, wenn einem Abheben, z. B. durch Wasserdruck, entgegengewirkt werden soll (z. B. bei hölzernen Schleusen- und Wehrböden). Das Zapfenloch ist oben breiter als unten. Der Zapfen dagegen hat nur eine Breite wie die untere Breite des Loches. Er wird im Loche steckend durch Keile von oben auseinander getrieben, so daß er das Zapfenloch ganz ausfüllt. Die herausstehenden Enden der Keile werden dann abgeschnitten.

f) Verbindung von Streben mit liegenden oder stehenden Hölzern.

17. Die Versatzung (Abb. 126). Der Schub der Strebe muß möglichst durch Hirnholz aufgenommen werden. Dazu dient die Versatzung. Sie besteht in einer dreieckigen Einkerbung an dem liegenden oder stehenden Holze und einer entsprechenden Anarbeitung an der Strebe, die in die Einkerbung hineinpaßt. Der längere Schenkel der Kerbungsfläche nimmt im wesentlichen nur die Last der Strebe auf, der kurze Schenkel (Hirnholz) den Schub. Die versatzten Hölzer

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

werden entweder noch durch seitliche Eisenklammern befestigt, vergl. a, oder es wird, wie bei b, an der Strebe ein Zapfen angearbeitet, während an dem anderen Holz in der Kerbe ein entsprechendes Zapfenloch eingearbeitet wird.

Nach Durchbohrung der Verzapfung kann dann ein hölzerner Nagel durchgetrieben werden.

18. Aufklauung (Abb. 124). Sie kommt vor, wenn ein liegendes Holz, z. B. ein Unterzug, durch zwei schräge Hölzer, z. B. zwei Streben, gehalten werden soll. In dem Hirnholz der Streben sind dreieckige Einschnitte für die Lagerung des liegenden Holzes gemacht; oft sind außerdem an den Streben Zapfen und an dem liegenden Holz Zapfenlöcher angearbeitet.

g) Verbindung von dicht nebeneinander stehenden oder liegenden Hölzern (Pfähle, Bohlen).

19. Die Spundung (Abb. 127 u. 128). Rammpfähle, Bohlen und Bretter, die eine dichte stehende Wand oder liegende Tafel bilden sollen, werden gespundet, d. h. jeder Pfahl, Bohle oder Brett erhält an einer Seite eine Nut und an der anderen eine dazu passende Feder. Die Hölzer werden durch Hineinschieben der Feder in die Nut dicht zusammengepaßt und ineinander getrieben. Abb. 127 zeigt die Quadratspundung, Abb. 128 die Keilspundung.

h) Verbindung von übereinander gestellten Hölzern.

20. Das Aufpfropfen (Abb. 125) kommt häufig vor bei starken Brückenpfählen, wenn der obere verfaulte Teil des Pfahles durch einen frischen ersetzt werden soll. Der untere Teil des Pfahles wird erst rechtwinklig abgeschnitten und das Hirnholz des oberen Verlängerungsteiles aufgesetzt. Zur sicheren Verbindung gegen Verschieben dienen über beide Hölzer genagelte oder angeschraubte eiserne Bänder (siehe a) oder ein eiserner Dorn, der in eine Bohrung beider Hölzer hineinreicht (siehe b), oder ein eiserner Schuh, der auf das untere entsprechend angearbeitete Holz aufgesetzt ist und in den das obere Holz eingesetzt wird (siehe c).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 12.

Eisenteile.

Hier werden nur einige Eisenteile behandelt, die bei der Ausführung von Maurer-, Zimmer- und Schiffbauerarbeiten Anwendung finden, einschließlich Ketten und Drahtseile.

1. Nägel und Holzschrauben. Die Nägel werden als geschmiedete oder aus Draht als Drahtstifte hergestellt. Erstere sind, weil mit der Hand hergestellt, teurer, sie sind aber zäher und haften besser im Holz als Drahtstifte. Nägel kommen in Paketen, nach Gewicht und mit Angabe der Stückzahl, in den Handel. Man unterscheidet:

a) Schmiedeeiserne Schiffs-, Floß- oder Sparrennägel mit viereckigem Querschnitt und dachförmigem Kopf (12 bis 30 cm lang, 1 bis 2 cm dick),

Bodennägel (Bodenspieker) ebenfalls vierkantig mit flachem Kopf (9 bis 11,5 cm lang),

Lattnägel, desgl. (die ganzen 8 cm, die halben 7 cm lang) und andere kleinere Nagelsorten.

b) Drahtstifte.

Bau- und Schreinerstifte mit flachem, unten kegelförmigem Kopf; der obere Teil „Hals“ ist zum besseren Halten aufgerauht, der Schaft und die Spitze sind vierkantig (Länge 6 bis 24,5 cm).

Tischlerstifte (1,5 bis 5,3 cm lang) haben runden Kopf und Schaft. Wenn die Holzfläche glatt sein muß, werden die Nagelköpfe mit dem Nageleisen versenkt, d. h. bis unter die Oberfläche des Holzes eingetrieben und dann das Loch verkittet.

Im allgemeinen sind die Schreinernägel den runden Drahtstiften vorzuziehen, weil sie wegen ihrer kantigen Gestalt im Holze fester

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

haften. Im Hirnholz sitzen die Nägel weniger fest als im Querholz; für ersteres müssen daher längere Nägel eingeschlagen werden.

Für festere Verbindungen kommen Holzschrauben in Betracht. Sie werden aus Eisendrat gefertigt und mit scharf geschnittenen Schraubengewinden versehen, ferner Schraubenbolzen, vergl. Abb. 130.

Zum Schutze gegen Rost werden Nägel verzinkt. Der Kopf wird durch Anstrich geschützt.

2. Scharnierbolzen dienen zur Befestigung von Eisenteilen, die gegeneinander beweglich bleiben sollen. Es sind runde, glatt abgedrehte Eisenstäbe, die an einem Ende mit einem festen Kopf, dem Bolzenkopf (oder mit Schraubengewinden und einer Mutter) versehen sind. Das andere Ende ist nach der Art der Verbindung verschieden ausgebildet; oft ist ein Loch darin und durch dieses ein Splint gesteckt (Abb. 129). Die einzelnen verbundenen Teile können sich hierbei um den Scharnierbolzen drehen. Nach der Stärke des Bolzendurchmessers (d) werden die anderen Abmessungen bestimmt.

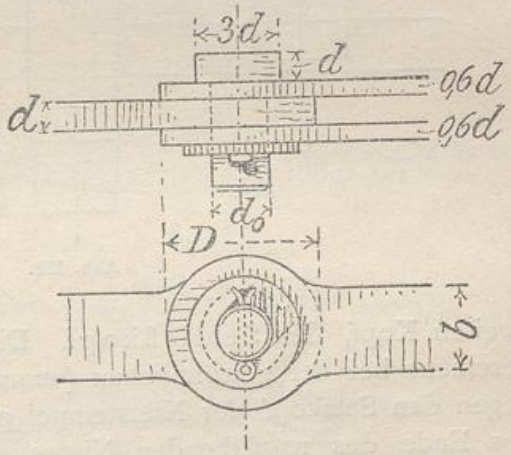


Abb. 129.

3. Schraubenbolzen (Abb. 130) sind den vorigen ähnlich; nur ist hier das eine Ende mit einem festen vier-, sechskantigen oder

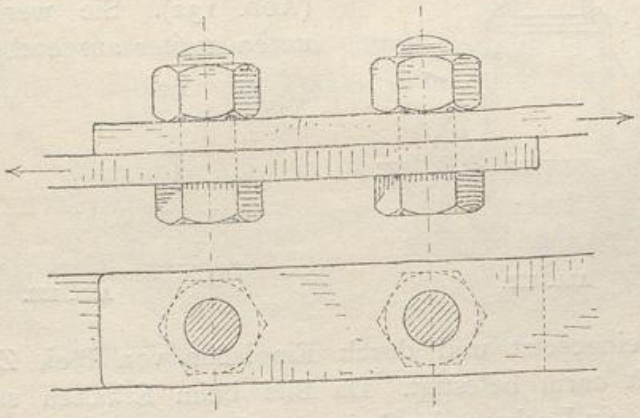


Abb. 130.

runden Kopf, das andere Ende mit einem scharfgängigen Gewinde und entsprechender Schraubenmutter versehen. Der Schaft zwischen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kopf und Mutter ist oft sehr lang, je nach der Stärke der verbundenen Teile.

4. Niete (Abb. 131) sind glatte Bolzen aus Rundeisen mit einem bereits vorgebildeten Kopf, dem Setzkopf. Das andere Ende erhält erst nach dem Durchstecken des Nietbolzens durch das Nietloch den

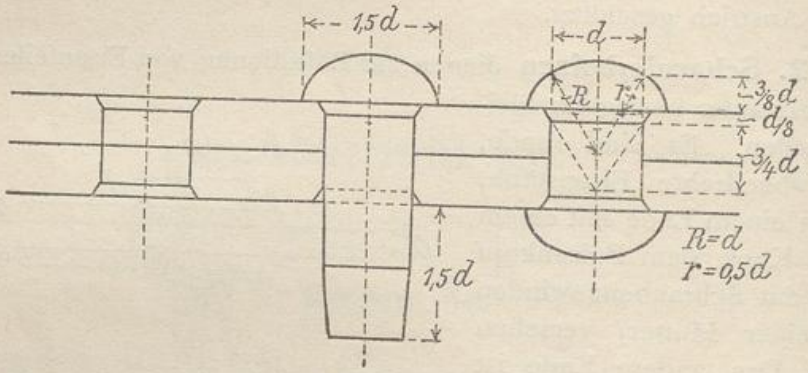


Abb. 131.

zweiten Kopf, den Schließkopf. Die Herstellung des Schließkopfes geschieht bei der gewöhnlichen (warmen) Nietung in der Weise, daß gegen den Setzkopf der Nietstempel gesetzt, dann mit dem Hammer das Ende des rotglühenden Nietes gestaucht und mit dem Schellhammer durch Schlagen mit Aufschlaghämmern die richtige Form des Schließkopfes geschlagen wird. In Abb. 131 ist außerdem ein Niet mit versenkten Köpfen dargestellt.

5. Steinschrauben. Dies sind runde oder vierkantige, an dem Schaft mit Widerhaken, an dem runden Kopfende mit einem Schraubengewinde versehene Eisenbolzen (Abb. 132). Sie werden in nach unten weiter ausgearbeitete Löcher

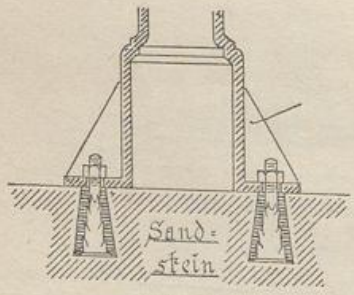


Abb. 132.

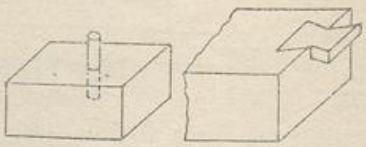


Abb. 133.

der Steine eingesetzt und durch Eingießen von Blei, Zement, Gips oder Asphalt darin befestigt. Da Blei beim Erkalten schwindet, so muß es, um ein Lockern der Steinschraube zu verhindern, beigetrieben werden.

6. Dübel (Abb. 133) sollen das Verschieben von einzelnen Bauteilen (Werksteinen) gegen einander verhindern, ebenso Klammern.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abb. 133 zeigt den einfachen Dübel oder Dollen und den Schwalbenschwanzdübel.

7. Klammern kommen auch bei verschiedenen Holzkonstruktionen, wie Gerüsten und dergleichen. vor. Sie haben zwei umgebogene Spitzen, welche in die zu verbindenden Holzteile eingeschlagen werden.

8. Anker sind runde oder vierkantige Eisenstangen, deren Enden durch Splinte oder durch Ankerplatten (nebst Schraubenmuttern) abgeschlossen sind. Zur Anspannung der Anker werden Schlösser (Abb. 134) oder Keilverbindungen (Abb. 135) eingelegt.

Abb. 134.

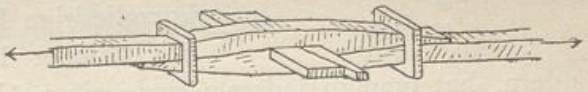


Abb. 135.

Balkenanker (Abb. 136 bis 138) verbinden Balken oder Träger mit dem Mauerwerk.

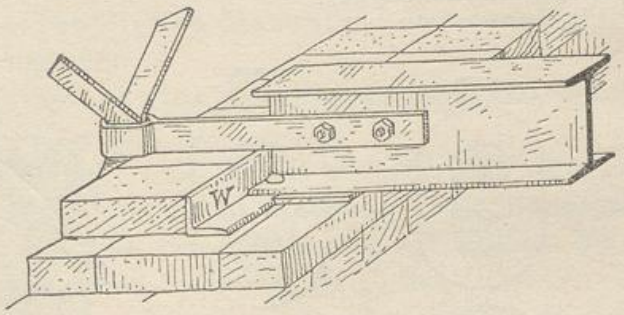


Abb. 136.

Die Zugschiene wird an einem Ende mittels Krampe und Nägeln oder Schrauben an dem Balken oder Träger seitlich befestigt, das andere

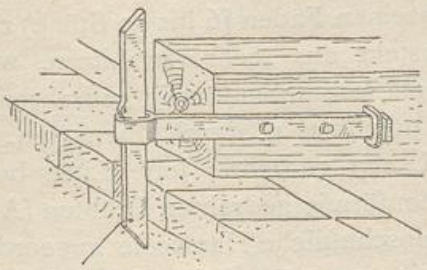


Abb. 137.

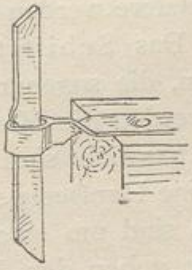


Abb. 138.

Ende wird eingemauert oder durch die Mauer nach außen geführt; es ist mit Splint oder Platte (Ankerplatte) versehen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

9. Stützhaken werden zum Aufhängen von Türen oder Toren verwendet. Der gewöhnliche Spitzhaken (einfacher Stützhaken) ist zum Einschlagen in Holz, der Stützhaken mit Schraube (Abb. 139) zum Befestigen in Mauerwerk geeignet.

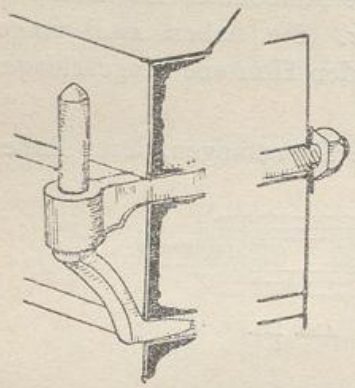
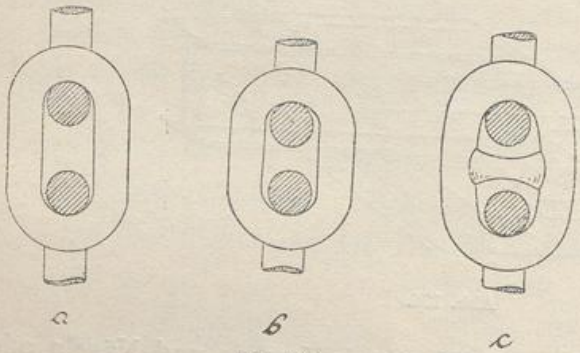


Abb. 139.

Besondere Eisenarbeiten kommen bei den Schleusentoren vor und werden dort besprochen (vergl. Abschnitt 24, Schiffsschleusen).

10. Ketten. Sie können Glieder- oder Gelenkketten sein. Die gewöhnlichen Gliederketten (Schiffs- oder Kranenketten, Abb. 140) bestehen aus einzelnen Gliedern (Schaken). Siehe *a* und *b* (*a* ist die langgliedrige und *b* die kurzgliedrige Kette). Um das Ausrecken der Glieder bei starkem Zuge zu verhindern, hat man in jedem Gliede einen Quersteg angebracht. Diese Ketten, welche bei der Marine vielfach in Gebrauch sind, heißen dann Stegketten (Abb. 140, siehe *c*). Gelenkketten bestehen aus Flacheisen (Laschen), welche durch Bolzen zu einer Kette verbunden werden, z. B. die Ketten der Eimerkettenbagger.



a *b* *c*

Abb. 140.

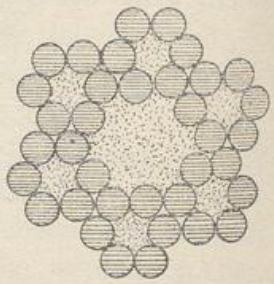


Abb. 140a.

11. Seile. Hanfseile sind aus mehreren Litzen (Bündeln) hergestellt; letztere werden aus einzelnen Fäden (6 bis 50 Stück) zusammengedreht. Das Schiffstau besteht aus mehreren Litzen, welche um einen Kern, die sogenannte Seele, schraubenförmig gedreht sind. Zum Schutze werden die Hanfseile mit Teer u. dergl. überzogen.

Drahtseile sind aus Litzen gedreht. Jede Litze besteht aus den um eine Hanfseele schraubenförmig gedrehten Drähten (Abb. 140a). Die Litzen sind um eine gemeinschaftliche Hanfseele angeordnet. Die Hanfseelen geben dem Drahtseil eine größere Geschmeidigkeit. (Über die Gewichte der Ketten und Seile siehe Anhang.)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 13.

Dampfmaschinen.

A. Allgemeines.

Eine Dampfmaschine ist eine Maschine, bei welcher die Spannkraft (Ausdehnung) des Dampfes zur Erzeugung einer Bewegung und Kraftleistung dient. Sie besteht aus dem Dampferzeuger (Dampfkessel) und aus der eigentlichen Maschine; dieser wird mittels Rohrleitung der Dampf zugeleitet.

Die Dampfentwicklung beginnt im Kessel, sobald das Wasser etwa auf 100° C. erhitzt ist.

Die Spannkraft (der Druck) des Dampfes wird durch die vorhandene Anzahl Atmosphären bestimmt. Eine Atmosphäre ist gleich dem Drucke der Luft; dieser ist 1,0 kg auf 1 qcm. Bei zunehmender Dampfentwicklung und Spannung steigt der Druck auf das Doppelte, Dreifache usw. des Luftdruckes. Da dem Drucke im Kessel stets der äußere Luftdruck entgegenwirkt, so ist der wirksame Druck im Kessel und auf die Maschine stets um eine Atmosphäre niedriger als der eigentliche Dampfdruck. Diesen wirklichen Druck nennt man den Überdruck des Dampfes. Herrscht z. B. im Kessel ein Druck von drei Atmosphären, so wirkt auf das Hinausdrängen nur ein solcher von zwei Atmosphären.

Durch zu starkes, unsachgemäßes Feuern kann der Dampf eine so hohe Spannung erreichen, daß die Kesselwandung dem Überdruck nicht mehr widersteht und zerreißt (der Kessel explodiert).

B. Dampfkessel.

1. **Kesselgattungen.** Es gibt:
   a) Kessel mit äußerer Heizfläche, bei welchen das Feuer die Außenfläche bestreicht;
   b) Kessel mit äußerer und innerer Heizfläche.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zu letzteren gehört z. B. der Einflammrohrkessel mit Unterfeuerung (Abb. 141), der Flammrohrkessel (Cornwallkessel) mit

Abb. 141.

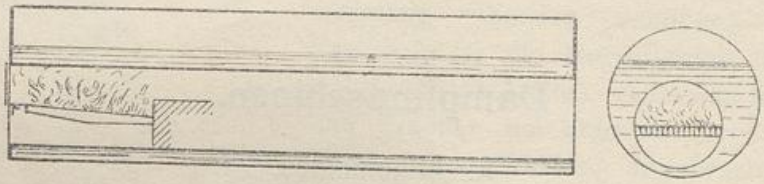


Abb. 142.

Innenfeuerung (Abb. 142) und der Lokomotivkessel (Abb. 143). Bei letzterem ist die Feuerbüchse *F* innerhalb des Kessels gelegen, eine Anzahl Feuerrohre *r*, die wagerecht angeordnet sind, führen durch das Wasser; durch sie streicht die Feuerluft nach dem Schornstein. Hierdurch wird eine große Heizfläche und Dampfentwicklung bei kleinem Raume erzielt.

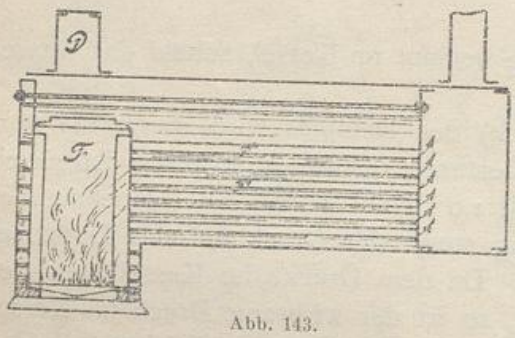


Abb. 143.

Die Schiffskessel haben sehr verschiedene Formen, je nach dem Dampfdruck, welchem sie ausgesetzt sind und dem zur Verfügung stehenden Raume. Kessel für mehr als fünf Atmosphären Überdruck nennt man Hochdruckkessel.

2. Die einzelnen Teile des Kessels sind: der Feuerraum, die Feuerzüge, der Wasser- und Dampfraum.

Die Feuerung muß so beschaffen sein, daß sie die Kohlen möglichst vollständig verbrennen läßt. Sie besteht aus dem Rost, dem Aschenfall und dem Verbrennungsraum. Hinter dem Rost befindet sich die Feuerbrücke; vorn ist der Feuerraum durch die Feuertür geschlossen.

Der am meisten gebräuchliche Rost ist der Planrost (Abb. 144), früher meist aus Gußeisen, neuerdings meist aus dünneren schmiedeeisernen Stäben (Abb. 145) hergestellt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Vom Feuerraume gelangen das Feuer und die heißen Gase in die Feuerzüge; diese werden bei äußerer Heizfläche durch die

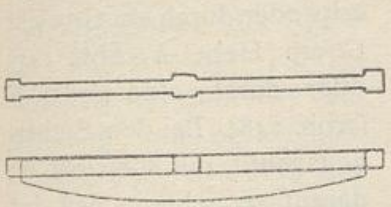


Abb. 144.

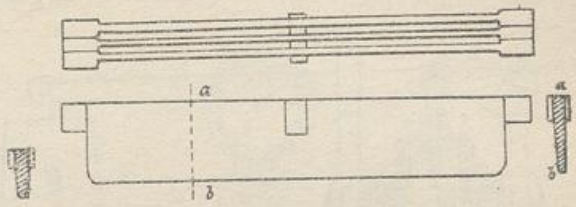


Abb. 145.

Zwischenräume zwischen der Kesselfläche und dem anschließenden Mauerwerk, bei innerer Heizfläche nur durch Kesselflächen (Rohre) gebildet.

Im letzten Feuerzuge (Fuchs), kurz vor dem Schornstein, ist eine Klappe zur Regelung des zur Verbrennung nötigen Luftzuges angebracht.

3. Ausrüstung (Armatur) der Dampfkessel. Durch Reichsgesetz vom 5. August 1890 sind die zur Sicherheit des Betriebes erforderlichen Teile vorgeschrieben:

a) Zur Speisung des Kessels mit Wasser müssen zwei voneinander unabhängige, zuverlässige Vorrichtungen (Pumpen), ferner ein Speiseventil vorhanden sein, welches bei Abstellung der Speisevorrichtung durch den Druck des Kesselwassers geschlossen wird.

Die Speisevorrichtungen können Kolbendruckpumpen oder Dampfstrahlpumpen (Injektoren) sein. Die Kolbendruckpumpen (gewöhnlich Speisepumpen genannt) können mit der Hand oder mit Dampf betrieben werden.

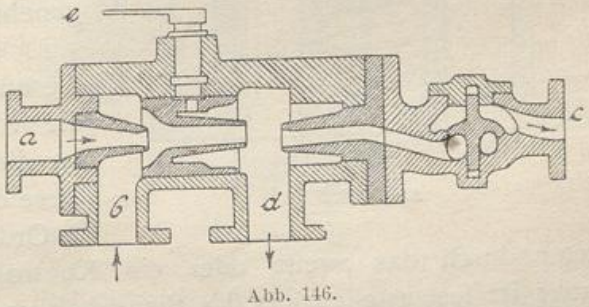


Abb. 146.

Bei dem Injektor (Abb. 146) wird, nachdem der Dampf- und der Wasserzufluß geöffnet sind, durch den bei *a* zuströmenden Dampf im ersten Teil ein luftleerer Raum erzeugt; infolgedessen wird bei *b* Wasser angesaugt, das bei *c* in den Kessel gedrückt wird. Das überflüssige Wasser fließt bei *d* ab (Schlabberrohr). Der Hebel *e* dient zur Verstellung des mittleren Rohr (Düsen-)stückes und Regelung des Wasserzuflusses.

b) Die Sicherheitsvorrichtungen.

Jeder Kessel muß mit wenigstens einem Sicherheitsventil versehen sein; Dampfschiffs- und Lokomotivkessel müssen deren zwei haben. Bei ersteren muß das eine Ventil vom Verdeck leicht zu übersehen sein.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Sicherheitsventil dient zum selbsttätigen Abblasen des zu hoch gespannten Dampfes. Die Belastung des Ventiles v erfolgt entweder durch ein Gewicht G am Hebel h (Abb. 147) oder durch eine Feder F (Abb. 148). Bei dem Sicherheitsventil mit Gewicht ist darauf zu achten, daß das Gewicht nicht vermehrt oder verschoben wird.

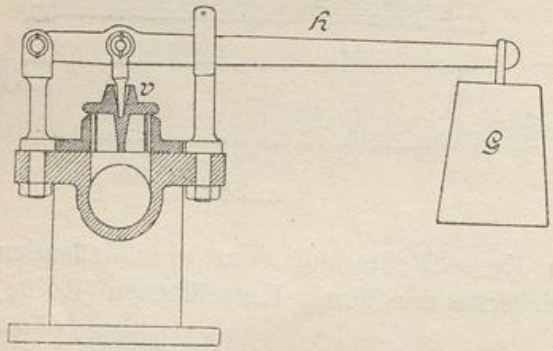


Abb. 147.

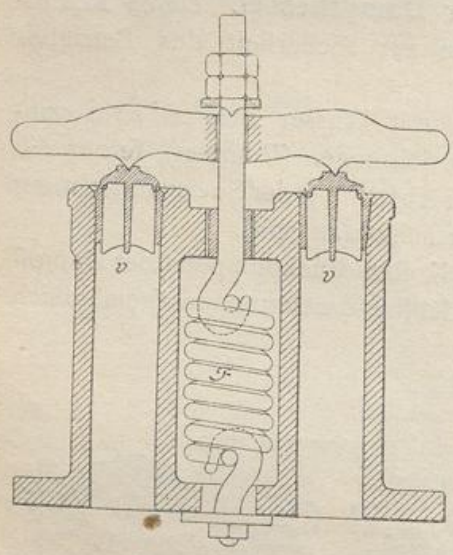


Abb. 148.

c) Zur weiteren Sicherheit dienen die Manometer m (Abb. 149), von denen an Dampfschiffskesseln mindestens zwei erforderlich sind; hiervon muß eins vom Verdeck aus leicht sichtbar sein. Meist gebräuchlich ist das Federmanometer, bei welchem die vorhandene Dampfspannung in Atmosphären durch einen Zeiger angegeben wird (m). Ein roter Strich kennzeichnet den höchstzulässigen Dampfdruck, auf welchen der Kessel geprüft und genehmigt ist.

Sobald das Manometer diesen Druck anzeigt, müssen die Sicherheitsventile abblasen. Ist dies nicht der Fall, so sind diese oder das Manometer nicht in Ordnung. Dann ist das Manometer durch das zweite oder ein Kontrollmanometer[1]) zu prüfen; ferner ist festzustellen, ob das Sicherheitsventil nicht zu stark belastet ist oder das Gewicht verschoben ist.

d) Zur Erkennung des Wasserstandes im Kessel dienen die Wasserstandsgläser (*wg* in Abb. 149), deren zwei an Schiffskesseln angebracht sein müssen, ferner zwei Probierhähne p_1 und p_2, deren unterster in der Ebene des festgesetzten niedrigsten Wasserstandes w liegt. Letzterer muß an jedem Wasserstandsglase und an der Kesselwandung durch eine deutlich erkennbare Marke bezeichnet sein (siehe in Abb. 149).

[1]) Das Kontrollmanometer wird an den sog. Kontrollflansch k angeschraubt.

e) Endlich muß an jedem Kessel an leicht sichtbarer Stelle das Fabrikschild befestigt werden, auf welchem die zulässige höchste Dampfspannung, der Name der Fabrik, die Fabriknummer, das Jahr der Anfertigung und bei Schiffskesseln auch das Maß des festgesetzten niedrigsten Wasserstandes angegeben sein müssen.

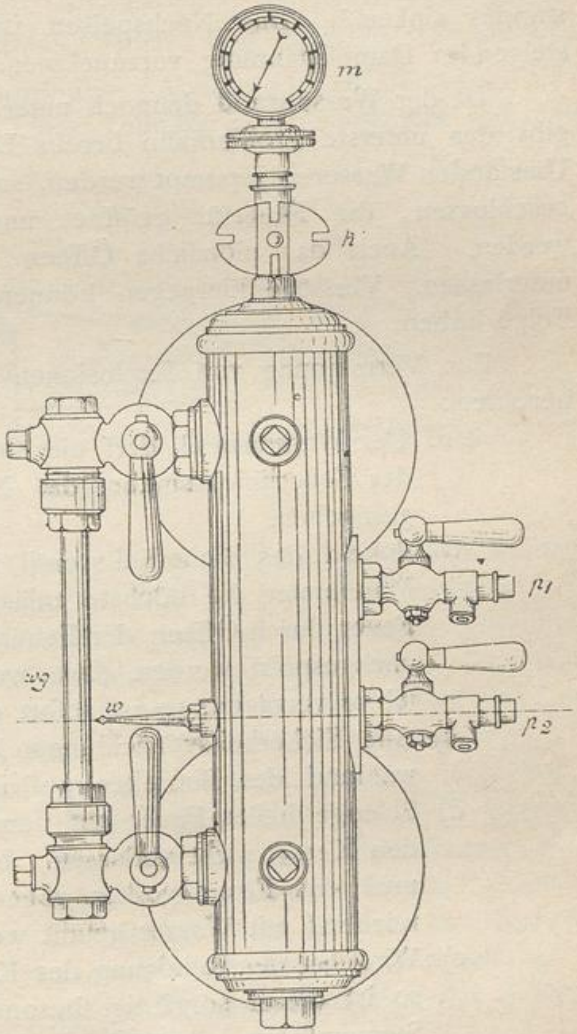


Abb. 149.

Zum Reinigen des Kessels dienen das Mannloch und die Schlammstutzen. Das Mannloch, welches eine längliche Form hat und 30 zu 40 cm groß ist, dient zum Einsteigen in den Kessel beim Reinigen oder Besichtigen und kann an verschiedenen Stellen der Kesselwand angebracht sein.

Die Schlammstutzen oder die Schlammlöcher befinden sich an der unteren Seite des hinteren Kesselendes.

Auf der Oberseite des Kessels ist der Dampfdom zur Ansammlung des Dampfes und zur Vergrößerung des Dampfraumes angebracht. Von ihm geht das Dampfrohr nach der Maschine, das mit einem Dampfventil geschlossen werden kann.

4. Betrieb des Kessels. Jeder Kessel darf erst in Betrieb genommen werden, nachdem die Abnahme durch den zuständigen Beamten stattgefunden hat und diese Abnahme ordnungsmäßig bescheinigt ist.

Wenn ein Kessel in Betrieb gesetzt werden soll, so ist er zunächst zu speisen; dabei sind die Ventile zum Ausströmen der Luft zu öffnen. Das Wasser wird bis 15 cm über die Feuerlinie angefüllt. Darauf sind die Ventile zu schließen; alsdann ist mit dem Anheizen zu beginnen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beim Beginn der Dampfentwicklung ist darauf zu achten, daß stets mindestens 10 cm Wasser über der Feuerlinie bleiben d. h. der Wasserstand darf nicht unter die Marke des festgesetzten niedrigsten Wasserstandes sinken.[1]) Das Nachspeisen ist bei lebhaftem Feuer und steigender Dampfspannung vorzunehmen.

Ist der Wasserstand dennoch unter die Feuerline gesunken, und gibt der unterste Probierhahn bereits Dampf, so darf unter keinen Umständen Wasser zugepumpt werden, sondern es muß der Zugschieber geschlossen, die Feuertür geöffnet und das Feuer herausgezogen werden. Auch das plötzliche Öffnen der Sicherheitsventile ist zu unterlassen. Verstöße hiergegen können leicht Kesselexplosionen zur Folge haben.

Zur Vermeidung von Explosionen sind folgende Maßregeln zu beachten:

a) Der Wasserstand darf nie unter die Marke (10 cm über der Feuerlinie) sinken, das Nachspeisen muß gleichmäßig geschehen.

b) Sobald das Sicherheitsventil abzublasen beginnt und das Manometer die höchste zulässige Spannung zeigt, ist das Feuer durch Öffnen der Feuertür zu mäßigen. Kann nicht nachgespeist werden, etwa weil die Pumpen oder der Injektor versagen, so ist sofort das Feuer herauszuziehen.

c) Alle Sicherheitsvorrichtungen sind regelmäßig und öfters während des Betriebes auf ihre Tauglichkeit zu prüfen.

d) Solange helles Feuer auf dem Roste ist, darf der Wärter den Kessel nicht verlassen. Ist der Kessel abzustellen, so muß das Feuer vorher abgedeckt und der Kessel ausreichend mit Wasser gefüllt werden.

e) Wird bei der Reinigung des Kessels Kesselstein gefunden, so ist dieser sorgfältig, besonders an den Nietköpfen und Stemmnähten behutsam abzuklopfen.

C. Dampfmaschinen.

5. Anordnung der Dampfmaschinen. Man teilt die Dampfmaschinen ein nach der Art der Aufstellung in Land- und Schiffsmaschinen, die Landdampfmaschinen in feststehende und bewegliche Dampfmaschinen (Lokomobilen, Lokomotiven), ferner nach

[1]) Unter der Feuerlinie versteht man die Wagerechte durch den höchsten Punkt der Feuerzüge, welche durch oder um den Dampfkessel gehen. Die Marke des niedrigsten Wasserstandes befindet sich immer mindestens 10 cm über der Feuerlinie.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Dampfwirkung in einfache und doppelwirkende, je nachdem nämlich der Dampf auf einer oder abwechselnd auf beiden Seiten des Kolbens wirkt, endlich in Ein-, Zwei- oder Mehrzylindermaschinen. Zu letzteren gehören die Verbund-(Compound-) Maschinen; das sind vereinigte Hoch- und Niederdruckmaschinen.

Die gewöhnliche Anordnung (Abb. 150) der Einzylindermaschinen ist folgende. Der Zylinder z ist wagerecht auf einer

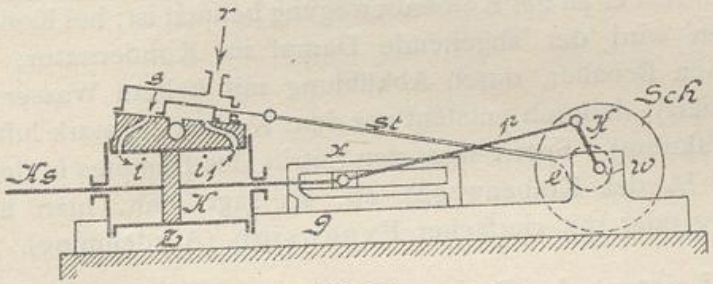


Abb. 150.

rahmenartigen gußeisernen Grundplatte g (Bett) befestigt. Der Kolben K mit der Kolbenstange Ks wird im Zylinder hin- und herbewegt. Der Dampf tritt infolge der Wechselbewegung des sogenannten Verteilungsschiebers, der sich im Schieberkasten s bewegt, mittels der Dampfkanäle i und i_1 bald vor, bald hinter den Kolben. Der Dampf wird aus dem Kessel durch das Rohr r in den Schieberkasten geleitet. Die Geradführung der Kolbenstange Ks erfolgt durch den Kreuzkopf x, welcher zwischen den Gleitbacken (Schienen) hin- und hergleitet.

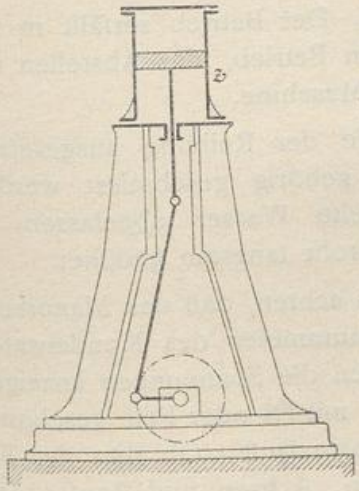


Abb. 151.

Die Bewegung der Schieberstange st geschieht vom Exzenter e aus. Vermittels der Pleuelstange p und der Kurbel k wird die Welle w in Umdrehung versetzt. Auf der Welle sitzt das Schwungrad *Sch*.

Wird der Zylinder senkrecht angeordnet (z in Abb. 151), so ergibt sich

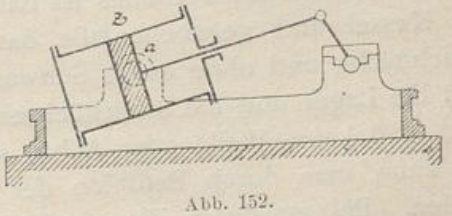


Abb. 152.

die sogenannte Hammermaschine, welche bei Schraubenbooten vielfach angewendet wird.

Die schwingende (oszillierende) Maschine (Abb. 152), bei welcher der Zylinder *z* in der Mitte beiderseits mit Zapfen *a* versehen ist, die in Lagern ruhen, ist vielfach noch bei Raddampfern im Gebrauch; in letzterer Zeit wird allerdings statt der schwingenden die feste, schiefliegende Maschine gebraucht.

6. Dampfausnutzung. Nach der Dampfausnutzung teilt man die Maschinen ein in Auspuff- und Kondensationsmaschinen. Bei Auspuffmaschinen entweicht der Dampf unmittelbar in die freie Luft, nachdem er zu der Kolbenbewegung benutzt ist; bei Kondensationsmaschinen wird der abgehende Dampf im Kondensator, einem geschlossenen Behälter, durch Abkühlung mit kaltem Wasser verdichtet (kondensiert); dadurch entsteht vor dem Kolben ein stark luftverdünnter Raum (Vakuum). Sperrt man den Zutritt des Dampfes in den Zylinder, z. B. bei $^1/_4$ des Kolbenweges ab, so sagt man, man arbeite mit $^1/_4$ Füllung oder mit vierfacher Expansion (Ausdehnung).

7. Leistung der Dampfmaschine. Bezüglich der Leistung einer Maschine unterscheidet man die indizierte und die wirkliche Nutzleistung. Erstere ist die Arbeit, welche die Maschine im Zylinder also ohne Rücksicht auf die weiteren Reibungswiderstände leistet, während die letztere die wirkliche (geringere) Nutzleistung bedeutet. Das Verhältnis zwischen der indizierten Leistung und der Nutzleistung nennt man den Wirkungsgrad. Die Nutzleistung wird in Pferdekräften ausgedrückt. Unter Pferdekraft versteht man die Kraftleistung, welche dem Heben einer Last von 75 kg auf 1 m Höhe in einer Sekunde gleichkommt.

8. Betrieb der Dampfmaschine. Der Betrieb zerfällt in vier Teile: das Ingangsetzen, den eigentlichen Betrieb, das Abstellen und die Instandsetzung bezw. Reinigung der Maschine.

Vor dem Ingangsetzen müssen alle der Reibung ausgesetzten Teile, wie Lager, Stopfbüchsen usw., gehörig geschmiert werden. Nachdem das im Zylinder angesammelte Wasser abgelassen ist, wird das Dampfventil im Dampfzuleitungsrohr langsam geöffnet.

Während des Betriebes ist darauf zu achten, daß das Manometer am Kessel und gegebenenfalls das Vakuummeter des Kondensators gleichmäßig und ohne große Schwankungen die Spannungen anzeigen, daß die Lager und die Stopfbüchsen stets mit Öl oder Fett geschmiert sind, daß keine Welle oder Achse sich warm läuft. Ob dies der Fall ist, kann man durch Befühlen der Wellen, Achsen und Zapfen feststellen. Bei etwaigem Warmlaufen sind die Lagerdeckel usw. etwas zu lockern und ist etwas Öl zuzugießen. Hilft dies nicht, so muß man die Maschine langsamer laufen lassen oder ganz abstellen; als-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dann ist nachzusehen, ob die Lagerschalen stark abgenutzt sind oder die Lagerfütterung ausgeschmolzen ist.

Soll eine Maschine schnell abgestellt werden, so schließt man zuerst das Ventil in der Dampfzuleitung, alsdann, bei Kondensationsmaschinen, den Einspritzhahn und öffnet den Zischhahn am Dampfzylinder. Wird die Maschine längere Zeit außer Betrieb gestellt, so sind alle Teile einzufetten. Beim Zylinder ist der innere Teil ebenfalls mit Talg auszuschmieren. Das Schwungrad ist von Zeit zu Zeit umzudrehen, damit kein Rost sich ansetzen kann.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 14.

Gründungen.

Hier werden die gebräuchlichsten Gründungsarten angeführt, die bei Wasserbauten vorkommen.

Die Gründungsart richtet sich nach der Beschaffenheit des Baugrundes und nach dem Vorhandensein, dem Stande und dem Verhalten des Wassers in und außer der Baugrube.

Über die Beschaffenheit des Baugrundes siehe Abschnitt 4. Die Bauwerke, die hier in Frage kommen, sind z. B. Ufermauern, Schleusen, Brückenpfeiler, Wehre, Freiarchen usw.

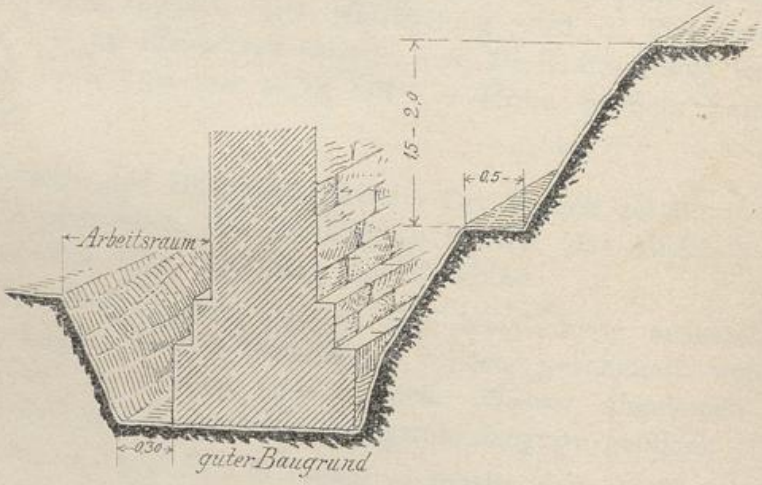


Abb. 153.

Es kommen folgende Gründungsarten vor:

1. Unmittelbares Mauern. Es wird angewendet nach gehöriger Ausschachtung der Baugrube, und zwar:

a) Ohne Wasserschöpfen,[1]) wenn bis zur Erreichung des guten Baugrundes Wasser nicht vorhanden ist (Abb. 153).

[1]) Geringfügiges Wasserschöpfen ist hierbei nicht ausgeschlossen.

Die Grundmauer ist durch Absätze (Bankette) breiter gemacht als das aufgehende Mauerwerk, um den Druck des Mauerwerkes auf den Boden besser zu verteilen (auf die Flächeneinheit geringer zu machen). Das Grundmauerwerk im Bereiche dieser Absätze nennt man Bankettmauerwerk. Über den in Abb. 153 ersichtlichen Arbeitsraum und die Berme (an der hohen Baugrubenböschung) siehe auch unter Erdarbeiten, Ziff. 3 und 4. Die Sohle des Grundmauerwerkes muß in frostfreier Tiefe liegen, nämlich mindestens 1 bis 1,5 m unter der Erdoberfläche.

b) Mit Wasserschöpfen wird unmittelbares Mauern angewendet, wenn die Baugrube (durch Umschließung mit Spundwänden und dergl.) so dicht hergestellt ist, daß sie durch Ausschöpfen hinreichend trocken gelegt werden kann und der gute Baugrund durch Ausschachten sicher erreicht ist, auch sich in der Baugrubensohle keine schädlichen Quellungen zeigen. (An Stelle des unmittelbaren Mauerns kann die Herstellung des Grundmauerwerks in diesem Falle auch in Stampfbeton erfolgen; siehe unter Maurerarbeiten, Ziff. 14.) Muß die Baugrube zwischen Spundwänden und dergl. sehr tief ausgeschachtet werden, so werden diese gegenseitig abgesteift, um dem äußeren Erd- und Wasserdruck zu begegnen. Die Steifen werden wagerecht angeordnet und setzen sich gegen die Gurthölzer oder Zangen der Spundwände.

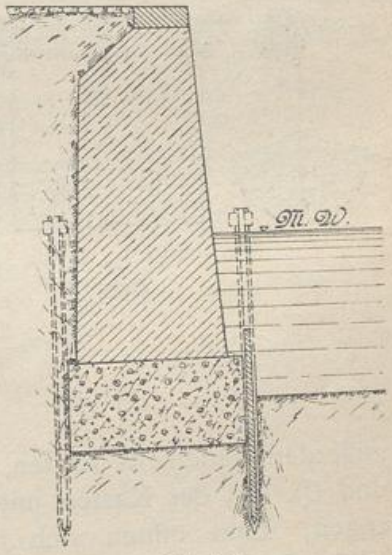


Abb. 154.

2. Betongründung (Schüttbeton, Abb. 154). Die Betongründung wird angewendet, wenn das vorhandene Wasser nicht ganz ausgeschöpft werden kann oder soll, letzteres z. B., weil schädliche Quellungen befürchtet werden, anderseits aber der gute Baugrund durch Schachten und Baggern sicher erreicht ist. Hier ist die Umschließung der Baugrube mit Spundwänden und dergl. immer nötig, erforderlichenfalls auch Absteifung dieser, wie unter Ziff. 1b.[1]) Über das Einbringen des Schüttbetons siehe unter Maurerarbeiten,

[1]) An Stelle der landseitigen Spundwand wird bei geringen Tiefen häufig nur eine Stülpwand angeordnet, die nach fertiger Gründung bisweilen herausgezogen wird.

Ziff. 13; über die Mischung des Betons unter Mörtel- und Betonbereitung, Ziff. 7.

Das Schütten des Betons unter Wasser vermittels eines fahrbaren eisernen Betontrichters ist in Abb. 155 dargestellt. Das Schütten

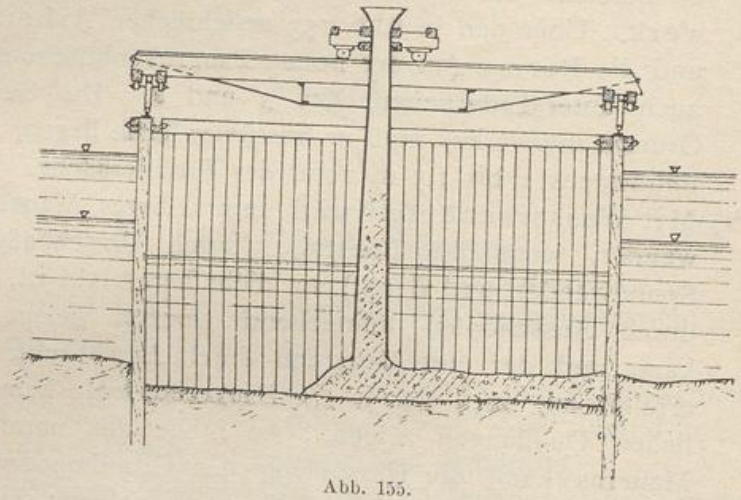


Abb. 155.

mit Kasten wird bisweilen vorgezogen, besonders bei kleineren Betrieben. Es geschieht ebenfalls von fahrbaren Gerüsten aus (auch von Floßgerüsten). Betonkasten sind verschieden gestaltet. Eine Vorstellung gibt Abb. 156.

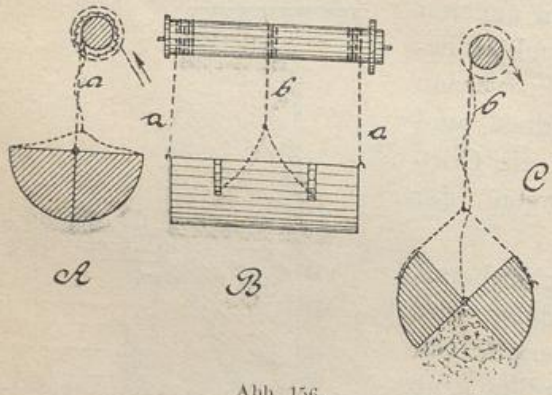


Abb. 156.

Der halbzylindrige Blechkasten besteht aus zwei Schalen mit gemeinsamer oberer Drehachse. Der Kasten hängt beim Versenken mit seiner Drehachse an den Ketten *a* (siehe *A* und *B*). Am Mantel der Schalen sitzen außerdem jederseits Ketten, die sich in Kette *b* vereinigen (siehe *B* und *C*). Ist der Kasten unten angekommen, so wird an Kette *b* gezogen, dann öffnen sich die Schalen, und der Beton fällt heraus (siehe C).

Wenn der Beton genügend erhärtet ist (nach einigen Wochen), kann nach dem Auspumpen darauf gemauert oder auch Stampfbeton ausgeführt werden. Die dichtende Wirkung der Spundwände zum Abhalten des Außenwassers wird bisweilen erhöht durch Anschütten oder Stampfen einer senkrechten Betonwand (Betonfangedamm), die

nachher mit übermauert wird (Abb. 157) nach Beseitigung der überflüssigen Holzteile (punktiert).

Bei Ufermauern, Brückenpfeilern usw. werden die äußeren, dem Gewässer zugekehrten Spundwände mindestens bis dicht unter Niedrigwasser abgeschnitten. Bei Ufermauern können (vor der Hinterfüllung) die inneren landseitigen Spundwände (Stülpwände) wieder ausgezogen werden, um sie weiter zu verwenden (in Abb. 154 punktiert).

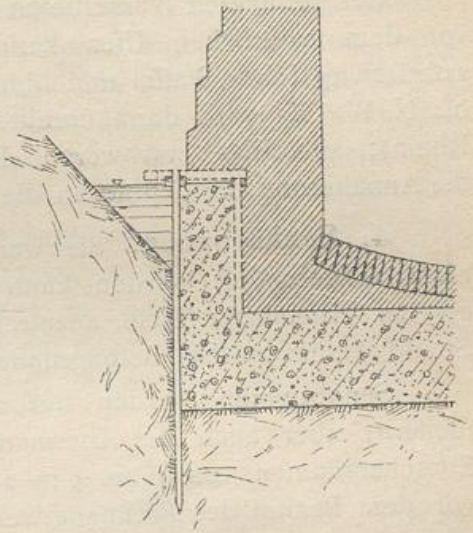


Abb. 157.

3. Stein- und Kiesschüttung wird als Gründung angewendet, bisweilen bei Ufermauern, in offenem tiefen Wasser, wenn der Grund des Gewässers selbst aus festem, nicht nachgiebigem Grunde besteht (Kies und Sand) oder der feste Grund vorher durch Baggern bloßgelegt ist. In Strömen muß dafür gesorgt werden, daß sich nicht durch Stromangriff Vertiefungen vor dem Fuße der Steinschüttung bilden, die zum Nachstürzen der Steine führen könnten. Dies geschieht durch Senkfaschinen oder weitere Steinwürfe. Abb. 158 zeigt die Ausführung einer langen Ufermauer (Düsseldorf). Die Steinschüttung ist in Staffeln[1]) erfolgt, hinter jeder Steinstaffel die Kiesschüttung immer in Staffelhöhe. In jeder Steinstaffel liegen die kleinen Steine hinten, die großen vorn. Der Fuß der unteren Steinstaffel ist durch Senk-

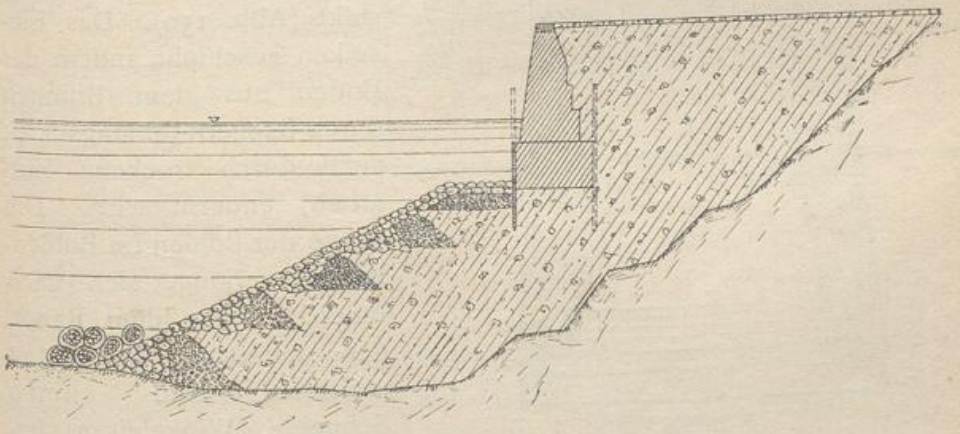


Abb. 158.

[1]) Über Staffelschüttung siehe unter Strombau, Ziff. 26.

faschinenvorlage gedeckt. Auf der Oberfläche der Kiesschüttung in Höhe der obersten Steinstaffel ist in diesem Falle noch Betongründung zwischen Spundwänden angeordnet (Spundwände nachträglich unter N. W. abgeschnitten).

Bei geringeren Wassertiefen und geringem Vorsprung der Mauer vor dem natürlichen Ufer kann eine zusammenhängende Steinschüttung (ohne Staffel und ohne Kiesschüttung) angewendet werden bis N. W. Es wird dann unmittelbar darauf gemauert (vielfach am Rhein); allerdings erschweren die vortretenden Steinwürfe alsdann die Annäherung der Schiffe an die Mauer bei niedrigen Wasserständen.

4. Senkbrunnen. Sie werden angewendet, wenn das Wasser nicht ausgeschöpft werden kann oder soll und der feste Baugrund erst in erheblicher Tiefe anzutreffen ist, so daß das Schlagen von Spundwänden zwecks Betongründung nicht ratsam sein würde.

Senkbrunnen werden besonders zur Gründung von Brückenpfeilern, aber auch bei Ufermauern angewendet. Sie werden mit Zwischenräumen von 1 bis 4 m angeordnet. Der Zwischenraum wird vor dem Beginn des Freimauerwerkes überwölbt. Am häufigsten und wichtigsten sind:

a) Die gemauerten Senkbrunnen. Sie bestehen aus einem Mantel von Ziegelmauerwerk, der über einem Bohlenkranz (Schling) hochgeführt wird in dem Maße, wie der Brunnen tiefer einsinkt (Abb. 159). Das Einsinken geschieht, indem der Boden aus dem Brunnen durch Baggern (anfangs u. U. auch durch trockene Erdarbeit) entfernt wird. Die Breite der Bohlen im Bohlenkranze verjüngt sich nach unten. Unter dem Rande der untersten Bohle ist meistens eine eiserne Schneide (Winkeleisen) befestigt, damit der Kranz besser einsinkt. Bei größeren Brunnen wird der Kranz auch ganz in Eisen ausgeführt. Vom Kranze gehen senkrechte Eisenanker nach oben, die in das Brunnenmauerwerk mit eingemauert werden, damit der Brunnenmantel bei etwa ruckweisem Einsinken oder wenn er schief einsinkt, nicht zerreißt. Die eigentliche Mauerstärke des

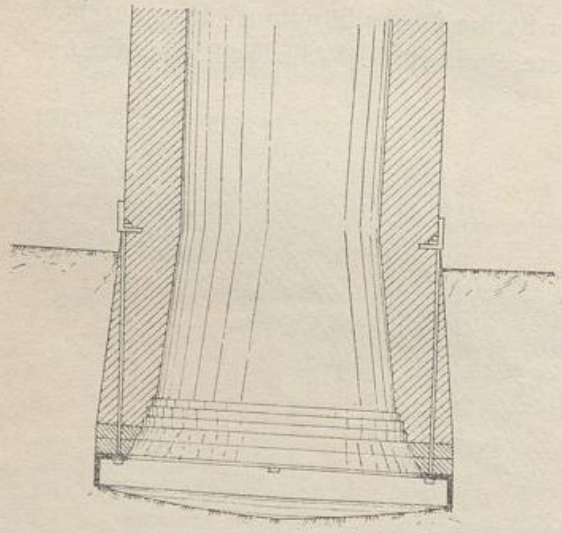


Abb. 159.

Brunnenmantels wird vom Kranze aus durch allmähliches Auskragen erreicht. Der Brunnenmantel verjüngt sich in seiner Breite auf eine gewisse Höhe nach oben, damit er leichter einsinkt, weil nämlich dann die Reibung der Erde an der Brunnenwand geringer ist. Zu gleichem Zweck wird der Brunnenmantel außen bisweilen geputzt. Die Brunnen sind meistens rund. Sie können im Querschnitt aber auch viereckig und anders gestaltet sein, wie es das aufzuführende Bauwerk bedingt. Ist die Baustelle am Lande, so ist die Brunnensenkung am bequemsten. Zunächst wird möglichst tief ausgeschachtet, dann der Brunnenkranz gelegt und das Aufmauern, Ausbaggern und Absenken begonnen. Ist die Baustelle in flachem Wasser, so wird bisweilen zur Erleichterung der Brunnensenkung vorher eine Anschüttung (künstliche Insel) hergestellt. Steht das Wasser

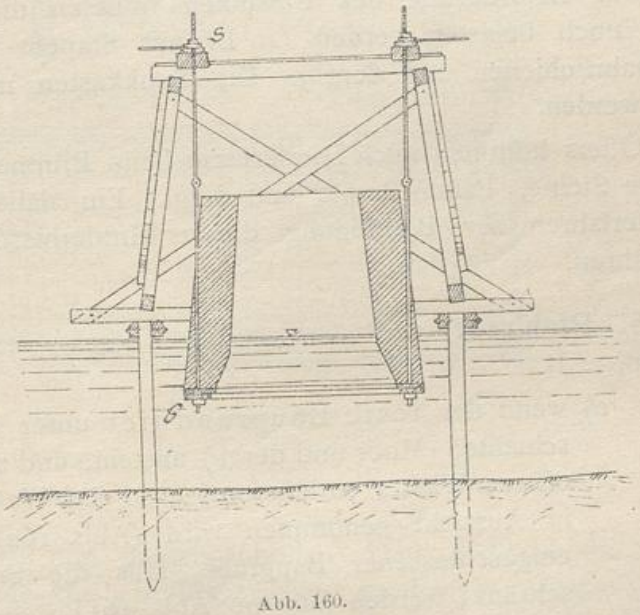


Abb. 160.

dagegen tiefer an, besonders bei Flüssen und Strömen, so muß eine Rüstung auf Pfählen oder Fahrzeugen hergestellt werden. Der Brunnenkranz *b* wird dann an den eisernen Ankern aufgehängt, die oben durch Schraubenspindel gefaßt werden (Abb. 160). In dem Maße, wie dann über dem Kranze aufgemauert wird, wird der Brunnen durch Drehen der Schraubenmuttern *s* gesenkt, bis er auf dem Grunde aufsteht. Dann wird der Boden im Brunnen ausgebaggert, dieser abgesenkt und aufgemauert bis zur Erreichung des festen Grundes. Wenn möglich, wird der Boden im Brunnen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

anstatt des Baggerns durch trockene Arbeit gefördert; dann muß der Brunnen währenddessen ausgepumpt werden. Das Baggern im Brunnen geschieht mit dem Sackbohrer (Abb. 60), mit der indischen Schaufel (Abb. 62 und 63), auch mit besonders eingerichteten Ständerbaggern (Abb. 66). Ist der Brunnen fertig gesenkt, so wird er mit Beton ausgeschüttet, entweder bis oben hin oder in geringerer Stärke (zunächst nämlich zur Dichtung). Nach Erhärtung des Betons wird dann darauf gemauert.

b) Es gibt auch eiserne, ferner hölzerne Brunnen. Letztere sind meistens vierkantig und heißen Senkkasten. Sie haben ein Gerippe von 4 Eckpfählen nebst senkrechten Zwischenleisten, die mit wagerechten Bohlen umkleidet sind. Senkkasten verjüngen sich ebenfalls von unten nach oben. Sie werden meistens nur bei Hochbauten verwendet.

Zur Beförderung des Einsinkens müssen die Brunnen in der Regel noch belastet werden (z. B. mit Stapeln von Ziegelsteinen, Eisenbahnschienen und dergl.). Die Senkkasten müssen immer belastet werden.

Öfters kommen auch Hindernisse beim Brunnensenken vor, z. B. größere Steine, Baumstümpfe und dergl. Ein näheres Eingehen auf das Verfahren zur Beseitigung dieser Hindernisse würde hier zu weit führen.

5. Pfahlrost wird angewendet unter verschiedenen Umständen, z. B.

a) wenn der feste Baugrund tief unter schlechten Bodenschichten (Moor und dergl.) ansteht, und zwar sowohl wenn offenes Wasser vorhanden ist, so daß Wasserschöpfen nicht in Aussicht genommen wird (Abb. 162), aber auch bei eingeschlossener Baugrube, falls die Schöpfarbeiten beschränkt werden müssen (Abb. 161);

b) wenn überhaupt kein völlig fester Baugrund (Sand oder Kies) erreicht werden kann, sondern nur preßbarer Boden, z. B. Ton oder Triebsand, ansteht. Die tief eingeschlagenen Pfähle halten in diesen Bodenarten dann auch fest und sind tragfähig, wenn nur der Widerstand bei den letzten Rammhitzen einigermaßen genügt. (Hierbei spricht auch die Verdichtung des Bodens durch die zahlreich geschlagenen Pfähle mit, die die Tragfähigkeit erhöht.)

Die Pfähle werden in Längs- und Querreihen in solchen Abständen geschlagen, daß sie nicht überlastet werden (bei gutem Baugrunde kommt auf einen Pfahl 200 bis 600 Zentner; Abb. 161, Gründung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

eines Brückenpfeilers) Die Pfahlentfernung beträgt in der Regel etwa 1 m im Geviert (0,7 bis 1,2 m). Auf die in gleicher Höhe abgeschnittenen Pfähle werden Grundschwellen (*g*) gelegt und aufgezapft,

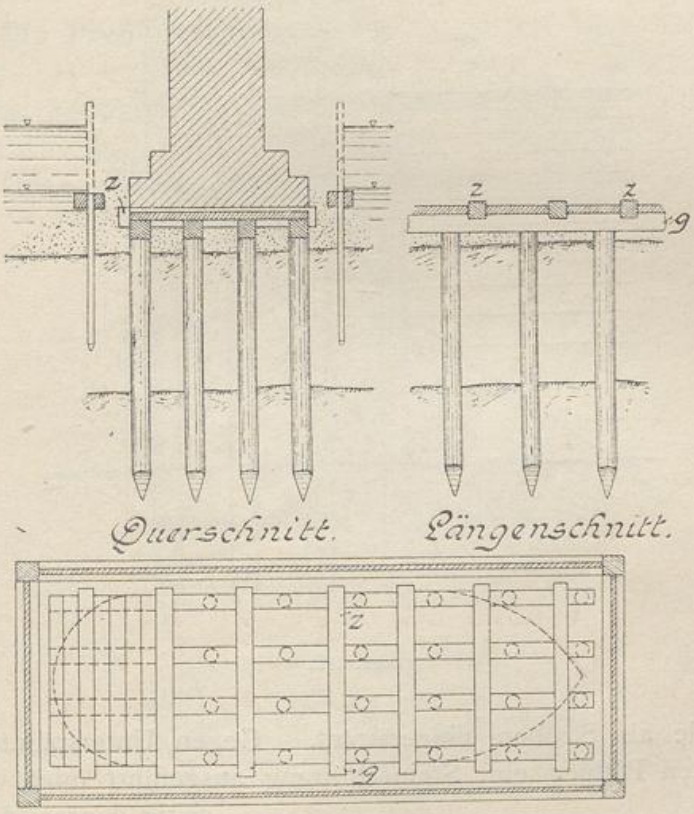


Abb. 161.

wenn nötig (z. B. bei Schleusenböden), mit Grundzapfen (siehe Abb. 123).[1]) Über die Grundschwellen werden in Abständen von 1 bis 2 Pfahlweiten Zangen (Querschwellen) *z* gestreckt, die mit den Grundschwellen um eine Bohlendicke verkämmt werden. Zwischen die Zangen werden 8 bis 10 cm starke Bohlen auf die Grundschwellen genagelt, so daß also ein durchgehender Holzboden gebildet wird.

Der Holzbelag des Pfahlrostes muß stets so tief angeordnet werden, daß das ganze Holzwerk beständig unter Wasser bleibt.

Bei sogen. hohem Pfahlrost (der im offenen Wasser gerammt wird) (Abb. 162, Gründung einer Ufermauer) liegt der Holzbelag wenig unter Niedrigwasser, so daß die Pfähle frei über der Flußsohle

[1]) Die Grundschwellen können längs zur Mauer wie in Abb. 161, aber auch quer zur Mauer angeordnet werden, Abb. 162.

hervorragen. Damit der auf die Mauer wirkende Erddruck die Pfähle nicht verschiebt, werden diese mit Steinen umschüttet oder werden

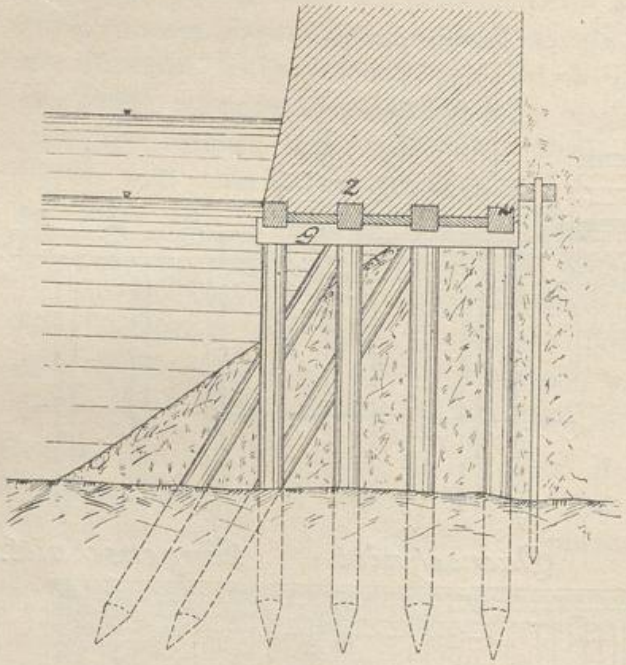


Abb. 162.

Schrägpfähle als Streben eingerammt. Gegen Unterspülungen wird zwischen den Pfählen eine Steinschüttung ausgeführt oder wird landseitig hinter dem Pfahlrost eine Spundwand gerammt, bisweilen außerdem eine solche auch wasserseitig. Bei Flügelmauern läßt man die Grundschwellen der Hauptmauer über die Grundschwellen der Flügelmauer als Zangen durchgehen, um festen Verband zu erzielen (Abb. 163).

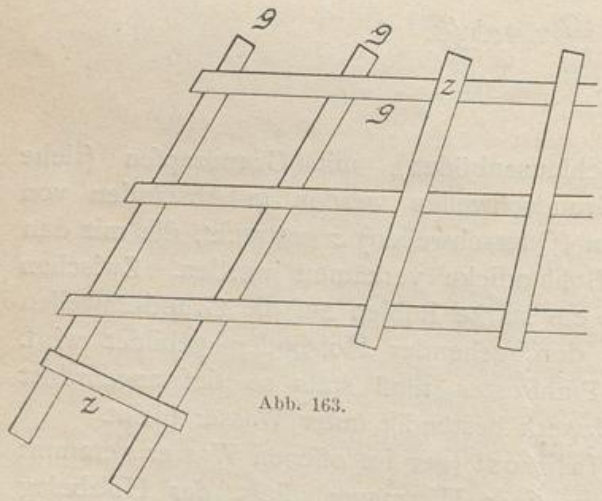


Abb. 163.

6. Beton auf Pfählen.

Diese Gründung ist eine Abart der Pfahlrostgründung. Über den eingerammten Pfählen, die gleichmäßig abzuschneiden sind und wenig aus dem Boden hervorragen, wird Beton geschüttet (oder bei Wasserschöpfen Stampfbeton aufgebracht), so daß die Pfähle

etwa noch 30 cm in den Beton eingreifen. (Die Pfähle werden hierbei im Versatz gerammt.) Das Pfahlwerk muß hierbei mit Spundwänden umschlossen werden zum Zusammenhalt der Betonschüttung, auch wegen des Schöpfens, falls es nötig ist.

7. Die Preßluftgründung. Sie wird bei sehr tiefem Wasser, auch sonst bei sehr tief anstehendem Baugrunde angewendet, wo die Absenkung gewöhnlicher Brunnen nicht ausführbar ist (wegen der Schwierigkeit des tiefen Ausbaggerns), besonders bei Brückenpfeilern. Man versenkt einen eisernen Kasten (*A* in Abb. 164), der

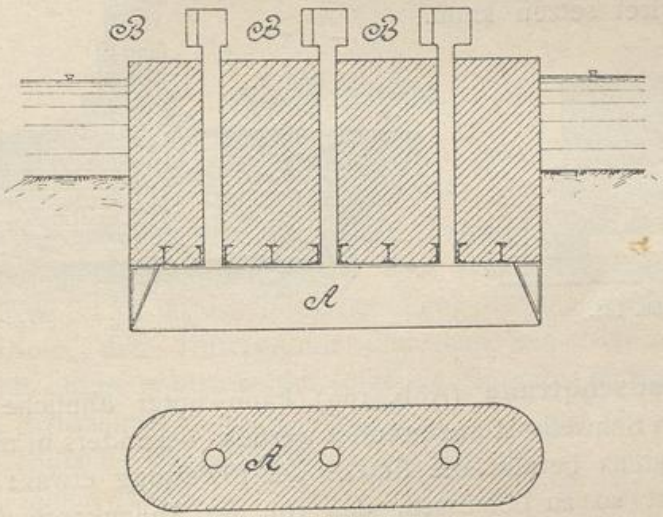


Abb. 164.

nur unten offen und dessen Decke mit Eisenträgern gut versteift ist. Aus der Decke führen zwei bis drei eiserne Rohre (Förder- und Einsteigeschächte) nach oben, die oben (über Wasser) mit luftdicht schließenden Türen (Luftschleusen *B*) versehen werden. Mit dem Versenken an eisernen Ankern wird auf dem Kasten das Mauerwerk begonnen. Steht der Kasten auf dem Grunde auf, so wird durch die Rohrschächte Preßluft eingeführt, die das Wasser aus dem Kasten heraustreibt; dann steigen durch die Luftschleusen Arbeiter in den Kasten hinunter und graben den Boden im Trockenen aus, der in den Förderschächten alsdann hochgewunden wird. Unter fortwährendem Graben sinkt der Kasten dann tiefer ein bis zum festen Baugrunde. Der Kasten wird zum Schlusse ausbetoniert. Die Luftschleusen sind eingerichtet wie bei Taucherschächten (Abb. 211a u. b).

8. Schwellrost (Abb. 165). Dieser ist hier nur der Vollständigkeit wegen zu nennen. Er kommt im Wasserbau wenig vor (öfter im Hochbau); er ist nur für leichtere Bauwerke verwendbar, nämlich

dann, wenn der Grund zwar nicht ganz fest, aber gleichmäßig ist, so daß sich nach dem Aufmauern das Bauwerk gleichmäßig setzen kann.

Nach Umschließung und Trockenlegung der Baugrube werden die Querschwellen *a* und über diese die Langschwellen *b* gelegt, die den Bohlenbelag *c* aufnehmen. Vor dem Aufbringen der Bohlen werden die Zwischenräume zwischen den Schwellen mit Steinen oder Ton ausgefüllt und ausgestampft. Eine Spundwand, falls sie verwendet wird, darf nicht mit dem Rost verbunden werden, damit dieser sich frei setzen kann.

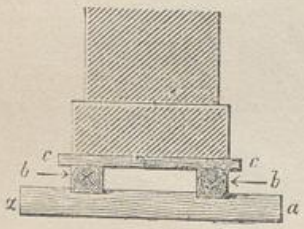


Abb. 165.

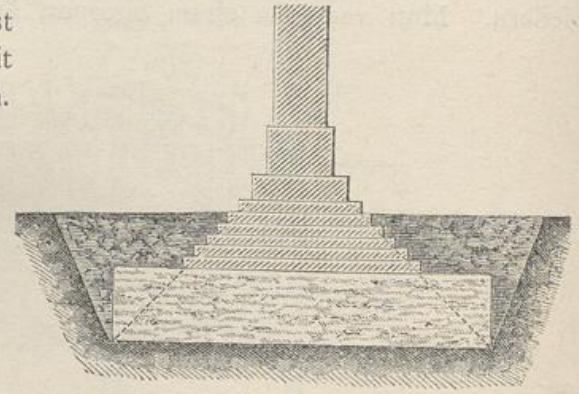


Abb. 166

9. Sandschüttung (Abb. 166) kann unter ähnlichen Verhältnissen wie ein Schwellrost angewendet werden, besonders in morastigem Boden. Meistens beträgt die Stärke der Schüttung etwa 1,5 bis 2 m. Die Breite ist so zu bemessen, daß von der Außenkante der oberen Bankettmauer nach der Sohle der Sandschüttung eine Linie von 45^0 gezogen werden kann. Die Sandschüttung ist in einzelnen Schichten von 30 cm einzubringen. Der Sand muß grob und scharf sein. Durch Begießen mit Wasser ist er fest einzuschlämmen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 15.

Abdämmen.

Will man eine Baugrube trocken legen, die mit dem Außenwasser in Verbindung steht, so muß man sie abdämmen, d. h. an den Seiten, wo das Wasser eindringen kann, einen Fangedamm errichten. Ein solcher muß mindestens bis 30 cm über den abzuhaltenden Wasserstand reichen. Die Herstellung der Fangedämme richtet sich nach der Wassertiefe, dem Untergrunde und dem Baustoffe, der zur Verfügung steht. Man unterscheidet folgende Haupttherstellungsarten:

1. Erddämme,
2. Einfache Fangedämme,
3. Spundwände,
4. Kastenfangedämme.

1. Erddämme sind nur bei stehendem Wasser oder geringer Strömung und bei geringen Tiefen zulässig. Am zuverlässigsten sind Erddämme aus gewachsenem Boden, die beim Ausschachten stehengeblieben sind. Die untere Breite muß mindestens das Vierfache der Höhe betragen. Die Böschungen sind möglichst flach zu nehmen.

Abb. 167.

2. Einfache Fangedämme. Sie werden ebenfalls bei geringen Wassertiefen und mäßiger Strömung angewendet (Abb. 167). Gegen Pfähle, die in 1,2 bis 1,5 m Entfernung eingerammt sind und oben durch einen Holm verbunden werden, lehnt sich eine Stülpwand (oder Wand aus Brettertafeln), die mit der Handramme eingerammt wird. Auf der Wasserseite wird gegen die Stülpwand ein Erddamm aus möglichst dichter Erde geschüttet und festgestampft.[1])

[1]) Für kleine Abdämmungen können, wie bei Deichaufkadungen, Sandsäcke benutzt werden (s. Abschn. Deichbau).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Anm. Eine Stülpwand besteht aus Brettern von 4 bis 5 cm Stärke, die sich gegenseitig überdecken, oder aus einer Reihe von Brettern mit Fugenleisten (Abb. 168).

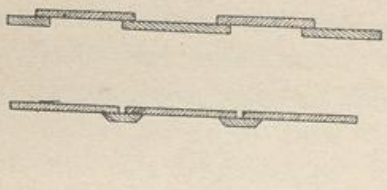


Abb. 168.

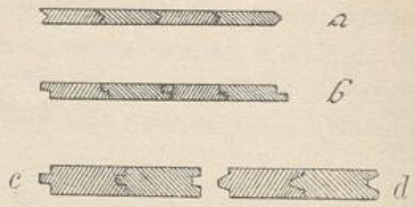


Abb. 169.

3. Spundwände (Abb. 169). Sie erhalten entweder Gratspundung *a* oder halbe Spundung *b* (bis etwa 2 m Wassertiefe), oder bei größerer Tiefe quadratische oder Keilspundung (*c* und *d*).

Die Spundwände können (wenn sie dicht gerammt sind) für sich allein angewendet werden oder in Verbindung mit gegengeschüttetem und gestampftem Boden, ähnlich wie bei Ziffer 2.

Spundwände (allein) nehmen wenig Platz ein, müssen aber sehr gut schließend eingerammt werden und erfordern bei großer Wassertiefe Versteifungen. Bisweilen wird durch Vorhängen von wasserdichter Leinwand auf der Wasserseite größere Dichtigkeit an schlechten Stellen erzielt; auch durch Moos werden die Fugen gedichtet; bessere Dichtung wird aber häufig erreicht durch Einhängen und gehörige Befestigung und Versteifung von dreimal geteertem Segeltuch auf der Innenseite.

Über das Einrammen der Spundwände s. Abschnitt 17.

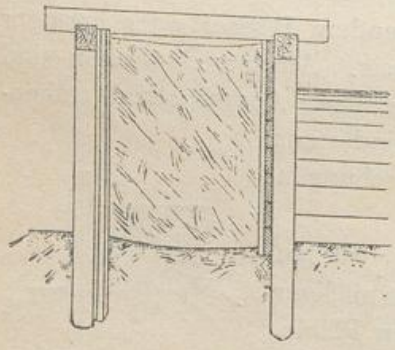


Abb. 170.

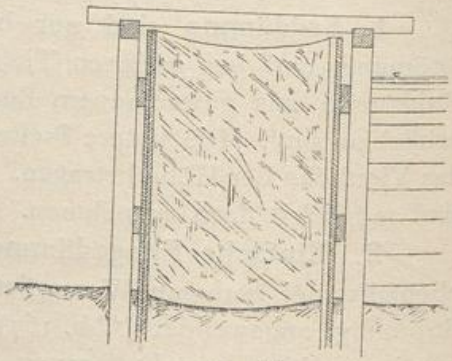


Abb. 171.

4. Kastenfangedämme (Abb. 170) kommen zur Anwendung wenn wegen höheren Wasserdruckes und größerer Strömung einfache Spund- oder Bohlenwände mit einseitigem Erddamm nicht ausreichend dicht sein würden.

Sie bestehen aus 2 senkrechten Wänden, zwischen welche man den aus Lehm oder einem Gemisch von Ton und Sand bestehenden

Dichtungsstoff einbringt und stampft. Die Wände sind oben durch Zangen versteift, die auf die Holme aufgekämmt werden. (Statt dieser Zangen werden auch eiserne Zuganker verwendet und dann die Holme an der Außenseite der Pfähle auf Knaggen gelagert und befestigt.) Abb. 170 zeigt an der Innenseite eine Spundwand, an der Außenseite eine Wand aus Brettafeln.

An die Stelle der Brettafeln kann eine Stülpwand treten, die bei größerer Höhe sich gegen wagerechte, an die Pfähle anlehnende Gurthölzer (Bohlen) stützt (Abb. 171). Die äußere Holzwand dient vorzugsweise zum Schutze des Füllbodens gegen Wellenschlag und Strömung, die innere (Spundwand) dagegen ist die Hauptstütze des Dammes, muß möglichst wasserdicht sein und tief in den Untergrund reichen.

Bei felsigem Boden werden Eisenstangen mit Stahlspitzen eingetrieben und oben mittels Drahtes miteinander verbunden; gegen sie lehnen sich die Holzwände des Dammes.

Sehr hohe Fangedämme werden nach Abb. 172 mit 3 Spundwänden ausgeführt, die innere niedriger als die beiden äußeren, und kräftig abgesteift.

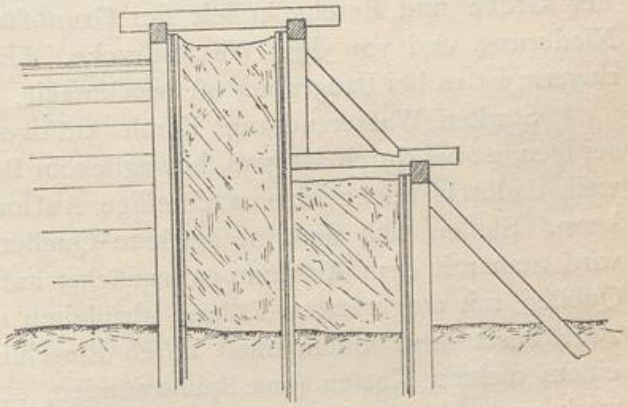


Abb. 172.

Zum Abdichten undichter Fangedämme, namentlich bei größeren Leckstellen, werden (nach Aufgraben des Füllbodens) bisweilen mit Sand oder Erde gefüllte Säcke verwendet, auch Pferdedünger. Kleine Undichtigkeiten in der Spundwand kann man durch Vorlegen von geteerter Leinwand beseitigen.

Nach Fertigstellung der Grundmauern des Bauwerkes werden bei Entfernung der Fangedämme die unter die Mauersohle reichenden, an diese anliegenden Spundbohlen nicht ausgezogen, sondern nur abgehauen oder abgeschnitten (s. Abschnitt 17); denn beim Ausziehen etwa entstehende Löcher könnten manchmal Senkungen in den Grundmauern verursachen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 16.

Wasserschöpfen.

Das Wasserschöpfen findet Anwendung bei Gründungen, ferner bei Erdarbeiten (um das Baggern einzuschränken), auch zur Entwässerung von Ländereien. Die Menge des zu beseitigenden Wassers hängt ab von der Dichtigkeit der Fangedämme oder Spundwände, von der Größe und Beschaffenheit der Grundfläche der Grube oder der Niederung und von dem Wasserdrucke. Um die Grundfläche zu verringern, ist es bei Baugruben oft zweckmäßig, sie stückweise auszuheben.

Starken Wasserzudrang durch kräftiges Wasserschöpfen zu beseitigen, ist bei durchlässigem, beweglichem Boden bisweilen bedenklich, weil dadurch leicht eine nachteilige Auflockerung in ihm entstehen kann. Stellen sich einzelne stärkere Quellen in der Baugrube ein, so wird man mit dem Auspumpen zunächst aufhören und versuchen, die Quellen mit aufgesetzten Röhren abzuleiten oder sie abzudichten, und zwar besonders, indem man durch Einschließung der Quellstelle mit einem dichten Kasten (aus Spundwänden, senkrechtem Rohr, Mauerwerk und dergl.) einen Gegendruck ausübt. Das in die Baugrube nachdringende Wasser wird durch Abzugsgräben nach einer Vertiefung, dem sogen. Pumpensumpf, geleitet, welcher, wenn möglich, außerhalb der eigentlichen Baugrube angelegt und durch eine Bretterbekleidung (besonders Spundwände) gegen Einstürzen gesichert wird. Die Entnahme des Wassers aus dem Sumpfe durch das Saugrohr der Pumpe erfolgt möglichst nahe unter der Wasseroberfläche, um nicht die feineren Sande in die Pumpe zu bekommen.

Das Ausschöpfen geschieht bei kleineren Baugruben (etwa von 0,8 bis 1 m Tiefe) mit Eimern oder mit der Wurfschaufel. Bei größeren Ausführungen kommen folgende Pumpen in Betracht: die gewöhnlichen Baupumpen (einfache und Doppelpumpe)[1]) und die Kreiselpumpe. Der Vollständigkeit wegen sind weiter zu nennen: die Wasserschnecke und das Pulsometer.

1. Die einfache Baupumpe (Abb. 173) ist meistens von Holz. Sie ist eine Saugpumpe, d. h. sie hat ein Saug-, aber kein Druckrohr.

[1]) Über die neuerdings üblichen Diaphragmapumpen vergl. Fußvermerk S. 154.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sie besteht aus dem Pumpenstiefel (Zylinder bei eisernen Pumpen) und dem Saugrohr als unterer Verlängerung des Stiefels, dem Kolben und den Ventilen *v*. Der Saugkorb bildet den untersten Teil des Saugrohres; zum Fernhalten von Holzteilen und anderen Fremdkörpern hat er enge Löcher oder Spalten, die das Wasser durchlassen. Durch die Aufwärtsbewegung des Kolbens im Stiefel wird die im Saugrohr vorhandene Luft so weit verdünnt, daß infolge des äußeren Luftdruckes auf das Wasser dieses im Saugrohr in die Höhe steigt, indem sich das Fußventil *v* (Bodenventil) öffnet. Beim Niedergange des Kolbens schließt sich das Fußventil und öffnet sich das Kolbenventil *v*; das Wasser tritt dann über den Kolben. Bei den folgenden Hüben wird das über den Kolben getretene Wasser gehoben und läuft in der Abzugsrinne ab in dem Maße, wie es unten vom Kolben immer nachgesogen wird. Der äußere Luftdruck hält einer Wassersäule (im luftleeren Raume) von 10 m Höhe das Gleichgewicht (1 Atmosphäre). Man kann das Saugrohr (die Saughöhe) aber nicht 10 m lang nehmen, sondern nur höchstens 7 bis 8 m wegen der Undichtheiten und der vorhandenen Reibung des Wassers, des Kolbens und der Ventile. Es ist erforderlich, daß die Ventile gut schließen und das Kolbenleder (die Beliederung) *l* dicht anliegt (Abb. 174).

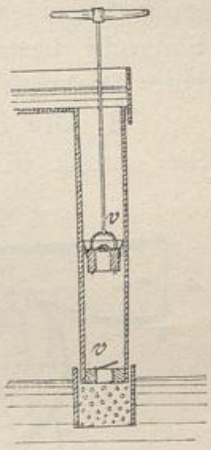


Abb. 173.

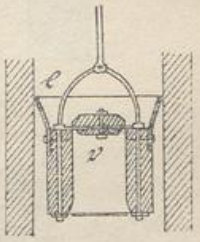


Abb. 174.

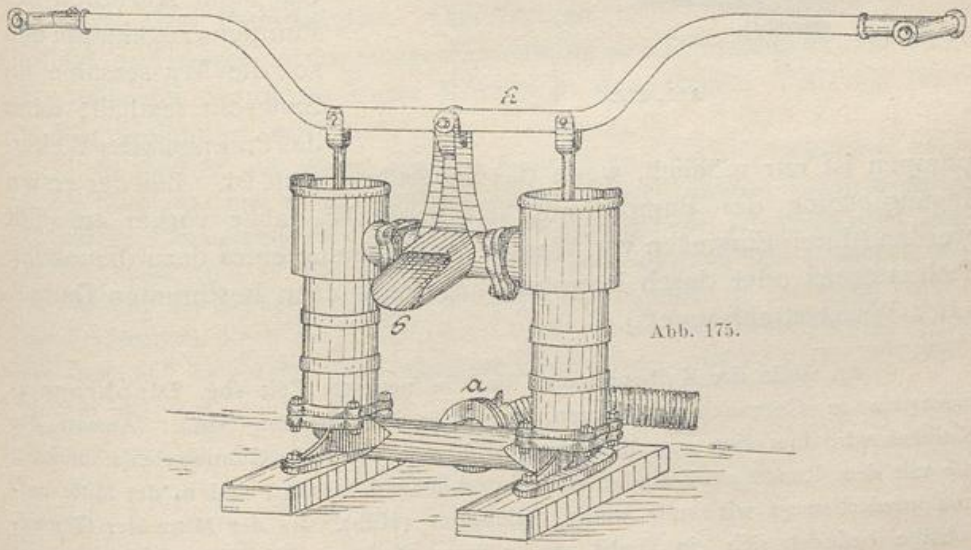


Abb. 175.

2. Die Doppelpumpe hat zwei hölzerne Stiefel oder eiserne Zylinder (Abb. 175), die auf einem gemeinsamen Gestell befestigt sind,

ferner ein gemeinsames Saugrohr (*a*) und einen gemeinsamen Auslauf (*b*), sowie einen Doppelhebel (*h*), mit dem abwechselnd der Niedergang des einen Kolbens und der Hub des anderen bewirkt wird. Das Saugrohr besteht aus einem Gummispiralschlauch (Gummistoff über einer Drahtspirale.)[1])

3. Die Kreiselpumpe (Abb. 176, 177) besteht aus Gußeisen. Sie enthält in einem Gehäuse ein Kreiselrad *a*, nämlich eine runde Scheibe, welche auf jeder Seite gekrümmte Schaufelrippen trägt. Das Kreiselrad wird durch eine Dampfmaschine (Lokomobile) vermittels einer Riemscheibe in sehr schnelle Umdrehungen versetzt. Die Schaufeln treiben das Wasser, das aus dem Saugrohr *b* auf beiden Seiten des Kreisels zutritt, in das Ausgußrohr *c* (Druckrohr). Ventile hat die Kreiselpumpe nicht nötig; nur befindet sich unten im Saugrohr (über dem Saugkorb) ein Fußventil, das beim Aufhören des Pumpens zugeklappt und so die Wassersäule im Saugrohr festhält; denn das Pumpen oder Weiterpumpen ist nur möglich, wenn das Saugrohr gefüllt ist. Bei der ersten Ingangsetzung der Pumpe muß das Saugrohr daher vorher angefüllt werden (durch Eingießen von Wasser nach Öffnung eines dazu dienenden Rohrstutzens oder durch Ingangsetzung eines dazu bestimmten Dampf- oder Wasserstrahlsaugers).

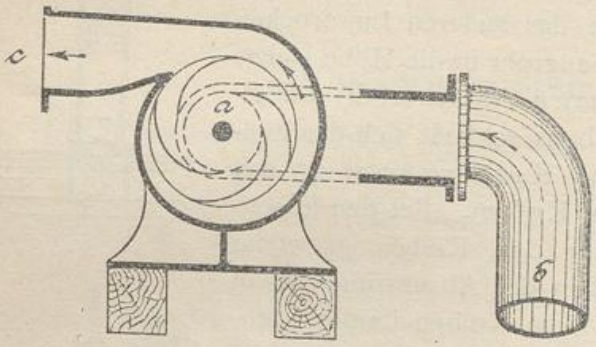


Abb. 176.

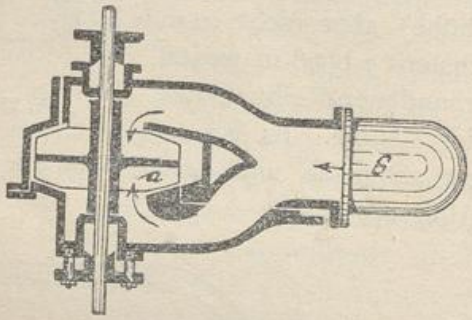


Abb. 177.

[1]) An Stelle der Kolbenpumpen sind in neuester Zeit sog. Diaphragmapumpen in Gebrauch gekommen, die sehr leistungsfähig sind. Anstatt des Kolbens wird hier eine sog. Membrane, d. i. eine elastische Gummischeibe benutzt, die mit dem Rande am Zylinder, dicht anschließend, festsitzt und in der Mitte auf- und niederbewegt wird mit wenig Spielraum (Hub). In der Mitte der Gummischeibe befindet sich ein Ventil wie in einem Kolben. Die Scheibe (Membrane) liegt fast in Höhe des Ausgußrohres. Der sehr niedrige Pumpenstiefel ist halbkugelförmig. Die Diaphragmapumpe kann einfach oder doppelt sein.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

4. Die Wasserschnecke (Abb. 178). Sie besteht aus einem Zylinder (Trommel), in welchem sich eine feste Achse oder Spindel befindet. Um die Spindel, an diese und an die Trommel anschließend,

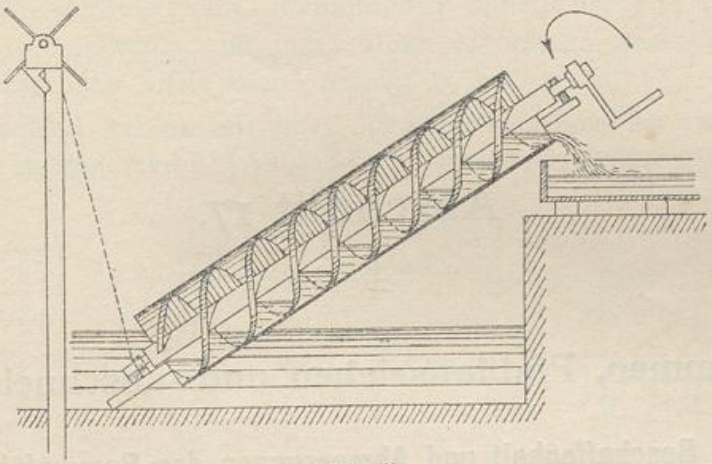


Abb. 178.

gehen Schraubengänge. Sowohl unten wie oben ist die Trommel ohne Deckel. Die Schraubengänge sind also unten und oben offen. Die Wasserschnecke kann aus Holz oder Eisen bestehen. Sie wird beim Schöpfen schief gelagert, etwa in einem Winkel von 30° (zur Wagerechten). Wird die Trommel in schnelle Umdrehungen versetzt, so schraubt sich das Wasser von unten nach oben hinauf, so daß es in die Abzugsrinne ausfließt. Die Umdrehung kann mit Hand, mit Dampfbetrieb, auch mit Pferdegöpel geschehen.

5. Das Pulsometer. Das Saugen und Drücken des Wassers erfolgt hier durch unmittelbare Einwirkung des Dampfes, der aus einem Dampfkessel vermittels eines Rohres in den oberen Teil des Pulsometers eingeführt wird.

Es besteht aus einem eisernen Gehäuse und hat zwei Kammern, je mit einem Saugventil und einem Steigventil, ferner ein gemeinsames Saugrohr und ein Druckrohr. Das Ansaugen und Drücken des Wassers findet selbsttätig abwechselnd in der einen und in der anderen Kammer statt und zwar das Ansaugen durch Verdichtung des Dampfes infolge der Abkühlung desselben in der einen Kammer, das Fortdrücken durch den vollen Dampfdruck auf die Wasserfläche in der anderen Kammer und umgekehrt. Die genauere Beschreibung würde hier zu weit führen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 17.

Rammen, Pfahlausziehen und -abschneiden.

A. Beschaffenheit und Abmessungen der Rammpfähle.

Das zu Rammarbeiten benutzte Holz muß festes Gefüge haben, die Hölzer müssen glatt und gerade gewachsen sein. Besonders ist darauf zu achten, daß nur gesundes Holz verwendet wird, da faules Holz im Wasser weiter fault. Am meisten werden Kiefern- und Tannenhölzer, weniger Eichen, bisweilen Buchen und Erlen verwendet.

Die Pfähle sind mit dem Wipfelende nach unten einzurammen. Damit sie besser eindringen, werden sie mit einer drei- oder vierseitigen Spitze (Abb. 179) versehen, oft auch noch mit einem eisernen Schuh (Abb. 180). Die Spitze soll den $1\frac{1}{2}$- bis 2fachen Durchmesser als Höhe erhalten. Je fester der Boden ist, umsoweniger schlank dürfen die Spitzen sein.

Abb. 179.

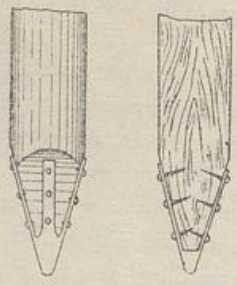


Abb. 180.

Die schmiedeeisernen Schuhe mit vier Lappen haben eine Stahlspitze (besser sind kegelförmige Schuhe aus 2,5 bis 5 mm starkem Eisenblech mit einer Stahlspitze).

Zum Schutze des Pfahlkopfes wird um diesen bei schweren Rammbären und festem Boden ein schmiedeeiserner Ring gelegt.

Grundpfähle erhalten bei 3 bis 4 m Länge eine mittlere Stärke von 20 bis 24 cm, bei 5 m Länge 25 cm und bei größerer Länge für je 1 m 1,5 cm mehr.

Die Tragfähigkeit der Pfähle wird nach den Rammergebnissen und der Beschaffenheit des Baugrundes bemessen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Spundbohlen, Spundpfähle, Spundwände.

Nach der Stärke der verwendeten Hölzer unterscheidet man Bohlen-, Halbholz- und Ganzholzspundwände. Die Stärke, die man ihnen zu geben hat, hängt von ihrer Länge, der Bodenbeschaffenheit und dem Wasserdrucke ab. Spundbohlen haben bei 2 m Länge in der Regel 10 cm Stärke; für jedes Meter Mehrlänge wird die Stärke um 2 cm vergrößert. Die Breite beträgt 25 bis 35 cm.

Die Bohlen werden mit einer Schneide versehen, die zweimal so lang als die Bohlendicke ist (Abb. 180a). Bisweilen erhält jede Schneide

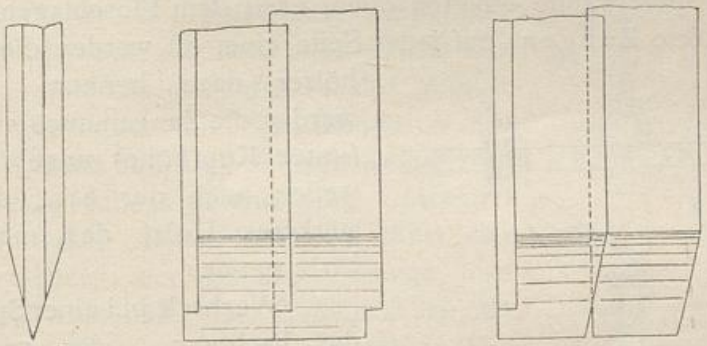


Abb. 180a. Abb. 180b.

an einer Schmalseite eine Schräge angehauen, damit die Pfähle beim Rammen besser aneinander schließen (Abb. 180b). Dies ist aber nicht zweckmäßig, weil in den Spalt zwischen zwei Schneiden leicht Steine eindringen können.

Bei sehr festem Boden erhalten je zwei Bohlen einen gemeinschaftlichen Schuh.

Die Dichtigkeit der Spundwände wird durch die Spundung erzielt. Die gebräuchlichste Spundung ist die quadratische (Abb. 169c), demnächst die keilförmige. Um die Pfähle während des Einrammens in der richtigen Lage zu erhalten, stellt man sie zwischen zwei Zwingen (Abb. 181) auf, welche aus zwei wagerechten, um die Stärke der Spundbohlen voneinander entfernten Hölzern bestehen und entweder an den Bund- und Eckpfählen (siehe weiter) oder an besonderen, zu diesem Zwecke eingerammten Richtungspfählen befestigt sind. Es werden öfters, namentlich bei schweren Rammen, jedesmal je zwei

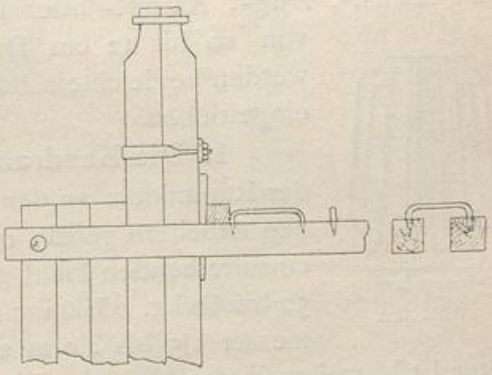


Abb. 181.

durch einen Kopfring verbundene Spundpfähle eingeschlagen (Abb. 181). Bei größerer Rammtiefe wird auf eine gewisse Strecke die Spundwand erst auf die Hälfte (oder sonstigen Teil) der Tiefe eingeschlagen und dann auf die volle Tiefe nachgeschlagen, dies bisweilen von einer zweiten Ramme, die der ersten folgt (Zweck: dichterer Schluß der Spundwand). Der Rammbär der zweiten Ramme ist meistens schwerer als der der ersten. In Abb. 181 ist die Verkeilung nebst den eingeschlagenen Klammern gezeichnet, die in Verbindung mit den Zwingen zum festen Anpressen der Rammpfähle an die schon stehenden Spundpfähle erforderlich ist.[1])

Die Spundwände erhalten oben, nach dem Einschlagen, meistens zwei verbolzte Zangen, auf jeder Seite eine, oft werden die Zwingenhölzer dazu benutzt. Bisweilen werden die Zangen auch etwas tiefer (unter Kopfhöhe) angebracht, bisweilen auch nur ein, dann aber stärkeres Holz, das man Gurtholz nennt.

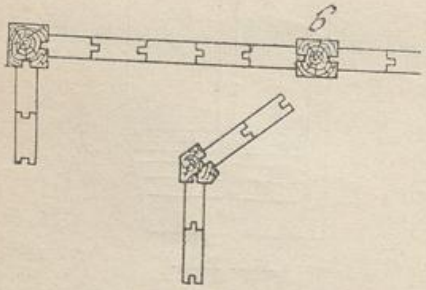


Abb. 181a.

Wechselt bei einer Spundwand die Richtung, oder zweigt von ihr eine andere Spundwand ab, so wird an den Winkelstellen ein Eckpfahl, öfters bei langen Wänden außerdem je in 2 bis 3 m Entfernung ein Bundpfahl (*b*) zur Verstärkung aufgestellt. Eckpfähle und Bundpfähle werden stets zuerst eingerammt (Abb. 181a).

B. Arten der Rammen, Rammarbeit.

Die zum Eintreiben der Pfähle oder Bohlen benutzten Rammen sind Hand-, Zug-, Kunst- oder Dampframmen. Kleinere Pfähle von 10 bis 12 cm Durchmesser bis etwa 1,5 m Tiefe werden bei leichtem Boden dagegen mit dem Schlägel eingetrieben.

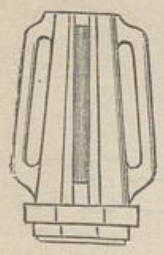


Abb. 182.

1. Die Handramme (Abb. 182). Bei dieser wird der Rammklotz an den daran befestigten Handhaben von den Arbeitern gefaßt, 0,6 bis 0,9 m gehoben und auf den einzutreibenden Pfahl gestoßen; sie hat ein Gewicht von 50 bis 60 kg. Mit ihr können Pfähle von 20 cm Durchmesser 1,5 bis 2,0 m eingetrieben werden. Der Rammklotz ist bisweilen in der Mitte durchbohrt zur Aufnahme einer Führungsstange, die in den Pfahlkopf eingeschraubt wird.

[1]) An Stelle der Verkeilung werden auch andere Mittel benutzt, z. B. eine wagerecht angesetzte Wagenwinde.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

2. Die Zugramme (Abb. 183, 184). Der mit dem Rammtau fest verbundene Rammbär *a* wird durch Arbeiter hochgezogen und fallen gelassen. Das Tau wird über die Rolle *e* (Rammscheibe) geführt, die am oberen Teile der Läuferrute *b* befestigt ist; es reicht mit dem losen Ende bis auf die Arbeitsbühne (Rammstube) *d* und trägt etwa 5 m über dieser das Kranztau *g*, an welchem so viele Zugseile (Rammstränge) hängen, als Arbeiter an der Ramme ziehen. Das Kranztau ist in Abb. 185 besonders dargestellt. Über der Läuferrute liegt der sog. Triezkopf *f* mit 2 Rollen, über welche das Windetau zum Hochziehen des Pfahles geführt ist. Das Tau wird mit dem Haspel *h* angewunden. Nach 20 bis 25 Schlägen, einer sog. Hitze, tritt eine Ruhepause von 2 bis 3 Minuten ein. Den Befehl beim Rammen führt der „Schwanzmeister", der das überschüssige, lose Ende *d* des Taues hält. Der Rammbär ist jetzt meistens von Eisen, seltener von Holz. Die Läuferrute der Ramme ist entweder doppelt wie in Abb. 184 und 186; dann greifen die Arme des Rammbären durch die Läuferrute; oder sie ist einfach wie in Abb. 187, dann greifen die Arme des Bären um die Läuferrute.

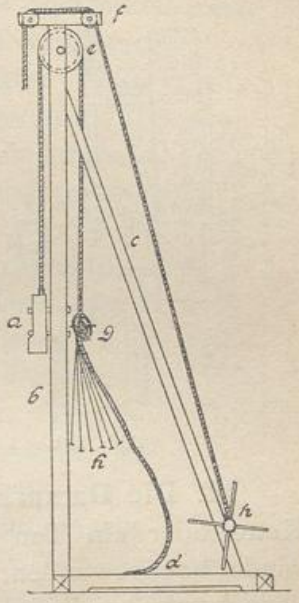


Abb. 183.

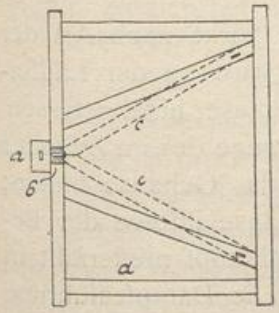


Abb. 184.

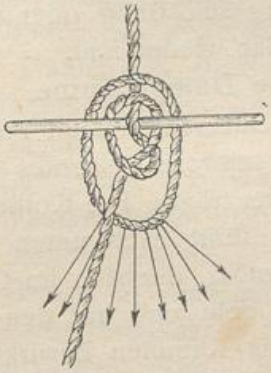


Abb. 185.

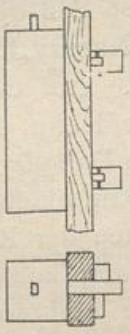


Abb. 186.

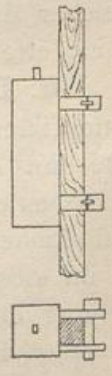


Abb. 187.

Die Hubhöhe ist 1,0 bis 1,5 m, das Gewicht des Rammbären 200 bis 600 kg, die Zahl der Arbeiter 13 bis 50. Die Rammstube muß für jeden Arbeiter 0,5 qm Fläche enthalten. Sie ist entweder viereckig oder dreieckig, letzteres bei der Eck- oder Winkelramme.

3. Die Kunstramme. Denkt man sich die Zugramme in der Weise umgeändert, daß der Bär durch eine Winde mit Vorgelege an

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

einer Kette hochgewunden wird, in einer gewissen Höhe aber ausgelöst wird und herunterfällt, so hat man die Kunstramme. Zum Auslösen des Bären dient der sogen. Schnepper mit Faliblock, der unten an der Kette sitzt und durch die Läuferrute greift, ähnlich wie der Bär mit seinen Armen. Bei dem Schnepper (Abb. 188) wird während des Hubes an der Schnur *c* gezogen, alsdann löst sich der Haken *a* aus und der Rammbär fällt. Beim Niederlassen des Fallblockes mit Schnepper wird der Haken durch das Gewicht *b* wieder eingerückt.

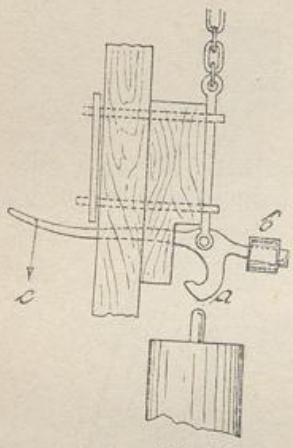


Abb. 188.

Es gibt noch andere Schnepperarten. Das Bärgewicht beträgt 500 bis 750 kg, die Fallhöhe 2 bis 8 m.

Die Dampframmen zerfallen in 3 Hauptarten: Ziff. 4, 5 und 6.

4. Die Dampfkunstramme. Bei dieser wird eine gewöhnliche Kette oder ein Tau zum Heben des Rammbären mit einer Dampfwinde hochgewunden. Diese Ramme hat eine Auslösung des Bären ähnlich wie bei der gewöhnlichen Kunstramme.

5. Die Dampfkunstramme mit Kette ohne Ende. Die Kette ohne Ende wird durch eine Daumenwelle beständig getrieben. An dem Rammbären befindet sich ein Schnepper; dieser wird nach dem Fall des Bären durch eine Feder in die Kette gedrückt; diese nimmt dadurch den Bären mit bis zu der bestimmten Hubhöhe, in welcher dann die Auslösung selbsttätig oder durch den Zug an einer Leine erfolgt, so daß der Bär wieder fällt.

6. Die Nasmythsche Dampframme. Sie wirkt nach Art der Dampfhämmer. Auf den einzurammenden Pfahl wird an der Läuferrute mit einer Kette ein schweres eisernes Gehäuse hinabgelassen das oben einen Dampfzylinder trägt. Die Kolbenstange des im Zylinder befindlichen Dampfkolbens führt nach unten in das Gehäuse hinein; an ihr sitzt unten der Rammbär, der sich im Gehäuse infolge der Bewegung des Dampfkolbens hebt und auf den Pfahlkopf niederfällt in schneller Folge und so das Rammen bewirkt. Die Dampfzuführung in den Zylinder (genauer in den Schieberkasten) geschieht durch gelenkförmige Röhren. Die Hubhöhe des Rammbären beträgt 0,9 bis 1,1 m, die Anzahl der Schläge 60 bis 80 in der Minute, das Gewicht des Bären ist 1400 bis 2000 kg.

C. Weiteres über Ausführung der Rammarbeiten.

Soll ein Pfahl tiefer geschlagen werden als der Rammbär fallen kann, so wird zur Verlängerung des Pfahles ein Rammknecht (Jungfer

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

oder Aufsetzer) aufgesetzt. Dieser ist (Abb. 189) unten mit einem eisernen Dorn *d* (zur Verbindung mit dem Pfahl), oben mit einem Arm *a* zur Führung in der Läuferrute versehen.

Die Pfähle werden, wie erwähnt, durch ein Tau mittels einer besonderen Winde aufgerichtet und beim Rammen durch ein umgeschlungenes Tau (mit zwei durchgesteckten Holzknüppeln) an der Läuferrute festgehalten und geführt.

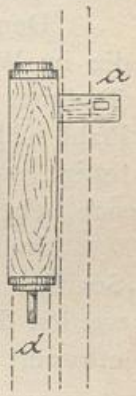


Abb. 189.

Die Arbeiten werden meist im Gedinge für die Längeneinheit der Rammtiefe oder für die ganze Pfahllänge ausgeführt.

Um zu prüfen, daß der Pfahl nicht in betrügerischer Weise abgeschnitten wird, werden an ihm ein oder mehrere Zeichen eingebrannt, an welchen dann Pfahllänge und Rammtiefe zu erkennen sind. Um jederzeit über die Rammarbeiten unterrichtet zu sein, ist eine Rammliste (Rammregister) zu führen, welcher ein Grundriß mit Angabe der einzelnen Pfahlnummern beizuheften ist.

Die Rammliste muß enthalten: 1. Tag des Einrammens, 2. Nummer des Pfahles, 3. seine ganze Länge, 4. seine Länge im Boden, 5. seine mittlere Stärke, 6. das Gewicht des Bären, 7. dessen Fallhöhe, 8. die Anzahl der Schläge bei der letzten Hitze, 9. das Maß des Eindringens bei dieser.

D. Das Ausziehen der Pfähle.

Das Ausziehen kommt vor bei Pfählen, die zu vorübergehenden Zwecken eingerammt oder schief eingeschlagen sind, oder wenn ein Hindernis im Boden das weitere Eintreiben verhindert, endlich bei alten Pfählen, die ein Schiffahrtshindernis bilden oder bei Gründungsarbeiten störend sind. Es werden zu dieser Arbeit benutzt:

Der Hebel oder Wuchtebaum, Winde- und Schraubenvorrichtungen, auch der Wasserauftrieb. Über diese Geräte ist im 18. Abschnitt das Nähere gesagt.

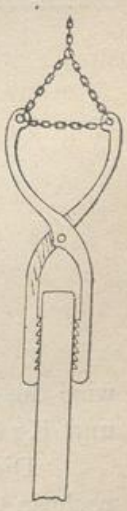


Abb. 190.

Immer kommt es darauf an, daß um den Pfahl in geschickter Weise eine Kette festgelegt wird, an welcher die Aufzugsvorrichtung angreifen kann. Bei ganz unter Wasser befindlichen Pfählen ist dies bisweilen schwierig. Die zum Überwerfen zugelegte Kette wird dann mit Bootshaken hinabgeführt.

Bisweilen müssen die Pfähle erst etwas freigebaggert werden, um zum Angriff zu gelangen (falls nicht der Bagger schon die Pfähle mit herausbringt, besonders Greifbagger, aber auch Eimerbagger). Auch Zangen mit Flaschenzug sind u. U. mit Erfolg zu verwenden (Abb. 190).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wenn die Pfähle im Wasser stehen, so ist ein Prahmgerüst, d. i. eine Rüstung auf zwei Schiffen (Prahmen), herzustellen (Abschnitt 18, Abb. 201, 202).

Auch Rammen können bisweilen zum Ausziehen der Pfähle benutzt werden, indem man einen geeigneten Flaschenzug anbringt.

Den Wasserauftrieb kann man zum Ausziehen von Pfählen, die im Wasser stehen, benutzen, indem man zwei gekuppelte Schiffe (Prahme) mit Steinen oder Kies beschwert, dann die Kette um den Pfahl schlägt, diese an dem über beide Schiffe reichenden Balken befestigt, nun den Ballast aus den Schiffen entfernt, wodurch die Schiffe sich heben und somit auch der Pfahl.

Im Flutgebiete wird bei Ebbestand der Pfahl an dem auf beiden Schiffen ruhenden Gerüst durch Ketten festgelegt. Durch die Flut werden die Schiffe und der Pfahl gehoben. Diese Art des Ausziehens erfordert indessen viel Zeit.

E. Das Abschneiden der Pfähle.

Zum Abschneiden von Pfählen und Bohlen über Wasser benutzt man die gewöhnliche Zimmermanns- oder Schrotsäge. Diese ist auch noch bei geringer Tiefe unter Wasser verwendbar, wenn sie mit über Wasser reichender Handhabe versehen wird. Unter Wasser dagegen

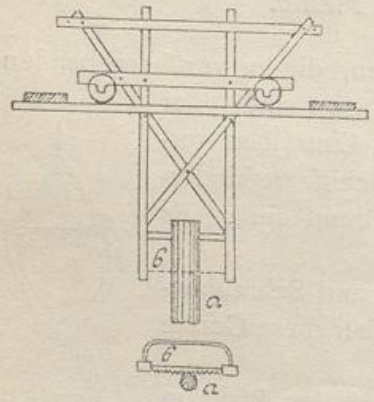


Abb. 191.

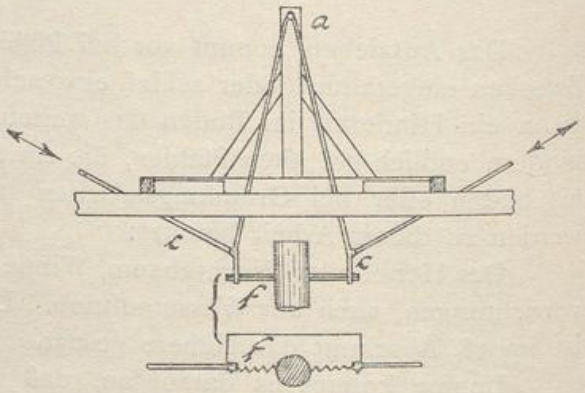


Abb. 192.

wird die Grundsäge gebraucht. Man hat gerade Grundsägen, Pendel- und Kreissägen.

Die gerade Grundsäge (Abb. 191) ist eine an einem senkrechten Gatter wagerecht eingespannte Schrotsäge *b*. Das Gatter hängt an einem fahrbaren Gerüst, durch dessen Hin- und Herbewegen das Sägen geschieht.

Bei der Pendelsäge (Abb. 192) ist ein wagerechtes Sägeblatt *f* in einem dreieckigen Rahmen eingespannt, welcher an dem oberen

Zapfen *a* hängt und um diesen schwingt. An den Seilen oder Stangen *c* wird durch zwei Arbeiter die Säge bewegt. Sie ist nur brauchbar für einzelnstehende Pfähle.

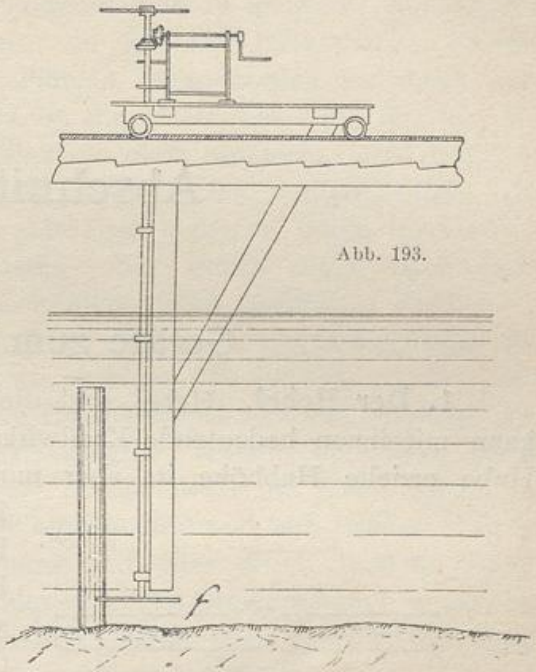


Abb. 193.

Die Kreissäge (Abb. 193). Bei ihr ist das runde Sägeblatt *f* unten an einer senkrechten Welle angebracht, welche oben und unten in mehreren Lagern läuft, die an einem bis ins Wasser reichenden senkrechten Gerüst befestigt sind. Für den Handbetrieb, auch für den Maschinenbetrieb ist oben an der Welle ein Kegelzahnrad aufgesetzt.

Spundbohlen, die auf einer Seite trocken stehen, werden billiger in der Weise abgeschnitten, daß sie auf dieser Seite eingekerbt und nach außen abgebrochen werden.

Abschnitt 18.

Geräte zum Heben.

1. Der Hebel. Hebel sind die einfachsten Hebegeräte. Man kann mit ihnen bedeutende Kraftwirkungen erzielen; die mit einem Hube erzielte Hubhöhe ist aber nur gering. Es gibt einarmige Hebel (z. B. die Schiebkarre, der Hebebaum) und zweiarmige Hebel. Die zweiarmigen Hebel sind entweder ungleicharmig (z. B. Wuchtebaum) oder gleicharmig (Wagebalken). Abb. 194 zeigt bei A einen einarmigen Hebel, bei B einen zweiarmigen Hebel. In beiden Fällen ist c der Stützpunkt des Hebels, Q die zu hebende Last, P die beim Heben anzuwendende Kraft. Im Falle B ist a die Länge des kleineren Hebelarmes, b die Länge des größeren Hebelarmes. a nennt man den Lastarm, b den Kraftarm. Im Falle A nennt man die Strecke a des einarmigen Hebels ebenfalls den Lastarm, b den Kraftarm. In beiden Fällen gilt das Gesetz:

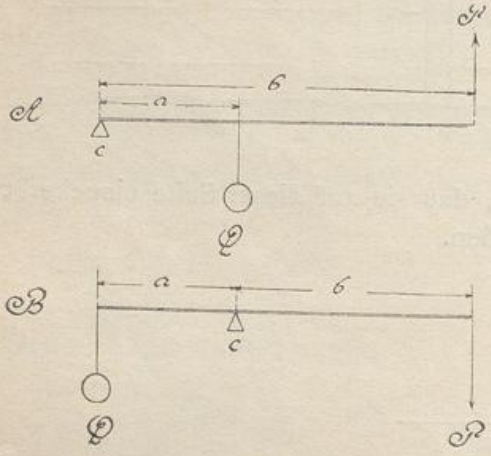


Abb. 194.

Gleichgewicht ist vorhanden, wenn Last mal Lastarm = Kraft mal Kraftarm; also $Q \cdot a = P \cdot b$.

Wenn die Last Q also ihrem Gewichte nach bekannt ist, so ist die anzuwendende Kraft $P = \frac{Q \cdot a}{b}$.

Je größer also b im Verhältnis zu a ist, um so kleiner braucht die Kraft P zu sein.

Ist z. B. $b = 2a$, so ist $P = \frac{Q}{2}$; ist $b = 10a$, so ist $P = \frac{Q}{10}$ usf.

Als Hebel in einfachster Form wird die Brechstange und der Hebebaum zum Heben und Fortschieben kleiner Lasten gebraucht, z. B.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von Steinen, Bauhölzern und dergl. Zur Unterstützung bedient man sich eines untergelegten Steines, einer Schwelle, eines hölzernen Bockes und dergl., zugleich um einen höheren Hub zu erzielen. In ähnlicher Weise wird der Wuchtebaum, ein größerer Balkenhebel, benutzt, besonders beim Ausziehen von Pfählen, Spundbohlen und dergl. Am Vorderende des Wuchtebaumes ist die Kette befestigt, die um den Pfahlkopf geschlungen wird; damit sie nicht abrutscht, wird bisweilen eine eiserne Klammer davorgeschlagen. Am hinteren Ende des Baumes wuchten die Arbeiter abwärts, meistens durch ihr Gewicht oder andere daraufgelegte Lasten oder durch einen nach unten ziehenden Flaschenzug wirkend, weniger durch stoßweises Rucken, da dies leicht zum Sprengen der Kette führt. Längeres Verweilen der ruhenden Last (Kraft) wirkt oft am meisten. Es ist aber nützlich, den Pfahl, wenn möglich, durch einen Hebelknüppel hin- und herzubewegen oder zur Erschütterung daraufzuschlagen. Kommt der Pfahl heraus, so fällt der Baum hinten nieder; alsdann wird der Baum wieder gehoben, die Kette weiter am Pfahl hinabgeführt und zum zweiten Hub geschritten. Das Heben des Baumes wird öfters durch einen am Hinterende angreifenden Flaschenzug, der an einem Dreibein hängt, erleichtert.

2. Rollen und Flaschenzüge. Beim Heben mit Hebeln greift die Kraft mit Unterbrechungen an; anders bei Rollen und Flaschenzügen. Man hat feste Rollen (siehe Rolle 4 in Abb. 195), ihre Drehachse ist fest gelagert, und lose oder bewegliche Rollen (siehe die Rollen 3, 2 und 1); ihre Drehachse ist in ihrer Lage veränderlich, weil die Länge des Seiles veränderlich ist, an dem die losen Rollen hängen. Die Rollen haben am Umfange Rillen zur Aufnahme der Seile. Eine feste Rolle wirkt wie ein gleicharmiger Hebel; der eine Hebelarm ist der eine wagerechte Halbmesser, der andere Hebelarm der andere wagerechte Halbmesser; der Stützpunkt liegt in der Drehachse; die Last greift an dem einen Seilende, die gleich große Kraft an dem anderen Seilende an. Kraft wird also durch die feste Rolle nicht gewonnen, aber die Kraftrichtung durch Seilleitung geändert; man nennt die feste Rolle daher auch Leitrolle.

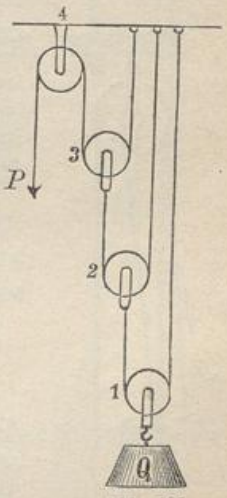


Abb. 195.

Eine lose Rolle dagegen wirkt wie ein einarmiger Hebel, dessen Kraftarm (d. i. der wagerechte Durchmesser) doppelt so groß ist als der Lastarm (d. i. der wagerechte Halbmesser). Der Stützpunkt liegt in dem Berührungspunkt des einen Seilstranges, die Last hängt an der Drehachse; die Kraft greift in dem Berührungspunkt des anderen Seilstranges ein; sie ist nur halb so groß als die Last. In Abb. 195 hängt die zu hebende Last Q an der losen Rolle 1. Wird nun an

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dem Seil bei P hinreichend gezogen, so überträgt sich der Zug auf die Seile, in denen die losen Rollen 3, 2 und 1 hängen, und zwar hebt Rolle 3 die Rolle 2, Rolle 2 die Rolle 1 und Rolle 1 die Last Q. Rolle 2 hat nur eine Last zu heben $= \frac{Q}{2}$, Rolle 3 nur $\frac{Q}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{Q}{4}$ und P vermöge der Rolle 3 eine Last $= \frac{Q}{4} \cdot \frac{1}{2} = \frac{Q}{8}$. P ist im vorliegenden Falle also nur $= \frac{Q}{8}$. Was man an Kraft gewinnt, geht aber an Weg verloren. Wenn P eine Seillänge von 1 m herunterzieht, so hebt sich die Last Q nur um $\frac{1}{8}$ m $= 0{,}125$ m.

Die Verbindung von festen und losen Rollen nebst dem Seilwerk nennt man einen Flaschenzug. Anstatt der Seile werden auch Ketten angewendet.

Die Anordung der Rollen nach Abb. 195 nennt man einen Potenzflaschenzug.

Anm. Die Kraftwirkung ist nicht ganz so groß, als berechnet ist, wegen der Reibung, die durch die Rollen und Seile entsteht, und der Steifigkeit der Seile. Die Kraft muß also etwas größer genommen werden, als berechnet. Dasselbe gilt für die Flaschenzüge Ziffer 3 und 4.

3. Der gewöhnliche Flaschenzug (Abb. 196). Er besteht aus zwei Rollengehäusen (Flaschen oder Blöcken), von denen jedes gleich viel Rollen enthält. Das eine Gehäuse ist die feste Flasche, da sie mit einem Haken angehängt oder sonstwie befestigt wird, die andere ist die lose Flasche, da sie mit Seilwerk an der festen Flasche in veränderlicher Stellung hängt. An der losen Flasche hängt die Last Q. Eine Flasche kann 1, 2, 3 oder mehr Rollen enthalten, aber immer nur soviel als die andere zugehörige Flasche. Die Rollen sind in der Flasche entweder nebeneinander angeordnet (wie in Abb. 196) oder übereinander. Das Seil (oder die Kette) ist an dem unteren Haken der festen Flasche befestigt und dann abwechselnd immer um eine Rolle der losen und der festen Flasche geschlungen, so daß zuletzt ein freies Seilende P übrigbleibt, an dem gezogen wird, um die Last Q zu heben.

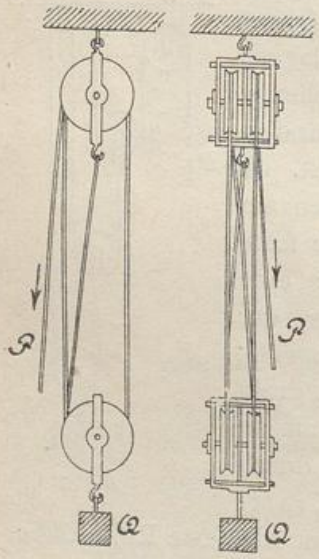


Abb. 196.

Es fragt sich, wie groß muß die Kraft P im Vergleich zu Q sein.

a) Beim Flaschenzuge mit einrolligen Flaschen ist $P = \frac{Q}{2}$;

denn die Last Q verteilt sich im Flaschenzuge dann auf

2 Seilstränge, von denen jeder $\frac{Q}{2}$ trägt. Das freie Seilende, an dem die Kraft P zieht, ist aber nur die Verlängerung des einen Seilstranges (über der Leitrolle); mithin ist $P = \frac{Q}{2}$.

b) Beim Flaschenzuge mit zweirolligen Flaschen ist $P = \frac{Q}{4}$; denn die Last Q verteilt sich auf 4 Seilstränge, an deren einem P zieht.

c) Beim Flaschenzuge mit dreirolligen Flaschen ist $P = \frac{Q}{6}$; denn die Last Q verteilt sich auf 6 Seilstränge usf.

Aber auch hier, wie bei allen Maschinen, gilt der Satz: was man an Kraft gewinnt, geht an Weg verloren. Zieht P das Seil z. B um 1 m herunter, so wird Q nur gehoben: im Falle a um $\frac{1{,}0}{2} = 0{,}5$ m, im Falle b um $\frac{1{,}0}{4} = 0{,}25$ m, im Falle c um $\frac{1{,}0}{6} = 0{,}17$ m usf.[1])

Abb. 197.

4. Der Differentialflaschenzug (Abb. 197) hat eine obere Flasche mit 2 fest aneinandersitzenden Rollen von ungleichem Durchmesser und eine untere lose Flasche mit nur einer Rolle. Das Seil hat kein freies Ende, sondern geht geschlossen herum. Es geht von der oberen großen Rolle um die untere lose Rolle, dann um die obere kleine Rolle, hängt durch und geht zur oberen großen Rolle zurück. Der Vorzug des Differentialflaschenzuges besteht darin, daß die Last Q nach jedem Zuge ohne weitere Hemmung ruhig in ihrer Lage hängen bleibt. Die Kraftwirkung ist nicht groß; er eignet sich daher mehr zum Heben kleinerer Gegenstände.

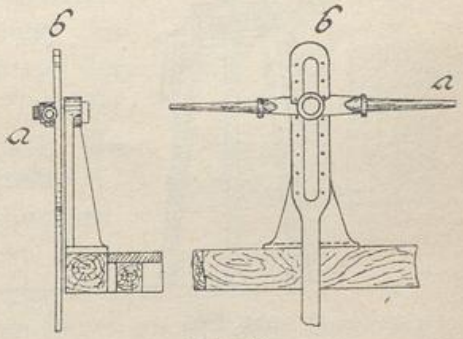


Abb. 198.

5. Die Hebelade (Hebelschwinge, Abb. 198). Sie ist nur für kleinere Lasten und geringe Hubhöhen brauchbar. Sie findet sich u. a. öfters als Aufzugsvorrichtung für die Schützen von kleinen Wehren, Freiarchen und bei älteren Schleusentoren. Beim Schwingen des Hebels a wird ein Bolzen abwechselnd rechts und links in ein Loch der geschlitzten Zugstange b gesteckt.

[1]) Die Schiffer nennen einen Flaschenzug Scherzeug, die Flaschen Blöcke und die Rollen Scheiben. Sie sprechen von 1-, 2- und 3scheibigen Blöcken usf.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

6. Die Zahnstangenwinde (Wagenwinde, Abb. 199) besteht aus einem Gehäuse, in dem sich eine Zahnstange befindet, die oben herausragt; sie wird durch ein Zahnradgetriebe bewegt vermittels einer Kurbel, die sich an dem Gehäuse seitlich befindet. An der Kurbelwelle sitzt außen ein Sperrad, in welches eine Sperrklinke eingreift zur Feststellung nach jedem Hube. Die Hubhöhe beträgt höchstens 0,5 m.[1]) Die Zahnstange endet oben in einem Kopf, der an die zu hebende oder zu schiebende Last angesetzt wird.

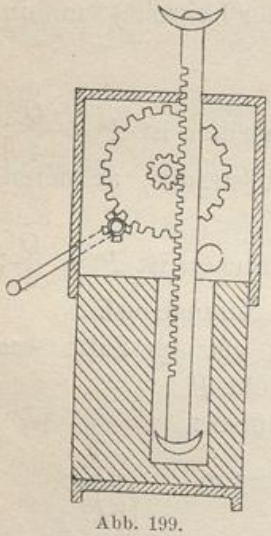


Abb. 199.

7. Die Schraubenwinden. Sie können so eingerichtet sein, daß die Schraubenspindel, in einer festen Mutter steckend, selbst gedreht wird und sich so hochschraubt, wie z. B. bei der Wagenwinde (Topfschraube, Abb. 200), oder daß die festgelagerte Mutter gedreht wird (Abb. 201), so daß die Spindel sich hochschraubt, oder daß die feststehende Spindel gedreht wird und die lose Mutter sich hochschraubt und diese die Last hebt (Abb. 202).

Zum Ausziehen von Pfählen werden die Schrauben (Abb. 200) in der Regel paarweise gebraucht

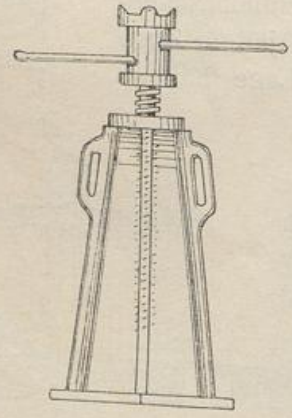


Abb. 200.

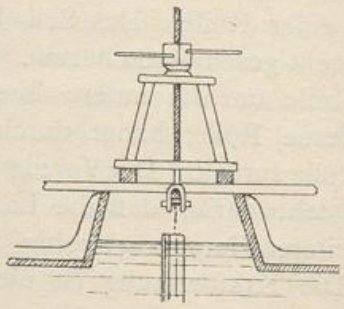


Abb. 201.

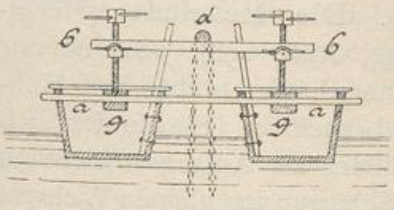


Abb. 202.

(1 Paar = 1 Satz) mit einem Querbalken darüber, um welche die Pfahlkette gelegt wird. Die Schrauben werden dann immer gleichzeitig

[1]) Es gibt auch hydraulische oder Preßwasser-Wagenwinden. Ihre Beschreibung würde hier zu weit führen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gedreht. Geschieht das Ausziehen von Schiffen aus, so sind zwei Schiffe (Prahme) erforderlich, die durch Rüstung verbunden sind. In Abb. 201 ist eine starke Schraube vorhanden, die durch Drehen der auf dem Bock gelagerten Mutter gehoben wird. In Abb. 202 sind zwei Schrauben vorhanden. Zwei ebensolche Schrauben muß man sich dahinter denken. Jede Mutter bildet hier einen eisernen Klotz zur Lagerung eines hölzernen Balkens *b* (Mutterbalken, mit je einem Loch für die Schraubenspindel). Über dem Mutterbalken liegt das Querholz *d*, um welches die Pfahlkette geschlungen ist. Das Querholz reicht über die beiden Schraubensätze hinweg.

8. Der Haspel. Unter Haspel versteht man eine drehbar gelagerte (meist hölzerne) Welle. Entweder befindet sich an jeder Stirnseite eine Kurbel (Kurbelhaspel), oder es sind durch die Welle sich kreuzende Hebelarme gesteckt (Kreuzhaspel). Das Seil zum Heben der Last ist um die Welle gewunden. Die Welle kann wagerecht gelagert sein (Haspel bei Zugrammen, Bohrgerüsten usw.) oder senkrecht; dann nennt man den Haspel eine Erdwinde oder Tunnelbaum (Abb. 203).

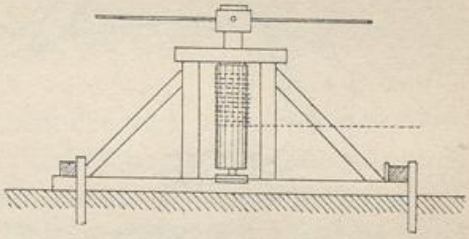


Abb. 203.

Hebezeug zum Erfassen von Steinen:

9. Die Steinklaue (Abb. 204). Die gewöhnliche Steinklaue oder Wolf dient hauptsächlich zum Heben von Werksteinen. Sie besteht aus einem dreiteiligen eisernen Dübel. Die drei Teile nebst einem übergreifenden Bügel *a* sind von einem durchgesteckten Bolzen *b* gefaßt. Die Seitenteile des Dübels sind unten breiter als oben, während der mittlere Teil gleichmäßig stark ist. Soll der Stein gehoben werden, so werden erst die beiden Seitenteile, dann erst der Mittelteil in das in den Stein entsprechend (schwalbenschwanzförmig) gearbeitete Loch gesteckt, dann der Bügel angelegt und der Bolzen durchgesteckt. Zieht der Haken der Windekette an dem Bügel, so drücken die Seitenflächen des Dübels gegen den Stein, und dieser wird gehoben.

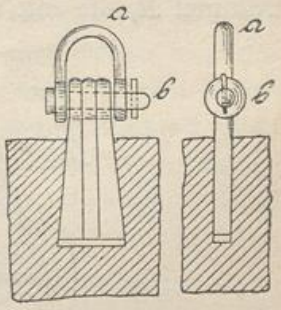


Abb. 204.

10. Die Steinzange (Abb. 205). Sie dient ebenfalls zum Heben von Werksteinen, wird aber auch zum Heben von hinderlichen Steinen im Flußbett benutzt. Die hakenförmig gebogenen Spitzen greifen an oder um den Stein und halten fest, sobald die Kette angezogen wird

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Heben geschieht meistens vermittels eines Flaschenzuges, der an einen Dreifuß angehängt ist. Das Ansetzen der Steinzange an unter

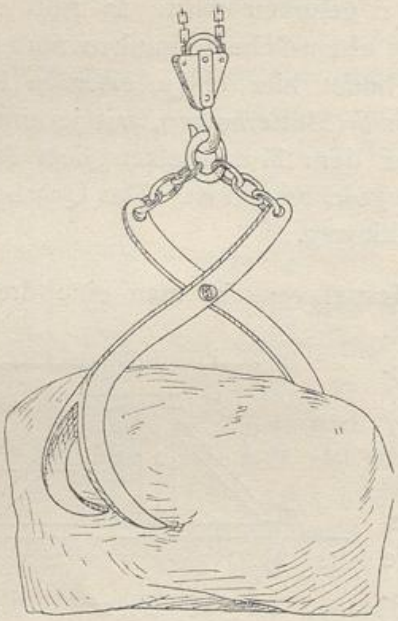


Abb. 205.

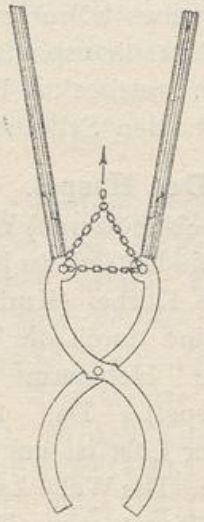


Abb. 206.

Wasser befindliche Steine wird erleichtert, wenn die Zange Stiele hat wie in Abb. 206.

11. Die einfache Bau-, Bock- oder Ankerwinde (Abb. 207). Auf einem aus Eisen bestehenden Bockgerüst lagert die eiserne Windetrommel R, die mit einem großen Zahnrad R_1 fest verbunden ist; mit

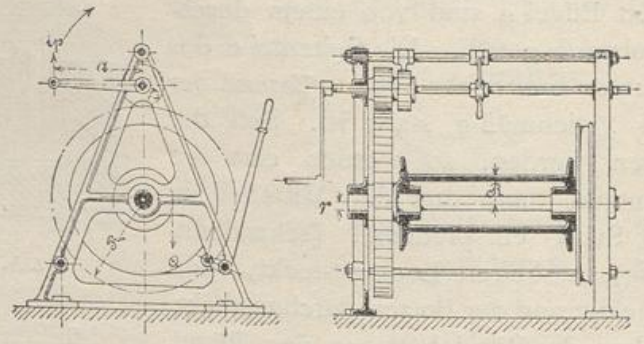


Abb. 207.

einer Kurbel a wird das an der Kurbelwelle festsitzende kleine Zahnrad r_1 gedreht; da dieses in das große Zahnrad eingreift, wird auch die Trommel gedreht. Dadurch wird das auf der Trommel befestigte Seil (oder Kette) aufgewickelt und die angehängte Last Q gehoben.

Einen solchen Satz von zwei Zahnrädern (einem kleinen und einem großen) nennt man ein Vorgelege (weil es der Trommel vorgelegt ist). Durch ein Vorgelege wird die Kraft, die zur Drehung an der Kurbel nötig ist, sehr verkleinert.

Ist die Länge der Kurbel a, der Halbmesser des kleinen Zahnrades $= r_1$, des großen $= R_1$, der Trommel $= R$ und die zu hebende Last $= Q$, so ist an der Kurbel nur eine Kraft P oder ip nötig

$$ip = Q \cdot \frac{R}{a} \cdot \frac{r_1}{R_1}.$$

Dies läßt sich nach dem Hebelgesetz Seite 164 leicht näher erweisen, würde aber hier zu weit führen. Das Verhältnis der Halbmesser der beiden Zahnräder $\left(\frac{r_1}{R_1}\right)$ nennt man das Übersetzungsverhältnis.

Wegen der Reibungswiderstände muß natürlich eine etwas größere Kraft angewendet werden, als berechnet.

Neben dem kleinen Zahnrad befindet sich auf derselben Achse ein Sperrad; ist die an der oberen Verbindungsstange sitzende drehbare Sperrklinke heruntergelassen, so klinkt sie beim Stillstand der Kurbel in das Sperrad, hält dieses fest und dadurch auch die Zahnräder, die Trommel und die Last. Die Last kann also nicht zurücksinken. Ferner befindet sich an der Trommel (rechts) die Bremse, nämlich eine Bremsscheibe mit einem diese umgebenden Bremsband. Das Bremsband wird zum Bremsen mittels des Bremshebels an die Scheibe gedrückt. Die Bremse dient beim Herunterlassen der Last (nach Hochnahme der Sperrklinke) zur Verminderung der Geschwindigkeit, auch zum Festhalten.

Endlich ist zu erwähnen die Ausrückvorrichtung, nämlich ein Hebel, der an der oberen Verbindungsstange sitzt (rechts von der Sperrvorrichtung. Mit ihm kann die Kurbelwelle nebst kleinem Zahnrad nach rechts verschoben werden, so daß das kleine Zahnrad nicht mehr in das große Zahnrad eingreift. Dann dreht sich beim Herablassen der Last (Bremsen) die Kurbel nicht mit. Schnell herumschlagende Kurbeln sind nämlich sehr gefährlich.

Statt der von Hand betriebenen Winden werden beim Löschen und Laden von Schiffen, auch zum Heben von Ankern Dampfwinden verwendet.

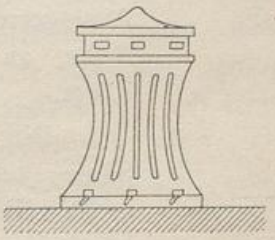


Abb. 208.

12. Spill oder **Gangspill** (Abb. 208) ist eine um eine feste senkrechte Achse drehbare Trommel, die nach der Mitte etwas verjüngt geformt ist und, mit Handspeichen, Dampf oder Elektrizität betrieben, zum Aufwinden von Ankern, oder zum Verholen der

Schiffe längs dem Ufer, besonders in den Schleusen gebraucht wird. Am unteren Rande der Trommel sind Sperrklinken angebracht.

13. Uferkrane. Krane sind Hebevorrichtungen, welche die Last während des Hebens auch in wagerechter Ebene fortbewegen. Besonders wichtig sind die Uferkrane, die zum Be- und Entladen von Schiffen gebraucht werden. Sie sind entweder feststehend oder auf Gleisen fahrbar angeordnet. Sie haben eine sehr verschiedene Gestalt und Einrichtung.

a) Feststehender Uferkran (Abb. 209). Er besteht aus der senkrecht stehenden Kransäule *z*, um welche sich

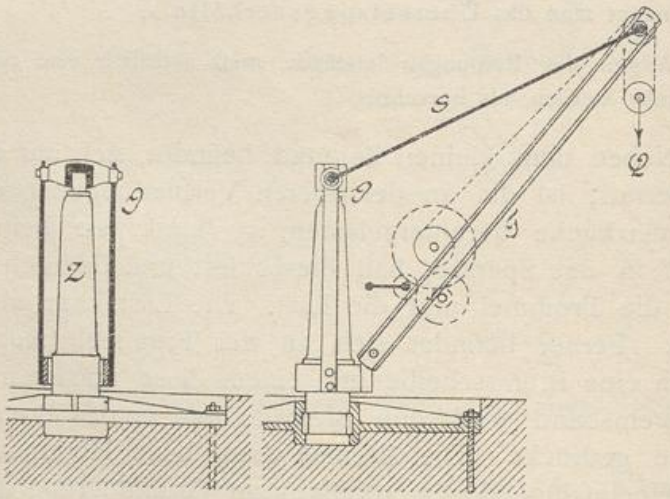


Abb. 209.

das ganze Krangestell *g* drehen kann. Dieses hat einen schräg aufwärtsgerichteten Balken oder Ausleger *T*. Der Ausleger ist oben durch zwei nebeneinanderliegende Zugstangen *S* mit dem senkrechten Krangestell verbunden. Er trägt oben eine Rolle, um welche die Krankette nach der unten befindlichen Winde geht; unter der Auslegerrolle hängt in der Krankette noch eine lose Rolle, an deren Achse der Haken zum Heben der Last hängt.

Die Drehung des Kranes um die feststehende Säule (zum Schwenken der gehobenen Last in wagerechter Richtung) wird bei größeren Kranen durch eine besondere Winde bewirkt, die unten an dem Krangestell angebracht ist.

Die Kransäule ist unten fest mit dem Mauerwerk verankert vermittels einer eisernen Grundplatte.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Windevorrichtungen zum Heben der Last und zum Herumschwenken des Kranes können für Handbetrieb, aber auch für Dampf-, Preßwasser- und Elektrizitätsbetrieb eingerichtet sein (Dampfkrane, hydraulische oder Kraftwasserkrane, elektrische Krane).

Bezüglich der Gestalt und Anordnung der Ausleger, der Kransäulen und deren Aufstellung und Verankerung gibt es sehr viele verschiedene Arten, die aufzuführen hier zu weit führen würde.

b) Fahrbarer Uferkran. Besonders häufig sind fahrbare Dampfkrane (Abb. 210). Das Untergestell mit der Säule,

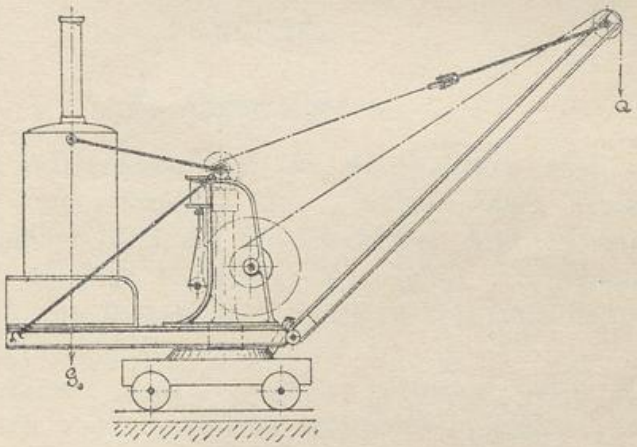


Abb. 210.

um welchen der Kran drehbar ist, steht auf Rädern, die auf Schienengleisen laufen. Der Dampfkessel G_1, der sich mitdreht, hält dem Kranausleger und der daranhängenden Last das Gleichgewicht, so daß der Kran nicht umfallen kann. Zum Be- und Entladen von Schiffen sind fahrbare Krane deshalb besonders geeignet, weil die Schiffe während des Ladegeschäftes hierbei nicht zu verholen brauchen, wie dies bei feststehenden Kranen erforderlich ist, wenn der ganze Schiffsraum entladen werden soll. Es kommen auch fahrbare Krane vor, die mit Handbetrieb, mit Kraftwasser- und elektrischem Betrieb eingerichtet sind. Der Bau, die Anordnung und Einrichtung der fahrbaren Krane ist sehr verschieden.

14. Mastenkrane. Sie dienen zum Setzen oder Niederlegen von Masten beim Durchfahren von festen Brücken. Sie sind auf verlängerten Brückenpfeilern oder am Ufer in der Nähe der Brücken auf-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gestellt. Der Ausleger besteht meistens aus zwei gegeneinander geneigten Streben. Oben, wo die Streben zusammentreffen, ist der Ausleger nach hinten durch Drahtseile oder Zugstangen verankert. Der Ausleger ist nicht nach der Seite drehbar; er kann aber meistens nach vorn und hinten eine etwas veränderliche Neigung erhalten.

Die Mastenkrane haben ihre Bedeutung verloren, weil die Binnenschiffe meistens nur noch kleine Masten führen, die ohne Kran gesetzt und gelegt werden können. Viele Schleppschiffe führen überhaupt keine Masten mehr.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 19.

Tauchen.

A. Allgemeines.

Für manche Wasserbauarbeiten ist das Tauchen eine wichtige Hilfsarbeit. Man kann vermittels des Tauchens unter Wasser Besichtigungen vornehmen und die verschiedensten Arbeiten verrichten, z. B. Räumungen auf der Flußsohle, Sprengung von Steinen und Felsen, Beseitigung von Pfählen und sonstigen Schiffahrtshindernissen, Dichtung von Schiffslecken usw.

Die Taucherarbeit wird verrichtet entweder durch Einzeltaucher oder durch mehrere Arbeiter zusammen in einem Taucherschachte (Taucherglocke).

Sowohl Einzeltaucher wie die Arbeiter im Taucherschachte atmen verdichtete Luft (Preßluft). Der Druck der Preßluft ist abhängig von der Wassertiefe, in der getaucht wird. Den Druck, der einer Wassertiefe von 10 m entspricht, nennt man eine Atmosphäre. Wird z. B. in 5 m Wassertiefe getaucht, so atmet der Taucher Preßluft von 0,5 Atmosphäre, bei 12 m Tiefe Preßluft von 1,2 Atmosphären usw. Beim Einzeltaucher ist hierunter die Wassertiefe verstanden vom Wasserspiegel bis zum Munde des Tauchers, beim Taucherschachte vom Wasserspiegel bis zum unteren Rande der Taucherglocke.

B. Einzeltaucher (Abb. 211).

Der Taucher bedarf bei seiner Arbeit der Hilfe einiger über Wasser befindlichen Arbeiter, die sich je nach Lage der Arbeitsstelle auf einer Ufermauer, einem Schiffe, Kahngerüst oder Floß aufhalten.

Der Taucher zieht zur Arbeit, ehe er hinabsteigt, einen Taucheranzug von wasserdichtem Stoffe an (bestehend aus einer Gummilage zwischen zwei dichtgewebten Zeuglagen). Der am Anzug befindliche

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kragen ist so weit, daß der Taucher mit ganzer Gestalt hindurchsteigt. Um die Handgelenke werden zum wasserdichten Anschluß Gummibänder gezogen; um den Leib wird ein Gurt gelegt. An die Füße kommen Taucherschuhe, die dichtschließend über die eingesteckten Hosen geschnallt werden. Die Schuhe haben Bleisohlen. Zuletzt setzt der Taucher den kupfernen Helm auf, mit dessen Flansch der Anzugkragen, der zwischen diesen Flansch und einen messingenen Ring gelegt wird, wasserdicht verschraubt wird. Der Helm hat mehrere Fenster. Auf der Brust des Tauchers hängt ein herzförmiges Bleigewicht. Dieses Gewicht, sowie die Bleisohlen wirken dem Auftrieb entgegen, der wegen der Anfüllung des Anzuges mit Luft sehr bedeutend ist. Auf dem Rücken trägt er einen Tornister, dessen Zweck sich weiter unten ergeben wird.

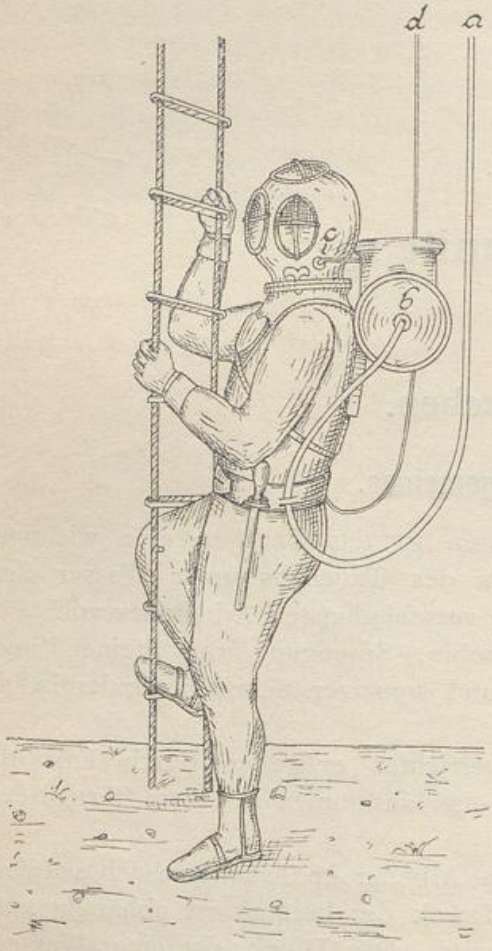


Abb. 211.

Dem unter Wasser befindlichen Taucher wird die nötige Luft zum Atmen durch einen Gummischlauch *a* zugeführt, in den zwei über Wasser befindliche Arbeiter beständig Luft pumpen (siehe S. 88 unter Sprengarbeiten). Der Schlauch führt zunächst in den Tornister *b* und alsdann vom Tornister als Messingrohr *c* durch den Helm zum Munde des Tauchers. Das Rohr endet in einem breiten Mundstück. Der Taucher kann vermöge dieses Mundstückes die Luft aus dem Tornister einatmen und in das Rohr wieder ausatmen, wie unten näher beschrieben wird.

Zur Verständigung des Tauchers mit dem Aufseher und den Arbeitern über Wasser dient eine Signalleine *d*, die an seinem Gürtel befestigt und meistens noch mit Bindfaden an sein linkes Handgelenk gebunden ist. Einer der Arbeiter muß die Leine stets in der Hand behalten. Durch kräftige Rucke an der Leine können verschiedene verabredete Zeichen gegeben werden, z. B. wenn der Taucher aus dem Wasser steigen will oder soll. Die Signalleine dient auch zur Hilfe beim Heraufkommen des Tauchers. In neuerer Zeit wird zur

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verständigung der oberen Mannschaft mit dem Taucher außerdem das Telephon benutzt. Am Gürtel des Tauchers hängt meistens noch ein kräftiges Messer in bronzener Scheide, das er zu vielfachen Verrichtungen gebrauchen kann.

Der Tornister (Abb. 212). Würde dem Taucher durch den Schlauch — ohne Tornister — die Luft zugepumpt, so würde er die Luft in zu starken Stößen und oft mit zu hohem Druck atmen müssen. Ihm würden dadurch Unbequemlichkeiten und sogar Schaden zugefügt werden. Der Tornister dagegen dient als Ausgleichbehälter und Druckregeler. Der Taucher erhält die Luft aus ihm stets unter gleichmäßigem Drucke, der nie höher ist als der Druck einer Wassersäule vom Wasserspiegel bis zum Mundstück des Atmungsrohres. Der Querschnitt des Tornisters ist in Abb. 212 dargestellt. Er besteht aus zwei Räumen, nämlich dem unteren Raum A, in welchen der Schlauch einmündet, und dem oberen Raum B, dem Regeler, aus welchem das Atmungsrohr ausmündet. Die gepumpte Luft kann von A nach B nur gelangen, wenn ein die beiden Räume verbindendes kegelförmiges Regelungsventil v abwärtsbewegt wird, so daß in der Trennungswand eine Öffnung entsteht. Das Ventil ist nämlich vermittels einer Stange an dem elastischen Deckel D des Tornisters befestigt. Der äußere Wasserdruck drückt diesen Deckel nieder, somit auch Ventil v, wenn im Raum B ein geringerer Druck herrscht als der äußere Wasserdruck. Dann strömt die Luft aus A durch die Ventilöffnung nach B so lange, bis der Druck der zugepumpten Luft den elastischen Deckel wieder hebt und somit das Ventil v wieder schließt. Da nun der Taucher beim Einatmen aus dem Regeler B vermittels des Rohres c Luft entnimmt, so entsteht eine Luftverdünnung in B; infolgedessen sinkt der Deckel D und öffnet sich das Ventil v, so daß gepumpte Luft aus dem Raume A nachströmt, und zwar so lange, bis der Druck der Preßluft, auf die Unterseite des Deckels D drückend, das Ventil v wieder schließt. Das Nachströmen von Preßluft findet also immer nach Verhältnis des Einatmens statt und unter gleichmäßigem Drucke.

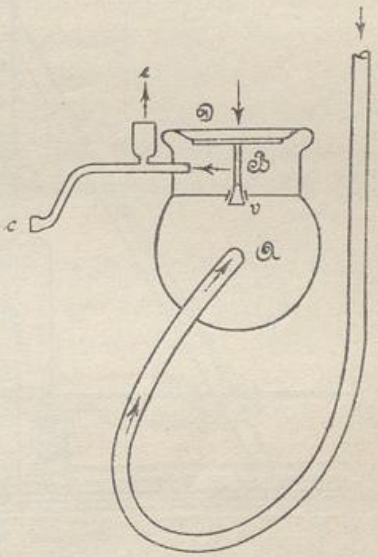


Abb. 212.

Die vom Taucher in das Rohr c ausgeatmete Luft geht nicht in den Tornister, sondern entweicht dicht vor demselben durch ein Ausatmungsventil e, in Blasen an die Wasseroberfläche steigend. Das Ausatmungsventil e besteht nämlich aus dünnem Gummi und hat eine breite schlitzartige Öffnung mit zwei Lippen, die sonst dicht geschlossen sind und sich nur beim Ausatmen öffnen. Wasser kann also durch das Ventil nicht eindringen.

C. Taucherschächte.

Der Taucherschacht (Abb. 213 u. 214) besteht aus dem Schiff mit Gerüst und der Taucherglocke. Vom Schiffe ist des beschränkten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Raumes wegen nur das nötigste angedeutet. Die Taucherglocke wird zum Tauchen hinabgelassen (in die punktiert angedeutete Stellung). Bei der Fortbewegung des Schiffes oder während längerer Arbeitsruhe

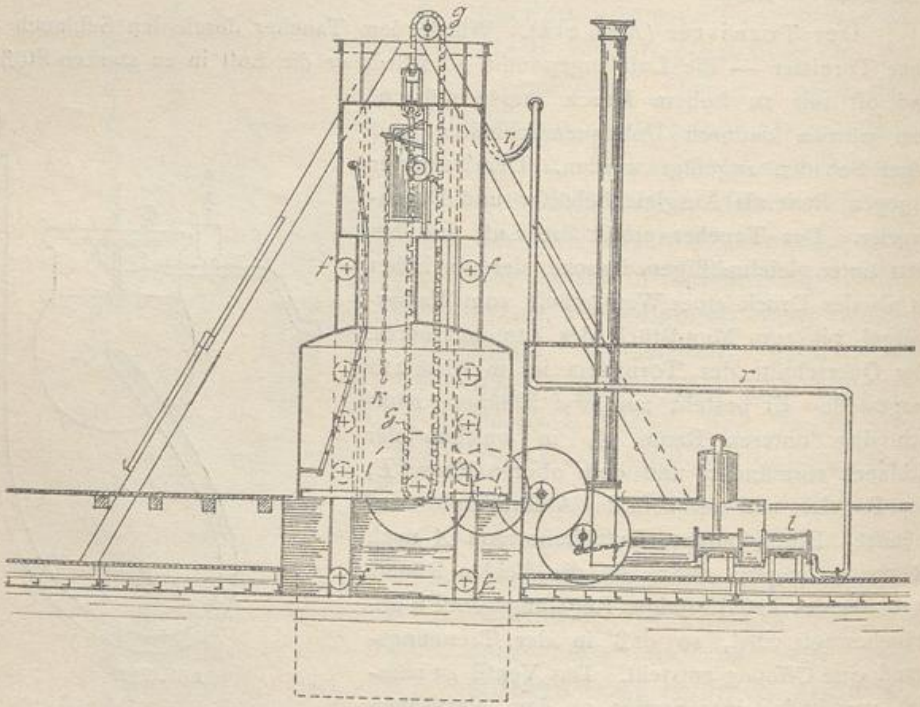


Abb. 213.

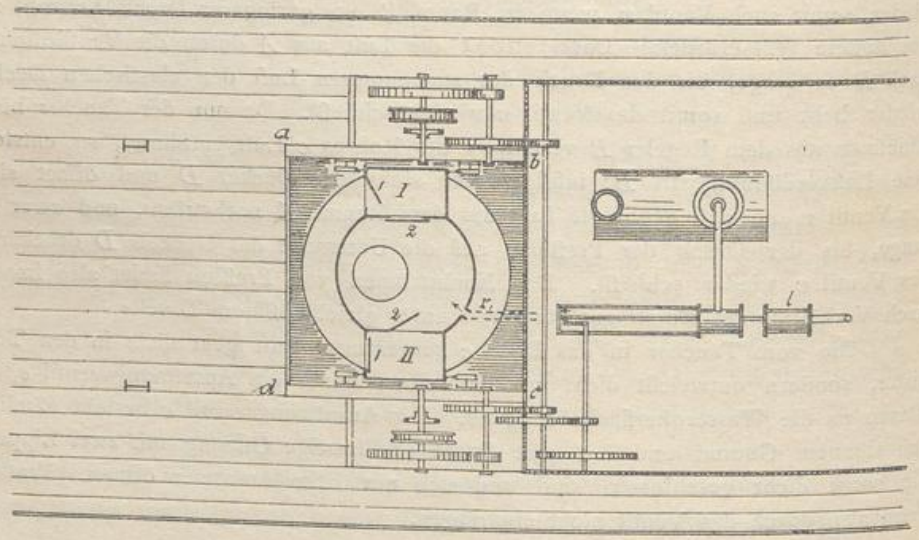


Abb. 214.

ist sie hochgezogen, wie in Abb. 213 gezeichnet ist. In die hinabgelassene Glocke, die unten offen ist, wird vermittels einer auf dem Schiffe befindlichen Luftpumpe *l* beständig durch das Rohr *r* Preßluft

gepumpt. Diese treibt das Wasser aus der Glocke, wenn sie gesenkt ist, so daß Arbeiter in ihr völlig im Trockenen arbeiten können. Die in der Glocke befindliche Preßluft hält dem äußeren Wasserdrucke, d. i. dem Drucke der Wassersäule vom Wasserspiegel bis zum unteren Rande der Glocke, das Gleichgewicht.

Die Glocke ist meistens in der Mitte des Schiffes aufgehängt; in ihm befindet sich zu diesem Zwecke eine schachtartige geräumige Öffnung (*a*, *b*, *c*, *d*, Abb. 214). Diese Anordnung findet sich z. B. am Rhein. (Beim Taucherschacht an der Elbe ist die Glocke an der Seite des Schiffes aufgehängt. Dies hat den Vorteil, daß Taucherarbeiten näher dem Ufer verrichtet werden können und daß auch Gegenstände, die sich über die Höhe des Schiffsbodens erheben, von der Glocke erreicht werden.)

Auf dem Schiffe befindet sich eine Dampfmaschine, die die Kraft zum Heben und Senken der Glocke liefert, ferner die von der Dampfmaschine getriebene Luftpumpe *l*, die die Preßluft liefert. Die Preßluft wird durch das Rohr *r* in die Glocke eingeführt. Das Rohr geht zum Teil in einen Schlauch r_1 über, damit es den Bewegungen der Glocke besser nachgeben kann.

In größeren Taucherschächten wird ferner (stärker) gepreßte Luft zum Betriebe von verschiedenen Arbeitsmaschinen mit besonderen Rohren in die Glocke eingeführt, z. B. zum Betriebe von Gesteinsbohrmaschinen für Zwecke des Sprengens, auch zu den in der Glocke befindlichen Winden für das Aufwinden von geräumten Gegenständen, wie Steinen, Pfählen und dergl.

Die Glocke besteht aus der oberen Kammer mit den Luftschleusen, aus dem Hals und dem unteren Arbeitsraum. Von der oberen Kammer führt nach dem unteren Arbeitsraum eine eiserne Leiter hinunter. Die Luftschleusen dienen zum Einsteigen in die Glocke und zum Aussteigen aus derselben. Unter Luftschleuse versteht man eine kleine Vorkammer mit zwei Türen (Abb. 214). Die eine Tür (1) führt von außen in die Schleuse, die andere (2) von der Schleuse in die Glocke. Beide Türen dürfen nie gleichzeitig geöffnet sein, sonst würde die Preßluft aus der Glocke nach außen entweichen. In jeder Tür, oder in der Wand daneben, befindet sich außerdem je ein Luftventil, das wegen seiner Kleinheit nicht gezeichnet ist.

Der Vorgang beim Einschleusen eines Arbeiters ist folgender (vergl. Abb. 214): Nachdem der Arbeiter durch Öffnung des Ventils bei 1 die Preßluft aus der Schleuse I hat entweichen lassen, öffnet er die Tür 1; er geht in die Schleuse I und schließt die Tür 1 sowie das Ventil in ihr. Dann öffnet er ganz allmählich das Ventil bei 2 zwischen Schleuse I und Glocke, so dringt die Preßluft aus der Glocke in die Schleuse ein; alsdann kann die Tür 2 geöffnet werden, und der Arbeiter tritt aus der Schleuse in die Glockenkammer. Beim Ausschleusen tritt der Arbeiter in die (mit Preßluft gefüllte) Schleuse II und schließt Tür 2 und das Ventil bei 2, öffnet dann das Ventil bei 1 allmählich, damit die Preßluft aus der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schleuse II nach außen entweicht und die Schleuse von gewöhnlicher Luft erfüllt wird; alsdann öffnet er die Tür 1 und tritt hinaus.

Das Öffnen des Ventils beim Einschleusen muß sehr langsam geschehen, damit der Druck der Preßluft in der Schleuse erst allmählich zunimmt; andernfalls würden die Arbeiter leicht Schaden davontragen. Beim Einlassen der Preßluft in die Schleuse muß man Schluckbewegungen machen, damit die Aufnahme der Preßluft im Innern des Körpers beschleunigt wird, die dann der äußeren Preßluft das Gegengewicht hält. Durch die Luftschleusen werden auch die nötigen Geräte in die Glocke hineingebracht, anderseits die geräumten Gegenstände, wie Steine, Hölzer, Schiffstrümmer aus der Glocke herausgeschafft. Zu dem Zwecke sind geeignete Winden an der Decke des oberen Teiles der Glocke vorhanden, ferner Kübel, die an der Windekette *k* hängen (Abb. 213). Wenn Pfähle ausgezogen werden sollen, werden sie in der Glocke an Ketten festgemacht; dann wird die ganze Glocke mit Dampfkraft gehoben, und die Pfähle werden so mit herausgezogen. Will man die herausgezogenen Pfähle und Hölzer unzerkleinert lassen, so werden sie unter dem Rande der Glocke nach außen geschoben und vom Deck des Schiffes mit geeigneten Zangen und Ketten erfaßt und hochgewunden. Bei größeren Taucherschächten sind mehr als 2 Luftschleusen vorhanden, nämlich außer zwei kleinen Schleusen, die Personenschleusen heißen, noch zwei größere Luftschleusen, die Arbeitsschleusen genannt werden, weil durch sie Geräte eingeführt und geräumte Gegenstände herausgeschafft werden.

Das Heben und Senken der Taucherglocke an dem Gerüst wird durch ein Kettenband *g* bewirkt (Abb. 213). Auf jeder Seite der Glocke befindet sich ein solches Kettenband, das von der Dampfmaschine angetrieben wird. Die obere und die untere Kettenscheibe, um welche das Band läuft, sind an dem Gerüst befestigt. Oben auf der Glocke ist ein eiserner Balken fest verschraubt, dessen überstehende Enden an den beiderseitigen Kettenbändern befestigt sind. Mit dem Aufwinden und Abwinden der Kettenbänder wird also auch der Balken und somit die Glocke auf- und niederbewegt. Sie kann in jeder Höhe festgestellt werden. Zur sicheren senkrechten Führung der Glocke sind an ihr auf jeder Seite zwei senkrechte Schienen befestigt, die gegen Führungsrollen *f* gleiten. Die Führungsrollen sind am Hebegerüst fest gelagert.

Außen an der Taucherglocke ist ein Pegel (Tiefgangsanzeiger) angestrichen, dessen Nullpunkt in Höhe des unteren Glockenrandes liegt. An diesem Pegel wird ohne weiteres abgelesen, wie tief die Glocke unter dem Wasserspiegel taucht. Der Taucherschachtmeister kann im Innern der Glocke durch Messung von dem unteren Rande jederzeit leicht feststellen, ob die zu räumenden Gegenstände, Steine, Pfähle und dergl., über die vorgeschriebene Räumungssohle hervorragen oder nicht.

Auf dem Schiffe befinden sich Unterkunftsräume für die Mannschaft, Gelasse für die Kohlen, Geräte usw. Wie bei den Dampf-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

baggern sind ein Vorder- und zwei bis vier Seitenanker nötig. Ferner ist an Bord notwendig ein Meßdrahtseil, für welches eine geeignete Winde vorhanden sein muß; denn die Arbeitsstelle muß von dem Ufer aus mit Genauigkeit eingemessen werden können.

Zur Anbringung von Bohrmaschinen sind in den zu Sprengarbeiten bestimmten Taucherschächten, im Arbeitsraum der Glocke, starke eiserne Querstangen angebracht, an welche die Bohrmaschinen angeschraubt werden können.

Der Sicherheit wegen muß die Glocke noch besonders festgestellt werden können. Dies geschieht dadurch, daß die beiden Kettenbänder, nachdem die Glocke den Grund erreicht hat, von der Maschine noch etwas weiter angedreht werden. Dadurch hebt sich das Schiff etwas aus dem Wasser und lastet auf der Glocke.

D. Unfallverhütungsvorschriften für das Arbeiten in Preßluft.

1. Die Zulassung zur Arbeit in Preßluft darf uur auf Grund einer ärztlichen Untersuchung und eines diesbezüglich ausgestellten ärztlichen Zeugnisses erfolgen. Diese Untersuchung ist alle 3 Monate zu wiederholen.

Zur Arbeit sind nur vollkommen gesunde Arbeiter zuzulassen; insbesondere sind Arbeiter, welche Herz- oder Lungenfehler haben, an Blutandrang zum Kopf leiden oder bei welchen die Verbindungsgänge zwischen Nase and Ohr verstopft sind, von der Arbeit auszuschließen. Zeitweilig auszuschließen sind Arbeiter, die an Nasenkatarrh, Affektionen der Ohren oder Erkrankungen der Verdauungsorgane leiden.

2. Der einzelne Arbeiter soll höchstens 8 Stunden täglich in Preßluft arbeiten.

3. Bei der Arbeit im Taucherschacht sind zum Schutze gegen Erkältung und Durchnässung wollene Kleider und wasserdichte Beschuhung von Vorteil. Das Einnehmen von Mahlzeiten soll tunlichst vermieden werden; Rauchen ist verboten.

4. Während der Druckminderung ist durch Nachströmen gepreßter Luft für stetigen Luftwechsel in der Schleuse zu sorgen. Unter dieser Bedingung sollen für den Mann mindestens 0,7 cbm Luftraum in der Personenschleuse vorhanden sein.

5. Die in den Arbeitsraum einzuführende Luft muß in jeder Hinsicht rein sein und stets unmittelbar aus der freien Außenluft angesaugt werden.

6. Die verdichtete Luft soll nicht wärmer als 20° C. in den Arbeitsraum eintreten.

7. Die Zuführung der verdichteten Luft hat in der Menge zu erfolgen, daß in einer Stunde auf jeden Kopf mindestens 20 cbm Außenluft kommen.

8. Jedes Luftzuführungsrohr muß an seiner Eintrittsstelle in den von verdichteter Luft erfüllten Raum mit einem selbsttätigen Ventil versehen sein, welches sich sofort schließt, wenn der Luftdruck der Leitung aus irgend einem Grunde absinkt.

9. Bei der Aufnahme ist jeder Arbeiter über die Vorgänge beim Ein- und Ausschleusen auf das genaueste zu belehren, zur sorgfältigen Einhaltung der ihm

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vorzulegenden Vorschriften zu verpflichten und auf die Gefahren der Nichtbefolgung aufmerksam zu machen. Die Arbeiter sind nach Möglichkeit zu einer geregelten Lebensweise anzuhalten und vor Ausschreitungen jeder Art, insbesondere vor übermäßigem Alkoholgenuß, zu warnen. Sie haben sich auch möglichst des Genusses blähender Nahrungsmittel zu enthalten.

Das Rauchen in gepreßter Luft ist verboten.

10. Es ist für eine ausreichende Zahl von in gutem Zustande befindlichen, an sichtbarer Stelle belegenen Sicherheitsventilen und Druckmessern (Manometern) zu sorgen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 20.

Strombau.

Unter Strombau wird hier verstanden der Ausbau der Ströme und Flüsse zum Zwecke der Schiffbarmachung, sowie ihre Unterhaltung im ausgebauten Zustande.[1])

Eine bestimmte Grenze zwischen den Begriffen Strom und Fluß ist nicht zu ziehen; die allgemeinere Bezeichnung ist „Fluß". Strom ist ein großer Fluß und besonders der schiffbare Hauptfluß eines Flußgebietes. In der Regel bezeichnet man mit „Strom" die Hauptströme Weichsel, Oder, Elbe, Weser, Rhein. Bezüglich der gemeinsamen Eigenschaften der größeren fließenden Gewässer wird im folgenden in der Regel die Bezeichnung „Fluß" angewendet.

A. Allgemeines über Flüsse.

1. **Flußgebiet** (Stromgebiet). Ein Fluß (Strom) wird hauptsächlich gespeist durch seinen Oberlauf und seine Nebenflüsse. Der Oberlauf und die Nebenflüsse werden gespeist durch Zuflüsse (kleinere Flüsse, Quellbäche, Fließe).

Die Speisung der Zuflüsse geschieht:

a) durch Quellen und Grundwasser. Grundwasser ist das in das Erdreich eingedrungene Niederschlagswasser (Regen- oder Tauwasser). Quillt Grundwasser an einer bestimmten Stelle beständig heraus, so nennt man das heraustretende Wasser eine Quelle; fließt es dagegen unterirdisch weiter, so spricht man von Grundwasser schlechthin (Grundwasserstrom).

[1]) Strombau oder Stromausbau bedeutet hier dasselbe, was gemeinhin mit Stromregelung (Stromregulierung, Stromkorrektion) bezeichnet wird. Unter Flußbau versteht man dagegen in der Regel den Ausbau (die Regelung) der nichtschiffbaren Flüsse.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Anm. Der Fluß und die Nebenflüsse werden auch in ihrem Hauptlauf an einzelnen Stellen öfters durch Grundwasser oder Quellen unmittelbar gespeist.

b) Mehr vorübergehend werden die Flüsse (Hauptlauf, Nebenflüsse und Zuflüsse) außerdem gespeist durch offen abfließendes Niederschlagswasser (Oberflächenwasser). Der andere Teil des Niederschlagswassers dringt in das Erdreich ein und bildet, wie vorerwähnt, das Grund- und Quellwasser zu a; ein weiterer Teil verdunstet. Das Oberflächenwasser, sowie das Grund- und Quellwasser läuft dem Flusse nur aus einem bestimmt abgegrenzten Gebiete zu. Dies Gebiet nennt man das Flußgebiet (Stromgebiet), auch Niederschlagsgebiet. Das Flußgebiet ist gegen benachbarte Flußgebiete abgegrenzt durch Wasserscheiden, das sind Bodenerhebungen, die das ganze Flußgebiet umgeben. Von einer Wasserscheide fließt das Wasser immer nach zwei Richtungen, nämlich nach zwei verschiedenen Flußgebieten hin.

Auch jeder Nebenfluß hat sein besonderes Niederschlags- oder Flußgebiet und seine besonderen Wasserscheiden gegen die benachbarten Nebenfluß- oder Flußgebiete.

Die bildlich dargestellte Verästelung eines Flusses in alle seine Nebenflüsse und Zuflüsse nennt man das Flußnetz (Stromnetz).

Die Wassermenge, die in einem Flusse fließt, ist abhängig von der Größe seines Niederschlagsgebietes, von der Bodenbeschaffenheit dieses Gebietes und der Neigung des Geländes in ihm, sowie von der Größe, Häufigkeit und Dauer der Niederschläge. In durchlässigem Boden (Erde, Moor, Sand, Kies, Geröll) versinkt ein großer Teil des Niederschlagswassers und macht sich als Grund- oder Quellwasser erst geraume Zeit nach den gefallenen Niederschlägen als Zufluß geltend. Undurchlässiger Boden (Lehm, Ton, Fels) läßt die Niederschläge fast unvermindert abfließen und zwar um so schneller, je mehr das Gelände geneigt ist. Daraus ergibt sich, daß Flüsse, deren Niederschlagsgebiet größtenteils in gebirgigen Gegenden liegt, schnell anschwellen, aber auch schnell fallen, Flüsse, deren Niederschlagsgebiet dagegen größtenteils in der Ebene liegt, langsam anschwellen und langsam fallen. Ferner folgt daraus, daß zwei Flüsse, die ein annähernd gleich großes und gleich geneigtes Niederschlagsgebiet bei annähernd gleichartiger Bodenbeschaffenheit haben, bei annähernd gleich großen Niederschlägen die gleiche Wassermenge führen (z. B. Mosel und Main).

2. Flußbett. Überschwemmungsgebiet. Das Gerinne, in welchem das Wasser eines Flusses sich für gewöhnlich bewegt, nennt man sein Bett. Der mittlere, untere Teil des Bettes heißt die Sohle, die seitlichen oberen Teile die Ufer. Die oberste Uferkante heißt der Bord. Ist das Bett ganz mit Wasser gefüllt, so sagt man der Fluß ist bordvoll. Steigt der Fluß, so daß das Wasser über die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Borde geht, so treten Ausuferungen, und bei weiterem Steigen Überschwemmungen ein. Das Gebiet, das zu beiden Seiten eines Flusses zwischen dem Bord und der äußersten Überschwemmungsgrenze liegt, heißt das Überschwemmungsgebiet.[1])

Das Land, das auch bei dem höchsten Hochwasser nicht überschwemmt wird, heißt hochwasserfrei.

Legt man einen Querschnitt durch den Fluß und sein Überschwemmungsgebiet, so heißt der Querschnittsteil, der durch die Flußborde begrenzt wird, der Flußquerschnitt, der ganze Querschnitt aber zwischen den beiderseitigen Überschwemmungsgrenzen der Hochwasserquerschnitt.

Bewegt sich auch der Hochwasserstrom in einem erkennbaren geschlossenen Bette, so spricht man von einem Hochwasserbett. Die sichtbaren Grenzen dieses Hochwasserbettes nennt man die Hochufer.

Im Überschwemmungsgebiet ist nicht immer alles Hochwasser fließend. Zwischen großen dichten Ortslagen, zwischen dichtem Buschwerk, in tiefen Einbuchtungen usw. steht das Hochwasser oft nahezu still. Dieses stillstehende Wasser nennt man Stau- oder totes Wasser. Man nennt dann denjenigen Teil des Hochwassergebietes, in dem das Hochwasser tatsächlich fließt, das Hochwasser-Abflußgebiet und die Breite dieses Gebietes, besonders soweit es von Abflußhindernissen freigehalten werden muß, die Hochwasser-Abflußbreite.

3. Wasserstände. Die Wasserstände werden an den Hauptpegeln regelmäßig abgelesen und in den Wasserstandslisten dauernd aufgezeichnet. Man unterscheidet im Flusse gewisse Hauptwasserstände, deren Kenntnis für die Beurteilung seiner Wasserführung überhaupt, für seine Schiffbarkeit, für Bauten am Flußufer und im Überschwemmungsgebiete, sowie für die Entscheidung von Eigentums- und landwirtschaftlichen Fragen von besonderer Bedeutung sind.

Allgemein unterscheidet man a) Niedrigwasserstände, b) mittlere Wasserstände und c) Hochwasserstände. Man denkt dabei an eisfreie Wasserstände; wenigstens sind diese im folgenden gemeint. (Von Wasserständen bei Frost, Eistreiben, Eisversetzungen und Eisgang ist unter Ziffer 10 besonders die Rede.)

a) Niedrigwasserstände.

1. N. W. oder besser N. N. W.[2]) ist der niedrigste Wasserstand in einer längeren Reihe von Jahren. Seine Kenntnis ist für den Stromausbau und für die Schiffahrt sehr wichtig. Jedoch rechnet man

[1]) Vergl. auch I. Teil, S. 78, betreffend die Grenze des engeren Stromgebietes gegen das Überschwemmungsgebiet.

[2]) Bisweilen wird nämlich unter N. W. niedriger Wasserstand schlechthin verstanden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in der Regel nicht darauf, daß bei diesem Wasser die Schiffe noch mit ganz voller Ladung fahren können. Der niedrigste Wasserstand (N. N. W.), durch eine bestimmte Pegelzahl ausgedrückt, hat übrigens nur für eine gewisse Reihe von Jahren dieselbe Bedeutung; denn die Flußsohle verändert sich im Laufe der Zeit in manchen Strecken, und mit ihr senkt oder hebt sich der Wasserspiegel. Richtiger ist es daher, den niedrigsten Wasserstand als denjenigen zu bezeichnen, bei dem der Fluß in der fraglichen Strecke die kleinste Wassermenge abführt.

2. M. N. W. ist der gemittelte niedrigste Wasserstand, meistens kurz Mittelniedrigwasser genannt. Er ist gemittelt entweder aus den niedrigsten Wasserständen einer Reihe von Jahren oder aus den niedrigsten Sommerwasserständen dieser Jahre oder aus den niedrigsten Sommerwasserständen einzelner besonders trockener Jahre einer Jahresreihe (etwa während 10 bis 20 Jahren).

Bisweilen wird ein solcher Wasserstand auch mit R. W. (das ist Regulierungs-Wasserstand) bezeichnet. Das Ziel des Stromausbaues ist in der Regel, bei dem Wasserstande M. N. W. oder R. W. eine bestimmte Mindestfahrtiefe in genügender Breite zu erzeugen, so daß alsdann Schiffe von maßgebender Größe und Tauchtiefe möglichst noch mit voller Ladung fahren können.

b) Mittlere Wasserstände.

3. M. W., Mittelwasser, der gemittelte (mittlere) Wasserstand ist aus sämtlichen Wasserstandsbeobachtungen einer Reihe von Jahren gemittelt (10, 20, 30, auch mehr Jahre). Er wird bei den meisten Flüssen für die Anordnung und Wirkung der Strombauwerke in erster Linie zugrunde gelegt. Ihre Krone liegt in der Regel auf M. W.

4. M. S. W., der mittlere Sommerwasserstand ist gemittelt aus den Sommerwasserständen einer Reihe von Jahren (Sommermonate sind hier Mai bis Oktober). Er liegt meistens tiefer als der Wasserstand zu 3. Bezüglich des Flußausbaues wird er an manchen Flüssen anstatt des Mittelwassers M. W. verwendet.

5. G. W., der gewöhnliche Wasserstand ist der Stand, der während eines Jahres bezw. während einer Reihe von Jahren, ebenso oft überschritten wie nicht erreicht worden ist. Er liegt in der Regel ebenfalls tiefer als M. W. Bezüglich des Ausbaues wird er bei manchen Flüssen anstatt der Wasserstände zu 3. und 4. zugrunde gelegt. Außerdem ist er wichtig für Eigentumsfragen (vergl. I. Teil dieses Buches S. 9, Anm. zu § 56 des Allgem. Landr., II. Teil, Tit. 15 bezüglich der Grenze zwischen Flußbett und Ufer). Dieser Wasserstand bildet in der Regel auch die Pflanzenwuchsgrenze (Vegetationsgrenze) am Ufer, manchmal trifft dies aber eher zu für den Wasserstand zu 4.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

c) Hochwasserstände.

6. M. H.W., Mittelhochwasser ist der Wasserstand, der aus den höchsten Wasserständen einer Reihe von Jahren gemittelt ist. Er ist von Bedeutung z. B. für die Anlage mancher Ladestellen und anderer Uferwerke, von nicht hochwasserfreien Deichen usw.

7. H. Sch.W. ist der höchste schiffbare Wasserstand. Er ist an jeder Wasserstraße nach besonderen Erfahrungen bestimmt. Er richtet sich z. B. nach der Höhenlage vorhandener Brücken, die bei diesem Wasserstande noch eben durchfahren werden können, ferner, falls Treidelbetrieb stattfindet, nach der Höhe der Leinpfade, endlich nach den bei höheren Wasserständen eintretenden schwierigen Strömungen und dergl.

8. H. H.W., der höchste Hochwasserstand ist der überhaupt bekannte höchste (eisfreie) Wasserstand. Dieser wird bei der Anlage von Brücken, Uferstraßen, Deichen, Ladestellen, Hafendämmen, von hochwasserfreien Wohnstätten und dergl. besonders berücksichtigt.

4. Gefälle. Die Strömung im Flusse beruht auf dem Gefälle. Unter Gefälle versteht man das Gefälle des Wasserspiegels (Spiegelgefälle; seltener spricht man von dem Gefälle der Flußsohle, Sohlengefälle).

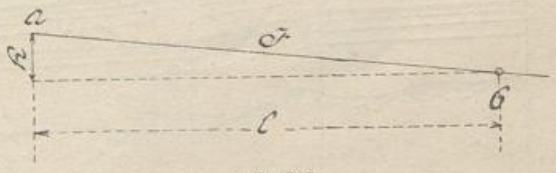


Abb. 215.

Man kann unter Gefälle zweierlei verstehen (Abb. 215):

a) entweder die Gefällhöhe (h), die angibt, wieviel ein Punkt (a) des Wasserspiegels höher liegt als ein Punkt (b) desselben, der um eine Strecke (l) stromabwärts liegt.

Z. B. a liege 0,32 m höher als der 1050 m stromab gelegene Punkt b. Dann sagt man, das Gefälle (die Gefällhöhe) von a nach b beträgt 0,32 m.

b) oder man versteht unter Gefälle das Gefällverhältnis (J), das die Neigung des Wasserspiegels ausdrückt; allgemein schreibt man dafür $J = \frac{h}{l}$ oder $h : l$; d. h. das Gefällverhältnis ist = der Gefällhöhe, geteilt durch die betreffende Flußlänge.

Bei dem vorbezeichneten Zahlenbeispiel ist das Gefällverhältnis: $J = \frac{0{,}32}{1050}$ oder $\frac{1}{3281}$ oder $1 : 3281$. Man sagt also hier: das Gefälle von a bis b ist $\frac{1}{3281}$ oder $1 : 3281$. Man kann den Bruch auch in einen Dezimalbruch verwandeln und sagt dann in diesem Falle, das Gefälle ist = 0,0003048 oder rund 0,3 mm aufs Tausend (meist geschrieben: 0,3 ‰).

Damit in den Höhenplänen die Gefällneigungen deutlicher sichtbar werden, wählt man den Höhenmaßstab 20 bis 100 mal größer als den Längenmaßstab (sog. verzerrter Maßstab).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Im folgenden ist unter Gefälle immer das Gefällverhältnis gemeint. (Die diesem zugrunde liegende Gefällhöhe und Länge sind im Stromstrich gemessen zu denken; vergl. Ziff. 7.)

Bezüglich des Gefälles in einer Flußstrecke unterscheidet man einerseits das Durchschnittsgefälle, das vom Anfang bis zum Endpunkte dieser Strecke gemeint ist und anderseits die Einzelgefälle, die in verschiedenen Teilen dieser Flußstrecke sich vorfinden und oft größer oder kleiner als das Durchschnittsgefälle sind, so daß die Wasserspiegellinie im Höhenplan dann sehr unregelmäßig aussieht. Bei niedrigen Wasserständen sind diese Unregelmäßigkeiten immer am größten (Abb. 216). Die Ursachen hierfür bestehen in vorkommenden Sand- und Kiesbänken, Steinriffen und Felsen, die die Flußsohle durchsetzen, oder in übermäßigen künstlichen oder natürlichen Einengungen des Flußbettes. Im Höhenplan sieht die Wasserspiegellinie dann oft

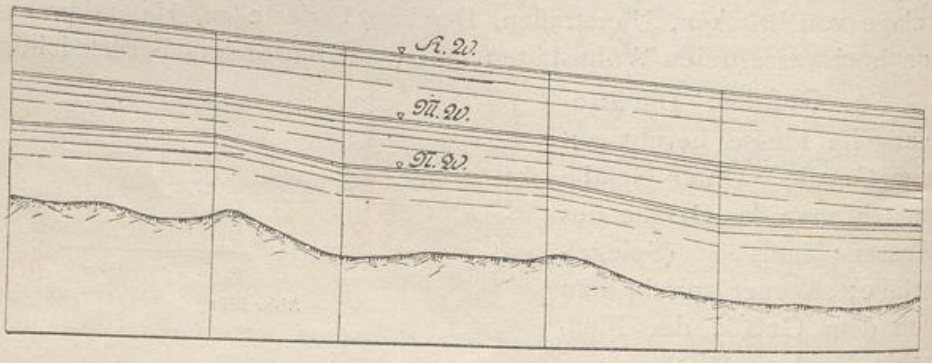


Abb. 216.

fast treppenartig aus. Bei mittleren Wasserständen verschwinden diese Treppen mehr und mehr oder, wie man sagt, das Gefälle gleicht sich aus; bei hohen Wasserständen bildet die Wasserspiegellinie der betreffenden Strecke annähernd eine gerade Linie, die dem Durchschnittsgefälle nahekommt (Abb. 216).

Bisweilen kommen kürzere Flußstrecken mit sehr starkem Gefälle vor, das auch bei mittleren und höheren Wasserständen bemerkbar bleibt; solche nennt man Stromschnellen. Diese sind für die Schiffahrt sehr hinderlich.

Je nachdem man das Gefälle einer Flußstrecke bei niedrigem, mittlerem oder hohem Wasserstande meint, spricht man vom Niedrigwassergefälle, Mittelwassergefälle oder Hochwassergefälle dieser Strecke.

Die Durchschnittsgefälle nehmen in fast allen Flüssen von der Quelle nach der Mündung hin erheblich ab. Die Abnahme findet meistens allmählich statt.

5. Flußlauf. Flußquerschnitt. Talweg. Jeder Fluß schlängelt sich; die Krümmungen überwiegen, gerade Flußstrecken sind seltener und nicht lang. Bei einer Flußkrümmung nennt man das eine Ufer

das einbuchtende (konkave) Ufer oder die Einbuchtung (Konkave)[1]), das gegenüberliegende das vorspringende (konvexe) Ufer oder den Vorsprung (Konvexe). Flüsse, die nicht ausgebaut sind, also im natürlichen Zustande sich befinden, ändern ihren Lauf allmählich dadurch, daß das einbuchtende Ufer abbricht und das vorspringende Ufer anwächst; dadurch werden manche Flußkrümmungen mit der Zeit immer stärker bis zu dem Grade, daß eine Flußschleife entsteht, zwischen welcher nur eine schmale Zunge verbleibt. Der Fluß durchbricht alsdann bei höherem Wasserstande bisweilen die Zunge und schafft sich einen neuen Lauf. Man durchbricht die Zunge auch künstlich vermittels eines Durchstiches (Abb. 217a bis c). Die seitlich von dem Durchbruche oder Durchstiche liegenbleibenden Krümmungen heißen Altwasser (Schlenken, Lachen). Die Bodenmassen, die aus den Abbrüchen stammen, lagern sich im Flußbett ab und bilden Kies- und Sandbänke; auch verstärken sie die Anwüchse der vorspringenden Ufer. Die Sandbänke im Flußbett höhen sich mit der Zeit auf und werden dann zu Inseln; dadurch entstehen Flußspaltungen; d. h. der Fluß teilt sich in zwei Arme. Jeder Arm führt dann nur einen Teil des Wassers ab und ist daher schmaler oder seichter als der Hauptflußlauf. In einem so verwilderten Flusse kann sich eine gleichmäßige und bequeme Schiffahrtsrinne nicht ausbilden. Eine Hauptmaßnahme des Strombaues ist daher die Regelung und dauernde Festlegung des Flußlaufes.

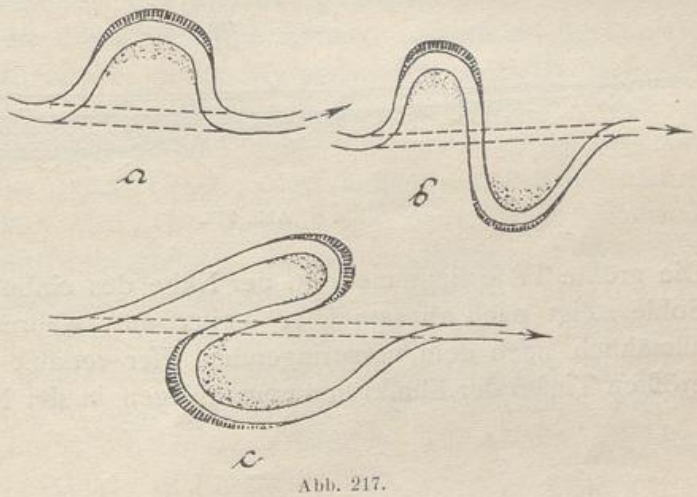


Abb. 217.

Sowohl in den natürlichen, wie in den ausgebauten Flüssen zeigen die Flußquerschnitte zwei Hauptformen (Abb. 218)[2]), die eine in den geraden Strecken (II), die andere in den Krümmungen (I u. III). In einer ordnungsmäßigen (nicht verwilderten) geraden Strecke ist

[1]) Die ostdeutschen Schiffer sagen für einbuchtendes Ufer Grube; die rheinischen Schiffer nennen die zwischen zwei Krümmungen liegende gerade Strecke das offene Reck.

[2]) Selbstverständlich sehen die gepeilten Querschnitte nie so regelmäßig aus als die hier dargestellten, am allerwenigsten in nicht ausgebauten Flüssen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die Sohle des Flußbettes schalenförmig gekrümmt, d. h. die größte Tiefe liegt annähernd in der Mitte; nach den Ufern steigt die Flußsohle in flacher Krümmung gleichmäßig an (s. II). In den Krümmungen dagegen ist das Flußbett im Querschnitt mehr birnenförmig gestaltet.

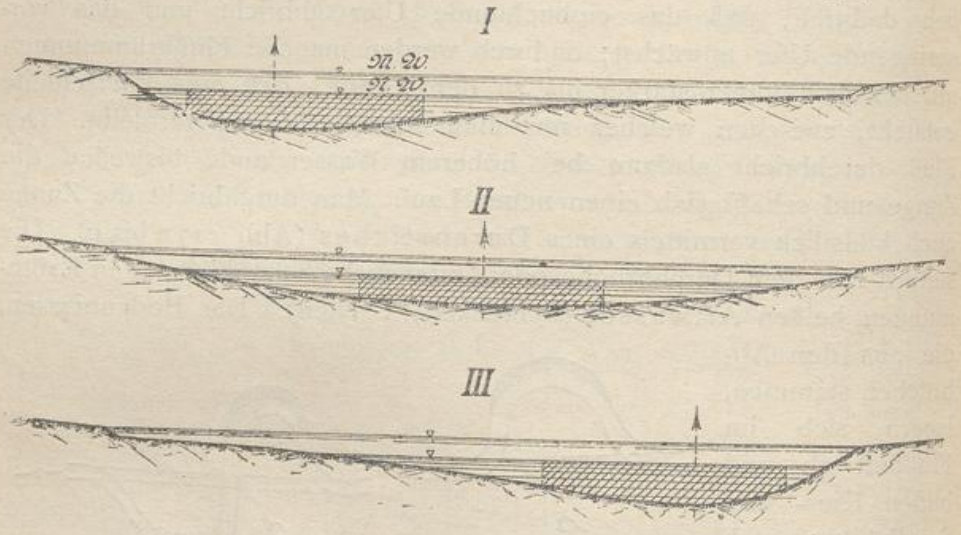


Abb. 218.

Die größte Tiefe liegt mehr in der Nähe des einbuchtenden Ufers; die Sohle steigt nach diesem Ufer steiler auf, während sie flacher und allmählich nach dem vorspringenden Ufer verläuft (s. I und III). Die größten Tiefen der Flußkrümmungen liegen in der Nähe des Scheitels

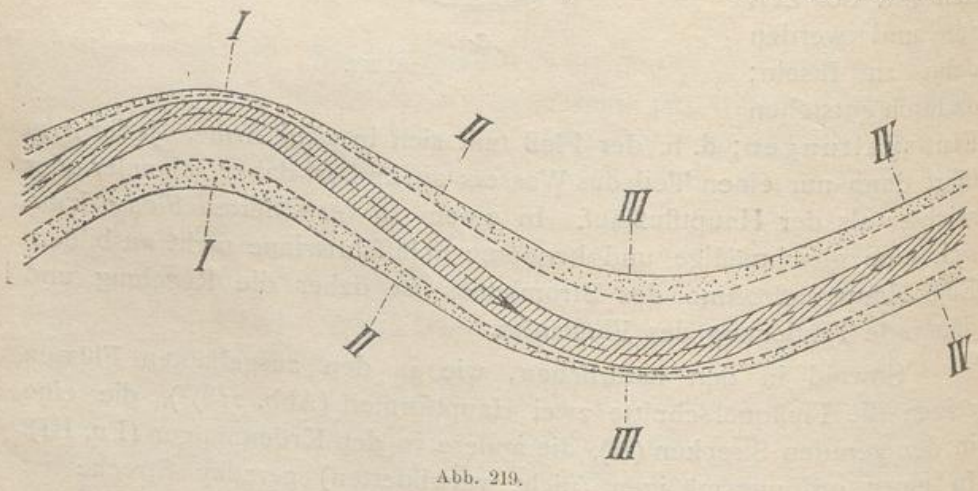


Abb. 219.

der Krümmungen und sind immer größer als die größten Tiefen in den anschließenden geraden Strecken.

Bei wechselnden Krümmungen des Flusses (Abb. 219) wechselt die Linie der größten Tiefen demnach von einem Ufer zum anderen hinüber, während sie in der Übergangsstrecke zwischen zwei Krümmungen

annähernd in der Flußmitte liegt. Der Querschnitt II in Abb. 218 gehört zu den in Abb. 219 mit II und IV bezeichneten Übergangsgeraden, die Querschnitte I und III liegen an den Krümmungsscheiteln.

Die Linie der größten Tiefen, die sich in dem Flußlauf hinzieht, nennt man den Talweg (in Abb. 218 und 219 strichpunktiert mit Pfeil), die Rinne im Flußlauf, die eine für die Schiffahrt hinreichende Tiefe hat, heißt die Fahrrinne oder die Fahrt (in Abb. 218 und 219 gestrichelt.) In Abb. 218 und 219 ist ferner die Begrenzung des Mittelwasser- und des Niedrigwasserbettes zur Anschauung gebracht. Der Talweg ist die Richtlinie für die Fahrrinne und liegt innerhalb derselben. Er wird in die Stromkarten in der Regel als blaupunktierte Linie eingetragen.

Zur genaueren Darstellung des Flußbettes in der Stromkarte ist die Eintragung weiterer Tiefenlinien zweckmäßig. Diese ergeben sich, wenn man das Flußbett durch Ebenen geschnitten denkt, die in bestimmten Tiefen unter einem Wasserspiegel, z. B. N. W., gleichlaufend mit diesem, gelegt werden (z. B. 0,50, 1,0, 1,50, 2,0 m usw. unter N. W.). Solche Tiefenlinien bilden übrigens auch die Begrenzung der Fahrrinne, die durch Legung der Ebene in der Mindestfahrtiefe unter N. W. erhalten wird (Abb. 218 und 219). Die Tiefenlinien werden aus den Querschnitten hergeleitet, indem in diesen unter der N. W.-Linie in den bestimmten Tiefenabständen Wagerechte gezogen werden. Die Schnittpunkte dieser Wagerechten mit dem Umriß des Flußbettes werden aus den Querschnitten maßstäblich an gehöriger Stelle in die Stromkarte übertragen und die zusammengehörigen Punkte gleicher Tiefen werden dann durch Linien verbunden. Diese Linienzüge geben ein fast körperliches Bild des Flußschlauches.

Aus dem vorigen ergibt sich, daß der Talweg meistens noch gewundener ist als der Flußlauf selbst; besonders ist dies der Fall in natürlichen, unausgebauten Flüssen. In diesen schlängelt er sich, selbst auch in geraden Strecken, zwischen Sand- und Kiesbänken oder spaltet sich streckenweise in zwei Talwege, zwischen denen ein sog. Mittelberg liegt; ferner zeigt er anstatt ausgerundeter Krümmungen oft scharfe Knicke. Es ist ein Ziel des Strombaues, den Talweg auszurunden und zu strecken, auch in den Krümmungen etwas mehr vom Ufer ab zu verlegen, die Spaltungen des Talweges zu beseitigen und ihn möglichst dauernd in bestimmter Lage zu erhalten.

Die Stelle, wo der Talweg, von einem Ufer zum anderen hinüberwechselnd, die Flußmitte kreuzt, nennt man den Übergang oder Überschlag (Abb. 219, II und IV). In jeder längeren Flußstrecke gibt es eine Anzahl Übergänge. Die Übergänge sind immer die flachsten Stellen (Schwellen) im Talwege. Es ist ein weiteres Ziel des Stromausbaues, die Fahrtiefen, namentlich in den Übergängen, zu vergrößern.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

6. Sinkstoffe. Die Bodenteile, die durch die Strömung fortbewegt werden, an ruhigeren Stellen sich aber absetzen, nennt man Sinkstoffe (Geschiebe). Sie können in verschiedenen Flüssen und Flußstrecken von verschiedener Beschaffenheit sein. Nach dem Grade ihrer Feinheit unterscheidet man Schlick, Sand (feinen und groben Sand), Kies (feinen und groben Kies) und Geröll (gewöhnliches und grobes Geröll). Geröll (d. s. mäßige und größere Steine) kann natürlich nur durch sehr starken Strom fortbewegt werden. Es kommt in den Gebirgsflüssen und im obersten Laufe der Ströme vor. Kies wird durch lebhafte Strömungen fortbewegt. Er herrscht im unteren Lauf der Gebirgsflüsse und im Mittellauf der Ströme vor. Sand wird schon von mäßigem Strome fortbewegt. Er bildet hauptsächlich das Bett der Niederungsflüsse und des Unterlaufes der Ströme. Kies und Sand können natürlich auch zwischen Geröll, und Sand auch zwischen Kies vorkommen. Schlick oder Schlamm führen fast alle Flüsse und Ströme bei höheren Wasserständen; d. s. ganz feine Erd- auch Pflanzenteile, die von den Uferländern und aus Abbrüchen abgespült werden, zum Teil noch vermehrt durch Zerreibung von weichen Gesteinen. Setzen sich Sinkstoffe in Bänken ab, so spricht man je nachdem von Schlick-, Sand-, Kies- und Geröllbänken. In einem ausgebauten Flusse sollen die Sinkstoffe regelmäßig abgeführt werden, ohne störende Bänke zu bilden; sie sollen sich nur da absetzen, wo eine Verlandung beabsichtigt wird, z. B. zwischen Strombauwerken, in Altwassern usw.

7. Wassergeschwindigkeit. Stromstrich. Die Geschwindigkeit des fließenden Wassers in einer Flußstrecke ist abhängig von dem Gefälle, ferner von der Beschaffenheit des Flußbettes (z. B. je nachdem dieses aus Sand, Kies, Geröll, Felsboden usw. besteht) und von der mittleren Tiefe der Querschnitte. In einem und demselben Flußquerschnitt ist die Geschwindigkeit an verschiedenen Punkten verschieden. Sie ist im allgemeinen am größten am Wasserspiegel und am kleinsten an der Sohle; sie nimmt also in jeder Senkrechten des Querschnittes von der Sohle nach dem Wasserspiegel zu. Da nun die Geschwindigkeit an der Sohle (Sohlengeschwindigkeit) überall sehr klein ist, so folgt daraus, daß die Geschwindigkeit im Wasserspiegel (Oberflächengeschwindigkeit) dort in der Regel am größten ist, wo sich die größte Tiefe befindet und anderseits, daß die Oberflächengeschwindigkeit von der Stelle der größten Tiefe nach den Ufern abnimmt, weil die Tiefen dorthin abnehmen.

Die Längslinie der größten Geschwindigkeit oder Strömung im Flusse nennt man den Stromstrich. Aus dem Vorigen leuchtet ein, daß der Stromstrich — wenigstens bei niedrigen Wasserständen — mit dem Talwege (der Linie der größten Tiefen) im allgemeinen zu-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

sammenfällt. Bei mittleren Wasserständen dagegen verlegt sich der Stromstrich, auch in den Krümmungen, etwas mehr nach der Flußmitte, weil wegen der größeren Weite des Querschnittes die stärkere Strömung alsdann auch über flachere Stellen, infolge ihrer Beharrung, hinübergleitet. Der Stromstrich ist dann also weniger gewunden und infolgedessen kürzer als bei Niedrigwasser. Noch weniger gewunden und kürzer ist der Stromstrich bei höheren Wasserständen, weil die starke Strömung dann auch über vorspringende Ufer hinübergleitet. Das Flußgefälle wird ermittelt aus der Gefällhöhe und der Flußlänge im Stromstrich.[1]) Da nun die Gefällhöhe einer längeren Flußstrecke bei Niedrig-, bei Mittel- und bei Hochwasser im allgemeinen wenig verschieden ist, aber die Länge des Stromstriches bei diesen Wasserständen verschieden ist, nämlich kürzer wird mit steigendem Wasser, so folgt daraus, daß das Gefälle (Gefällverhältnis) mit steigendem Wasser größer wird, und zwar bei hohen Wasserständen am größten; daher ist bei Hochwasser auch die Strömung besonders stark (abgesehen von den größeren Tiefen, die alsdann auch vorhanden sind und auf Vergrößerung der Geschwindigkeit hinwirken).

8. Wassermenge. Mittlere Geschwindigkeit. Vertiefung durch Einschränkung der Breite. In einer Flußstrecke fließt bei demselben Pegelstande immer dieselbe Wassermenge ab (wenn nicht Zuflüsse hinzukommen). Unter Wassermenge an einer bestimmten Flußstelle versteht man die Wassermasse in cbm, die den Flußquerschnitt in einer Sekunde durchfließt. Sie wird berechnet aus der Fläche des mit Wasser angefüllten Querschnittes $= F$[2]) und der mittleren Wassergeschwindigkeit im Querschnitte $= v$. Wird die Wassermenge mit Q bezeichnet, so ist

$$Q = F \cdot v.$$

Die Wassermenge ist also das Produkt aus der Querschnittsfläche und der mittleren Geschwindigkeit (vergl. auch Abschn. Meßkunde Ziff. 8).

Die Querschnittsfläche F kann aus dem durch Peilung aufgenommenen Flußquerschnitte leicht berechnet werden. Die Geschwindigkeit eines Wasserteilchens ist der Weg, den dieses in einer Sekunde zurücklegt. Da die Geschwindigkeit gemäß Ziff. 7 an den verschiedenen Stellen des Querschnittes verschieden ist, so wird der Kürze wegen für die Einzelgeschwindigkeiten im Flußquerschnitte die mittlere Geschwindigkeit v eingesetzt. v kann ermittelt werden aus Geschwindig-

[1]) Hierzu wird bemerkt, daß der Wasserspiegel in einem Flußquerschnitte nicht immer genau wagerecht ist, in scharfen Krümmungen ist er an der einbuchtenden Seite in der Regel etwas höher als an der vorspringenden Seite; im Stromstriche hat er etwa die Mittellage.

[2]) Man sagt für den mit Wasser angefüllten Querschnitt auch „benetzter Querschnitt".

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

keiten, die in verschiedenen Senkrechten des Flußquerschnittes, je an der Sohle, im Wasserspiegel, sowie zwischen diesen, mit besonderen Instrumenten gemessen werden (vergl. Meßkunde S. 14), oder v kann nach besonderen Formeln berechnet werden (für diese Formeln muß das Spiegelgefälle, die benetzte Querschnittsfläche, die mittlere Tiefe t und der Rauhigkeitsgrad der Flußsohle bekannt oder ermittelt sein).

Für die Querschnittsfläche F kann man setzen

$$F = B \cdot t;$$

dabei ist B die Breite des Wasserspiegels und t die mittlere Tiefe; dann ist:

$$Q = B \cdot t \cdot v.$$

Da nun in einer Flußstrecke bei demselben Pegelstande die Wassermenge Q immer gleich groß ist, so ergibt sich aus $Q = B \cdot t \cdot v$ folgendes:

Schränkt man die Breite B künstlich ein, z. B. durch Buhnen, so muß offenbar $t \cdot v$ dadurch größer werden, d. h. die Tiefe muß zunehmen oder die Geschwindigkeit v, oder beide zusammen. Ist nun die Flußsohle nachgiebig, z. B. wenn sie aus Sand besteht, so wird die Geschwindigkeit v zunächst zunehmen, den Sand fortspülen, so daß eine Vertiefung erzeugt wird und sich alsdann wieder etwas ermäßigen. Die Einschränkung der Flußbreite wird also in diesem Falle schließlich eine Vertiefung der Flußsohle herbeiführen. Es ist ein Hauptziel des Flußausbaues, durch Einschränkung zu großer Breiten und infolgedessen vermehrte Spülung eine Vertiefung zu erzeugen und dauernd zu erhalten. Ist die Flußsohle nicht nachgiebig genug, z. B. wenn sie aus grobem Kies, Geröll oder Fels besteht, so reicht die durch Einschränkung vermehrte Spülkraft nicht aus; alsdann muß durch Baggern oder Sprengen nachgeholfen werden. In einer gut ausgebauten Flußstrecke muß die Einschränkung so bemessen und müssen die Einschränkungswerke so angelegt sein, daß bei allen Wasserständen vom Mittel- bis zum Niedrigwasser die vorhandene Wassermenge im Flußquerschnitt überall eine genügende Spülkraft zur Fortbewegung der Sinkstoffe entwickelt, so daß Ablagerungen in der Fahrrinne verhindert werden.

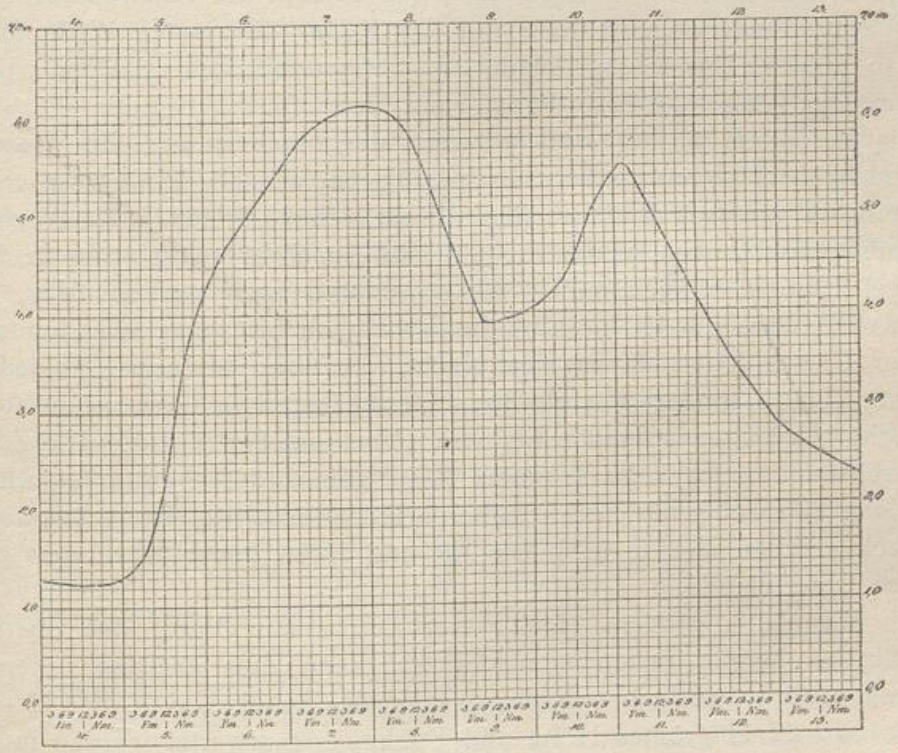
9. Hochwasser. Hochwasser im Flusse entsteht durch bedeutende Niederschläge, nämlich erstens durch anhaltenden Regen, auch durch sog. Wolkenbrüche (d. s. ganz ungewöhnlich starke Regengüsse, die plötzlich, wenn auch mit kürzerer Dauer, fallen), zweitens durch schnelles Auftauen großer Schneemassen. Das Hochwasser wird um so stärker, je weniger Wasser in den Erdboden einziehen kann. Dies trifft z. B. zu, wenn vor einem starken Regen schon eine längere Regenzeit vorhergegangen ist, so daß der Erdboden mit Feuchtigkeit vollständig gesättigt ist, ferner, wenn Tauwetter nach starkem Frost sehr plötzlich eintritt, so daß der Schnee schnell

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

schmilzt, während der Erdboden noch gefroren und übereist ist. Die stärksten Hochwasser ergeben sich unter diesen Umständen, wenn plötzliches Tauwetter und starker Regen zusammentreffen.

Bei manchen Flüssen finden die größten Hochwasser um die Zeit der Schneeschmelze statt (Winter- und Frühjahrshochwasser), bei anderen treten sie gerade im Sommer ein, besonders in den Monaten Juni bis August, wenn starke Regen und Wolkenbrüche sich ereignen,

Wasserstandslinie für ein Hochwasser am Pegel zu P.



März 1888.

Abb. 220.

z. B. an der Oder und ihren vom Gebirge kommenden Nebenflüssen (Sommerhochwasser).

Das Steigen und Fallen des Hochwassers wird an den Pegeln beobachtet. Man nennt an einem Pegel oder an einer sonst bestimmten Stelle des Flußlaufes das ganze Steigen des Hochwassers und das Fallen (etwa bis zum bisherigen Stande) eine Hochwasserwelle, den höchsten Stand des Hochwassers an dieser Stelle den Wellenscheitel oder einfach den Scheitel. Diese Bezeichnung stammt von dem Bilde her, welches die Aufzeichnung der verschiedenen, an einem Pegel abgelesenen Wasserstände während einer Anschwellung, fortschreitend nach der Zeit ihrer Ablesung, bietet. Abb. 220 z. B. zeigt die Aufzeichnungen der Wasserstandsbeobachtungen am Pegel zu P.,

die S. 116 im I. Teil dieses Buches für die Hochwasserwelle vom 4. bis zum 14. März 1895 in einer Liste abgedruckt sind. (Der 14. März ist in der Zeichnung der Raumersparnis wegen fortgelassen.) Das Papier für die Auftragung ist quadriert. In wagerechter Richtung zählt man die Tage und Stunden (fortschreitend in je drei Stunden), in senkrechter Richtung die Pegelablesungen in m und dm. Die ganzen Meter sind durch starke wagerechte, die ganzen Tage durch starke senkrechte Linien hervorgehoben, die halben Tage durch strichpunktierte Linien. Im vorliegenden Falle besteht die Hochwasserwelle aus zwei Sonderwellen; denn auf das Fallen der ersten Welle folgt am 9. März 12 Uhr mittags wieder ein Steigen bis zum 11. März 4 Uhr vormittags (vergl. die Liste S. 116 im I. Teil).

Besonders wichtig sind während des Hochwassers die Wasserstandsbeobachtungen an den Hauptpegeln, die an dem Flusse oder Strome in gewissen Entfernungen verteilt sich vorfinden. Die Wasserstandsbeobachtungen werden, sobald eine Anschwellung eintritt, in der Regel häufiger vorgenommen als sonst und zwar um so öfter, je höher das Wasser steigt, nämlich dreimal täglich bis sogar alle Stunden, unter Umständen auch in der Nacht. Darüber bestehen für jedes Stromgebiet besondere Vorschriften. Der höchste Hochwasserstand (der Scheitel) schreitet stromabwärts von Pegel zu Pegel fort. Die Zeit, in welcher der Scheitel von einem Pegel zum anderen eintreffen wird, ist, ungefähr wenigstens, nach früheren Hochwassern meistens bekannt; jedoch ergeben sich je nach der Art und Höhe des Hochwassers gewisse Unterschiede.

Wenn bei großem Hochwasser von einem Pegel des oberen Flußlaufes bereits Fallen gemeldet ist, kann dies an den unteren Pegeln natürlich nicht beruhigen, da hier der Scheitel, d. h. das Hochwasser in seiner größten Höhe und Stärke, erst erwartet werden muß. Oft ist im oberen Lauf des Stromes das ganze Hochwasser schon vorüber und alles wieder friedlich, während im Unterlauf zu derselben Zeit die größten Verwüstungen vor sich gehen. Von großer Bedeutung ist natürlich noch der Umstand, ob und zu welcher Zeit auch die Nebenflüsse Hochwasser führen und demnach das Hochwasser des Hauptflusses entweder hervorrufen oder es verstärken. Das Wasser der Flüsse ist bei Hochwasser getrübt infolge der von den Uferländereien usw. mitgeführten, meistens schon aus den Zuflüssen stammenden feinen Schlickteile (vergl. Ziff. 6). Je schneller das Steigen vor sich geht, desto stärker ist die Trübung. Bei länger anstehendem Hochwasser und beim Fallen läßt die Trübung nach. Stark getrübtes Hochwasser lagert an ruhigen Stellen Schlick ab, z. B. in stillen Buchten, Hafenmündungen, auch auf breiten Vorländern, besonders wenn sie bewachsen sind. Die Schlickablagerung führt zur allmählichen Aufhöhung der Vorländer.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Diese wird im übrigen auch bewirkt durch Ablagerung von treibendem Sand.

Die Stromrichtung des Hochwassers fällt meistens nicht mit der Stromrichtung des Niedrig- und Mittelwassers zusammen (vergl. Ziff. 7). Wenn der Hochwasserstrom das Flußbett schief- oder rechtwinklig kreuzt, lagert er in ihm häufig Sand und andere Sinkstoffe ab, die für die Schiffahrt störend sind und weggebaggert werden müssen. In manchen Flüssen muß daher auch nach jedem Hochwasser eine neue Aussteckung des Fahrwassers stattfinden.

10. Eisverhältnisse. a) Eisbildung. In stehenden und in sehr langsam fließenden Gewässern bildet sich das Eis auf dem Wasserspiegel (Oberflächeneis). Es entsteht dann schon bei mäßigem Frost eine zusammenhängende Eisdecke (Kerneis). Anders ist dies bei den lebhafter fließenden Flüssen und Strömen. Bei diesen bildet sich das Eis zumeist auf dem Grunde und heißt dann Grundeis. Schwimmt das Grundeis auf und treibt flußabwärts, so heißt es Treibeis. Nur an den Uferrändern, zumal in stillen Buchten, in den Altwassern und zwischen den Strombauwerken bildet sich Oberflächeneis. Dieses Eis wird an den Uferrändern Randeis genannt.

Die Grund- und Treibeisbildung geht folgendermaßen vor sich. Hat schon einige Zeit Frostwetter geherrscht, welches das Wasser stark abgekühlt hat, so sinkt beim Eintritt stärkeren Frostes die Temperatur des Wassers äußerst schnell auf o Grad C. (= Gefrierpunkt). Dann findet eine sehr schnelle Ausscheidung ungeheurer Mengen feiner Eisnadeln (Eiskristalle) statt, besonders auf der rauhen Flußsohle und an den Uferrändern. Die sich auf dem Grunde festsetzenden und zusammenballenden flockigen Eisklumpen schwimmen auf und treiben flußabwärts; oft sieht man ihnen Sand-, Schlick- und andere Geschiebeteile anhaften, die sie vom Grunde mit heraufbringen. Während des Treibens bildet das von den Flocken des Grundeises eingeschlossene Wasser stille Teiche, die dann glatt als Kerneis zufrieren, eine feste Scholle bildend. Diese Grundeisschollen wachsen durch den Anschluß von weiteren Eisnadeln und Grundeisballen zu größeren Schollen. Bei zunehmender Kälte ist bald der ganze Fluß mit Treibeisschollen bedeckt.

An manchen engen Stellen des Flusses schieben sich die Treibeisschollen dichter zusammen, verlieren dadurch an Geschwindigkeit und kommen schließlich zum Stillstand (Stockung), so daß Eisstand entsteht. Der Eisstand pflanzt sich durch die nachtreibenden Schollen weiter nach oberhalb fort. Die Schollen frieren dann zu einer festen Eisdecke zusammen. Wenn sich der Flußquerschnitt an der Stockungsstelle auch in tieferen Schichten mit Eis versetzt, so spricht man von einer Eisversetzung (Eisverschlag, Eisstopfung).[1]) Dann bildet sich oberhalb der Stockungsstelle zugleich ein Stau, der schließlich so erheblich wird, daß sich das Eis dadurch wieder in Bewegung setzt. Der Stau

[1]) Manche nennen Eisstopfung eine stärkere Eisversetzung; ein bestimmter Unterschied läßt sich aber nicht aufrecht erhalten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wird um so größer, je dichter die Eisversetzung ist und je tiefer sie hinabreicht. Übrigens geht unter der festen Eisdecke die Entwicklung des Grundeises noch weiter vor sich; es treibt unter der Decke als sog. Schlammeis abwärts und kommt vor Eisversetzungsstellen zum Stillstande. Dort findet man unter der Eisdecke oft tiefe Lagen Schlammeis. Eisversetzungen, die ziemlich bis auf den Grund reichen, nennt man Grundversetzungen.

Diejenigen Stockungsstellen, die bei der Eisbildung zu vorzeitigem Eisstande und zu Eisversetzungen neigen, verursachen oft noch größere Versetzungen beim Eisgange.

Die Beschaffenheit solcher Stockungsstellen ist zwar verschieden; fast immer aber ist die Wasserspiegelbreite dort gering, dabei das Gefälle schwach. Die Vorbedingungen für einen Aufstau bei eintretender Stockung sind aber zunächst nicht gegeben; denn entweder sind im Flußquerschnitte solcher Stellen ungewöhnlich große Tiefen vorhanden (z. B bei der Loreley am Rhein und an mehreren Stellen der Mosel) oder von dem eigentlichen Flußquerschnitte gehen oberhalb Seitenrinnen ab. Das Wasser kann dann bei eintretender Stockung im ersten Falle hinlänglich unter der Eisdecke hindurch-, im zweiten Falle an ihr vorbeifließen, ohne die nötige Stauwirkung auf den Eispfropfen ausüben zu können. Erheblicherer Stau entsteht dann in der Regel erst, wenn sich die Eisversetzung weiter nach oberhalb fortpflanzt.

Die Wasserflächen, die beim Eintritt des Eisstandes offen bleiben, nennt man Bläuken. Sie finden sich z. B. unterhalb einer Versetzungsstelle in der Regel in großer Breite, weil von dort ab das Treibeis ganz frei hat abschwimmen können, ohne Nachschub von oben. Oberhalb der Versetzungsstellen finden sie sich in geringerer Breite. Kleinere Blänken frieren bei anhaltender Kälte allmählich zu.

Frühzeitiger Eisstand ist ein großes Schiffahrtshindernis. Im unteren Laufe mancher Ströme wird daher die Fahrstraße möglichst lange mit Eisbrechdampfern offen gehalten (vergl. Abschn. 21, Ziff. 1).

b) Eisgang. Starke Niederschläge im Oberlauf der Flüsse und Nebenflüsse beschleunigen die Schneeschmelze und führen Anschwellungen herbei. Die Anschwellung bewirkt den Eisaufbruch, indem sie die Eisdecke von den Ufern abhebt. Der Eisaufbruch schreitet mit der Anschwellung flußabwärts fort. Sobald der Eisaufbruch geschieht, geht der Eisgang vor sich. Nach dem Eisaufbruch steigt in der Regel das Wasser schnell weiter. Der Eisgang findet daher unter Umständen auch bei Hochwasser statt. Bisweilen ist die Anschwellung, die den Eisaufbruch hervorruft, aber gering. Dieser Zustand ist oft der schlimmere. An den Stellen, die Stockungen begünstigen, treten dann oft gefährliche Eisversetzungen ein, die in äußerst kurzer Zeit das Wasser oberhalb zu bedeutender Höhe anstauen, bisweilen über die sonst bekannten höchsten Wasserstände hinaus. Dadurch werden dann Deiche und Wohnstätten stark bedroht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der durch den Stau entstehende Schub setzt die Eismasse schließlich wieder in Bewegung, so daß das Wasser alsdann wieder überraschend schnell fällt.[1]) Solche Eisversetzungen treten an den dazu geeigneten Stellen entweder dadurch ein, daß die feste Eisdecke nicht weichen will oder dadurch, daß die schon in Bewegung geratene Eisdecke sich wieder stellt. Wo bereits der Eisstand solche Versetzungen vermuten läßt, werden in manchen Flüssen beim Beginn des Tauwetters Eisbrech- oder Eissprengungsarbeiten vorgenommen (darüber vergl. Abschn. 21, Ziff. 1 und 2), manchmal auch bei schon geschehener Eisversetzung zu ihrer Beseitigung.

c) Wasserstände bei Frost- und Eisbewegung. Tritt im ganzen Flußgebiet starker Frost ein, so beginnt der Fluß schnell zu fallen, da sämtliche Zuflüsse vermindert werden. Bei lange anhaltendem, starkem Frost können Niedrigwasserstände eintreten, die niedriger sind als der bekannte niedrigste eisfreie Wasserstand. Diese niedrigsten Frostwasserstände finden beim Stromausbau keine Berücksichtigung. (Sie werden aber bisweilen bei der Tiefe von Winterhäfen berücksichtigt, wenn vermieden werden soll, daß die Schiffe bei starkem Frost trocken fallen.)

Bei Eisstand entsprechen die Wasserstände an einer Flußstelle nicht immer den Angaben der benachbarten Pegel, da in der betreffenden Strecke stellenweise Stau stattfindet. Bei Eistreiben und Eisgang ist dies noch mehr der Fall, da, wie aus dem unter a) und b) gesagten hervorgeht, örtliche Stockungen und Eisversetzungen mitunter sehr erheblichen Stau hervorrufen.

B. Der Ausbau der schiffbaren Flüsse.

11. Der Zweck des Ausbaues ist die Beförderung der Schiffbarkeit und ihre dauernde Erhaltung.[2])

Ein Haupterfordernis für die Schiffbarkeit ist die Herstellung eines möglichst gleichmäßigen, hinreichend tiefen Fahrwassers mit genügender Breite ohne zu starke Krümmungen; wünschenswert ist ferner oft der Ausgleich ungleichmäßiger Gefälle. Zur Erreichung dieser Ziele dienen folgende Hauptmaßnahmen:

---

[1]) Die Dauer derartiger Versetzungen ist sehr verschieden; sie kann wenige Stunden, aber auch mehrere Tage und Wochen währen, falls nicht ein künstlicher Aufbruch herbeigeführt wird. Eintretender starker Frost verlängert die Dauer noch besonders.

[2]) Außerdem werden dadurch auch Vorteile für die Uferländer erreicht, nämlich: Verbesserung der Vorflut, dauernde Festlegung des Stromlaufes und dadurch Sicherung des Ufereigentumes.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

a) Beseitigung von Flußspaltungen, um die erforderliche Wassermenge in einem Flußarm (dem Schiffahrtsarm) zusammenzuhalten;

b) Befestigung abbrüchiger Ufer, um das Vertreiben der Abbruchsmassen in die Fahrrinne, auch die allmähliche Verschiebung des Flußlaufes zu verhindern;

c) Einschränkung zu großer Flußbreiten, um dadurch die Spülkraft des Flusses zu vermehren, eine Vertiefung der Flußsohle zu erreichen, Ablagerungen in der Fahrrinne zu verhindern und gegebenenfalls zugleich das Gefälle auszugleichen;

d) Ermäßigung zu starker Flußkrümmungen, erforderlichenfalls Begradigung durch Ausführung von Durchstichen;

e) Verbauung zu großer Tiefen (vergl. Ziff. 20).

Zur Durchführung dieser Maßnahmen a) bis e) dienen die Strombauwerke und die erforderlichen Hilfsarbeiten wie Erdarbeiten, Baggerungen, Felssprengungen und Räumungen.

In manchen schiffbaren Flüssen brauchen nicht alle Strecken ausgebaut zu werden, weil sie sich zum Teil in befriedigendem Zustande befinden (z. B. einzelne Strecken der Mosel, der Weser und des Rheins).

12. Benennung der Strombauwerke. Man unterscheidet die Strombauwerke nach ihrer Lage zur Stromrichtung allgemein in Querwerke und Längswerke.[1]) Zu den Querwerken gehören die Buhnen und Grundschwellen, zu den Längswerken die Leitwerke und Deckwerke. Sperrdämme (Kupierungen) können je nach ihrer Lage Querwerke oder Längswerke sein. Anderseits unterscheidet man die Strombauwerke in Einschränkungswerke (nämlich solche, die zu große Breiten einschränken, z. B. Buhnen, Leitwerke und diejenigen Deckwerke, die vor dem eigentlichen Ufer vorspringen und Werke, die zu große Tiefen einschränken, z. B. Grundschwellen), ferner in Sperrdämme (Kupierungen), Deckwerke und Uferdeckungen verschiedener Art.

Außer den eigentlichen Strombauwerken sind ferner hier zu nennen Hilfsvorrichtungen verschiedener Art zur Beförderung und Erhaltung der Verlandungen, wie Schlickfänge, Rauschen, Weidenpflanzungen und dergl.

An manchen Flüssen befinden sich auch ausgebaute Leinpfade, die in gewissem Sinne ebenfalls zu den Strombauwerken gerechnet werden.

---

[1]) Für Längswerke sagt man auch Parallelwerke.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

13. Normalquerschnitt. Ausbaubreite. Fahrwassertiefe und -breite.[1]) Die Querschnitte des natürlichen Flußlaufes sind im Verhältnis zu der erforderlichen Fahrwassertiefe meistens zu breit. Die Breiten müssen daher eingeschränkt werden (vergl. Ziff. 8). Kommen aber einige Querschnitte im Flusse vor, die von Natur eine angemessene Breite bei ordnungsmäßiger Fahrwassertiefe und -breite, bei regelmäßiger Sohle und ordnungsmäßigen Ufern haben, so kann man sie als Musterquerschnitte betrachten. Die Querschnitte, die man durch den Ausbau erzielen will, sollen den Musterquerschnitten möglichst nahe kommen; im übrigen werden als Anleitung für die Einschränkung der Breiten Leitquerschnitte (Normalquerschnitte, Normalprofile) aufgestellt und vorgeschrieben, welche nach genaueren Untersuchungen und Berechnungen entworfen werden. Durch ihre Ausführung soll bei mittleren und niedrigen Wasserständen die vorhandene Wassermenge so zusammengehalten werden, daß die Spülkraft des Flusses genügt, um die erstrebte Fahrwassertiefe und -breite zu erzielen (abgesehen von den sonst etwa noch nötigen Hilfsbaggerungen, Räumungen oder Sprengungen) und sie dauernd zu erhalten.

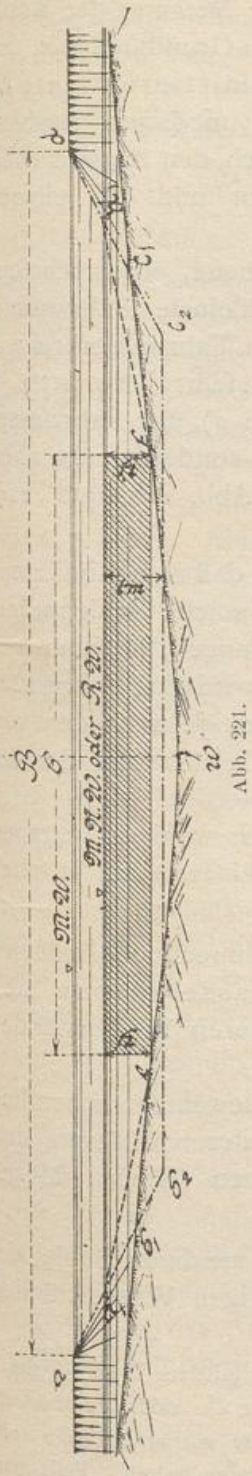


Abb. 221.

Die Einschränkungswerke (Buhnen, Leitwerke, Deckwerke) werden mit ihren Köpfen und Kronen auf einen mittelwasserartigen Wasserstand gelegt, der besonders vorgeschrieben wird.[2]) Die Ausbaubreite (Normalbreite, Korrektionsbreite) liegt in Höhe dieses Wasserstandes und reicht jederseits von Buhnenkopf zu Buhnenkopf oder vorkommendenfalls vom Buhnenkopf zur Krone des gegenüberliegenden Längswerkes, oder von der Längswerkskrone zur gegenüberliegenden Längswerkskrone, je nach der Art der sich gegenüberliegenden Werke.

In der Regel wird der Leitquerschnitt zunächst als ein einfaches Trapez entworfen und berechnet (vergl. $a\,b_2\,c_2\,d$ in Abb. 221). Hier denkt

---

[1]) Die folgende Darstellung macht keinen Anspruch auf Wissenschaftlichkeit; der Hauptwert wird auf Anschaulichkeit gelegt.

[2]) In den vorgeschriebenen Jahreszusammenstellungen der Wasserstände heißt dieser Wasserstand „der für die Bauausführungen maßgebende mittlere Wasserstand".

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

man sich z. B. Buhnen gegenüberliegend. Die obere Grundlinie B des Trapezes ist die Ausbaubreite zwischen den Buhnenköpfen. Die Schenkel des Trapezes ab_2 und c_2d bezeichnen die Neigung der Kopfböschungen, meistens 1 : 4 bis 1 : 5. Die untere Grundlinie b_2c_2 ist eine geradlinig gedachte Sohlenlinie, die sich in mittlerer Tiefe t_m unter M. N. W. oder R. W. (dem angenommenen niedrigen Ausbauwasserstande) befindet. Es wird erwartet, daß durch den Ausbau nach diesem Leitquerschnitte sich möglichst ausbilden und bei einiger Nachhilfe dauernd erhalten wird

a) in den geraden Strecken: eine vertiefte, etwas schalenförmige Flußsohle (b_1ewfc_1), deren kleinste Fahrwassertiefe h an den Grenzen der geplanten Fahrwasserbreite b nicht kleiner als die zulässige Mindestfahrtiefe ist;[1])

b) in den Krümmungen: desgl. wie zu a), das Fahrwasser aber nicht in der Mitte des Flußbettes, sondern mehr nach der Einbuchtung verschoben (vergl. Abb. 218 und 219, I und III).

Die Fahrwasserbreite b muß so bemessen sein, daß sich mindestens zwei der breitesten Schiffe des Flusses oder zwei solche Schleppzüge, unter Beachtung der etwa vorhandenen Flußkrümmungen, bequem ausweichen können. Bei einer Schiffsbreite von 8 m wird das Fahrwasser mindestens 20 bis 35 m breit sein müssen, nämlich je nach den vorkommenden Krümmungen, nach der Stärke des Gefälles und der Art des Schiffahrtsbetriebes.

Die Tauchtiefe der Schiffe muß natürlich weniger betragen als die Mindestfahrtiefe, nämlich mindestens 10 bis 20 cm, je nach den vorbezeichneten Umständen.

I. Man nennt diesen Ausbau (nämlich nach dem rechnungsmäßigen gewöhnlichen Trapezquerschnitte ab_2c_2d) Mittelwasserausbau, weil die Ausbaubreite B hauptsächlich nach den mittleren Wasserständen bemessen ist.

Dieser Ausbau hat sich in vielen Flüssen bewährt, namentlich in den schmaleren Flüssen und denjenigen breiteren Flüssen und Strömen, die eine wenig bewegliche Sohle haben (Rhein, Mosel, Weser usw.).

II. Bei breiteren Flüssen und Strömen mit sandiger Sohle dagegen (z. B. an der Elbe und Oder) hat bei niedrigen Wasserständen

[1]) Dies ist im allgemeinen dann erreichbar, wenn die mittlere Tiefe t_m gleich wird der rechnungsmäßigen mittleren Tiefe. Wenn aber die zulässige Mindestfahrtiefe an den Grenzen der planmäßigen Fahrwasserbreite vorhanden sein soll, muß man in der Fahrwassermitte w natürlich größere Tiefen haben. Peilt man also im Talwege nur die Mindestfahrtiefe, so ist dies kein Zeichen, daß der Ausbau gelungen ist. An den Rändern des Fahrwassers ist es dann sicher zu flach.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Ausbau zu I. allein nicht hingereicht, um die Wassermenge so zusammenzuhalten, daß sich eine hinreichende Spülkraft entwickelt, wie sie zur gleichmäßigen Abführung der Sandmassen erforderlich ist. Es bildeten sich vielmehr wandernde Sandbänke, Seichtstellen, besonders in den Übergängen, und der Talweg wanderte in störender Weise hin und her. Daher wurden — und werden noch — vor allen Buhnenköpfen (zum Teil auch vor Längswerken) Kopfschwellen, Stromschwellen oder sog. Vorlagen vorgelegt, die den Flußquerschnitt auch bei niedrigen Wasserständen in der Breite angemessen beschränken. Bei den Übergängen (Überschlägen) wird auf diese Beschränkung noch ganz besonders hingewirkt. Man nennt solche Ausbauweise Niedrigwasserausbau, weil sie auch bei niedrigen Wasserständen sicher wirksam ist. In Abb. 221 sind solche Kopfschwellenlagen durch die punktierten Linien $a_1 e$ und $d_1 f$ angedeutet.

Anm. Der Einfachheit wegen geht man neuerdings auch dazu über, lieber die Buhnenköpfe selbst sehr flach abzuböschen, anstatt 1 : 4 also etwa 1 : 10 bis 1 : 20, so daß sie nur eine geringe Sohlenbreite frei lassen, in welcher dem Fahrwasser der Weg dann fest vorgeschrieben werden kann, so z. B. streckenweise an der Weser (Münden—Carlshafen), an der Oder in der geplanten Probestrecke oberhalb Krossen.

Der Niedrigwasserausbau wird in der Regel als Nachtragsausbau (Nachregulierung) in Flußstrecken ausgeführt, in denen der hergestellte Mittelwasserausbau sich noch nicht genügend wirksam gezeigt hat. Die erwähnten Zutaten zu dem Mittelwasserausbau wie Kopfschwellen, Stromschwellen und Vorlagen sind bei manchen Flüssen aber auch aushilfsweise in Gebrauch, ohne daß gerade durchgehend ein Niedrigwasserausbau stattfindet, nämlich zur Sicherung von gefährdeten Buhnenköpfen und Längswerken gegen Unterspülung, zur Ablenkung des Stromstriches von den Einbuchtungen, zur Vertiefung einzelner Übergänge u. dgl.

Die Ausbaubreite in einem Flusse oder Strome nimmt von oben nach unterhalb in der Regel absatzweise zu entsprechend der größeren Wassermenge, die bedeutendere Nebenflüsse zuführen. Die Ausbaubreite bleibt aber immerhin auf einer längeren Flußstrecke dieselbe, es sei denn, daß in dieser Strecke einzelne besonders starke Gefälle (Stromschnellen) vorkommen. Es leuchtet ein, daß an solchen Gefällstellen die Ausbaubreite im Vergleich zu der Breite der durchgehenden Flußstrecke noch besonders eingeschränkt werden muß, um dieselbe Tiefe zu erzielen (Mosel, Weser).

Ist z. B. die Ausbaubreite der längeren durchgehenden Flußstrecke $= B$, die zu erzielende mittlere Tiefe $= t$, die mäßige mittlere Geschwindigkeit entsprechend dem durchgehenden, mäßigen Stromgefälle $= v$, die bedeutende mittlere Geschwindigkeit in der Stromschnelle aber $= v^1$, die Wassermenge $= Q$, und nennt

man die zu findende Ausbaubreite in der Stromschnelle $= x$, so kann man gemäß Ziff. 8 setzen:

$$Q = B \cdot t \cdot v = x \cdot t \cdot v^1;$$

$$\text{dann ist also } x = B \frac{v}{v^1}.$$

Da $\frac{v}{v^1}$ ein echter Bruch ist, so muß x kleiner als B werden und zwar um so kleiner, je größer v^1 im Vergleich zu v ist, d. h. je größer das Gefälle in der Stromschnelle ist. So wechseln denn die Ausbaubreiten in Gebirgsflüssen sehr stark nach den einzelnen Gefällen.

Streng genommen müßte die Ausbaubreite kleiner gemacht werden in den Strecken, in welchen Buhnen nicht Buhnen, sondern Längswerken gegenüberliegen, oder wo nur Längswerke sich gegenüberliegen, weil diese, entsprechend ihrer meist steileren Böschung, einen größeren Flußquerschnitt ergeben als gegenüberliegende Buhnen; jedoch geschieht dies in der Regel nicht, da Längswerke in ihrer Geschlossenheit auch wieder wirksamer sind als die Buhnen mit ihren Zwischenräumen; erforderlichenfalls legt man vor die Längswerke Stromschwellen. In neuerer Zeit wird auch manchen Längswerken eine sehr flache Böschung gegeben (1 : 4 bis 1 : 5).

Die Ausbaubreite zwischen den Mittelwasser-Streichlinien (vergl. Ziff. 14) beträgt bei folgenden preußischen Flüssen:

Rhein: Bingen bis St. Goar 230 m, St. Goar bis zur Siegmündung 280 m, Siegmündung bis Emmerich 300 m, unterhalb Emmerich 340 m;

Weser: Münden bis Carlshafen 42 bis 61 m, Carlshafen bis zur Allermündung 50 bis 70 m, Allermündung bis zur Eytermündung 103 m, unterhalb der Eytermündung 112 m;

Elbe: sächsisch-preußische Grenze bis zur Schwarzen Elstermündung 100 m, Schwarze Elstermündung bis zur preußisch-anhaltischen Grenze 110 m, preußisch-anhaltische Grenze bis zur Mulde 130 m, Mulde bis zur Saale 150 m, Saale bis zum Tanger 170 m, Tanger bis zur Havel 188 m, Havel bis zum Aland 226 m, Aland bis zur Elde 245 m, Elde bis zur Jeetzel 257 m, Jeetzel bis zur Sude 271 m, Sude bis zur preußisch-mecklenburgischen Grenze 282,5 m, von dort bis Geesthacht 289,5 m, von Geesthacht bis zur Seeve 313 m;

Havel: von Spandau bis Vehlgast oberhalb Havelberg 55 m,[1]) von dort bis zur Mündung 60 m;

Oder: Glatzer Neiße bis zur Weistritz (also oberhalb und unmittelbar unterhalb Breslau) 83 m, Weistritz bis zur Katzbach 87 m, Katzbach bis zur schlesisch-brandenburgischen Grenze 94 m, von dort bis zur Obra 110 m, Obra bis zum Bober 120 m, Bober bis zur Lausitzer Neiße sich erweiternd auf 140 m, Lausitzer Neiße bis zur Warthe 150 m, Warthe bis Niedersaathen 188 m;[2])

Warthe: von Posen bis zur Oder 60 m;

---

[1]) Ausgenommen sind die Seenstrecken, die bedeutend größere Breiten haben.

[2]) Innerhalb der mitgeteilten Strecken gibt es einzelne Abweichungen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Weichsel: Landesgrenze bis zur Drewenzmündung 300 m, Drewenzmündung bis zur Montauer Spitze (Abzweigung der Nogat) 375 m, dann für die geteilte Weichsel 250 m, für die Nogat 125 m;
Memel: Landesgrenze bis zur Szeszuppemündung 170 m, von dort bis zur Teilung in Ruß und Gilge 185 m, Ruß 180 m, Gilge 45 m.

Die planmäßige Mindestfahrtiefe beträgt:

Rhein: bei M. N. W.: Bingen—St. Goar 2,0 m, St. Goar—Köln 2,5 m, bei Köln und abwärts bis ins Meer 3,0 m;
Weser: bei N. W.: Münden—Carlshafen 0,8 m, Carlshafen—Minden 1,0 m, Minden—Bremen 1,25 m;
Elbe: bei N. W.: 0,94 m;
Havel: bei N. W : 1,50 m, unterhalb Rathenow 1,25;
Oder: bei R. W.: 1,0 m;
Warthe: bei M. N. W : 1,0 m;[1])
Weichsel: bei M. N. W.: 1,67 m bis Rothebude, von dort 1,93 m;
Memel: bei N. W.: 1,40 m, Gilge 1,25 m.

Anm. Die Bedeutung der erwähnten Niedrigwasserstände nach den maßgebenden Pegeln erfährt der Stromaufsichtsbeamte von seiner Verwaltung.

14. Allgemeine Anordnung der Strombauwerke. Streichlinien (Abb. 222 und 223).[2]) In die Stromkarten werden Richtlinien für die Strombauwerke eingetragen, die die Ausbaubreite begrenzen. Diese Linien nennt man Streichlinien (Korrektionslinien). Meistens werden sie rot punktiert. Sie bezeichnen gewissermaßen die Kanten der neuen Ufer, die durch den Ausbau gebildet werden sollen. Im ausgebauten Flusse gibt es also zwei Streichlinien, die rechte und die linke. Die Wasserfläche zwischen den Streichlinien nennt man die Schiffahrtsrinne oder Schiffahrtsstraße.[3]) Die Streichlinien berühren die Vorderkante der Buhnenkronen oder die Vorderkante der Längswerkskronen und liegen in der Höhe des für den Ausbau maßgebenden mittleren Wasserstandes.

Wo keine Einschränkungswerke angeordnet sind, berühren die Streichlinien das Ufer oder liegen wenig wasser- oder landwärts von ihm. Die Buhnen werden schräg stromauf gerichtet zur Streichlinie gelegt, mit dieser einen Winkel von 70 bis 80° bildend. Die Gründe für diese Anordnung sind unter Ziff. 16 näher ausgeführt. In welchen Fällen Buhnen und in welchen Längswerke (Leitwerke oder vorspringende Deckwerke) angeordnet werden, läßt sich allgemein nicht sagen, da es von der Örtlichkeit abhängt, besonders auch von den

[1]) Diese Tiefe ist von Posen bis zur Netzemündung noch nicht erreicht.

[2]) Abb. 222 ist in freier Weise von einer Stromkarte der Memel, Abb. 223 von einer solchen der Elbe entnommen, letztere aber für den vorliegenden Zweck etwas verändert worden.

[3]) Nicht zu verwechseln mit Fahrrinne oder Fahrwasser (vergl. Ziff. 13), das nur ein Teil der Schiffahrtsrinne ist.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vorhandenen Tiefen an der Streichlinie und den sich daraus ergebenden Kosten der Werke.

Hinsichtlich der Wasser- und Sinkstoffbewegung und hinsichtlich der Bequemlichkeit für die Schiffahrt ist folgende Anordnung im allgemeinen zweckmäßig:

a) in gekrümmten Flußstrecken an der vorspringenden Seite Buhnen, an der einbuchtenden Seite Längswerke (Deckwerke oder Leitwerke) (vergl. Abb. 222);
b) in geraden oder annähernd geraden Strecken an beiden Seiten Buhnen.

Im allgemeinen überwiegt an allen preußischen Flüssen und Strömen der Buhnenausbau. Längswerke werden mehr von Fall zu Fall unter besonderen Umständen angewendet, Leitwerke und vorgeschobene Deckwerke z. B. zur nachträglichen Verbindung der Buhnenköpfe längs der Streichlinie zwecks Herbeiführung einer gleichmäßigeren Strömung (vergl. Abb. 223); Leitwerke ferner, wenn das Ufer hinter der Streichlinie weitbuchtend zurückweicht und niedrig ist, so daß Buhnen keinen Anschluß gewinnen würden, auch da, wo breitere Altwasser und Lachen mit dem Flußlaufe in Verbindung stehen u. dergl. (vergl. Abb. 224 I bis V).

Für die Anwendung der Buhnen gelten an manchen Strömen gewisse Regeln; z. B. zwei benachbarte Buhnen sollen, längs der Streichlinie gemessen, nicht weiter voneinander entfernt sein, als die Buhnenlänge von der Streichlinie bis zum Ufer beträgt (Weichsel, Elbe); ferner auch: die Buhnenentfernung soll gleich der Ausbaubreite sein (Oder). Bei kleineren Flüssen treffen solche Regeln weniger zu.

In Einbuchtungen müssen die Buhnen möglichst enger liegen als in den geraden Strecken. Ist beim ersten Ausbau die Entfernung der Buhnen sehr weit bemessen, so wird es später oft nötig, Zwischenbuhnen einzulegen (s. die punktierten Buhnen in Abb. 222). Sind in den Einbuchtungen Buhnen angelegt, so wird es bei vorhandener starker Strömung, wie erwähnt, öfters nötig, die Buhnenköpfe durch Leitwerke oder vorgeschobene Deckwerke zu verbinden, um den Schiffen eine ruhige ungefährliche Fahrt zu sichern (Abb. 223).

Sind an beiden Ufern Buhnen angeordnet, so müssen sie mit ihren Köpfen möglichst genau gegenüberliegen, d. h. so, daß die verlängerten Mittellinien zweier gegenüberliegenden Buhnen sich in einem Punkte der Mittellinie zwischen den Streichlinien schneiden.

Die Strombauwerke einer Flußstrecke an jedem Ufer werden mit fortlaufenden Nummern versehen. Die Anzahl der Buhnen, die zwischen zwei natürlichen Abschnitten liegen (z. B. zwischen zwei vorspringenden Uferstellen, die von der Streichlinie berührt werden), nennt man eine Buhnengruppe (Buhnensystem).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

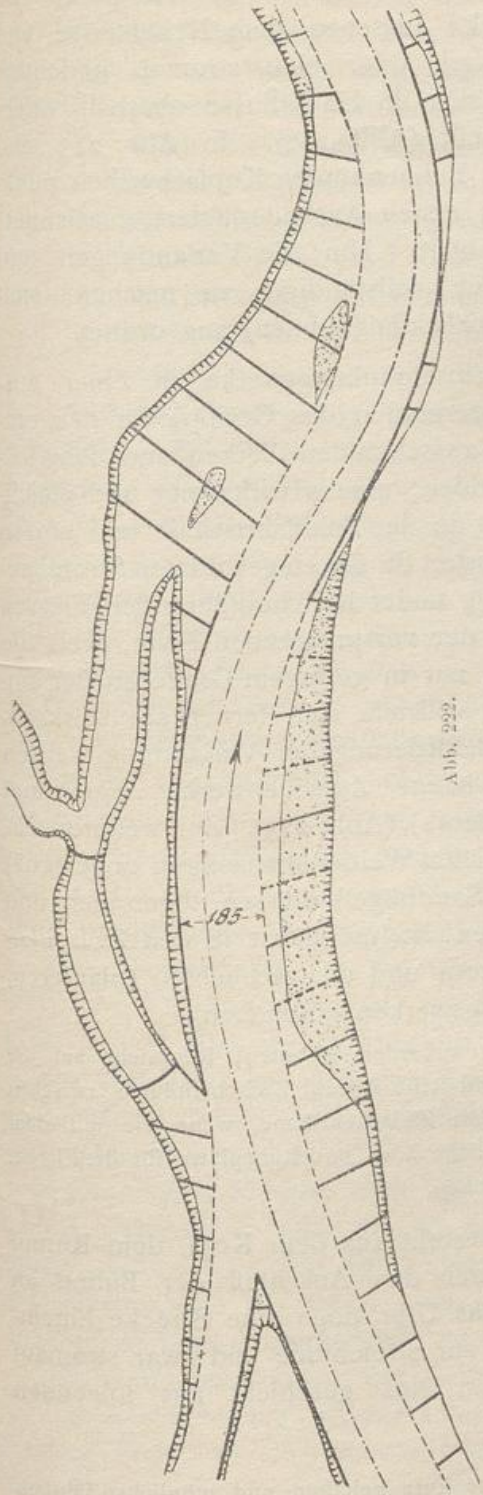


Abb. 222.

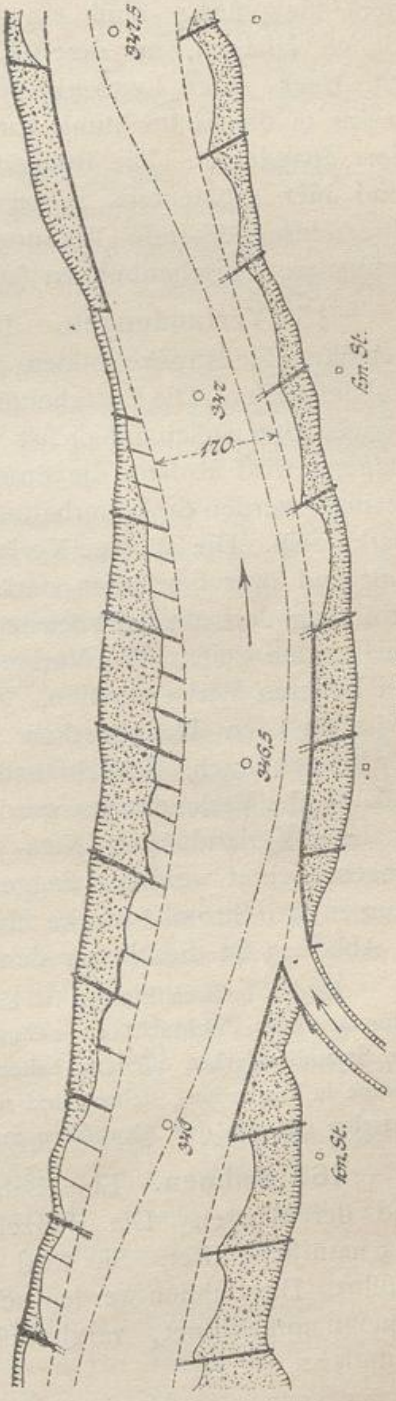


Abb. 223.

Wo ein Nebenfluß in den Flußlauf mündet, muß die Mündung des Nebenflusses in spitzem Winkel stromab in den Hauptfluß eingeführt werden. Die Mündungsecke zwischen dem Nebenflusse und dem Hauptflusse muß ein Leitwerk oder eine stromab gerichtete Buhne erhalten, an deren Kopf sich im Hauptflusse oberhalb öfters ein Deck- oder Leitwerk anschließt (Abb. 223). In Abb. 223 sind rechts in der Einbuchtung vor den Buhnenköpfen Kopfschwellen punktiert angedeutet. Die Buhnen des ersten Ausbaues (stark gezeichnet) sind hier größtenteils schon verlandet. Um die Verlandungen und ihre einschränkende Wirkung noch vollständiger zu machen, sind schmalere Zwischenbuhnen (sog. Schlickfangbuhnen) angeordnet.

15. Verlandungen. Die Einschränkungswerke in einer ausgebauten Flußstrecke bilden gewissermaßen das Gerippe für neu entstehende Ufer. Die Zwischenräume zwischen den Werken und dem bisherigen Ufer sollen möglichst verlanden; um so wirksamer und gleichmäßiger wird alsdann die Strömung in der Schiffahrtsrinne und um so geringer werden die Unterhaltungskosten für die eingelandeten Strombauwerke sein. Die stärkste Verlandung findet bei sandführenden Flüssen statt und zwar besonders stark an der vorspringenden Seite, weil die Strömung dort am schwächsten ist, nur in geringem Grade an der einbuchtenden Seite. Die Verlandung vollzieht sich ferner am stärksten bei höheren Wasserständen. Zur Beförderung der Verlandung werden zwischen den Hauptwerken oft billige Zwischenwerke angeordnet (Zwischenbuhnen, Schlickfänge u. dergl.) (Abb. 223). Zur weiteren Erhöhung der Verlandungen werden häufig Weidenpflanzungen angelegt.[1]) Zu hohe Verlandungen (Kies- und Sandhügel) müssen abgetragen und eingeschlichtet werden. Baggerboden ist möglichst in den Zwischenräumen der Strombauwerke abzulagern und einzuschlichten (planieren, in Abb. 223 ist dies hinter den Längswerken geschehen).

In den meisten Flüssen ist es aber außerdem geboten, Rücksicht auf die Interessen der Fischzucht zu nehmen und eine Anzahl Zwischenräume zwischen den Strombauwerken offen zu halten. Diese Zwischenräume, wenn sie mit dem Strome in Verbindung stehen, sind wesentliche Brut- und Ruheplätze für die Fische. Dasselbe gilt von den Altwässern und Lachen.

16. Buhnen. Eine Buhne besteht aus dem Kopf, dem Rumpf und der Wurzel. Die Wurzel bildet den Anschluß der Buhne an das natürliche Ufer. Sie wird in das Ufer noch eine Strecke hineingeführt. Die Buhnen werden schräg zur Streichlinie und zwar stromauf geneigt angeordnet, vergl. Ziff. 14. Dies geschieht aus folgenden Gründen:

[1]) Die Weiden müssen jedoch stets kurz gehalten und möglichst jährlich geschnitten werden, weil sie sonst zu hohe Sandablagerungen und daneben Ausrisse befördern, auch die Abführung des Hochwassers behindern.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

a) Wenn die Buhnenkrone überströmt wird, ist in diesem Falle der Stoß des überströmenden Wassers nicht dem Ufer zugewendet, sondern von ihm abgewendet. Das Ufer an der Wurzel und diese selbst wird dann weniger angegriffen als bei einer anderen Anordnung (nämlich als wenn die Buhne senkrecht zur Streichlinie oder stromabgeneigt angeordnet wäre);
b) die Zwischenräume zwischen den Buhnen verlanden so besser als bei einer anderen Anordnung;
c) die Strömung am Kopfe führt so am wenigsten zu Verwilderungen in der Fahrrinne und Auskolkungen am Kopfe.

Die Buhnenkrone steigt vom Kopf nach der Wurzel an, damit die Strömung, bei überströmter Buhne, mehr nach der Schiffahrtsrinne hin gedrängt wird, die Buhnenwurzel also die geringere Überströmung erfährt. Das Steigungsverhältnis ist verschieden.

In schmaleren Flüssen ist die Steigung steiler (etwa 1 : 20 bis 1 : 50), in breiteren flacher, z. B. an der Oder etwa 1 : 50, an der Elbe 1 : 100 und am Rhein 1 : 200. Dies ergibt sich aus der Kürze der Buhnen bei schmalen Flüssen und der größeren Länge der Buhnen bei breiteren Flüssen, während in beiden Fällen die Höhe des natürlichen Ufers, an welche die Buhnenwurzel Anschluß gewinnt, im Verhältnis zur Mittelwasser-, also Buhnenkopfhöhe nicht so verschieden ist.

Ist das Ufer erheblich höher als die nach der üblichen Steigung sich ergebende Wurzelhöhe, so wird öfters als Übergang vom Ufer nach der Buhne auf kürzerer Strecke eine stärkere Kronenneigung eingelegt (z. B. 1 : 6 bis 1 : 10), um die Wurzel und das Ufer bei höherem Wasser besser gegen Strömung und Ausrisse zu sichern.

Die Kronenbreite der Buhnen beträgt am Rhein und an den Märkischen Wasserstraßen 2 m, an der mittleren und unteren Weser 2,40 m, an der Elbe und Oder 2,5 m, an der Nogat (einem Mündungsarm der Weichsel) 3 m, an der Memel 3,5 m, an der Weichsel 4 m. An der Mosel beträgt die Kronenbreite nur 1,25 m, an der oberen Weser 1 bis 1,20 m.

In manchen Flüssen wird die Buhnenkrone (im Querschnitt betrachtet) abgerundet, oder die Kronenkanten werden wenigstens gebrochen, entweder beide Kronenkanten (Mosel, Rhein) oder die an der Unterstromseite (Weichsel), um dem überstürzenden Wasser und dem Eise weniger Angriffspunkte zu bieten.

Die Seitenböschungen der Buhne betragen bei Packwerkbuhnen 1 : 1, bei Steinbuhnen 1 : 1,5 bis 1 : 2, und zwar bei diesen die steilere Böschung meist an der Oberstromseite, die flachere an der Unterstromseite.

Der Buhnenkopf erhält eine flache Vorderböschung zur Einschränkung der Wirbelbildung 1 : 4 bis 1 : 5.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei Steinbuhnen ist meistens ringsherum, also jederseits und am Kopf eine wagerechte Berme (Bankett) üblich, die etwa 0,5 bis 1 m unter M. W. liegt. Die Buhne zerfällt dann in den Unterbau von der Berme bis zur Flußsohle, und den Oberbau von der Berme bis zur Krone.

Da bei sandiger Stromsohle die Buhnenköpfe trotz flacher Böschung noch gefährdet sind, wird bei größeren Tiefen den Köpfen ein breiterer, vorn und seitlich vor dem Kopfe vorspringender Unterbau von Sinkstücken oder Senkfaschinenlagen gegeben, der die Stromsohle gegen Abspülung deckt.

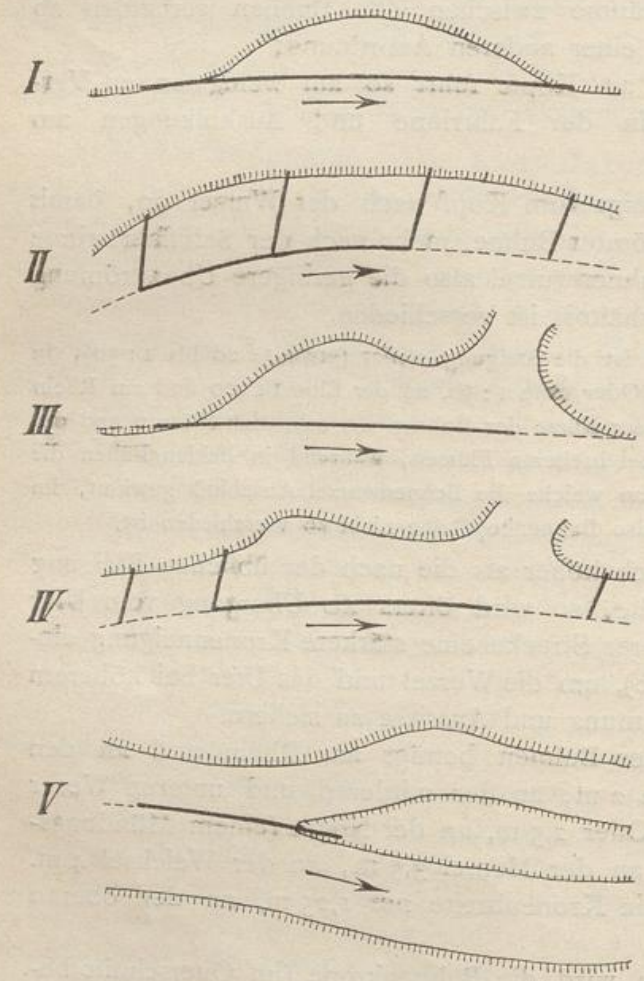


Abb. 224.

Senkfaschinen sind zu diesem Zwecke im allgemeinen üblich an der Elbe und am Niederrhein, an den anderen Strömen Sinkstücke.

Weiteres über den Bau der Buhnen findet sich in Ziff. 23 bis 32 und Ziff. 37.

17. Leitwerke[1]) (Abb. 224 I bis V). Sie haben entweder oben und unten Anschluß, z. B. an Buhnenköpfe (s. II) oder an das Ufer, dessen Buchtung sie abschneiden (s. I), oder sie haben nur oben oder nur unten Anschluß und enden auf der anderen Seite frei in einem Kopfe (s. III bis V). Solche Leitwerke finden sich u. a. auch an der Spitze von Inseln (s. V). Sie haben hier den Zweck, den Schiffahrtsarm auf größerer Länge von dem Nebenarm zu scheiden, und zwar sowohl an der oberen wie an der unteren Inselspitze; man nennt sie dann Trennungswerke (Separationswerke).

[1]) Größere Leitwerke werden am Rhein „Richtwerke" genannt. An anderen Strömen sagt man für Leitwerk „Leitdamm".

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Selten haben Leitwerke gar keinen Anschluß. Solche Fälle kommen jedoch auch vor, z. B. im Rhein zur Scheidung zweier Fahrwasser.

Die Kronenbreite der Leitwerke beträgt meistens so viel wie die Kronenbreite der in demselben Flusse üblichen Buhnen, bisweilen auch mehr. Vorderböschung bei Packwerksbau (mit Steinbeschüttung) mindestens 1 : 1,5, bei Steinbau 1 : 2, in neuerer Zeit aber in beiden Fällen auch flacher, bis 1 : 5.

Weiteres über den Bau der Leitwerke siehe in Ziff. 23 u. folg. und Ziff. 38.

Tritt der Stromstrich nahe an ein Leitwerk heran, und finden sich dort große Tiefen, so werden in gewissen Zwischenräumen (30 bis 40 m und mehr) Stromschwellen vor dem Leitwerk angeordnet.

Um die Zwischenräume zwischen einem Leitwerk und dem Ufer leichter zur Verlandung zu bringen und die Hinterströmung zu verhindern, werden in gewissen Entfernungen Querwerke (Traversen) angeordnet, deren Kronenneigung, Querschnitt und Uferanschluß denjenigen einer Buhne gleichen (Abb. 222); oder sie werden in leichterer Bauart als sog. Schlickfänge angelegt. Sind die einzelnen hierdurch entstehenden Felder noch nicht verlandet und sollen sie der Fischzucht erhalten bleiben, so werden, wenn es den Bestand der Leitwerke nicht gefährdet, Durchlässe oder Mulden für den Durchzug der Fischbrut in dem Leitwerke angebracht.

18. Deckwerke. Die Deckwerke liegen entweder dicht vor dem abbrüchigen Ufer und heißen dann anliegende Deckwerke (Abb. 222, links an der Insel); oder sie sind, falls die Streichlinie vom Ufer weiter abliegt, bis an die Streichlinie vorgerückt, nachdem zwischen dieser und dem Ufer eine Kies- oder Sandanschüttung hergestellt ist (Abb. 223 links); man nennt sie dann vorgeschobene Deckwerke. Solche Deckwerke werden z. B. planmäßig an der Elbe in den Einbuchtungen (auch selbst zwischen Buhnen) ausgeführt. (Leitwerke, die nachträglich bis zum Ufer hinterfüllt sind, sind ebenfalls als vorgeschobene Deckwerke zu betrachten.)

Die Ausführung der Deckwerke und ihre Gestaltung sind sehr verschieden. Weiteres darüber siehe bei den einzelnen Flüssen, Ziff. 23 bis 32 und Ziff. 39.

Deckwerke können zugleich als Anlege- und Ladestellen für Schiffe ausgebildet werden.

Tritt der Stromstrich nahe an ein Deckwerk heran und finden sich dort große Tiefen vor, so werden in gewissen Zwischenräumen wie bei Leitwerken Stromschwellen angeordnet.

19. Sperrdämme (Kupierungen). Sie werden zur Absperrung der Seitenarme ausgeführt. Sie liegen entweder längs zur Stromrichtung des Hauptflusses, dann zugleich als Leitwerk dienend und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

somit meistens schief zur Richtung des Nebenarmes, oder rechtwinklig zur Richtung des letzteren in diesem selbst (Abb. 222). Sie werden ebenso wie die Leitwerke und Buhnen mit ihrer Krone meistens etwa auf Mittelwasserhöhe gelegt. Bei höheren Wasserständen findet ein Übersturz über den Sperrdamm statt. Die Sperrdammkronen müssen daher immer gut befestigt werden. Es gibt auch Sperrdämme, deren Krone stets unter Wasser bleibt; sie sind dann eine Art Grundschwelle. Ist der Übersturz erheblich, so muß der Sperrdamm unterhalb ein Sturzbett erhalten (von Steinpackung auf Sinkstücken und dergl.). Es empfiehlt sich, den Sperrdamm in seiner Längslinie nach oberstrom gekrümmt anzulegen, so daß dann also die Uferanschlüsse schräg stromauf liegen, wie bei einer Buhne. Dadurch wird auch hier der Übersturz besser vom Ufer abgewiesen (Abb. 222). Zur Ermäßigung des Übersturzes sind in dem Nebenarm oft mehrere Sperrdämme in bestimmten Entfernungen voneinander angelegt, damit das Übersturzgefälle auf die einzelnen Sperrdämme gleichmäßig verteilt und so namentlich für den oberen Sperrdamm geringer wird (Abb. 222). Der Querschnitt der Sperrdämme ist demjenigen der Leitwerke ähnlich, die Krone ist aber meistens breiter als bei jenen, die Unterstromböschung erheblich flacher als die Oberstromböschung. Die Krone muß nach den Ufern möglichst höher gezogen werden, um diese gegen Ausrisse besser zu sichern. Die Uferanschlüsse erhalten aus diesem Grunde öfters auch Flügel.

Weiteres über Sperrdämme findet sich unter Ziff. 23 und folgende und in Ziff. 40.

20. Grundschwellen.

a) Sie dienen zum Verbauen zu großer Tiefen, oft in Breite der ganzen Flußsohle. Sie liegen meistens quer zur Streichlinie zwischen den Einschränkungswerken, besonders zwischen gegenüberliegenden Buhnen. Ihre Krone kommt höchstens etwa in die Höhe der rechnungsmäßigen mittleren Sohlentiefe zu liegen (Mosel), also tiefer als die Mindestfahrtiefe.[1]) Mehrere in Abständen aufeinanderfolgende Grundschwellen stellen eine künstlich gehobene Flußsohle dar. Eine solche Sohlenerhöhung wird öfter in Strecken mit unregelmäßigem Gefälle angewendet, um es auszugleichen. Dies trifft z. B. zu, wenn unterhalb einer Stromschnelle, infolge großer Tiefen, ein schwaches Gefälle vorhanden ist (Abb. 225). Die Hebung der Sohle in diesen Tiefen durch Grundschwellen bewirkt dann eine Hebung des Wasserspiegels, so daß das Gefälle in der Tiefstrecke verstärkt und oberhalb in der Stromschnelle ermäßigt wird; das ganze Gefälle wird also dadurch aus-

[1]) Dies ist auch deshalb nötig, damit sich nicht bei jeder Grundschwelle ein Überfall bemerkbar macht; in Flüssen mit starken Gefällen ist dies ohnehin leicht der Fall (Mosel).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

geglichen. Wird der Sohlenrücken der Stromschnelle, wie dies häufig zutrifft, zugleich noch weggebaggert, so senkt sich dort der Wasserspiegel, und der Gefällausgleich gelingt um so besser, vergl. Abb. 225. Die Linie des ausgeglichenen Gefälles ist dort punktiert eingetragen, desgleichen die geplante Ausbausohle. Gefällausgleiche durch Grundschwellen sind in der Mosel und in der Weser mehrfach mit Erfolg ausgeführt worden.[1])

b) Grundschwellen dienen ferner zur Verbauung zu großer Tiefen an der einbuchtenden Seite. Diese bewirken nämlich häufig eine

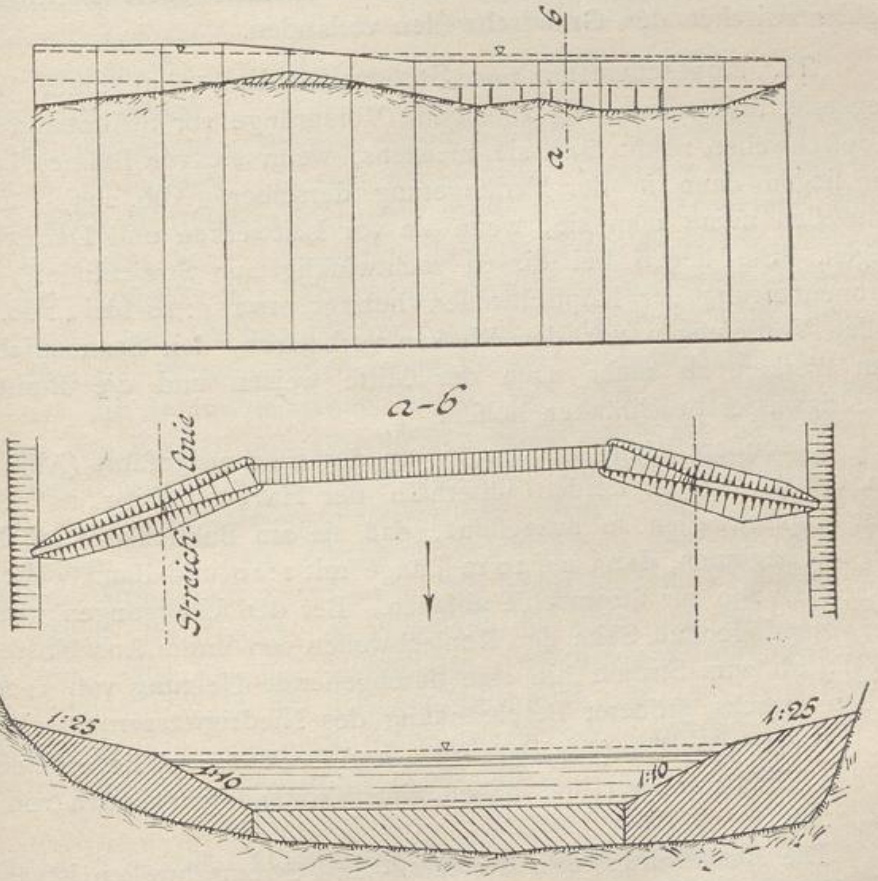


Abb. 225.

fortschreitende Verflachung auf der vorspringenden Seite und somit Verschmälerung der Fahrrinne. Durch Verbauen dieser Tiefen mit Grundschwellen wird die Strömung an der vorspringenden Seite wieder vermehrt und der vorspringende Grund abgetrieben.

Die Kronenbreite und die Seitenböschungen der Grundschwellen richten sich nach der Bauart (Steine oder Senkfaschinen). Grund-

[1]) Die Abb. 225 ist von der Weser in der Strecke Münden—Carlshafen frei entlehnt.

schwellen aus Steinschüttung erhalten in der Regel eine Kronenbreite von 2 m (in kleinen Flüssen 1 m), die Unterstromböschung wird 1 : 2 bis 1 : 4, die Oberstromböschung 1 : 1 bis 1 : 2. Die Grundschwellen läßt man von der Fahrwasserkante nach dem Ufer oder zum Anschluß an die Werke zweckmäßig ansteigen, etwa 1 : 6 bis 1 : 20. Grundschwellen aus Senkfaschinen erhalten eine breitere Krone je nach der üblichen Länge der Senkfaschinen. Grundschwellen sind nicht allein dem Stromangriffe des Wassers ausgesetzt, sondern bei Eisgängen auch dem des Eises, falls Versetzungen vorkommen. Also auch danach richtet sich ihre Stärke. Wünschenswert ist, daß die Felder zwischen den Grundschwellen verlanden.

21. **Kopfschwellen** und **Stromschwellen** sind unter Wasser liegende, meist nasenartig abfallende Vorsprünge vor Strombauwerken. Kopfschwellen nennt man sie meistens, wenn sie vor Buhnen liegen; sie liegen dann in der Verlängerung derselben (Abb. 223). Stromschwellen nennt man sie, wenn sie vor Leitwerken und Deckwerken liegen. Sie liegen bei diesen rechtwinklig zur Streichlinie.[1]) Die Kronenneigung der Kopfschwellen beträgt etwa 1 : 10 bis 1 : 20. Sie sollen Vertiefungen vor den Werken vorbeugen, den Stromstrich von den Werken ab mehr nach der Mitte weisen und die Breite bei Niedrigwasser beschränken helfen.

Besonders häufig werden sie an der Elbe ausgeführt (Abb. 235). An diesem Strome werden unterhalb der Havelmündung in neuerer Zeit Kopfschwellen so ausgeführt, daß sie am Buhnenkopf auf N. W. liegend beginnen, dann auf 10 m Länge mit 1 : 10 und dann weiter mit 1 : 20 bis 1 : 30 zur Stromsohle abfallen. Bei den Übergängen wird auf der vorspringenden Seite den Kopfschwellen von ihrem Anschlusse (auf N. W.) ab zum Strome hin eine durchgehende Neigung von 1 : 20 gegeben zwecks größerer Beschränkung des Niedrigwasserquerschnittes.

Stromschwellen (vor Leitwerken und Deckwerken) liegen meistens in den Einbuchtungen und haben eine Kronenneigung etwa von 1 : 4 bis 1 : 10.

Die Ausführungsweise der Kopf- und Stromschwellen ist ähnlich wie die der Grundschwellen.

Die Kopfschwellen nennt man an der Oder Vorlagen (Abb. 239). Sie bestehen hier aus einem Körper von Sinkstücken oder von mit Steinen beschwertem Packwerk (starke Sinklage), der vor den Buhnenköpfen vorgebaut und mit der Krone auf N. W. gelegt wird, je nach Vorschrift 20 bis 30 m lang zu dem Zweck, die Niedrigwasserbreite des Flußquerschnittes zu beschränken.

[1]) An manchen Flüssen wird ein scharfer Unterschied in den Bezeichnungen Kopfschwellen, Stromschwellen und Grundschwellen nicht gemacht und dafür allgemein der Ausdruck Grundschwelle gebraucht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Vorlage erhält möglichst eine Vorderböschung an ihrem Kopfe von 1 : 5; sie ist dort mindestens 10 m breit.

22. Leinpfade (Abb. 226). Ausgebaute Leinpfade, besonders für Pferdezug, finden sich zumeist an Gebirgsflüssen. Sie liegen etwa 0,30 bis 0,50 m über dem höchsten schiffbaren Wasserstande. Man nennt Leinpfade in dieser Höhe auch Winterleinpfade (s. I). Wo diese Leinpfade von der Niedrigwasser-Fahrrinne zu weit abliegen, z. B. infolge von weit vortretenden Buhnen oder Kiesbänken, sind außerdem Zweigleinpfade vorhanden, die sich näher dem Fahrwasser hinziehen (bisweilen auch die Buhnen kreuzen). Diese Zweigstrecken sind, weil im Flußquerschnitt liegend, niedriger als die Winterleinpfade (höchstens etwa 0,50 m über M.W.). Man nennt solche Leinpfadstrecken Sommerleinpfade, weil sie hauptsächlich nur im Sommer, d. i. bei mittleren und niedrigen Wasserständen benutzbar und nötig sind (s. II).

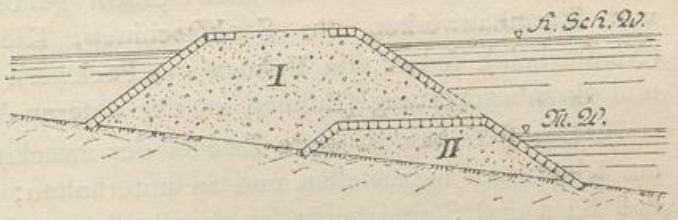


Abb. 226.

Da die Sommerleinpfade längere Zeit auch überströmt werden, müssen ihre Kronen und Böschungen gepflastert sein; ihr Körper besteht aus Kies oder schwerem Steinschutt. Die Winterleinpfade, soweit sie auf künstlichen Dämmen liegen, sind ebenso gebaut, jedoch kann ihre Krone auch ohne durchgehendes Pflaster, aber mit Kies oder schwerem Steinschutt zwischen 0,5 bis 0,6 m breitem Randpflaster befestigt sein. Die Krone der Leinpfade für Pferdezug muß möglichst 4 m breit sein; die mit Steinpflaster befestigten Böschungen haben eine Neigung = 1 : 1,5, bei geringer Höhe auch 1 : 1. Leinpfade in Packwerksbau werden ähnlich wie die Leitwerke oder Sperrdämme in dieser Bauart ausgeführt, die Kronen gepflastert.

C. Ausführung der Strombauwerke.

23. Allgemeines über Bauweisen.

a) Für die Hauptstrombauwerke (Buhnen, Leitwerke, Deckwerke, Sperrdämme) sind folgende Bauweisen im Gebrauch:

der Steinbau (eigentlich Stein-Kiesbau), der Packwerksbau und gemischte Bauweisen;

b) für Grundschwellen, Kopfschwellen, Stromschwellen folgende Bauweisen:

der Bau mit Steinen, mit Senkfaschinen oder mit Sinkstücken.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei dem Steinbau zu a) besteht der Kern der Werke aus Kies, die äußere Bekleidung aus Steinen (Steinschüttung oder Pflaster).

Beim Packwerksbau besteht der Hauptkörper der Werke aus Packwerk, nur die der Strömung besonders ausgesetzten Flächen werden mit Steinen beschüttet oder gepflastert.

Zu den gemischten Bauweisen gehört z. B. die Herstellung von Strombauwerken aus Senkfaschinen, Kies- und Steinschüttung (Niederrhein), ferner von Buhnen aus Packwerk mit Senkfaschinenkopf und Steinbeschüttung (Buhnen an der unteren Weser) und dergl.

Der Steinbau ist ohne Zweifel der zweckmäßigste, dauerhafteste, am leichtesten herzustellen und zu unterhalten; Voraussetzung ist aber, daß Kies und Steine leicht zu beschaffen und nicht zu teuer sind. Das trifft z. B. zu im Rhein- und Wesergebiet. Nur in der untersten Strecke dieser Ströme wird zum Teil noch eine gemischte Bauweise, auch Packwerksbau betrieben.

An der Elbe und an den östlichen Wasserstraßen ist, wegen der größeren Kosten der Steine und des Mangels an Kies, der Packwerksbau, für Grundschwellen usw. der Bau mit Senkfaschinen und Sinkstücken im Gebrauch.

Anm. Die im folgenden (Ziff. 26 und weiter) mitgeteilten Strombauwerke sind nur als wesentlichere Beispiele für die verschiedenen Bauweisen zu betrachten. Alle vorkommenden Fälle werden dadurch bei weitem nicht erschöpft; denn Verschiedenheiten in Bauweisen und Abmessungen zeigen sich nicht allein an den verschiedenen Flüssen, sondern oft auch in den verschiedenen Baubezirken eines Flusses.

24. Erläuterung über einzelne Baustoffe und Baubestandteile der Werke. Senksteine sind rohe Bruchsteine, etwa 10 bis 15 kg schwer. (An den östlichen Wasserstraßen sind sie meistens etwas kleiner und werden Schüttsteine genannt.) Sie dienen zur Herstellung von Steinschüttungen (Steinwürfen), besonders für die Deckung des Kies- oder Packwerkskörpers der Strombauwerke, auch zur Stütze für darüber ansetzendes Böschungspflaster.

Schwere Senksteine, durchschnittlich etwa 30 kg schwer, dienen zur Herstellung der Grundschwellen.

Pflastersteine sind etwas behauene oder ausgesuchte Bruchsteine oder Sprengsteine, durchschnittlich etwa 25 bis 30 cm hoch (seltener 35 bis 40 cm), von verschiedener Stärke.

Faschinen, Buhnenpfähle, Spreutlagepfähle, Pflasterpfähle, Bindeweiden, Bindedraht sind in Baustofflehre S. 32 näher behandelt worden. Es wird hier bemerkt, daß bei einigen Verwaltungen Abweichungen von den mitgeteilten Abmessungen vorkommen (z. B. Bindedraht 1,2 mm statt 1 mm stark, Spreutlagepfähle nur so stark oder schwächer als Buhnenpfähle und dergl.).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Würste sind lange runde Stränge von dicht zusammengeschnürten Strauchreisern, 10 bis 15 cm stark. Sie werden, mit Pfählen durchschlagen zur Befestigung von Packwerk, Spreutlagen und Rauhwehr, sowie bei Anfertigung von Sinkstücken, Sinklagen, Matten und dergl. verwendet.[1]) (Weiteres s. Ziff. 34.)

Flechtzäune (auf Strombauwerken) bestehen aus einer Reihe eingeschlagener Pfähle mit je 0,30 m Abstand, zwischen welche Weidenruten durchgeflochten sind. Anstatt einzelner Ruten werden meistens gedrehte Stränge durchgeflochten. Flechtzäune werden an manchen Flüssen zur Befestigung von Spreutlagen (anstatt der Würste), auch zum Halt für Beschüttungen verwendet.

Anm. Andere größere Flechtzäune dienen zu Schlickfängen Ziff. 33 und zu leichteren Uferdeckungen Ziff. 46.

Spreutlagen[2]) sind dünne Schichten von gleichlaufend gelegten Weidenreisern, die meistens quer zur Stromrichtung gelegt sind. Sie werden durch angepfählte Würste oder durch Flechtzäune festgehalten. Sie werden beerdet (an den Märkischen Wasserstraßen auch außerdem mit Kalksteingrus beschüttet, an der Weichsel mit Steinen gedeckt). Sie sollen ausschlagen und anwachsen. (Weiteres s. Ziff. 42.)

Rauhwehr sind dünne Schichten von Weidenreisern, die stets längs zur Stromrichtung mit den Wipfeln stromab gelegt werden so, daß die je in einer Furche eingebetteten Stammenden von den Wipfelenden der Reiser aus der vorhergehenden Furche überdeckt werden. Sie werden an den Stammenden durch angepfählte Würste festgehalten. Sie werden beerdet, sollen ausschlagen und anwachsen. (Weiteres s. Ziff. 43.)

Anm. Spreutlage und Rauhwehr bezeichnet man auch mit dem gemeinsamen Namen Grünlage.

Packwerk ist ein Baukörper, der aus regelrechten Lagen von Faschinen gepackt wird, die mit angepfählten Würsten befestigt, beerdet und abgerammt werden. Die Beerdung (Erde, Sand, Kies) soll die Packlagen beschweren, auch den Strauch möglichst durchsetzen. Man unterscheidet:

a) Gewöhnliches oder Trockenpackwerk. Die Lagen werden im Trockenen (nicht schwimmend) gepackt. Mit gewöhnlichem Packwerk wird u. a. auch die Krone der Strombauwerke gebildet, die im übrigen mit Tauchlagen (s. b) ausgeführt werden.

---

[1]) An Stelle der Würste wurden früher in manchen Gegenden auch Flechtbänder verwendet, jetzt kommen diese bei Spreutlagen noch zuweilen vor. Vergl. Ziff. 42 Abs. b.

[2]) „Spreutlage" leitet man her vom holländischen und niederdeutschen „spreuten", d. h. sprossen, sprießen, ausschlagen. Bisweilen wird dafür „Spreitlage" geschrieben.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

b) Packwerk mit Tauchlagen (Buhnenpackwerk). Die Lagen werden hierbei an das Ufer oder an die schon fertigen Packwerkslagen angeschlossen und in kurzer Länge schwimmend vorgebaut, mit Boden beschwert, abgerammt und versenkt. Jede Lage taucht schräg abfallend nach vorn, sich um das fertige Werk wie um eine wagerechte Achse drehend. (Weiteres s. Ziff. 37 bis 40.)

Senkfaschinen sind runde Walzen von festgeschnürtem Strauch, innen mit Stein- oder Kiesfüllung; sie sind 0,40 bis 0,80 m, meistens 0,50 m stark, 3 bis 6 m lang. Sie sind so schwer, daß sie ohne weiteres versenkt werden können. (Weiteres s. Ziff. 35.)[1])

Sinkstücke sind große, polsterartige Tafeln von regelrecht geschichteten Faschinen, 0,8 bis 1 m stark, oben und unten durch festverschnürte Wurstroste (Wurstnetze) zusammengehalten. Sie werden oben mit Steinen oder Kies beschüttet und versenkt. (Weiteres s. Ziff. 36.)

Matten (Matratzen, Klapplagen) sind 0,50 bis 0,60 m stark, wie Sinkstücke aber fortlaufend in größerer Länge und zwar meistens schwimmend hergestellt, mit Steinen beschüttet und versenkt besonders über unter Wasser befindliche Böschungen, während die eine Längskante am Ufer festgehalten wird.

Sinklagen sind schwimmend hergestellte bewürstete Strauchlagen, die mit Steinen beschwert und versenkt werden. Sie sind heute wenig üblich; es werden Sinkstücke oder Matten vorgezogen.

25. Massenberechnung der Strombauwerke. Bauhöhe. Bauhöhe bei einem Strombauwerke nennt man die ganze Höhe an einer Stelle von der Flußsohle bis zur Krone.

Für die Berechnung des Inhaltes der Strombauwerke werden von den Verwaltungen Formeln aufgestellt. In diese Formeln braucht nur je die richtige Höhe eingesetzt zu werden (Bauhöhe oder Teilhöhe derselben), die für eine Querschnittsstelle zutrifft, so erhält man bei der Ausrechnung die betreffende Querschnittsfläche des Strombauwerkes (und zwar getrennt, z. B. die Querschnittsfläche des Packwerkes, des Kieskernes, der Beschüttung, des Pflasters usw.). Kennt man so die einzelnen Querschnittsflächen, so ergeben sich die gesuchten Massen aus der Multiplikation mit den betreffenden Längen in bekannter Weise. Bei Buhnenköpfen (Leitwerksköpfen) sind die Formeln so eingerichtet, daß nach dem Einsetzen der Höhe (je nachdem Bauhöhe oder Teilhöhe derselben) sogleich die Massen des Kopfes auszurechnen sind. Die Baustoffmengen ergeben sich aus den Massen. Über den Bedarf an Baustoffen für die Masseneinheit von

[1]) Sinkwalzen sind sehr lange, fortlaufend hergestellte Senkfaschinen. (Darüber s. Ziff. 35 am Schluß.)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Packwerk und anderen Faschinenarbeiten vergl. die Zusammenstellung im Anhang. Diese ist zwar nicht erschöpfend, aber als Anhalt zu betrachten (besonders für Elbe und Weichsel).

Es würde zu weit gehen, die sämtlichen Formeln hier anzuführen, da sie nach der Bauart und Gestaltung der Werke sehr verschieden sind. Sie sind jedem Strombautechniker seitens seiner Verwaltung zugänglich. Im übrigen muß der Stromaufsichtsbeamte fähig sein, die Berechnungen in abweichenden Fällen auch ohne solche Formeln durchzuführen.

26. Strombauwerke am Rhein.

a) Steinbau.

Buhne (Abb. 227). Zuerst wird der Unterstrom-Senksteinkörper und der Senksteinkörper des Kopfes bis zur Höhe der Berme (Bankett) dammartig geschüttet, dann der Kieskörper bis zu dieser Höhe geschüttet und dieser oberstrom bis zur Bermenhöhe mit Senksteinen gedeckt. (Es können auch wagerechte Einzelschichten der drei Körper in der genannten Reihenfolge geschüttet werden.) Über der Bermenhöhe wird dann der Kieskörper des Oberbaues geschüttet und überpflastert, die Bermen, gegen die sich das Pflaster stützt, werden pflasterartig verpackt. Die Kanten der Buhnenkrone, auch am Kopfe, werden beim Pflastern gebrochen oder abgerundet.

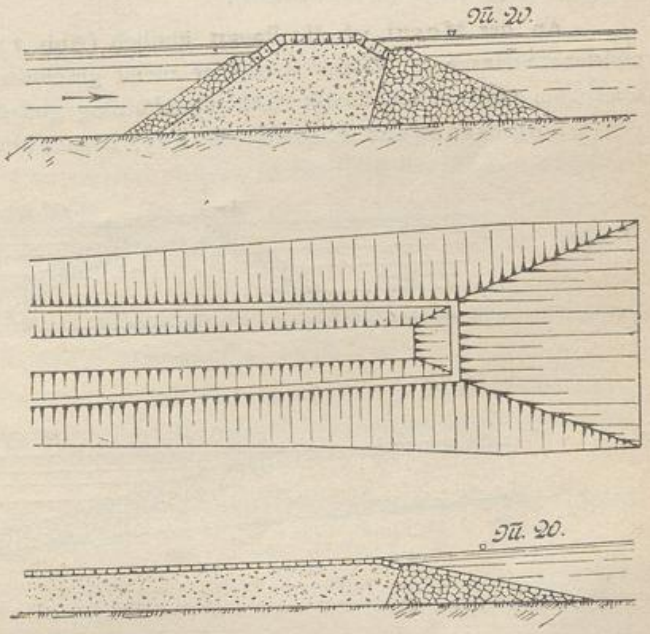


Abb. 227.

Abmessungen. Kronenbreite 2 m, Berme ringsherum 0,5 m. Böschung: oberstrom am besten 1 : 1,5, unterstrom 1 : 2; es kommen hiervon aber Abweichungen vor. Kopfböschung 1 : 4. Die obere Breite des Unterstrom-Senksteinkörpers und des Senksteinkörpers des Kopfes ist gleich der Bermenbreite, ihre Innenböschung ist = 1 : 0,5. Die Oberstrom-Senksteinabdeckung ist 0,6 m stark (rechtwinklig gemessen). Bei großen Tiefen wird der Unterstrom-Senksteinkörper und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der des Kopfes der Ersparnis wegen in Staffeln geschüttet (Abb. 227a). Die Kiesschüttung erfolgt dann in Schichten von Staffelhöhe. Das Pflaster ist 0,3 m stark.

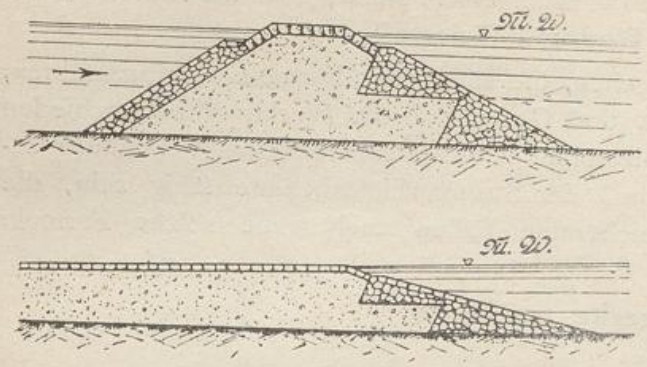


Abb. 227a.

An der Wurzel der Buhnen, auf kurzer Strecke, erhält die Krone öfters eine stärkere Steigung als die durchgehende Kronensteigung zwecks besserer Stromabweisung, auch wird an jeder Seite der Wurzel ein gepflasterter dreieckiger Flügel hergestellt (Uferwinkel).

An der Mosel ist die Bauart ähnlich (Abb. 228), aber anstatt des Kieses meistens Steinschutt. Dieser wird hier zuerst geschüttet, dann wird er unterstrom, oberstrom und am Kopfe mit Senksteinschüttung gedeckt.

Abmessungen: Kronenbreite 1,25; Berme oberstrom 0,3, unterstrom und

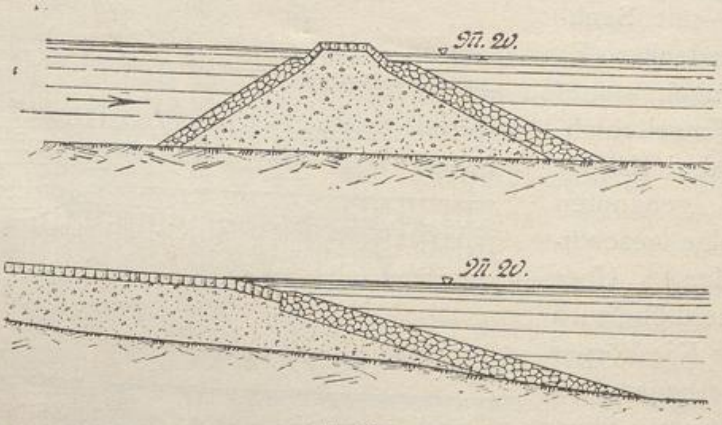


Abb. 228.

am Kopfe 0,6 m. Böschung: oberstrom 1 : 1,5 unter Berme, 1 : 1 über Berme; Böschung unterstrom 1 : 2 unter Berme, 1 : 1,5 über Berme. Kopfböschung 1 : 4.

Senksteindeckung oberstrom 0,4 m stark, unterstrom und am Kopfe 0,6 m stark (rechtwinklig gemessen). Pflaster 0,3 m stark.

Leitwerke. Querschnitt ähnlich wie bei der Buhne. Der vordere und hintere Senksteinkörper des Unterbaues wird (je nach den Stromverhältnissen und der Tiefe) entweder dammartig zuerst geschüttet (auch in Staffeln) oder als Deckung auf die Kiesschüttung gebracht.

Abmessungen: Kronenbreite 1,25 bis 3,5 m je nach den Stromverhältnissen und dem Zweck des Leitwerkes. Vorder- und Hinterböschung meistens 1 : 2.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

An der Mosel: Bau der Leitwerke ähnlich wie der der Buhnen.

Abmessungen: Kronenbreite 1,25 m, Berme stromwärts und landwärts 0,6 m, Böschung stromwärts und landwärts unter Berme 1 : 2, über Berme 1 : 1,5. Stärke der Senksteindeckung stromwärts 0,6 m, landwärts 0,4 m.

Deckwerke (Abb. 229). Diese liegen entweder dicht an dem abbrüchigen Ufer oder sind bis zur Streichlinie vorgeschoben. Zunächst ist eine Kiesschüttung erforderlich zur Bildung einer flachen Böschung 1 : 2. Bezüglich des Senksteinkörpers, der Berme und des Pflasters denke man sich das Deckwerk ungefähr als die stromseitige Hälfte eines Leitwerkes. Die Krone erhält jedoch meistens nur ein Randpflaster von 0,50 m, höchstens 1 m Breite. Damit das schmale Randpflaster nicht hinterspült wird, werden öfters landseitig alle 5 m und dergl. 1 m breite, 1 bis 2 m lange gepflasterte Querstege angesetzt. Je nach den Strom- und Tiefenverhältnissen wird der Senksteinkörper dammartig zuerst geschüttet — auch erforderlichenfalls in Staffeln — oder als 0,6 m starke Deckschicht aufgebracht. (In Abb. 229 ist vor dem Deckwerk eine Stromschwelle punktiert angedeutet; über diese siehe weiter unten.)

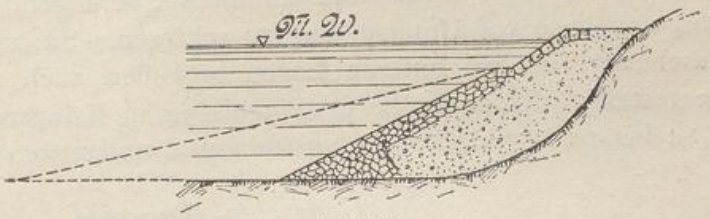


Abb. 229.

An der Mosel gilt bezüglich der Deckwerke das vorige; nur kommen dammartige und staffelförmig geschüttete Senksteinkörper kaum vor.

Sperrdämme werden nach der Bauweise der Buhnen oder Leitwerke ausgeführt, aber mit breiterer Krone; Unterstromböschung möglichst flach.

Grundschwellen aus Stein (Abb. 230) bestehen aus einem Damm von schweren Senksteinen. Die Senksteine werden von einem verankerten, gut eingerichteten Nachengerüst geworfen. Zu dem Zweck befindet sich in der Bohlentafel des Gerüstes eine quadratische Öffnung, durch die man die Senksteine fallen läßt. Bei stärkerem Strome muß man berücksichtigen, daß die

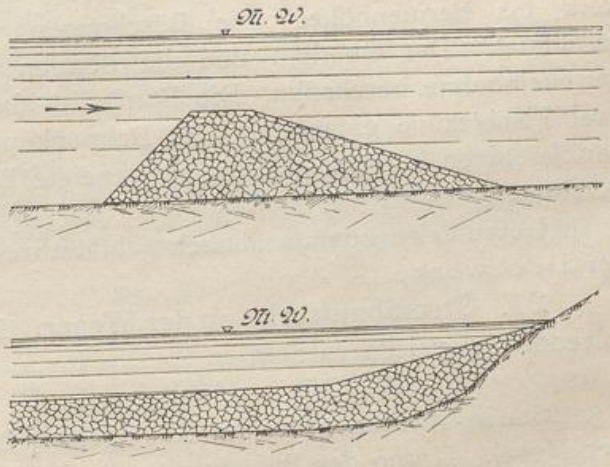


Abb. 230.

Steine um ein gewisses Maß stromab vertrieben werden, ehe sie die Sohle erreichen.

Abmessungen: Kronenbreite 2 m, Böschung oberstrom 1 : 1 bis 1 : 1,5, unterstrom 1 : 2 bis 1 : 4, je nach der Stärke der Strömung und des etwaigen Eisangriffes. Die Krone wird von den Fahrwasserkanten nach den Ufern hin mit Steigung angelegt 1 : 6 bis 1 : 20, bisweilen auch außerdem vorher schon von der Strommitte ab ansteigend (1 : 20 bis 1 : 40). Die Krone wird bei starkem Stromangriff zweckmäßig durch Taucher pflasterartig gepackt (Mosel).

Stromschwellen. Sie kommen querliegend vor Deckwerken vor, um diese vor Unterspülung zu schützen. Sie werden aus Steinen geschüttet (in den unteren Lagen bisweilen auch aus Senkfaschinen hergestellt). Kronenbreite etwa 3 bis 3,5 m, Längsneigung der Krone 1 : 4 bis 1 : 8. Böschung oberstrom und unterstrom 1 : 1,5.

b) Gemischte Bauweise.

Senkfaschinen-Buhne (Abb. 231). Sie besteht wie die Steinbuhne aus dem Unterbau und dem Oberbau. Im Unterbau wird zuerst ein Senkfaschinenkörper auf der Unterstromseite hergestellt, dann oberstrom ein Kieskörper geschüttet und dieser auf der Oberstromseite mit Senkfaschinen gedeckt, alles fortschreitend in Schichten von Senkfaschinenhöhe. Der Unterbau erhält oben eine Decklage von Packwerk bis Bermenhöhe. Die Böschungen werden mit Senksteinen beschüttet. Der Oberbau und die Bermen der Buhne sind wie bei der Steinbuhne beschaffen. Die Berme ist aber in der Regel je durch zwei Flechtzäune eingefaßt. Der Buhnenkopf wird im Unterbau aus Senkfaschinen hergestellt, die 1 : 4 geneigte Böschung mit Senksteinen beschüttet.

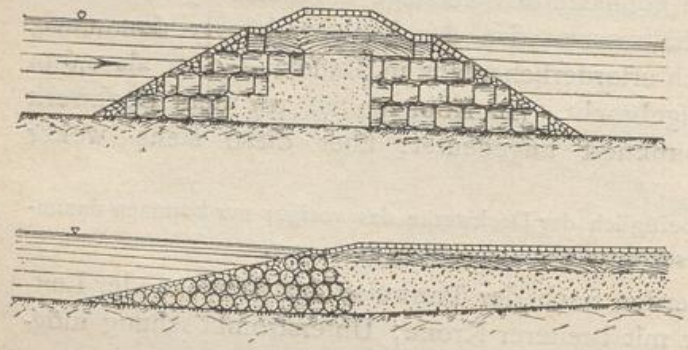


Abb. 231.

Leitwerke können ähnlich gebildet werden, desgl. der Unterbau der Deckwerke.

27. Strombauwerke an der Weser. Es kommen hauptsächlich folgende Bauweisen vor:

a) Steinbau.

Stein-Kiesbau wie im Rheingebiet, besonders ähnlich wie an der Mosel. Krone der Buhnen 1,20 m, der Leitdämme 2 m breit.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Reiner Steinbau, besonders auf der oberen Weser (Münden—Carlshafen). Die Buhnen haben Kronensteigung 1 : 20 bis 1 : 25; Kopfböschung 1 : 4 bis 1 : 10; Seitenböschung oberstrom 1 : 1, unterstrom 1 : 2. Zwischen zwei gegenüberliegenden Buhnen sind, falls große Tiefen vorhanden, Grundschwellen angeordnet aus Stein oder aus Lagen von Senkfaschinen (Kronenbreite der letzteren 3 m). (Abb. 225.) Die Grundschwellen schließen zum Teil auch an die vor Längswerken liegenden Stromschwellen an.

b) Gemischte Bauweise.

Gemischte Bauweise in der mittleren und unteren Weser (Abb. 232).

Buhne. Sie besteht im Rumpf aus Packwerk, der Kopf aus Steinschüttung über Senkfaschinenunterlage. Die Krone ist 2,4 m breit;

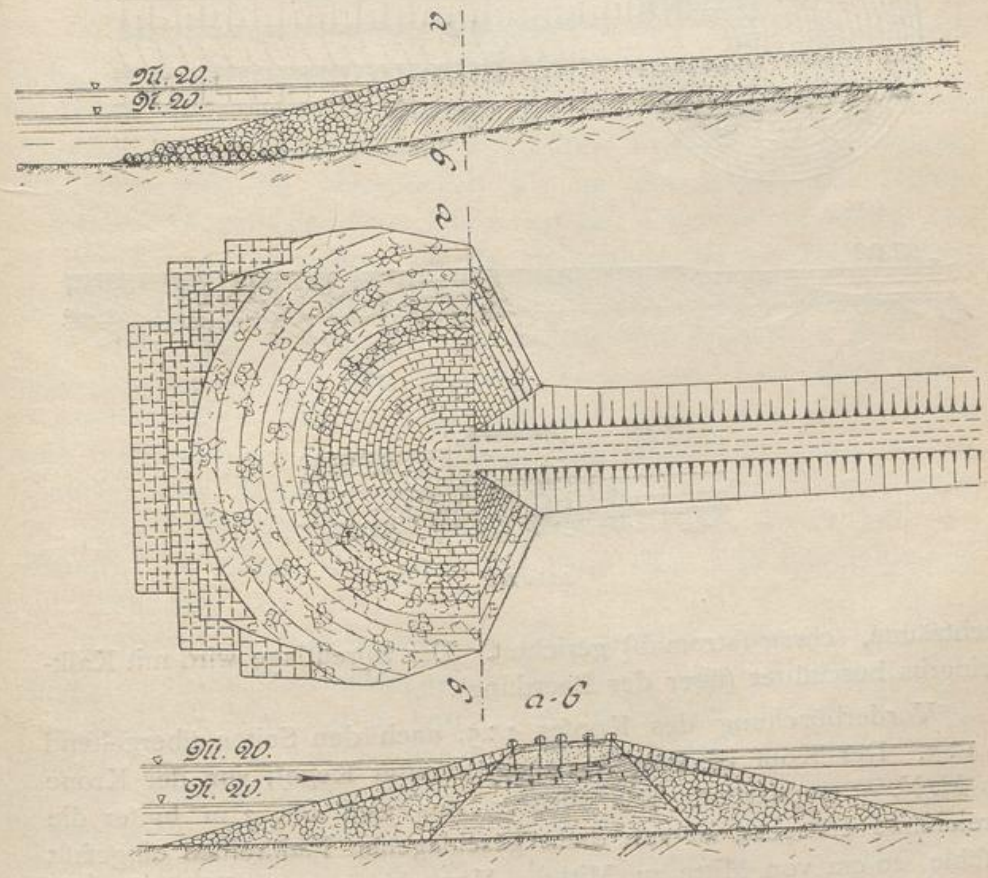


Abb. 232.

sie ist auf etwa 8 m vom Kopf ab meistens gepflastert, sonst besprentet. Anschließend an den Kopf auf die Länge des Kronenpflasters sind die Seitenböschungen mit 0,5 m starker Steinschüttung versehen.

c) Packwerksbau.

An der Unterweser ist auch reiner Packwerksbau im Gebrauch, die Köpfe werden mit Senkfaschinenvorlage gesichert.

28. Strombauwerke an der Havel und Spree (Packwerksbau).

Buhnen (Abb. 233). Kronenbreite 2 m, Seitenböschungen 1 : 1, Krone mit Spreutlage gedeckt, die über die Seitenböschungen 0,5 m hinübergezogen wird; die Spreutlage mit Flechtzäunen befestigt, je ein Längsflechtzaun auf der Kronenkante, je einer 0,5 m darunter auf der Böschung; zwischen den beiden Längsflechtzäunen der Krone Quer-

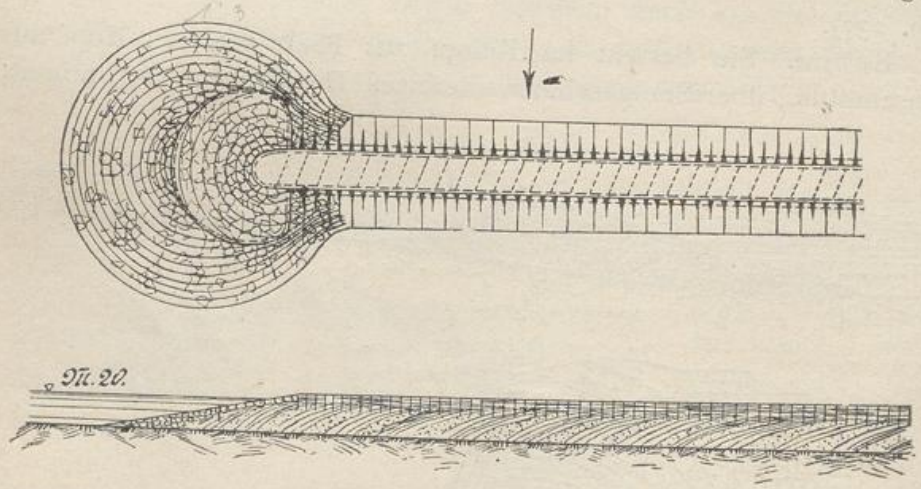


Abb. 233.

flechtzäune, schräg (stromab) gerichtet. Die Spreutlage wird mit Kalksteingrus beschüttet (über der Beerdung).

Vorderböschung des Kopfes 1 : 5, nach den Seiten übergehend in 1 : 3. Der Kopf ist eine Art abgestumpfter Kegel; von der Krone bis M. N. W. gepflastert. Das Pflaster, das sich bis 2 m hinter die Streichlinie erstreckt, ist von dicht geschlagenen Pfahlreihen eingefaßt (Pfähle 20 cm von Mitte zu Mitte). Von der unteren Pfahlreihe bis zur Sohle ist der Kopf mit Steinen beschüttet (mindestens 15 cm stark).

Leitwerke. Kronenbreite, Spreutlage usw. wie bei der Buhne. Vorderböschung 1 : 1,5, Hinterböschung steil (1 : 0,5 bis 1 : 1). Vorderböschung von dem Böschungsflechtzaun bis zur Sohle mit Steinen beschüttet (15 cm stark).

Deckwerke (Abb. 234). Kronenbreite, Spreutlage usw. und Vorderböschung nebst Beschüttung wie beim Leitwerk, Hinterböschung je nach Umständen, nämlich bei vorgeschobenem Deckwerk mit nachträglicher Hinterfüllung senkrecht, bei an den Abbruch anschließendem Deckwerk nach hinten entsprechend abgetreppt (Abb. 234).

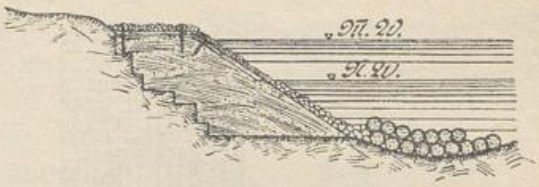


Abb. 234.

Grundschwellen, Kopfschwellen, Stromschwellen, wo sie vorkommen, aus Senkfaschinen (diese 4 bis 5 m lang) (Abb. 234), zum Teil mit Steinen überschüttet.

29. Strombauwerke an der Elbe (Packwerksbau).

Buhnen (Abb. 235 bis 237, S. 226 und 227). Kronenbreite 2,5 m, Seitenböschungen 1 : 1. Spreutlage mit Flechtzäunen wie an der Havel, in manchen Baubezirken aber nur Längsflechtzäune, keine Querflechtzäune. Kopfböschung 1 : 5 (ältere 1 : 3), Kopf nebst Pflaster und Beschüttung im wesentlichen wie an der Havel, das Pflaster aber bis 10 m von der Streichlinie auf der Oberstromböschung und auf der Krone fortgeführt, auf der Krone in halber Breite. Alles Pflaster durch Pfahlreihen eingefaßt.

Neuerdings wird die Krone anstatt mit Spreutlage auch mit Schüttsteinen befestigt. Bei größerer Tiefe erhält der Kopf Senkfaschinenunterlage. Ist schon eine größere Auskolkung an der Kopfstelle vorhanden (Abb. 235, s. Seite 226), so beseitigt man sie vor Erbauung der Buhne durch allmähliches Ausdecken der Stelle mit einzelnen Lagen von Senkfaschinen (von unterstrom beginnend), vor denen sich dann der Sand fängt und die Sohle aufhöht (Abb. 237).

Kopfschwellen liegen vor den meisten Buhnen. Auf der Strecke oberhalb der Havelmündung beginnen diese am Buhnenkopfe in einer Tiefe von 1,40 m unter N. W. und fallen in einer Neigung von 1 : 10 bis 1 : 20 zum Strome hin ab (Abb. 235). Auf der Strecke von der Havelmündung abwärts beginnen die Kopfschwellen am Buhnenkopf in Höhe von N. W., erhalten dann auf 10 m eine Neigung von 1 : 10 und von dort 1 : 20 bis 1 : 30. Bezüglich der Kopfschwellen an den Übergängen vergl. Ziff. 21.

Die Kopfschwellen bestehen im wesentlichen aus Senkfaschinen, die mit Schüttsteinen belastet und gedeckt werden; desgl. die Grundschwellen, wo sie vorkommen. In den oberen Elbstrecken werden beide wegen der Billigkeit der Steine auch ganz aus Steinschüttungen hergestellt. Die Breite der Kopf- und der Grundschwellen richtet sich

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

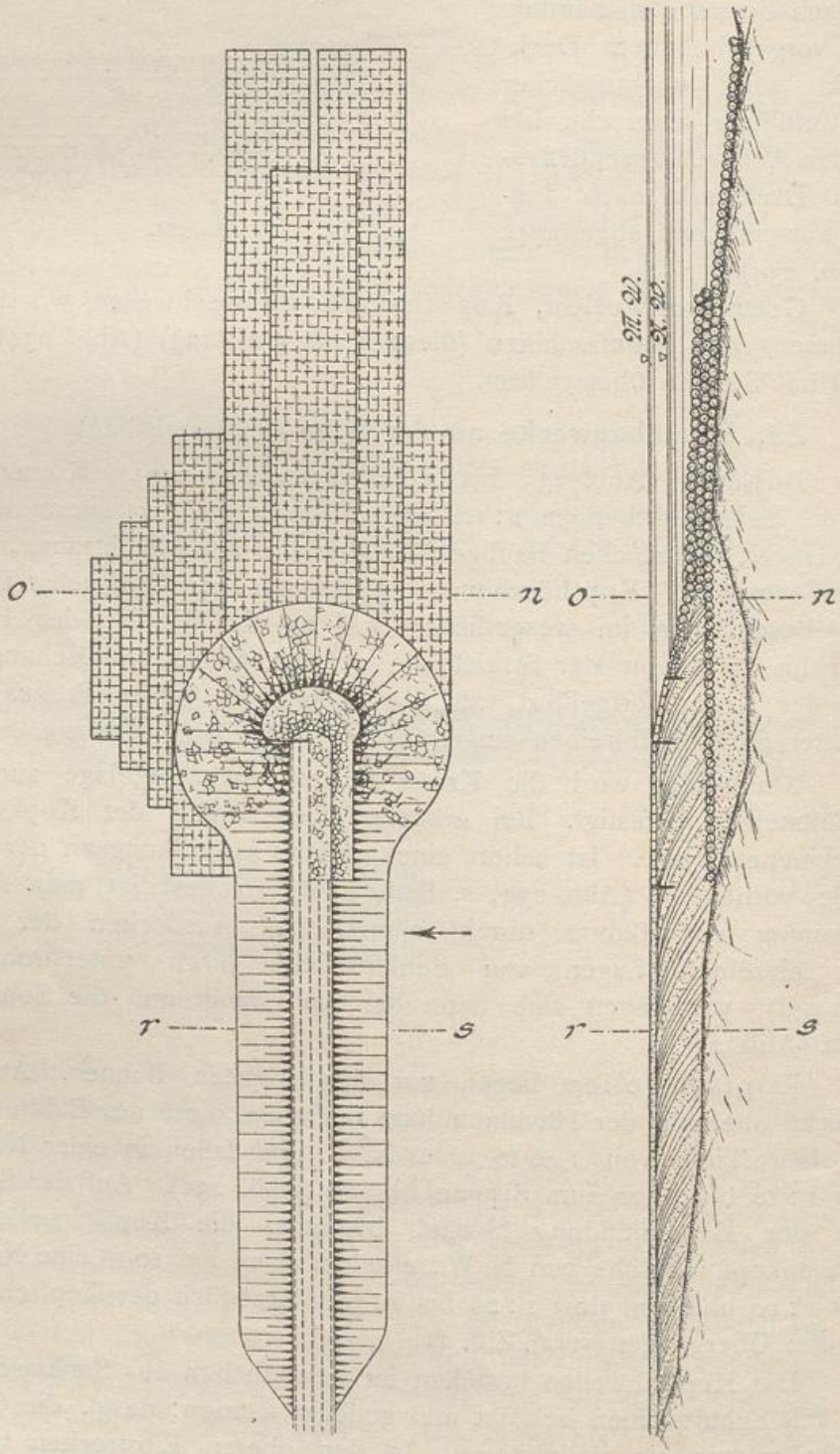


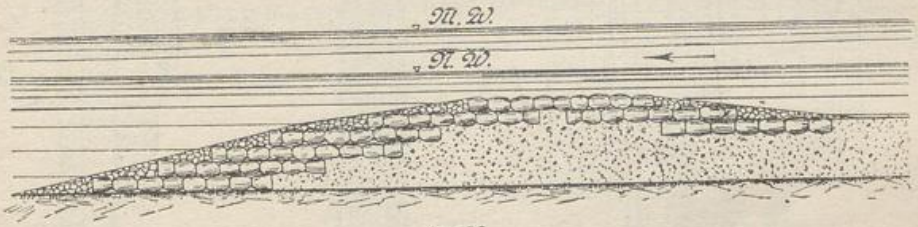
Abb. 235.

nach der Wassertiefe und der Stärke des Stromangriffes: bei Ausführung in Steinschüttung haben sie etwa 5 m mittlere Breite, bei Ausführung in Senkfaschinen beträgt die Mindestbreite 6 m. Die Stärke der Senkfaschinen ist an der Elbe allgemein 0,5 m.

r-s

Abb. 236.

Deckwerke (Abb. 238); sind meistens vorgeschoben. Aufschüttung von Baggerboden; Böschung 1 : 3 bis 1 : 5, über N. W. Pflaster auf Kiesbettung, unter N. W. Steinschüttung; die Krone 1 m breit gepflastert. Das Pflaster oben und unten je durch eine Reihe dicht geschlagener Pfähle eingefaßt. Die Anschüttungsfläche wird mit einer



o-n

Abb. 237

Kiesdeckschicht versehen und mit Stecklingen bepflanzt, längs dem Pflaster mit Spreutlage gedeckt; die übrige Schüttungsfläche wird an-

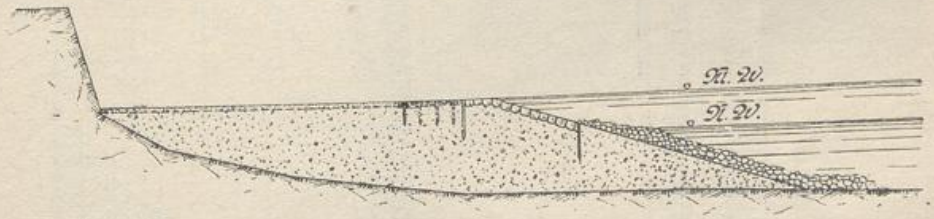


Abb. 238.

statt der Stecklingspflanzung auch mit Rauschen aus Weiden je in 2,5 m Abstand besetzt.

30. Strombauwerke an der Oder (Packwerksbau).

Buhnen (Abb. 239, s. Seite 228). Kronenbreite 2,5 m. Seitenböschungen 1 : 1. Spreutlage auf der Krone und zwar bis auf M. N. W. nach der Böschung heruntergezogen (6 Längswürste auf der Krone und 3 auf jeder Böschung). Anstatt Spreutlage, namentlich in Nähe des Kopfes, auch Steinbeschüttung. An der Wurzel erhält die Krone auf eine kurze Strecke stärkere Steigung; jederseits Anschlußflügel (Uferwinkel), ebenfalls mit Spreutlage gedeckt. Am Kopf wird die Krone bis 10 m von der Streichlinie gepflastert.

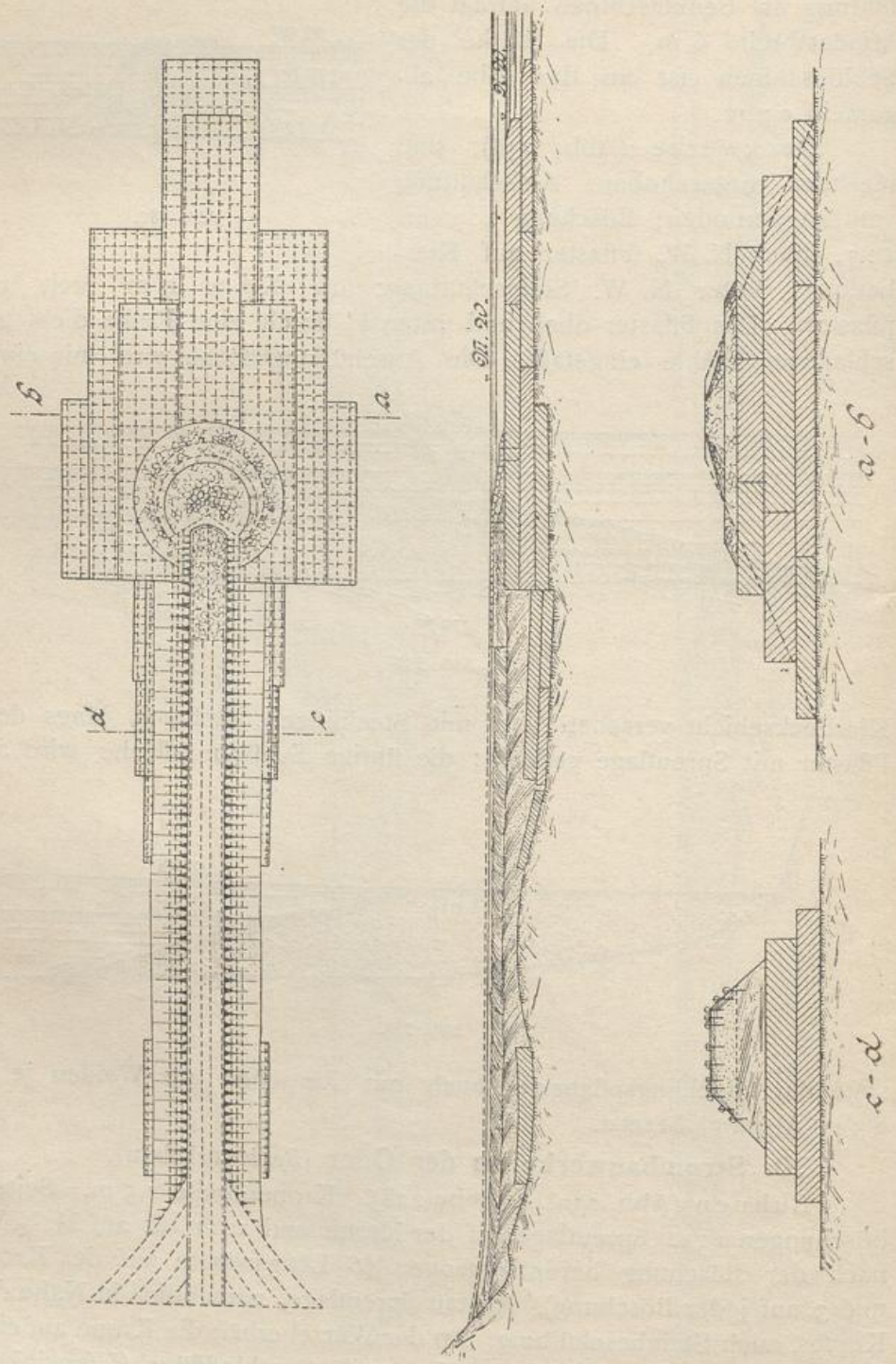


Abb. 239.

Der Kopf (abgestumpfter Kegel): Vorderböschung 1 : 5, Seitenböschungen 1 : 2,5; erhält Pflaster auf Kies- und Steinschüttung, von Pfahlreihen eingefaßt. Der Kopf erhält stets einen Unterbau von Sinkstücken. Tiefere Stellen im Zuge des Rumpfes der Buhne werden ebenfalls durch Sinkstücke von mindestens 10 m Länge gedeckt.

Der Sinkstück-Unterbau des Kopfes wird als sog. Vorlage bis in Höhe von N. W. 20 bis 30 m (je nach Bestimmung) vor die Streichlinie vorgebaut, vorn 1 : 5 abgeböscht;[1]) neuerdings wird diese Vorlage auch aus Faschinenpackwerk (10 m breit) schwimmend hergestellt, mit Steinen beschwert und so abgesenkt (Sinklage), besonders da, wo früher hergestellte Sinkstücke sich abgelaufen haben. Zur Herstellung dieser Sinklage werden gegen Stromabtrieb erst Vorsteckpfähle eingeschlagen, die nach der Herstellung des Packwerkes und dessen Versenkung wieder herausgezogen werden.

31. Strombauwerke an der Weichsel (Packwerksbau).

Buhnen (Abb. 240 bis 241). Kronenbreite 4 m, die Unterstromhälfte der Krone etwas geneigt (gewölbt) (Abb. 241, *C D*). Seiten-

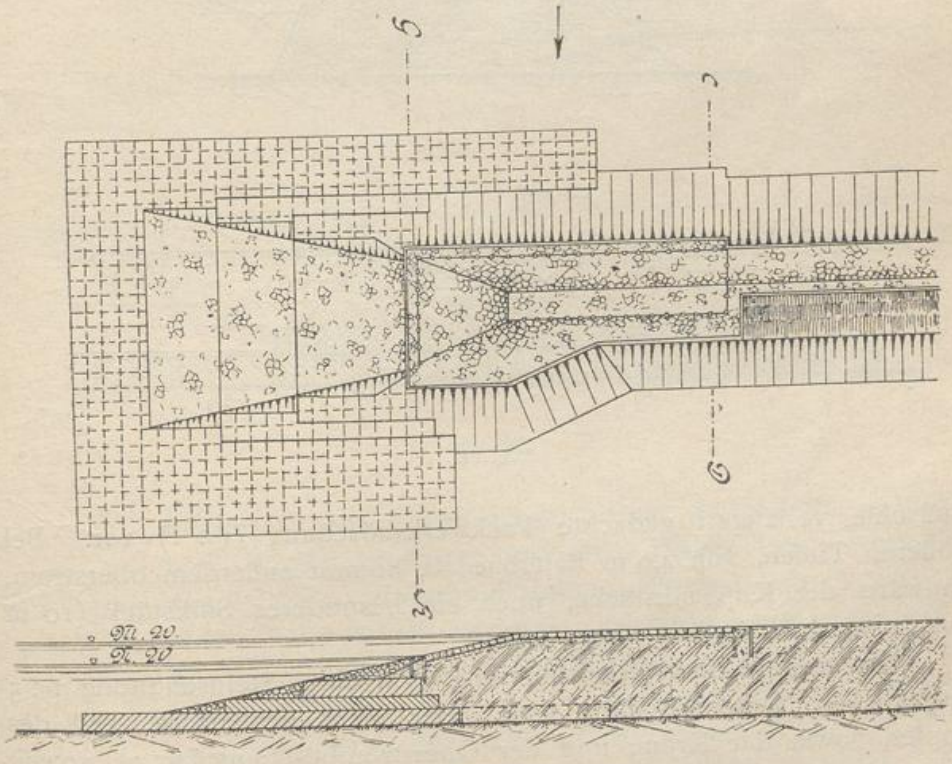


Abb. 240.

böschungen oberstrom gebrochen, nämlich bis 1,20 m unter Krone 1 : 2, darunter 1 : 1, Unterstromböschung 1 : 0,5.

[1]) Die Oberkante der Vorlage am Kopfanschluß liegt dann durchschnittlich 1 m unter der Kopfkrone.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kopf: Vorderböschung 1 : 5; 1,2 m unter Krone befindet sich eine Berme und zwar vorn, sowie an der Oberstromseite auf durchschnittlich 15 m Länge von der Streichlinie; sie ist 0,6 m breit. Gegen die Berme stützt sich das Pflaster; dieses, 0,4 m stark, deckt die Vorderfläche des Kopfes, sowie die halbe Krone und die Oberstromböschung in Länge der Berme (Pflaster auf 0,20 m starker Kies- oder Ziegelgrusbettung). Unterstromböschung am Kopf auf 1,2 m unter Krone 1 : 2 (gewölbt), darunter 1 : 1. Bei mehr als 2 m Bauhöhe ruht der Fuß des Kopfpackwerkes auf Sinkstücken (je 1 m stark), je nach der Tiefe eins oder mehrere übereinander, die abgetreppt werden und zwar nach vorn 1 : 5, seitlich 1 : 1; das unterste Sinkstück springt aber oberstrom 3 m, unterstrom 5 m über die bis

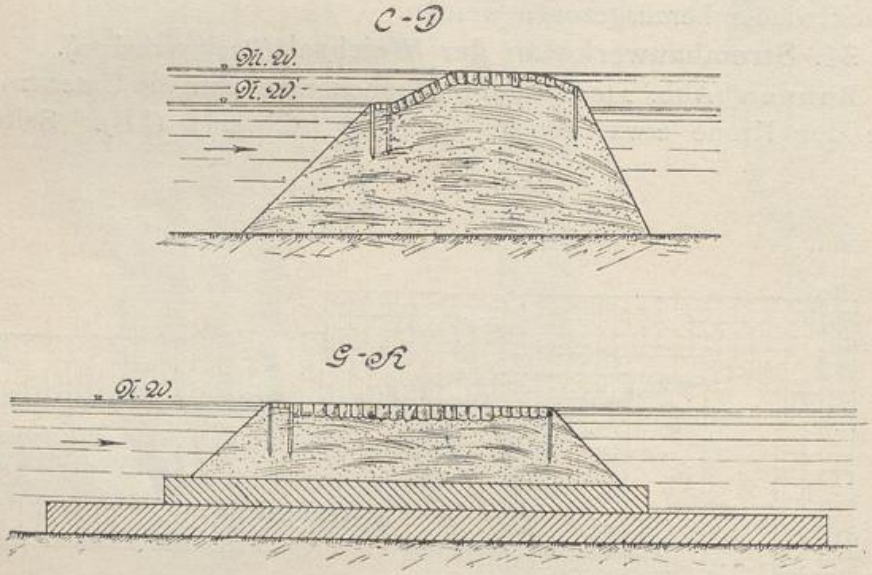


Abb. 241.

Flußsohle verlängert gedachte Packwerksböschung (1 : 1) vor. Bei größeren Tiefen, von 4,9 m Bauhöhe ab, kommt außerdem oberstrom, landwärts der Kopfsinkstücke, noch ein besonderes Sinkstück (10 m lang, 1 m stark, 6,5 bis 7,5 m breit).

Die vordere Sinkstückabtreppung wird durch Steinschüttung 1 : 5 ausgeglichen, Seitenböschung 1 : 1. Der nicht gepflasterte Teil des Kopfes, sowie der Krone und der Oberstromböschung (1 : 2), soweit diese dem Stromangriff ausgesetzt sind, und die Bermen werden mit steinbeschwerten Grünlagen abgedeckt. Diese ganze Befestigung ist durch Pfahlwände eingefaßt. Im übrigen wird die Buhnenkrone und die Oberstromböschung (1 : 2) durch offene Grünlagen befestigt. Zur ordnungsmäßigen Herstellung des Kopfes dienen offene Pfahlreihen (in Hinterkante Berme), von Pfahl zu Pfahl 1 m.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zwischenbuhnen erhalten vom Kronenpflaster ab bis an die Wurzel nur eine Kronenbreite von 2 m, dergestalt, daß der Oberstromkörper der Buhne wie vorbeschrieben bleibt, unterstrom aber 2 m der Krone abgeschnitten werden, gleichlaufend mit der Böschung 1 : 0,5. Zwischen dem Kopfteil von 4 m und dem Teil von 2 m Kronenbreite wird eine Übergangsstrecke von 4 m Länge eingeschaltet.

Die Sperrdämme erhalten ähnliche Abmessungen und Bauart wie die Buhnen, die Unterstromböschung natürlich flacher, vergl. Ziff. 40.

Deckwerke.

a) Bei vorgeschüttetem Ufer (Abb. 242 und 243) Krone 1 m breit gepflastert. Oberfläche der Anschüttung bis zum Ufer mit Grünlagen abgedeckt. Böschung 1 : 3 aus Sandschüttung

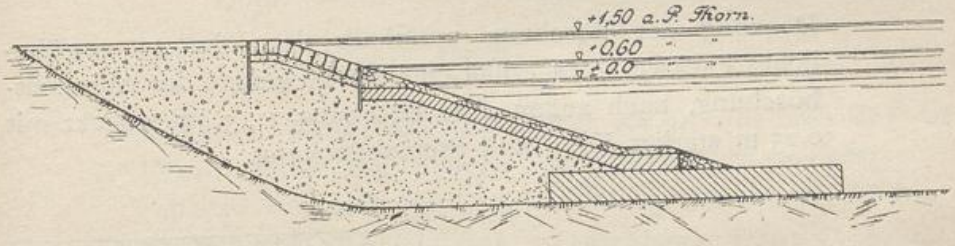


Abb. 242.

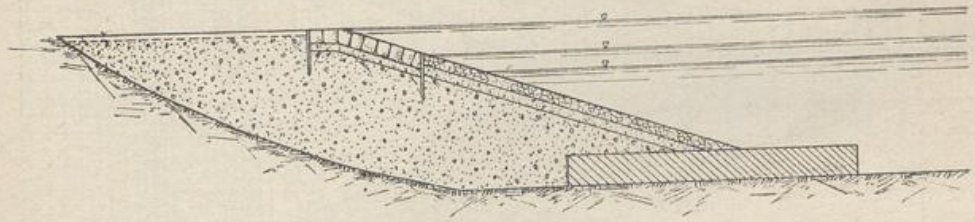


Abb. 243.

hergestellt, bis 0,9 m unter Krone gepflastert. Kronen- und Böschungspflaster zwischen Pfahlreihen. Unterhalb des Pflasters wird die Böschung durch 0,5 m starkes, als Matte hergestelltes Packwerk geschützt; sein 2 m breiter wagerechter Fuß ruht auf einer Sinkstücklage (diese 10 m breit, 1 m stark) (Abb. 242). Die Matte wird schwimmend ausgeführt, dann mit einer 0,15 m starken Kies- und Steinschicht belastet und über die Böschung versenkt. Die Vorderkante des Sinkstückes steht 5,50 m vor dem Packwerksfuß vor.

Anm. An Stelle der Packwerksmatte über der Böschung ist auch üblich eine 0,35 m starke Steindecke auf einer 0,25 m starken Kies- oder Ziegelgrusschicht (Abb. 243).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

b) Bei dichtem Anschluß des Deckwerkes an das abbrüchige Ufer (Abb. 244) ist die gepflasterte Krone nur 0,5 m breit. Die Hochuferböschung darüber erhält Grünlage. Zur

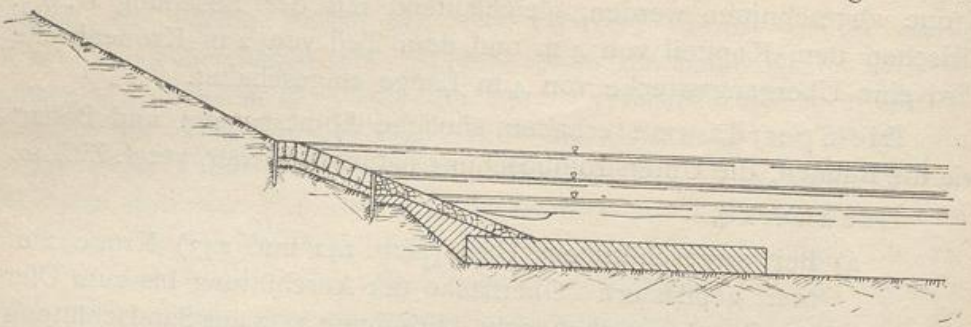


Abb. 244.

Deckung der Böschung unterhalb des Pflasters gewöhnliches Packwerk; es erhält eine Stärke gemäß der Abbruchsböschung, nach außen aber Böschung 1 : 3, überdeckt mit 0,25 m starker Kies- und Steinabdeckung.

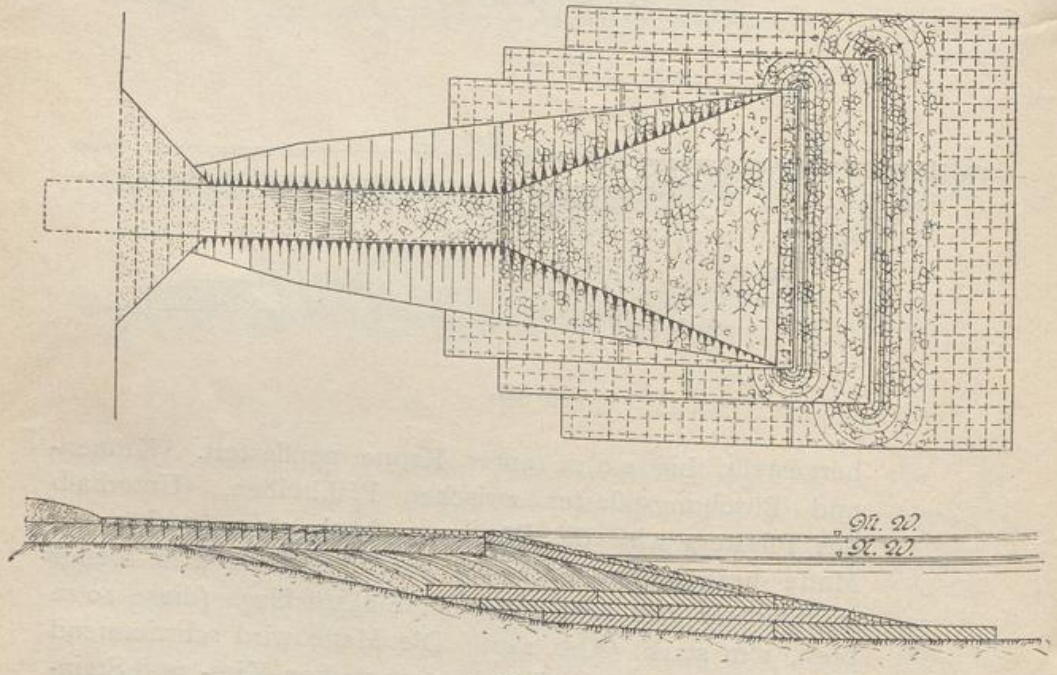


Abb. 245.

32. Strombauwerke an der Memel (Packwerksbau).

Buhne (Abb. 245). Kronenbreite 3,5 m, Seitenböschungen 1 : 1. Der Kopf: Vorderböschung 1 : 5, Seitenböschungen 1 : 2,5; er erhält eine Grundlage von Sinkstücken oder Sinklagen. Vorder- und Seitenböschungen des Kopfes — einschließlich der Sinkstückabtreppung —

mit Steinen beschüttet. Befestigung der Buhnenkrone: vom Kopf (Streichlinie) ab auf 10 m Länge Pflaster, von Pfahlreihen eingefaßt; sonst Spreutlage. An der Wurzel Uferwinkel.

Deckwerke.

a) Bei vorgeschüttetem Ufer (Abb. 246) Packwerk auf Sinkstückunterlage, Vorderböschung 1 : 1 mit Steinen beschüttet. Krone des Packwerkes 2,5 m; 1 m breit längs der Vorderkante mit Steinen überpflastert, sonst bespreutet, ebenso auch die Schüttungsfläche hinter dem Deckwerk.

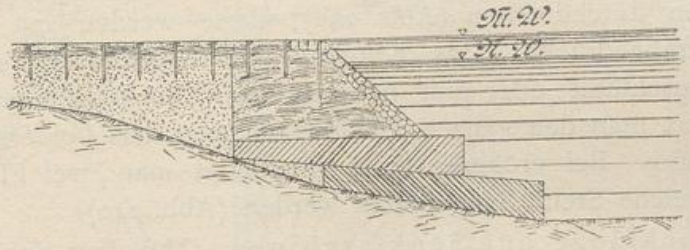


Abb. 246.

b) Anschließend an das abbrüchige Ufer (Abb. 247). Überdeckung der Abbruchböschung bis M. W. durch eine 0,6 m starke Matte (Matratze, Klapplage); diese ist mit Steinen beschüttet; oberhalb neben der Matte gegen eine Pfahlreihe 0,40 m breites Randpflaster, anschließend weiter landwärts Rauhwehr 5 m breit.

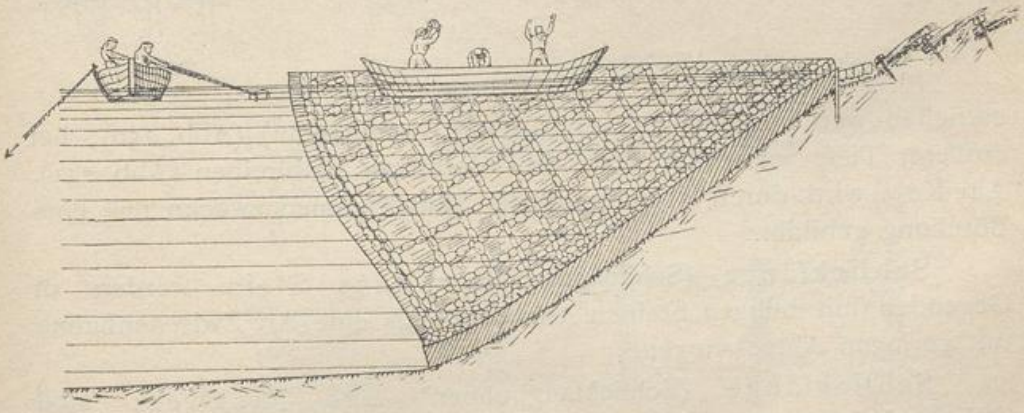


Abb. 247.

In Abb. 247 ist dargestellt, wie von der fortlaufend schwimmend hergestellten Matte ein Teil bereits versenkt ist und der andere Teil fortschreitend versenkt wird, indem die Streckbalken von einem verankerten Boote aus herausgezogen werden, während von einem anderen Boote aus Steine aufgeworfen werden (vergl. S. 239).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

33. Schlickfänge und dergl. Unter Schlickfang versteht man allgemein leichte Querwerke, die errichtet werden, um die Verlandung, besonders zwischen den Hauptbuhnen, zu befördern, oder um die in Verlandungen vorhandenen Wasserrinnen abzuschließen und dergl. Sie haben verschiedene Bauart.

Flechtzäune (Schlickzäune). Eine Reihe eingetriebener Pfähle (0,3 bis 0,4 m von Pfahl zu Pfahl) wird über dem Wasserspiegel mit Weidenruten durchflochten (Abb. 248); diese werden mit hölzernen Gabeln herabgedrückt. Das Kopfende wird erforderlichenfalls mit Steinen umschüttet oder mit nebengelegten Senkfaschinen gedeckt. Auch sichert man den ganzen Fuß des Flechtzaunes beiderseits durch Steinschüttung. Bei größerer Tiefe verwendet man zwei Flechtzäune, zwischen welche Steine eingebracht werden (Abb. 249).

Schlickfänge aus Senkfaschinen. Man legt Senkfaschinen übereinander zwischen zwei Pfahlreihen, die mit der Handramme ein-

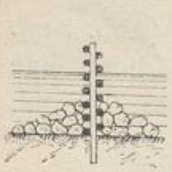


Abb. 248.

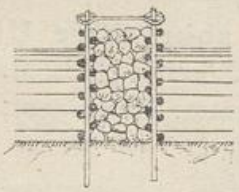


Abb. 249.

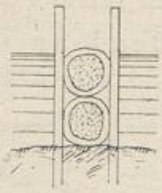


Abb. 250.

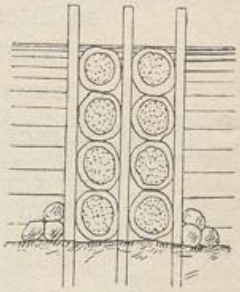


Abb. 251.

getrieben werden (etwa 0,50 m Abstand voneinander) (Abb. 250); bei größerer Tiefe verwendet man drei derartige Pfahlreihen (Abb. 251). Am Kopf wird durch Abtreppung der Senkfaschinen zweckmäßig eine Böschung gebildet.

Schlickfänge (Schlickfangbuhnen) aus Stein werden in Gegenden mit billigen Steinen verwendet als eine Art Zwischenbuhne mit geringen Abmessungen.

Schlickfänge (Schlickfangbuhnen) aus Packwerk sind Zwischenbuhnen mit geringen Abmessungen. An der Elbe erhalten sie z. B. 1 m Kronenbreite, am Kopf eine Sicherung von etwa 1 cbm Steinschüttung. Bisweilen ist die Ausbildung des Kopfes derjenigen bei einer Hauptbuhne ähnlich oder gleich.

D. Anfertigung von Packwerk und dergl.

34. Anfertigung der Würste. Würste, etwa 20 bis 25 m lang, 10 bis 15 m stark, werden auf der Arbeitsstelle gebunden. Zur Verwendung in kürzeren Längen werden sie nach Bedarf durchgehauen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Anfertigen geschieht auf der sog. Wurstbank (Abb. 252). Diese besteht aus Böcken von zwei schräg gekreuzten Pfählen (meistens Buhnenpfählen), die im Kreuzungspunkt mit Bindedraht gebunden werden. (Bisweilen wird je ein Pfahl der Böcke senkrecht, der andere schräg eingeschlagen.) Entfernung der Böcke 0,6 bis 0,8 m. Die Reiser, die mög-

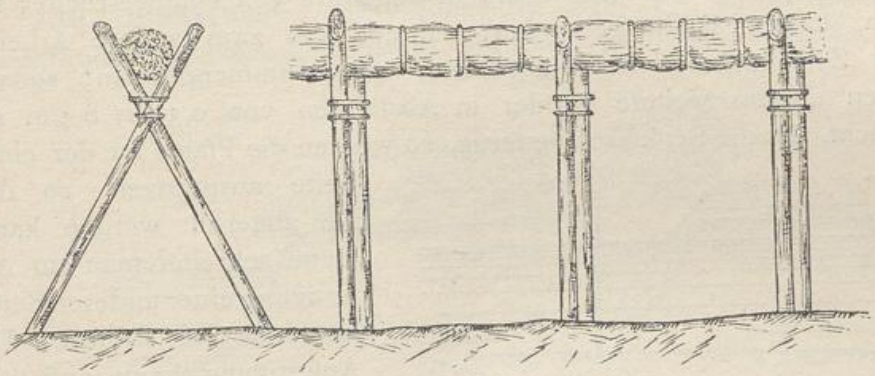


Abb. 252.

lichst dünn und glatt sein müssen, werden in die Bank gelegt, mit den Wipfelenden nach einer Richtung, die Stammenden angemessen verteilt. Zwischen zwei Böcken wird die Wurst, nach festem Anholen, dreimal mit Bindedraht gebunden (seltener mit Bindeweiden), die Bünde also 20 bis 30 cm voneinander entfernt. Die Würste, oder geteilte Längen

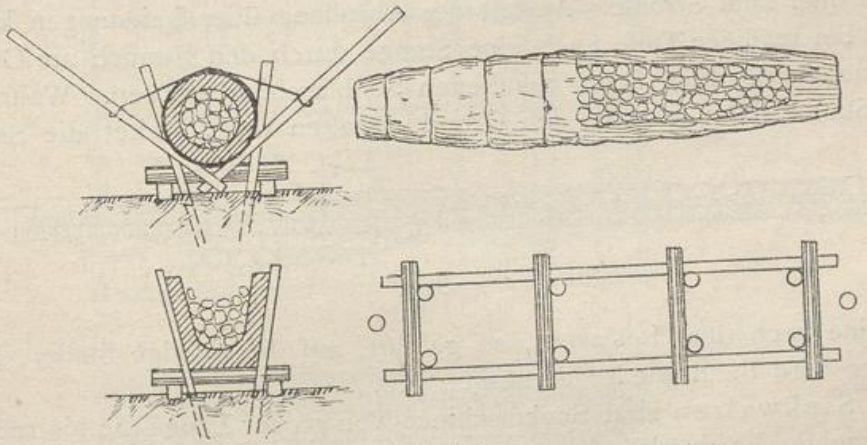


Abb. 253.

derselben, werden auf Packwerkslagen, Spreutlagen usw. gelegt, mit Buhnenpfählen durchschlagen (alle 50 bis 60 cm) und so befestigt.

35. Senkfaschinen (Abb. 253). Die Anfertigung geschieht auf einem Gerüst (Bindebank), bestehend aus zwei Streckhölzern, vier bis sechs darüber gelegten Querhölzern und je zwei aufrecht neben diesen schräg eingeschlagenen Pfählen. In die dadurch gebildete krippenartige Höhlung werden Strauchreiser (aus aufgeschnittenen Faschinen)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

muldenförmig ausgebreitet, so daß nur Stammenden an die Stirnen kommen. (Die Stirnenden werden durch zwei kleine eingeschlagene Pfähle angemerkt.) In die Reisermulde wird Steinschutt oder Kies gut verteilt eingebracht, an die Enden aber kurzer Strauch. Dann bringt man über das ganze eine obere Strauchlage auf. Nun wird der Strauchkörper an den Enden und in der Mitte von einem Arbeiter mit 2 mm starkem Draht gebunden, während ihn zwei andere Arbeiter unter Zuhilfenahme der Würgekette fest zusammenpressen; sodann werden ebenso weitere Bänder in Abständen von 0,3 bis 0,4 m angebracht. Ist die Senkfaschine fertig, so werden die Pfähle an der einen Seite ausgezogen, so daß sie abgerollt werden kann. Dann schreitet man zur Anfertigung einer anderen Senkfaschine und so fort. Die Anfertigung kann auf dem Lande oder auf Kahngerüsten geschehen; mit diesen können die Senkfaschinen zugleich verfahren werden; sonst geschieht dies nach der Abrollung vom Ufer in besonderen Kähnen. An der Verwendungsstelle werden sie über den Bord des verankerten Kahnes auf angelegten schrägen Leitstangen auf den Grund gerollt, so daß sie stromrecht liegen (Abb. 254); seltener erhalten sie eine Lage quer zum Strome. Anstatt der Abrollung über Leitstangen kann man bei mäßiger Tiefe auch eine Stange durch den Strauch am Oberstromende der über Bord gehaltenen Senkfaschine stecken. Während die Stange dann fest auf den Grund gehalten wird, gleitet die Senkfaschine nach dem Loslassen, so geführt, auf die richtige Stelle. Die Stange wird dann wieder herausgezogen.

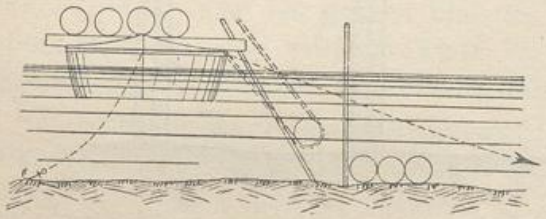


Abb. 254.

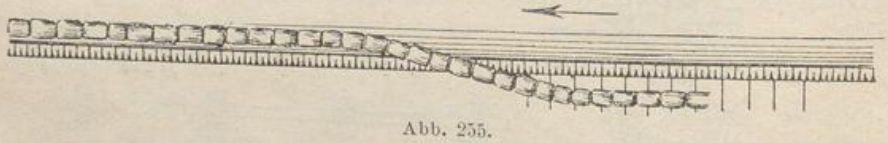


Abb. 255.

Sinkwalzen sind Senkfaschinen von großer Länge (20 bis 100 m und mehr), die durchlaufend angefertigt werden dicht neben dem Ufer, zu dessen Deckung sie verwendet werden sollen (Abb. 255). Am Ufer werden Böcke in 0,50 m Abstand aufgestellt, wie sie zum Binden der Senkfaschinen oder auch zum Binden der Würste verwendet werden (nur größer und stärker). Dann wird Strauch wie bei einer Senkfaschine eingelegt, der Füll- und Beschwerungsstoff (Kies oder Steine) eingeschüttet und verteilt, die Würgeketten angezogen und die Walze alle 0,30 bis 0,50 m mit Draht gebunden. Ist eine längere Strecke fertiggestellt, z. B. 20 bis 60 m, dann wird dieser Teil der Sinkwalze

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

verstürzt; dabei bleibt der in Arbeit befindliche Teil auf dem Gerüst und wird weiter fortgesetzt. Die Böcke werden hinten fortgenommen und vorn wieder aufgestellt, und so fort. Der Durchmesser der Sinkwalzen beträgt 0,50 bis 0,80 m, meistens 0,60 m; er richtet sich in jedem einzelnen Falle nach dem zu deckenden Ufer (vergl. Ziff. 46).

36. Sinkstücke. Das Sinkstück wird auf einem geneigten Bretterboden angefertigt, meistens am Ufer (Abb. 256), zuweilen auch

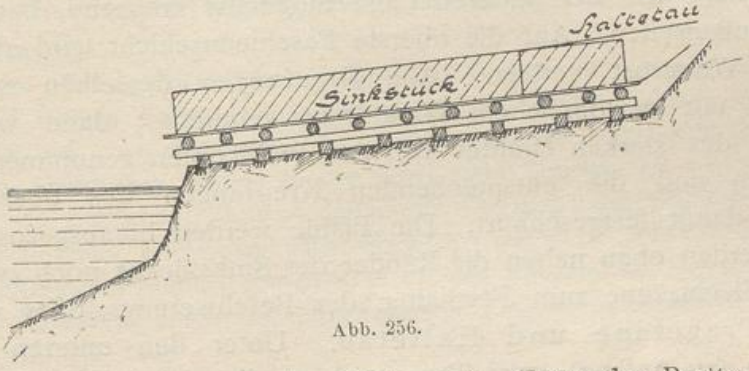


Abb. 256.

schwimmend über einem Prahm (Abb. 259). Unter den Brettern liegen Walzen, unter diesen geneigte Schwellen (Streckhölzer) (Abb. 256). Die Walzen werden während der Anfertigung des Sinkstückes durch

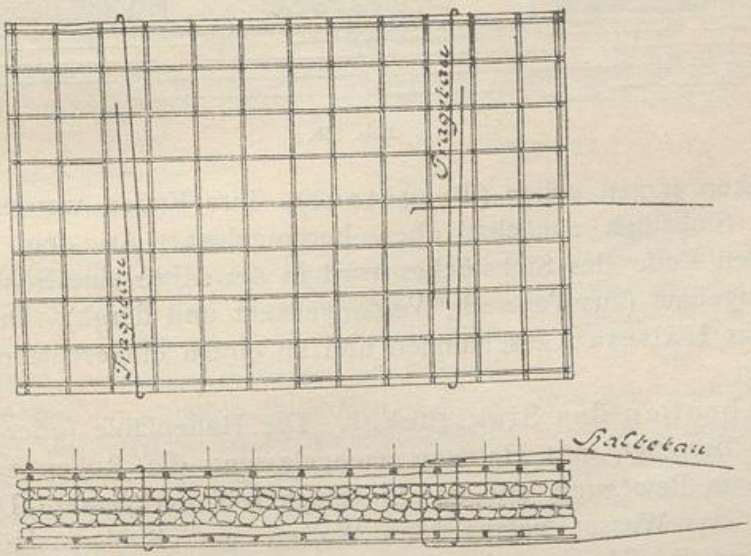


Abb. 257.

eingeschlagene Pfähle festgehalten oder auch durch Knaggen, die an den Streckhölzern angebracht sind. Auf den Brettern wird ein Rost (Netz) von gekreuzten Würsten hergestellt mit 0,8 bis 1 m Felderweite (Abb. 257). Alle Kreuzungen werden mit gewöhnlichem Wurstdraht gebunden. Außerdem wird jede äußere Kreuzung und von den inneren Kreuzungen etwa eine um die andere mit 2 mm starkem Draht gebunden so, daß an jedem Bund noch ein längeres Drahtende übrig-

bleibt (etwa 2 m).[1]) Durch diese doppelt gebundenen Kreuzungen werden dann Buhnenpfähle gesteckt und die freien Drahtenden oben um die Pfähle geschlungen.

Darauf werden über den ganzen unteren Wurstrost Faschinen gelegt, etwa fünf Schichten übereinander (je nach der Stärke des Sinkstückes mehr oder weniger); die Faschinen werden so gelegt, daß die Lagen einen guten Verband bilden, nämlich die Faschinen der einen Lage die der anderen Lage möglichst kreuzend, besonders an den Außenseiten. Auf die oberste Faschinenschicht wird alsdann der obere Wurstrost verlegt. Alle Kreuzungen desselben werden zunächst mit gewöhnlichem Wurstdraht gebunden; dann werden die Enden des starken Drahtes von den Pfahlköpfen genommen, fest angezogen und die entsprechenden Kreuzungen des oberen Wurstrostes damit festgeschnürt. Die Pfähle werden herausgezogen. Endlich werden oben neben die Ränder des Sinkstückes noch zwei Würste oder Flechtzäune zum Festhalten des Beschwerungsstoffes angepfählt.

Tragetaue und Haltetau. Unter den unteren Wurstrost werden (zu Anfang) zwei Taue verlegt, die das Sinkstück vor dem

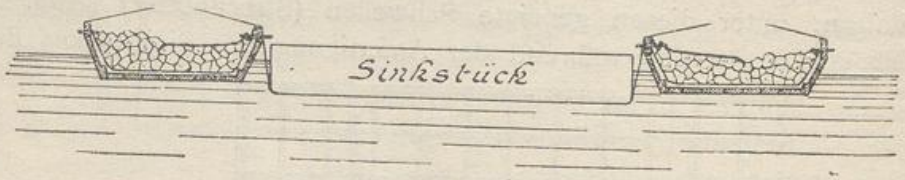


Abb. 258.

Versenken tragen sollen (Tragetaue). Ihre Enden werden um das fertige Sinkstück zunächst oben herumgelegt. An dem landwärts liegenden Ende des Sinkstückes wird in der Mitte eine Schlinge oder Öse eingebaut (aus Tauwerk, Weidengeflecht und dergl.). Durch diese wird das Haltetau geschlungen und an einem eingeschlagenen Pfahl befestigt.

Abrollen des Sinkstückes. Die Haltepfähle (oder Knaggen) werden beseitigt, das Haltetau nachgelassen; die Rollen setzen sich alsdann in Bewegung, und das Sinkstück rollt ins Wasser. Die hierbei mit in das Wasser gelangenden Walzen und Bohlen sind an den Enden zur Erleichterung des Herausziehens mit Leinen versehen.

Verholen und Versenken (Abb. 258). Jederseits neben das schwimmende Sinkstück werden Kähne gelegt und die Tragtaue daran befestigt. Die Kähne enthalten Beschwerungsstoff, nämlich Steine oder Kies. Mit den Kähnen wird das Sinkstück zur Versenkungs-

[1]) Anstatt des starken Drahtes verwendete man früher 1 cm starke Leinen, sog. Luntleinen. Die Pfähle, um die die Enden dieser Leinen geschlungen wurden, nannte man Luntpfähle.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

stelle gefahren. Das Haltetau und die Vordertaue der Kähne werden oberstrom an einem Pfahl oder verankerten Kahn festgelegt. Alsdann wird das Sinkstück, nachdem Fluchtstangen daraufgesteckt sind, ordentlich eingerichtet, mit dem Beschwerungsstoff aus den Kähnen überdeckt, bis es überall bis zum Wasserspiegel eintaucht; die Tragtaue werden gelöst, und das Sinkstück sinkt hinab. Die Tragtaue werden unter dem sinkenden Sinkstück wieder aufgeholt, auch das Haltetau, das doppelt liegend durch die Öse geschlungen war, wird heraufgezogen.

Anm. Die geneigten Streckbalken des Bretterbodens werden unter Umständen auf Böcken verlegt (zur Herbeiführung der nötigen Neigung bei flachen Ufern) oder auf einem Prahm über festen Unterstützungen angebracht (Abb. 259). Bei großen Sinkstücken werden in der Regel mehr Tragtaue als zwei und mehr Haltetaue als eins nötig. Anstatt durch eine Öse greift das Haltetau bisweilen durch das Sinkstück selbst unmittelbar hindurch (Abb. 257). Für den Angriff der Tragtaue (Senktaue) werden bisweilen neben den Rändern des Sinkstückes Tauschlingen (Kauschen) mit unten quergestecktem Knüppel im Sinkstück verankert, durch welche die Taue geführt werden, die also in diesem Falle nicht unter das Sinkstück hindurchgehen. Mit dem Aufbringen des Beschwerungsstoffes wird nahe den Rändern des Sinkstückes begonnen, so daß diese zunächst bis zum Wasser eintauchen, dann erst schreitet man nach der Mitte fort. Mit der Beschwerung wird beim Sinken noch etwas fortgefahren (bis etwa 20 cm Schichthöhe). Das fertig versenkte Sinkstück sackt in sich noch beträchtlich zusammen (einschl. Beschwerung etwa bis zu $^7/_8$ der ursprünglichen Bauhöhe). Die Seitenlängen eines Sinkstückes betragen 5 bis 20 m und mehr.

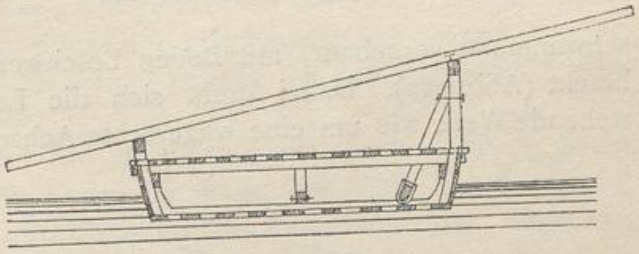


Abb. 259.

An manchen Strömen (z. B. Memel) werden Sinkstücke auch schwimmend angefertigt; die Unterlage besteht aus schwimmenden Streckbalken (Schwimmbalken, Entfernung je 2 m), die an jeder Langseite durch eine über die Balken gelegte Randbohle in ihrem Abstande gehalten werden. Diese Bohlen werden durch einfache Umschlingung mittels eines durchlaufenden Taues mit den Köpfen der Schwimmbalken verbunden. Nach Fertigstellung des Sinkstückes wird dann diese Tauverbindung gelöst und die Schwimmhölzer unter dem Sinkstück vermittels umgeschlungener Leinen hervorgezogen.

Matratzen oder Matten (Klapplagen) sind langgestreckte, meistens schwimmend angefertigte Sinkstücke von geringer Stärke (0,50 bis 0,60 m), die über Uferböschungen zum Versinken gebracht werden, indem die uferseitige Kante mit Tauwerk oder Draht festgehalten und die Matratze mit Steinen beschwert wird (etwa 0,15 cm stark). Bei größerer Länge wird, während die Anfangsstrecke versenkt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wird, die damit im Zusammenhang stehende Fortsetzung der Matratze fertiggestellt, dann versenkt, und so fort (Abb. 247).

37. Packwerk bei Herstellung einer Buhne. Das Buhnenpackwerk besteht aus Tauchlagen (vergl. S. 218). Jede Lage wird

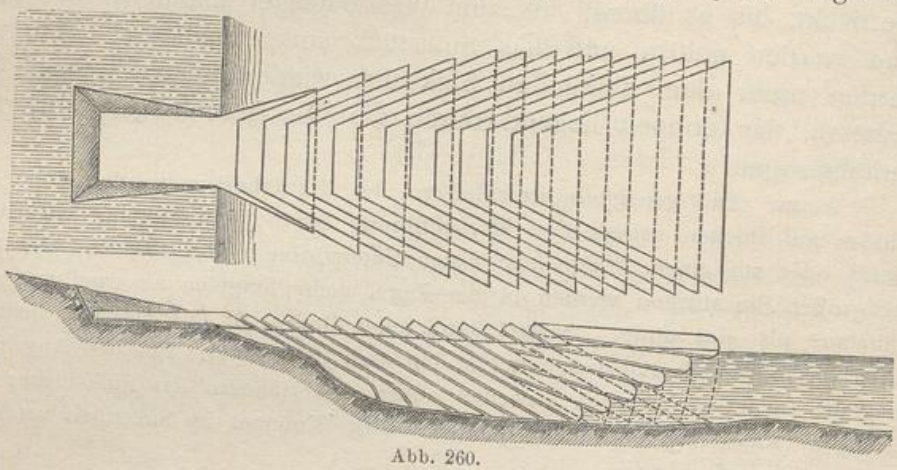


Abb. 260.

schwimmend vorgebaut, mit Boden beschwert und zum Tauchen gebracht (Abb. 260). Dabei dreht sich die Lage um das bereits bestehende Werk wie um eine wagerechte Achse. Die Tauchlagen setzen

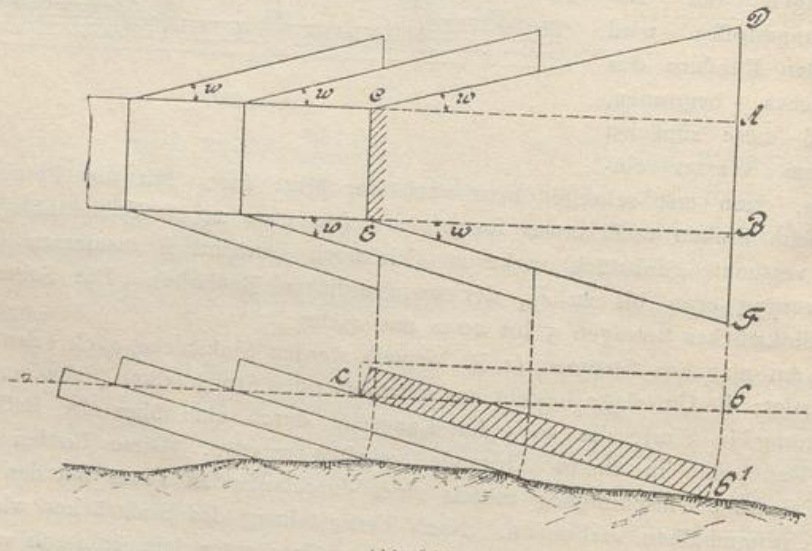


Abb. 261.

sich schuppenartig vor- und übereinander. Die vorderen Tauchlagen lasten dabei auf den hinteren und bringen diese weiter zum Sinken, so daß ihre Vorderkante schließlich den Grund berührt.

Jede Lage ist trapezförmig (Abb. 261). Die kleine Seite des Trapezes schließt an das bestehende Werk an (Anschlußseite CE). Die große Grundseite des Trapezes liegt vorn (Vorderseite DF). Im

Längsschnitt ist die vorderste Lage im schwimmenden Zustande punktiert gezeichnet (cb), im beendeten Tauchzustande gestrichelt (cb^1). Die Schenkelseiten des Trapezes (CD und EF) fallen in die Seitenböschungen der zu erbauenden Buhne.

Die Neigung der Seitenböschung ist für Packwerksbuhnen fast allgemein 1 : 1. Die Bemessung der Breiten der trapezförmigen Lage ist abhängig von der Kronenbreite der Buhne, den Seitenböschungen und besonders von der Tiefe, die vorn da gepeilt wird, wo die Vorderseite der Lage den Grund berühren soll.

Die Bauausführung findet nur bei einem geeigneten niedrigen Wasserstande statt. Da nun die Buhnenkrone an der Streichlinie in der Regel auf Mittelwasserhöhe (oder dergl.) liegt und die Krone vom Kopf nach der Wurzel ansteigt, so muß der Bauaufseher beim Ansetzen einer Tauchlage zunächst darüber klar sein, wie hoch am Anschlusse CE die Buhnenkrone über dem Bauwasserstande zu liegen kommt. Ist die Kronenbreite der Buhne z. B. 2,5 m und ihre Höhe bei der Anschlußstelle über dem Bauwasserstande = 0,8 m, so muß die Anschlußbreite $CE = 2{,}5 + 2 \cdot 0{,}8 = 4{,}1$ m genommen werden. Diese Anschlußbreite kann auf die Länge einer Lage gleichmäßig beibehalten werden; sie ist in Abb. 261 durch die beiden punktierten gleichlaufenden Linien CA und EB hervorgehoben.[1])

Die Vorderbreite (DF) der Tauchlage wird ebenfalls leicht gefunden. Peilt man am Ende der Lage die Tiefe bei A oder B z. B. 1,4 m, so ist die Vorderbreite in Anbetracht der einfachen Seitenböschung $= CE + 2 \cdot 1{,}4$; da CE im vorliegenden Falle zu 4,1 m ermittelt war, so ist die Vorderbreite $= 4{,}1 + 2{,}8 = 6{,}9$ m.

Dabei wird kein Gewicht darauf gelegt, daß beim Tauchen die Unterkante (b^1 im Längsschnitt), weil im Kreisbogen tauchend, etwas hinter der Kante b der schwimmenden Lage (wo gepeilt wurde) zurückfällt wegen der immerhin nur flachen Tauchneigung (höchstens 1 : 2; siehe weiter).

Länge der Lage. Die Länge der Tauchlagen richtet sich im wesentlichen nach der Tauchneigung, nämlich der Neigung, die die fertigen, zur Ruhe gekommenen Tauchlagen haben sollen. Man nimmt für die Tauchlagen als Neigungsverhältnis höchstens 1 : 2 (nicht steiler) und geht — wenn schwacher Strom vorliegt — auch bis 1 : 5. Eine steilere Neigung als 1 : 2 nimmt man deshalb nicht, damit der Beschwerungsboden beim Tauchen nicht herausrinnt (besonders unter dem Einflusse der Strömung). Unter der Voraussetzung, daß bereits am Ufer, in den ersten Lagen, die anzuwendende Neigung, z. B. 1 : 2, erzielt ist, wird die Länge jeder Tauchlage (CA) das Doppelte der bei

[1]) Streng genommen müßte sich diese Breite auf die Länge einer Lage nach vorn verringern.

AB gepeilten Tiefe betragen, bei einer Neigung von 1 : 4 das Vierfache der gepeilten Tiefe, usf. Dabei wird wieder vernachlässigt, daß die getauchte Kante b^1 hinter der Kante DF oder b der schwimmenden Lage etwas zurückfällt.[1])

Anm. Tritt der seltenere Fall ein (Abb. 262), daß bei A eine wesentlich andere Tiefe gepeilt wird als bei B, z. B. bei $A = 1{,}5$ m und bei $B = 2$ m, und ist die einzuhaltende Tauchneigung z. B. 1 : 4, so wird, da man $CA = 4 \cdot 1{,}5 = 6$ m lang absetzt, EB dagegen $= 4 \cdot 2 = 8$ m, die Vorderseite AB und deren Verlängerung nach D und F schief ausfallen. Es fragt sich nun, wie sind die Punkte D und F in der Verlängerung von AB abzusetzen. Man führt dies vermittels des Winkels w aus, der in allen schwimmenden Lagen der Buhne bei gleicher Tauchneigung beiderseits gleich groß ist. Bezeichnet man ganz allgemein die in der Linie CA oder EB gepeilte Tiefe mit t, so ist der am Peilpunkte rechtwinklig abzusetzende Schenkelabstand von $w = 1 \cdot t$ und die zugehörige Länge (bei der Tauchneigung 1 : 4) $= 4 \cdot t$. Man kann den Winkel w also z. B. darstellen, wenn man von C oder E auf 4 m Länge der Richtung CA oder EB jederseits rechtwinklig einen Abstand von 1 m absetzt. Der Bauaufseher stellt also in dieser Weise jederseits den Winkel w her, legt durch die Punkte A und B eine Stange und fluchtet von C sowie von E aus in der Schenkelrichtung des Winkels w mittels einer anderen hingelegten Stange, bis die betreffende Fluchtlinie die Verlängerung von AB in D und in F schneidet; dann sind die Punkte D und F als die Endpunkte der schiefen Vorderseite der Lage zu betrachten.

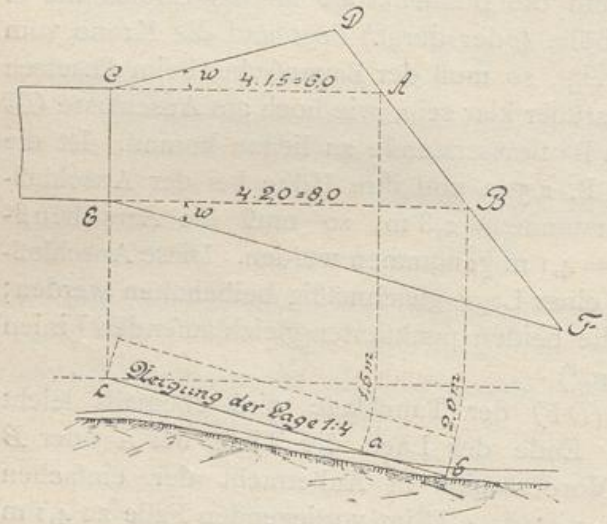


Abb. 262.

Bauvorgang. Jede Tauchlage besteht aus der Vorlage (Ausschußlage) und der Rücklage (Rückschußlage). Beim Beginn des Baues wird durch eingesteckte Stangen am Ufer zunächst die Richtung der beiden Kronenlinien festgelegt; dann hebt man in der Richtung der Krone für die Buhnenwurzel eine Baugrube mit $1\frac{1}{2}$fachen

[1]) Bei einer Wassertiefe von 1 m würde die Länge der schwimmenden Lage streng genommen zu machen sein: bei der Neigung 1 : 2 2,24 m (statt 2), bei 1 : 2,5 2,69 m (statt 2,50), bei 1 : 3 3,16 m (statt 3), bei 1 : 4 4,12 m (statt 4), bei 1 : 5 5,10 m (statt 5). Bei größeren Tiefen als 1 m würde man die betreffende Tiefe mit der betreffenden angegebenen Verhältnislänge multiplizieren; z. B. würde bei 2,70 m Tiefe und der Neigung 1 : 2 die Lage nicht 5,40 m, sondern $2{,}24 \cdot 2{,}70 = 6{,}05$ m lang zu nehmen sein.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Böschungen bis zum vorhandenen Wasserstande aus (die sog. Buhnenkammer). Der Einschnitt wird möglichst so weit landwärts verlängert, daß man eine Uferlage erreicht, die in Kronenhöhe der Buhne liegt. Der Einschnitt muß so breit sein, daß darin die Krone mit den beiderseitigen Böschungen Platz findet.

Erste Tauchlage.

Vorlage (Abb. 263 und 264). Zunächst wird am Wasserrande des Einschnittes, am Oberstromende beginnend, eine Reihe Faschinen gelegt, die mit dem Stammende auf dem Rande aufliegen und mit den Wipfelenden etwas fächerartig sich ausbreitend in den Fluß hineinragen. Die Breite, welche dieser Reihe zu geben ist (Anschlußbreite), wird nach Seite 241 ermittelt und bemessen.[1]) Dann folgt die zweite Reihe Faschinen. Sie ruht mit ihren Stammenden auf den Faschinen der ersten Reihe und überragt mit ihren Wipfeln diese um etwa $^1/_3$ der Faschinenlänge; dann folgt ebenso die dritte Faschinenreihe, die zweite überdeckend, usf. Die Vorlage wird in dieser Weise so lange verlängert, als es die Strömung gestattet.

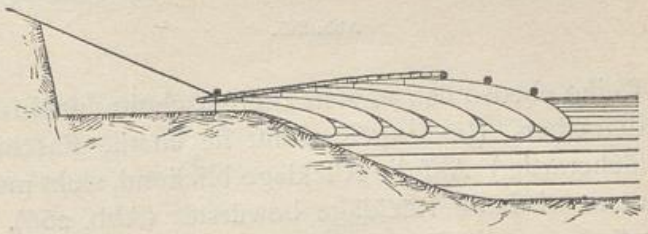


Abb. 263.

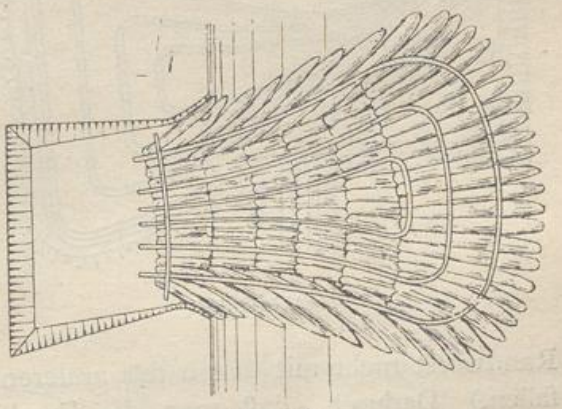


Abb. 264.

Die Vorderbreite wird nach Seite 241 bemessen. Auf die Vorlage blickend, sieht man oben nur Stammenden. Sobald einzelne Faschinen oder die ganze schwimmende Lage drohen von der Strömung fortgeführt zu werden, ist eine Verbindung durch Würste und ihre Verankerung in die Kammer hinein notwendig. Die Würste liegen je nach der Strömung 1 bis 1,5 m voneinander entfernt und werden durch eingetriebene Buhnenpfähle (etwa alle 0,60 m) auf der Vor-

[1]) An manchen Strömen wird die Buhnenkammer einen Spatenstich unter Wasser ausgestochen; dann beginnt man die Vorlage am hinteren Ende der Kammer.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

lage befestigt und an das Ufer angeschlossen.[1]) (Die Pfähle sind in Abb. 263 bis 267 der Deutlichkeit halber fortgelassen.) Alsdann erfolgt die Ausführung der

Rücklage (Abb. 265). Der auf der schwimmenden Vorlage stehende Vorarbeiter (Faschinenleger) bedeckt die vorderste Randfläche der Vorlage mit einer neuen Faschinenreihe, an der Oberstromecke beginnend, dann legt er rückwärts eine zweite Reihe Faschinen so, daß die Wipfel die Stammenden der ersten Reihe überdecken, dann die dritte Reihe ebenso usf. in den Ufereinschnitt hinein bis an das hintere Ende desselben. (Im Ufereinschnitt liegen die Faschinen gleichlaufend, nicht fächerartig.) Auf die Rücklage blickend, sieht man oben nur Wipfelenden; dann wird die Rücklage bewürstet (Abb. 266). Man legt zwei Randwürste an die Ränder der Lage dicht nebeneinander und steckt durch sie Buhnenpfähle, alle 0,60 m einen Pfahl, die man, abwechselnd nach der einen und anderen Seite etwas geneigt, durch Schlägel einschlägt, damit beim Versenken der Lage die Wurst nicht über den 20 cm herausragenden Pfahlkopf rutscht. (An den Stößen einer Wurst müssen beide Enden mindestens 1 m nebeneinanderliegen; auch dürfen die Stöße der einen Randwurst nicht mit denen der anderen an derselben Stelle zusammenfallen.) Dadurch, daß man die Faschinen der Rücklage sich mehr oder weniger überdecken läßt, kann man nach Wunsch eine verschiedene Stärke der Lage erzielen, auch etwaige Unregelmäßigkeiten der Vorlage wieder ausgleichen.

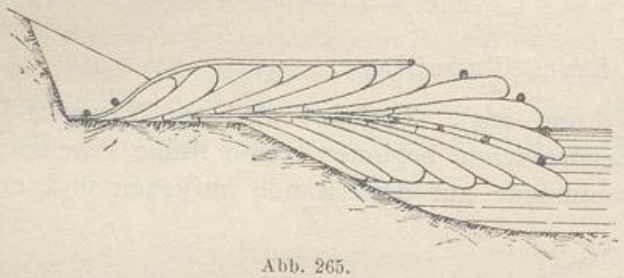


Abb. 265.

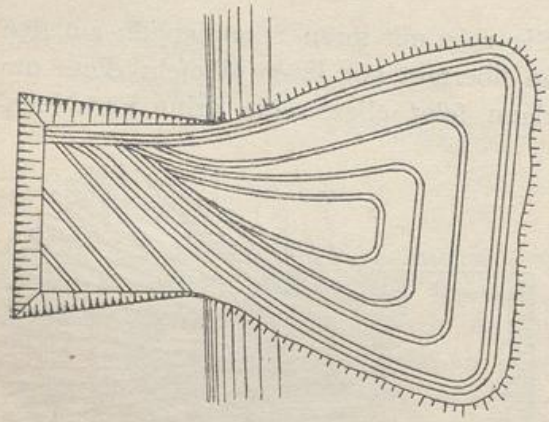


Abb. 266.

Neben den Randwürsten werden noch andere Würste in Abständen von etwa 75 cm angeordnet, die im Wurzeleinschnitt, schräg geführt, an der einen Randwurst zusammentreffen; in dem-

[1]) Bei schwacher Strömung oder wenn die Vorlage kurz ist, wird sie meistens nicht bewürstet.

selben Abstande legt man im Einschnitt dann noch einige schräge Querwürste, damit die Würste sämtliche Faschinen möglichst senkrecht treffen.[1])

Nun bringt man Beschwerungsboden auf, so daß die Würste und Pfähle bedeckt sind. Hierzu wird zunächst der Aushubboden der Buhnenkammer verwendet. Der Boden wird vom Lande aus auf die Lage geworfen und, wenn dies nach vorn zu weit ist, eine Karrbahn gelegt. Die Beschwerung wird so lange fortgesetzt, bis die Lage um ungefähr die Hälfte der Dicke in das Wasser taucht. Währenddessen wird die Beschüttung im Einschnitt kräftig abgerammt, soweit nach vorn, als die Lage fest aufliegt, oder nur wenig weiter (Abb. 267).

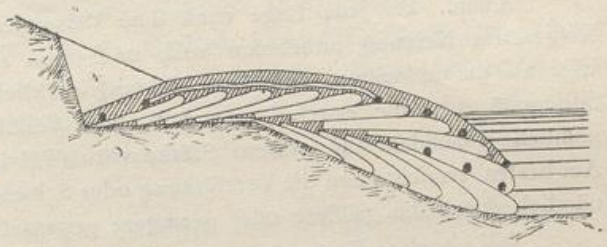


Abb. 267.

Die Lage erhält auf diese Weise eine Dicke von 0,6 bis 1 m, soweit sie fest aufliegt. Der schwimmende Teil ist stärker (1 bis 1,5 m).

Zweite Tauchlage.

Die zweite Tauchlage beginnt man wieder mit einer Vorlage, indem man an der über Wasser befindlichen Oberstromecke der ersten Tauchlage anfängt. Man baut die Vorlage dann soweit vor, wie die Strömung dies gestattet bezw. die festgesetzte Neigung die Lagenlänge bestimmt. Nach fertiger Vorlage, die wieder nach Bedarf bewürstet wird, wird die Rücklage hergestellt. Die Rücklage führt man zur Erzielung eines guten Anschlusses meistens bis zur Hälfte der Buhnenkammer zurück, legt die Würste ähnlich wie bei der ersten Lage, bringt Beschwerungsboden auf und rammt die Lage ab, soweit sie aufliegt und etwas darüber hinaus. Zwei Arten der gebräuchlichen Packwerksrammen sind in Abb. 268 und 269 dargestellt.

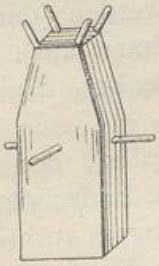


Abb. 268.

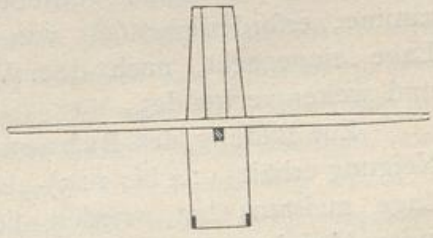


Abb. 269.

[1]) An manchen Strömen ist die Wurstlage etwas anders. Die Randwürste werden an beiden Langseiten gleichlaufend bis hinten geführt. Dann werden über die ganze Lage von Randwurst zu Randwurst Querwürste in 1 bis 1,5 m Abstand genagelt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Weitere Tauchlagen.

Jede weitere Lage wird wie die zweite vorgebaut, bewürstet, beerdet, so daß sie vorn eintaucht, ferner abgerammt, soweit sie fest aufliegt (und etwas darüber). Die Rücklage wird dabei bis zum abgerammten Teile der vorigen Lage zurückgeführt.

Anm. Da jede Lage nach dem Versenken eine 2fache oder anderweitig festgesetzte Neigung annehmen soll, muß man schon bei der ersten Lage vom Ufer ab darauf achten, daß diese Neigung wirklich erreicht wird. Erforderlichenfalls muß man die ersten Lagen mit etwas keilförmigem Längsschnitt herstellen, nämlich jenachdem die gößere Stärke vorn (Pülvlage) oder landwärts (Keillage). Am besten erreicht man die Verstärkung oder Schwächung der Lage in der Rücklage, nämlich durch die größere oder geringere gegenseitige Überdeckung der Faschinen.

Bei starker Strömung unterstützt man die vorgestreckte Faschinenreihe der Vorlage durch den sog. Schwimmbaum, ein Rundholz, das unter der ganzen Breite der Lage hinreicht und, in der Stromrichtung liegend, nach oberstrom durch ein Tau verankert ist. Das andere Ende wird mit dem Bootshaken festgehalten, damit es nicht pendelt. Auf dem Schwimmbaum ruhen die Wipfel der Faschinen. Nachdem auch noch die zweite Reihe gelegt ist, stößt man den Baum weiter vor, so daß er unter den Wipfeln dieser Reihe liegt und fährt so fort.

Sind die Tiefen nicht zu bedeutend (bis 2 m), so werden zu gleichem Zwecke auch sog. Vorsteckpfähle angewendet, nämlich 10 bis 15 cm starke unten zugespitzte Rundholzstangen, die in Entfernungen von etwa 1,5 bis 2 m im Bereich der neuen Lage (fortschreitend mit dieser) in den Grund getrieben werden (durch Schlägel oder Handramme, erforderlichenfalls von Kähnen aus). Sie werden mit in die Lage eingepackt, nach dem Versenken dann wieder herausgezogen und weiter verwendet.

Zur Bildung des Buhnenkopfes, der nach vorn eine flachere Neigung erhält (1 : 4 bis 1 : 5) als die Endschräge der getauchten letzten Lage meistens hat, werden die Lagen vorn stärker gemacht, damit beim Absinken die vorgeschriebene Kopfneigung erreicht wird.

Zum Absenken der Kopflagen werden, besonders bei der letzten Kopflage, Steine zur Beschwerung mitaufgebracht und nach dem Eintauchen nachgeschüttet, damit die endgültige Senkung sicher und bald erreicht wird. Die Kopflagen müssen nach Maßgabe der Tiefe natürlich breiter bemessen sein als die übrigen Lagen der Buhne, da die Seitenböschung des Kopfes meistens flacher anzulegen ist als die gewöhnliche Seitenböschung des Rumpfes der Buhne.

Ausgleichlage und Kronenlage.

Das beschriebene Tauchpackwerk der Buhne liegt mit seiner Oberfläche schließlich 0,30 bis 0,50 m über dem Bauwasserstande. Die obere Breite ist nach dem Ufer natürlich größer als am Kopf mit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Rücksicht auf die Steigung, die die Buhnenkrone erhalten soll. Der Rücken des Packwerkskörpers ist etwas unregelmäßig und muß ausgeglichen werden. Dies geschieht mit der sog. Ausgleichlage. Mit dieser wird zugleich die Kronensteigung in einer Linie, die etwa 0,40 m unter der eigentlichen Krone liegt, angelegt. Die Faschinen dieser Lage werden rechtwinklig zur Buhnenachse oder wenig schräg, mit den Wipfeln nach den Böschungen liegend, gepackt, dann die Würste gleichlaufend zur Buhnenachse darüber genagelt. Darauf wird Boden aufgebracht und dieser abgerammt, so daß der Boden in die Zwischenräume des Busches gleitet, dann wird nochmals eine dünne Bodenlage aufgeworfen.

Kronenlage. Mit dieser beginnt man am Kopfe und legt die Faschinen wie bei einer Rücklage, die Faschinen jeder Reihe von der Buhnenachse nach der Böschungkante etwas fächerartig übergreifend. Schließlich sieht man nur lauter Wipfelstrauch. Die Lage wird dann bewürstet (meistens Längswürste, bei manchen Flüssen auch alle 2 m Querwürste), beerdet und leicht abgerammt.

In manchen Fällen wird der Uferanschluß verbreitert, entweder die ganze Wurzel einschließlich des Ufereinschnittes, oder es setzt sich die Ausgleichlage zu beiden Seiten des Werkes als Uferwinkel fort; auch diese werden durch Würste befestigt.

Sicherung der Krone. Die Buhnenkrone wird über der Kronenlage noch besonders gesichert: a) durch eine Steindecke oder b) durch Spreutlage oder c) durch Rauhwehr. Über die Sicherungen zu b) und c) vergl. weiter Ziff. 42 und 43. Steindecken über Packwerksbuhnen werden besonders in den dem Stromangriff und Überfall am meisten ausgesetzten Flächen am Buhnenkopf und daran anschließend ausgeführt, in neuerer Zeit aber öfter auch auf der ganzen Krone (Elbe, Oder, Havel). Die Steindeckung kann in einer Beschüttung (Packung) oder in einer regelrechten Pflasterung bestehen. Zur Sicherung des Fußes der Steindeckung wird in Höhe des niedrigen Wasserstandes eine Pfahlreihe von Pflasterpfählen ausgeführt, die im Abstande von etwa 15 cm geschlagen, bisweilen aber auch etwas weiter gestellt werden, nämlich zur Bildung eines Flechtzaunes, indem die Pfähle mit Weidenruten durchflochten werden.

Buhnenkopf. Durch das Vorbauen der Packlagen wird die Strömung stets etwas verstärkt. Oft werden dadurch Auswaschungen in der Sohle hervorgerufen, die dann gegen den Kopf hin am größten werden. In solchen Fällen werden infolgedessen mehr Faschinen gebraucht als nach den Vorpeilungen veranschlagt war, aber auch die Neigung der Tauchlagen fällt steiler aus als beabsichtigt wird. Bei schnell fließenden Strömen mit Sandgrund ist es daher immer nötig, die Grundfläche für die Herstellung des Kopfes vor Ausführung der nötigen Tauchlagen zu decken. Dies geschieht mit Sinkstücken

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(z. B. Oder, Weichsel, Memel) oder mit Senkfaschinen (z. B. Elbe). Diese Sohlendeckungen reichen meist noch weiter über den Kopf hinaus; oft werden sie als Kopfschwelle ausgebildet. Die Beschüttung des Kopfes unter N. W. mit Steinen erstreckt sich bis zur Pflasterpfahlreihe.

Die Tauchlage, die an ein Sinkstück anschließen soll, muß als Pülvlage ausgeführt werden.

Das Pflaster erhält eine Unterlage von Kies (über der Beerdung der Kopflage), 20 bis 25 cm stark oder von Ziegelbrocken (letztere in kiesarmer Gegend). Die Steine müssen gut dichtschließend gesetzt und Zwicker mehr als Notbehelf verwendet werden. Unten stützt sich das Pflaster gegen die Reihe von Pflasterpfählen (höchstens 0,15 m Zwischenraum von Pfahl zu Pfahl, in der Regel 20 cm von Mitte zu Mitte). Auch oben und an den Böschungen wird das Pflaster mit Pfählen eingefaßt.

Um einen regelrechten kegelförmigen Kopf mit den vorgeschriebenen Böschungen zu erhalten, werden erst einzelne Lehren

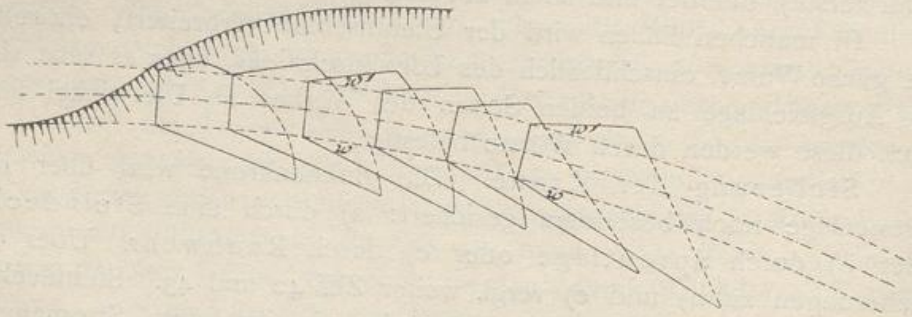


Abb. 270.

(Bahnen) gepflastert (von unten nach oben) und dann die Felder zwischen diesen Lehren voll gepflastert.

38. Packwerk bei Herstellung eines Leitwerkes (Abb. 270). Leitwerke, die oberstrom Uferanschluß haben, werden, soweit die Berührung mit dem Ufer reicht, wie Deckwerke ausgeführt (Ziff. 39). Von der Stelle, wo sie frei ins Wasser treten, beginnt das eigentliche Leitwerkspackwerk. Die Lagen werden hierbei als Tauchlagen wie bei einer Buhne ausgeführt. Die Anschlußbreite der Lage wird nach der Höhe der Leitwerkskrone über der Anschlußfläche (Wasserspiegel) unter Beachtung der Seitenböschungen des Werkes bemessen, die Länge der Lage nach dem zu beobachtenden Neigungsverhältnis der Lagen, die Vorderbreite nach den vorgeschriebenen Seitenböschungen und der Tiefe. Nur bei starkem Strome und bei großen Tiefen nimmt man ein steileres Neigungsverhältnis der Lagen (1 : 2), sonst 1 : 3 bis 1 : 5. Die Seitenböschungen sind meistens anders als bei Buhnen; denn die Außenböschung des Leitwerkes ist immer flacher als die Innenböschung, nämlich 1 : 1,5, auch 1 : 2 bis 1 : 5, die Innenböschung dagegen 1 : 1

oder steiler, besonders wenn das Leitwerk nachträglich hinterfüllt werden soll. Der Innenwinkel w^1 jeder Lage wird dementsprechend natürlich anders und zwar kleiner als der Außenwinkel w. Dies ist noch besonders zu beachten in den Fällen, wenn, wie meistens bei Leitwerken, Querneigung in der Flußsohle vorhanden ist, wobei dann die Vorderseite der Lagen mit Hilfe der Winkel w und w^1 schief abgesetzt wird, ähnlich wie bei einer Buhne, im Oberstromanfang sogar etwas gebogen (vergl. Abb. 270).

Bei großer Tiefe und beweglicher Sohle erhalten auch Leitwerke eine Grundlage von Sinkstücken oder Senkfaschinen.

Die Außenböschung der Packwerksleitwerke (besonders bei steiler Böschung 1 : 1,5 und dergl.) wird immer mit Steinen beschüttet, die Krone wird mit Ausgleichlage und Kronenlage ähnlich wie bei einer Buhne gebildet, desgl. findet eine Kronensicherung durch eine Steindecke, durch Spreutlage oder Rauhwehr statt.

Endet das Leitwerk in offenem Wasser, so erhält es einen Kopf, der ähnlich wie ein Buhnenkopf gebildet wird.

Werden Leitwerke oberstrom mit einen Querflügel an das Ufer angeschlossen, so wird dieser ähnlich wie eine Buhne erbaut. An der Ecke, wo das Leitwerk abgeht, wird ein Kopf gebildet, ähnlich einem Buhnenkopf.

39. Packwerk bei Herstellung eines Deckwerkes.

a) Gewöhnliches Packwerk (Trockenpackwerk) (Abb. 271, I bis III).

Uferdeckungen aus gewöhnlichem Packwerk werden häufig angewendet bei Abbrüchen, die durch Wellenschlag hervorgerufen werden (also nicht tief unter Niedrigwasser zu reichen brauchen), auch zu Deckwerken, die als Fuß und Stütze einer flachen Uferböschung dienen sollen und dergl. (Sie bilden häufig auch den Oberstromanfang eines Tauchlagen-Deckwerkes.)

Der Querschnitt eines solchen Deckwerkes ist, je nach Umständen, ein Parallelogramm oder ein Trapez, je nachdem nämlich vorher nur Ausschachtung stattfindet oder das Packwerk vorgebaut und nachträglich hinterfüllt wird (s. I und II). Das Packwerk besteht aus verschiedenen Lagen. Jede Lage besteht aus Faschinen, die quer zur Uferrichtung aber etwas schräg stromab, mit den Wipfelenden nach außen, gepackt werden 0,30 bis 0,50 m hoch. Über die Faschinen werden Längswürste je in etwa 0,6 m Entfernung gelegt und genagelt. Die Lage wird dann mit trockenem Boden beworfen, so daß die Würste eben überdeckt werden; dann wird die Lage abgerammt, so daß der Boden in den Busch eindringt und noch ein wenig Bedeckung bleibt, andernfalls wird Boden nachgeworfen. Dann wird ebenso die zweite Lage aufgelegt usf., je nach der Höhe des Deckwerkes und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dem vorgeschriebenen Böschungsverhältnis. Das Deckwerk erhält auf der Böschung und auf der Krone, falls diese frei hervorsteht, eine Spreutlage (oder Rauhwehr).

An den Märkischen Wasserstraßen nennt man ein so hergestelltes Deckwerk schweres Deckwerk, zum Unterschiede von leichtem Deckwerk, das im wesent-

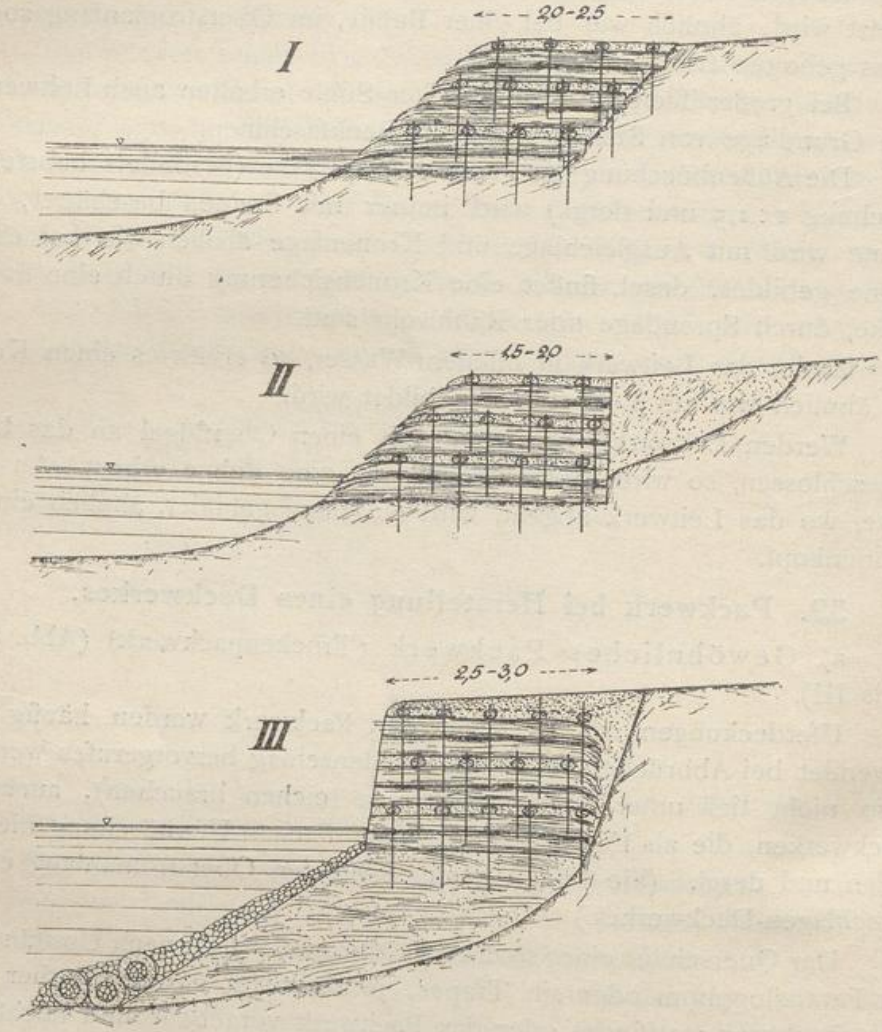


Abb. 271.

lichen aus einer auf die Uferböschung gelegten und bewürsteten Schicht von Faschinenreisern (etwa 15 cm stark) mit Spreutlage darüber besteht.

Bei steilerer Böschung als 1 : 1 empfiehlt es sich, die Stammenden der Faschinen nach außen zu nehmen und sie gut und glatt abzurichten (s. III).

Ganz steil, höchstens mit einer Steigung von 1 : 1/5 bis 1 : 1/8, werden derartige Deckwerke öfters für Uferladestellen in ländlicher Gegend ausgeführt. Die Baugrube wird für 2,5 bis 3 m Lagenbreite,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

je nach der Länge der Faschinen, bis zum Wasserspiegel ausgehoben. Die Faschinen werden in je zwei Lagen übereinander quer zum Ufer mit den Stammenden nach außen gelegt und fest abgerammt unter Aufbringung von Kies oder guter Füllerde. Die Bewürstung geschieht wie gewöhnlich (s. III). (Es werden auch, wie dies an manchen Flüssen üblich ist, nur zwei bis drei Reihen Pfähle ohne Würste eingetrieben; die Pfähle haben oben dann ein angenageltes Querholz, die Pfähle 0,60 m voneinander entfernt; bisweilen werden außer diesen Pfählen noch Würste, die mit kleineren kreuzweise geneigt eingetriebenen Pfählen gehalten werden, verwendet.) Solches Packwerk muß natürlich auf durchaus sicherer, gegen Kolkungen geschützter Ufersohle aufruhen, erforderlichenfalls erhält es eine Unterlage von fest abgerammtem Tauchpackwerk mit Senkfaschinen- und Steinsicherung und dergl. (s. III).

b) Deckwerke mit Tauchlagen.

Leitwerkartige Tauchlagen (Abb. 272). Die Lagen werden in ihrer Länge für Tauchneigungen eingerichtet wie bei einem Leitwerk. Wo das Deckwerk mit seiner Innenböschung hart an das Ufer zu liegen kommt, ist die natürliche Querneigung des Ufers zu beachten; die Vorder- (Unterstrom-)seite der Lagen wird dann naturgemäß schief oder gebogen. Der Winkel w^1 fällt mit seinem Schrägschenkel dann sogar stromwärts von der Anschlußkronenlinie. Wo das Deckwerk jedoch mehr vor der Abbruchslinie vortritt, unterscheidet sich die Ausführung nicht von der eines Leitwerkes.

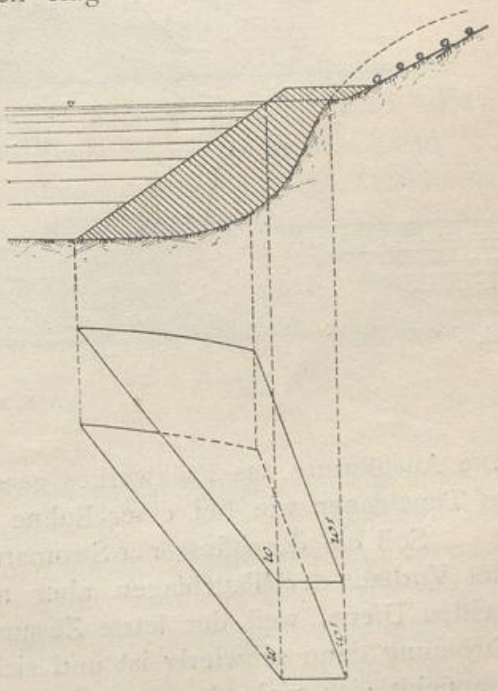


Abb. 272.

Auch bei Deckwerken erhält das Packwerk erforderlichenfalls eine Unterlage von Sinkstücken oder Senkfaschinen.

Lange Tauchlagen. In mäßiger Strömung (z. B. an der Havel) werden die einzelnen Lagen auch in ganzer Länge vor dem Ufer schwimmend vorgebaut und versenkt. Sie setzen sich also dann nicht trapezförmig und schuppenartig über- und voreinander, sondern werden bandartig hergestellt und versenkt übereinander, die obere Lage zur Bildung der Böschung hinter der unteren etwas zurückgetreppt. Die unteren Lagen setzen sich dabei natürlich mit etwas Querneigung auf, infolge der Sohlenneigung, falls nicht vorher eine Baggerung stattgefunden hat (wie in Abb. 234).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Jede Lage erhält Längs- und Querwürste. In gewissen Zwischenräumen wird die schwimmende Lage mit langen Querwürsten nach dem Ufer durch Anpfählung verankert, damit sie beim Absenken nicht stromwärts gleitet. Die Lagen werden erforderlichenfalls nach Bedarf hinterfüllt und die oberen Lagen nach hinten zurück getreppt, bei größerer Entfernung vom Ufer aber hinten senkrecht übereinander angeordnet und dann hinterfüllt.

Über Deckwerke mit Klapplagen vergl. S. 233, Abs. b.

40. Packwerk bei Herstellung eines Sperrdammes (Abb. 273 und 274). Der Sperrdamm muß sich auf beiden Enden an festes, entsprechend hohes Ufer anschließen, damit die Wurzel wie bei Buhnen sicher ausgeführt werden kann und nicht hinterströmt wird. Flügelsicherungen, im Anschluß an die Wurzel (entsprechend den Buhnenwinkeln und dergl.), sind außerdem meistens noch besonders nötig.

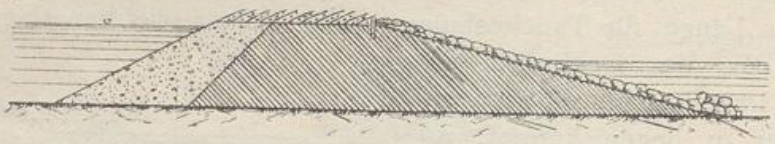


Abb. 273.

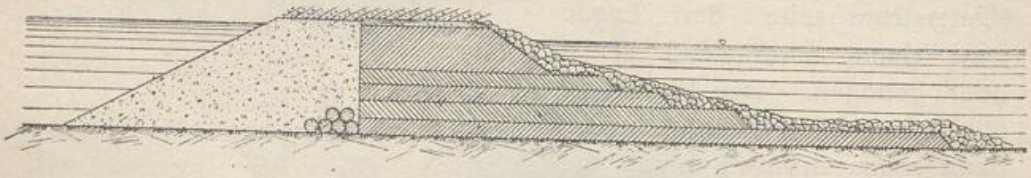


Abb. 274.

Die Ausführung des Packwerkes geschieht, wo tieferes Wasser ansteht, in Tauchlagen wie bei einer Buhne und zwar von beiden Ufern aus.

Soll ein durchflossener Stromarm durchdämmt werden, so erfolgt der Vorbau der Tauchlagen aber am besten nicht gleichzeitig von beiden Ufern, weil der letzte Zusammenschluß wegen der verstärkten Strömung dann schwierig ist und sich starke Auskolkungen bilden. Es empfiehlt sich vielmehr, zunächst an einem und zwar an demjenigen Ufer zu beginnen, das am meisten dem Stromangriff ausgesetzt ist und so weit vorzubauen, daß zunächst keine zu starke Verengung des Querschnittes eintritt, dabei die Tauchlagen möglichst flach (etwa 1 : 4) zu halten und die letzte Lage mit Steinen beschwert abzusenken. Alsdann erbaut man den anderen Teil vom gegenüberliegenden Ufer aus wie eine Buhne mit gewöhnlicher Lagenneigung bis zum dichten Schluß mit dem ersten Teil. Ein besonders kräftiges Abrammen beim Versenken der Lagen ist erforderlich. Wegen des Übersturzes bei höheren Wasserständen wird die Unterstromböschung des Sperrdammes 1 : 3 bis

1 : 4 genommen und mit Steinen beschüttet, die Oberstromböschung wird 1 : 1. Die Breite der Tauchlagen ist dementsprechend zu bemessen (Abb. 273). Bei größeren Tiefen und bei losem Grunde wird zunächst die Sohle bis zu einer gewissen Höhe zweckmäßig mit Sinkstücken gedeckt, die dann nach unterstrom zur Bildung eines Sturzbettes noch weiter gelegt werden, als der Fuß des über die Sinkstücke auszuführenden Packwerkskörpers greift (Abb. 274). An Stelle der Sinkstücke werden bisweilen auch Senkfaschinen verwendet. Oberstrom wird vor dem Packwerkskörper noch ein Erddamm geschüttet (Böschung 1 : 2, Kronenbreite 2 bis 6 m), welcher besonders dichtend wirkt (Weichsel).

Die Krone des Sperrdammes, die 4 bis 10 m breit sein kann, wird durch Rauhwehr gesichert (seltener durch Steinpflaster zwischen Pfahlreihen). Auch der vorgeschüttete Erddamm erhält Rauhwehr. Das Rauhwehr wird aber zweckmäßig noch mit Steinen überpackt. Im übrigen zeigt die Querschnittsgestaltung der Sperrdämme mancherlei Verschiedenheiten selbst bei demselben Strome.

41. Versacken des Packwerkes. Selbst gut ausgeführtes und gehörig abgerammtes Packwerk versackt nach einiger Zeit (nach einem und mehr Jahren). Das Sackungsverhältnis ist um so größer, wenn der Beschwerungsstoff geringwertig (gewöhnliche Erde) und die Ausführung schlecht ist. Man kann als Grenzen des Sackungsverhältnisses $^1/_8$ bis $^1/_{12}$ der Bauhöhe annehmen. Bei der Ausführung der Strombauwerke in Packwerk wird daher tunlichst eine Überhöhung gegeben. Vor Ausführung der Ausgleich- und Kronenlage läßt man die hergestellten Werke möglichst mehrere Wochen liegen, damit sie nachsacken können. Soweit Spreutlage auf der Krone des Werkes angewendet wird, ergibt sich eine gewisse Überhöhung dadurch, daß die Spreutlage über die eigentliche entwurfsmäßige Bauhöhe zu liegen kommt, welche nur bis Oberkante der Kronenlage gerechnet wird. Nach Verlauf von etwa fünf bis acht Jahren nach Erbauung müssen die Strombauwerke aus Packwerk in der Regel wieder aufgehöht (aufgeholt) werden. In späteren Jahren findet dann u. U. eine abermalige, wenn auch geringere Aufholung statt.

42. Spreutlagen. Man unterscheidet Spreutlagen zur Sicherung von Packwerkskronen und Spreutlagen zur Deckung von Uferböschungen, Anschüttungsflächen und dergl. In beiden Fällen werden die Weidenreiser meistens (nicht immer) quer zur Strömungsrichtung gelegt. Die Stärke der Reiserlage rechnet man je nach den Umständen 5 bis 10 cm, die Reiser höchstens 2 cm stark. Sie werden in der Regel mit übergenagelten Würsten befestigt; diese liegen je in etwa 0,6 bis 0,8 m Abstand. An Stelle der Würste werden bisweilen auch Flechtzäune verwendet. Bei Uferspreutlagen kommt statt der Würste auch 2 mm starker verzinkter Eisendraht zur Anwendung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Spreutlagen müssen im Herbst gelegt werden, wenn das Laub schon welk ist, oder im Frühjahr, wenn die Weiden noch nicht belaubt sind.

a) Spreutlage zur Sicherung von Packwerkskronen. Wo auf der Krone, z. B. einer Buhne, nur Längswürste zur Befestigung der Spreutlage angewendet werden, werden die Spreutreiser quer zur Mittellinie des Werkes gelegt, die Wipfelenden stromab gerichtet und ebenso wie die Stammenden etwas über die Böschung greifend. Die Stammenden werden in den auf der Krone des Werkes vorher aufgebrachten Boden (möglichst Mutterboden) gesteckt. Längswürste werden in der Regel gelegt wie folgt: an den Kronenkanten je eine doppelte Randwurst und zwischen diesen einfache Längswürste je in 0,60 bis 0,80 m Entfernung. Eine weitere Längswurst kommt dann noch auf jede Böschung, bisweilen auch zwei. Jede Wurst wird mit sog. Spreutlagepfählen[1]) in 0,50 bis 0,60 m Entfernung genagelt. Dann wird eine Schicht Boden (am besten Mutterboden) auf die Spreutlage gebracht, die die Würste soeben mitbedeckt.

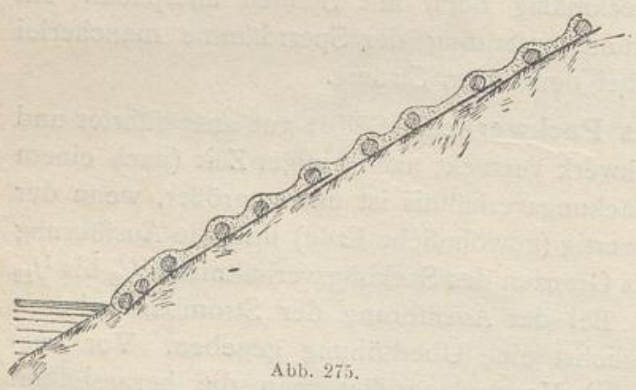


Abb. 275.

An manchen Strömen sind zwischen den Randwürsten (Randflechtzäunen) auch Querwürste (Querflechtzäune) üblich, die aber etwas schräg zur Richtung des Werkes (unter 45 °) angeordnet werden in Abständen je etwa von 0,60 m. In diesem Falle werden die Weidenreiser meistens so gelegt, daß die Stammenden etwa in die Mittellinie der Krone kommen und die Wipfelenden etwas schräg über die Seitenböschungen hinüberfallen, diese noch etwa 0,50 m überdeckend. Erhalten die Buhnen an der Wurzel Uferwinkel, so wird auch über diese die Spreutlage geführt. Die Würste laufen dann von den Kronenkanten schräg ab auf das Ufer (sie werden hier meistens doppelt nebeneinandergelegt).

An den Märkischen Wasserstraßen kommt über der Beerdung der Spreutlage eine dünne Lage Kalksteingrus.

b) Spreutlage als Uferdeckung (Abb. 275). Die Weidenruten liegen hier quer zum Strome (also in der Böschungsneigung), die

[1]) Vergl. Baustofflehre S. 33, Ziff. 34. Die Spreutlagepfähle haben bei verschiedenen Verwaltungen verschiedene Abmessungen; bisweilen werden sie aus den Buhnenpfählen genommen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Würste gleichlaufend zum Strome in Entfernungen von 0,60 bis 0,80 m. Die Dicke der Lagen wechselt je nach dem Angriff durch Strom oder Wellenschlag von 0,10 m bis zu einer einfachen, aus nebeneinandergelegten Ruten gebildeten Decke. Auch die Würste werden möglichst aus grünen Weidenruten gewählt, um ein sicheres Ausschlagen zu erzielen.

Am Fuße der Böschung oder am Wasserspiegel erhält die Spreutlage meistens eine doppelte Wurst. Über die Reiserlage bringt man Mutterboden von 0,10 bis 0,15 m Stärke auf, so daß jedenfalls die Würste mitbedeckt werden.

Längswürste (gleichlaufend zum Strome) zeigen bei starker Strömung den Übelstand, daß, wenn die noch frische Spreutlage überströmt wird, das Wasser die Beerdung besonders längs den Würsten leicht abspült. Neuerdings werden daher die Würste zuweilen schief, vom Fuß nach der oberen Uferkante steigend angeordnet. Man kann statt der Würste auch Flechtbänder aus Weidenruten nehmen, die dann mit Hakenpfählen befestigt werden. Wird statt der Würste 2 mm

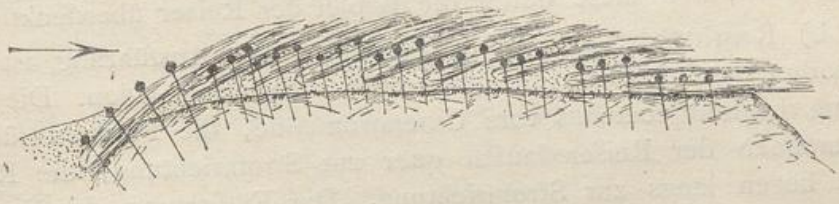


Abb. 276.

starker verzinkter Draht verwendet, so wird er fest um die Köpfe der eingeschlagenen Pfähle geschlungen.

43. Rauhwehr. Man unterscheidet Rauhwehr zur Sicherung von Packwerkskronen und Rauhwehr zur Deckung von Uferböschungen.

Rauhwehr unterscheidet sich von Spreutlage dadurch, daß die Reiser fast stets gleichlaufend zum Strome, und zwar mit den Wipfeln stromab liegend in einzelnen Reihenlagen so aufgebracht werden, daß diese sich gegenseitig zum Teil überdecken, nämlich die Wipfelenden der einen Lage die bewürsteten Stammenden der vorigen Lage. Die Stammenden jeder Lage werden zuvor in dazu ausgeworfene Furchen gelegt.

a) Rauhwehr zur Sicherung von Packwerkskronen (Abb. 276). Bei einer Buhne wirft man längs der Unterstrom-Kronenkante in der Beerdung eine Furche aus, die von der Kronenkante etwa einen Abstand von $^2/_3$ der Länge der Weidenfaschine hat. Die Furche hat etwa die Tiefe einer Faschinenstärke (25 bis 30 cm) und läuft auf dem ganzen Werk gleichlaufend mit der Kronenkante hin. In dieser Furche werden die Reiser in der gehörigen Stärke nebeneinander mit den Wipfeln nach unterstrom ausgebreitet. Über die Stammenden dieser Lage nagelt man zwei bis drei Würste. Dann wird die zweite Furche

gleichlaufend mit der ersten etwa 0,75 m nach oberstrom ausgeworfen und die Erde zwischen die Würste der vorigen Reiserlage geworfen, dann die Reiser wie in der vorigen Lage gelegt und mit zwei bis drei Würsten befestigt usf. Die Stammenden der letzten Reiserlage werden über die Kronenkante auf die Oberstromböschung gelegt, diese etwa 0,80 m bedeckend. Hier verwendet man die längsten Reiser und nagelt drei bis vier Würste über dieselben. Das fertige Rauhwehr zeigt an der Oberfläche lauter Wipfelreis. Der bewürstete Oberstromstreifen des Rauhwehrs wird am besten durch Steinschüttung oder Pflaster überdeckt (Weichsel).

Bei Längswerken wird mit dem Rauhwehr an dem Unterstromende begonnen; zur Einbettung der Stammenden der Reiserlagen werden nacheinander Querfurchen ausgeworfen; im übrigen geschieht die Ausführung sinngemäß wie bei einer Buhne. Der Vorzug des Rauhwehrs vor der Spreutlage besteht darin, daß es bald nach Ausführung überströmt werden kann, ohne daß die Beerdung ausgespült wird, weil diese durch die Wipfel der Reiser überdeckt wird.

b) Rauhwehr als Uferdeckung. Die Ausführung ist von der vorher beschriebenen im allgemeinen nicht verschieden. Die Ausführung beginnt ebenfalls vom Unterstromende, die Furchen für die Stammenden der Reiser laufen quer zur Stromrichtung, die Reiser selbst liegen längs zur Stromrichtung. Die Entfernung der Furchen voneinander, sowie die Zahl der Würste richtet sich nach der Länge des zur Verfügung stehenden Weidenstrauches.

44. **Weidenpflanzungen.** Sie dienen u. a. dazu, Anlandungen allmählich aufzuhöhen dadurch, daß sich die Sinkstoffe durch Verlangsamung der Strömung zwischen den Weiden niederschlagen; außerdem befestigen ihre Wurzeln den Boden. Weidenpflanzungen werden aber auch auf sonstigen stromstaatlichen Grundstücken ausgeführt, um diese nutzbar zu machen und Faschinenholz oder Reiser für eigene Verwendung oder zum Verkauf zu gewinnen. Spreutlage und Pflanzweiden kommen gut fort in der Höhe von Mittelsommerwasser bis etwa 0,60 m über Mittelwasser. Man unterscheidet: a) Reihenpflanzungen, b) Nesterpflanzungen und c) Rauschen. Zu den Pflanzungen zu a) und b) werden Weidenstecklinge verwendet; d. s. 40 bis 80 cm lange Stöcke von zwei- bis dreijährigen Weiden, deren Seitenzweige entfernt sind. Beide Enden werden glatt und zwar schief abgeschnitten. Stecklinge dürfen nur im Herbst oder im frühesten Frühjahr geschnitten und gepflanzt werden, wenn die Saftbewegung noch ruht.

a) Reihenpflanzung. Hierbei werden in Reihen, die 0,50 bis 0,70 m Abstand haben, in Zwischenräumen von 0,30 bis 0,70 m Löcher vermittels des Stecklingseisens gestoßen und die Stecklinge in die Löcher gesteckt, meistens so, daß sie etwas stromab geneigt stehen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Stecklinge bleiben 20 bis 30 cm (also etwa um die Hälfte) oberhalb der Erdoberfläche.

b) Nesterpflanzungen. Man gräbt Löcher (Nester) von 0,30 bis 0,50 m Länge und Breite, quadratisch oder rund, einen Spatenstich tief. Die Nester liegen in Reihen und sind ungefähr 1 m von Mitte zu Mitte entfernt. In jedes quadratische Loch steckt man vier Stecklinge, in jede Ecke einen (meist ebenfalls etwas stromab gerichtet wie vor); dann werden die Löcher wieder mit Erde verfüllt. In runden Löchern werden die Stecklinge am Umkreise gleichmäßig verteilt eingesetzt, in jedes Loch je nach der Größe sechs bis acht Stück.

c) Rauschen. Man hebt quer zur Stromrichtung Gräben von 30 bis 40 cm Breite und 50 cm Tiefe aus; in diese werden gleich lang abgeschnittene Weidenbündel von 15 bis 20 cm Stärke und 0,80 bis 1,5 m Länge dicht an dicht gestellt (sie stehen also etwa 0,30 bis 1 m heraus) und dann die Gräben wieder zugeworfen. (Man kann die Gräben auch mit dem Pfluge ziehen und die Weidenruten hineinlegen, dicht aneinander, wie man sie schneidet.) Die Rauschen sind lebendige Schlickfänge, sie sind zur Aufhöhung von Anlandungen sehr wirksam.

45. Sonstige Pflanzungen. Fertige Verlandungen oder Anschüttungen in Höhe von M. S. W. und darüber werden häufig am zweckmäßigsten mit einer festen Rasendecke versehen.

Hierzu eignet sich besonders das Rohrglanzgras (Havelmielitz), das lange unter Wasser aushält, ohne zu ersticken. Bei lange anstehendem Wasser wächst es hindurch bis zum Wasserspiegel. Es kommt neuerdings sehr in Aufnahme; es wird angesät oder angepflanzt. Es kommt auch auf höheren Anlandungen gut fort, eignet sich namentlich auch für den untersten Teil beraster Uferböschungen. Flach abgeböschte Ufer an Niederungsflüssen werden gegen Wellenschlag bisweilen zweckmäßig durch Schilfpflanzungen geschützt. Die Schilfstauden werden mit angebundenen Steinen beschwert in Furchen gesetzt, die im flachen Wasser mit der Baggerschaufel gemacht und mit Boden leicht wieder zugedeckt werden. Das Schilf verlangt eine Tiefe von einigen Dezimetern unter M. S. W. Einen ähnlichen Schutz bieten Rohrpflanzungen, die aber tiefer wurzeln als Schilf, ferner Binsen, die noch tiefer als das Rohr zu stehen kommen.

E. Leichtere Uferdeckungen.

46. Uferdeckungen (Abb. 277). Außer den mitgeteilten Arten der Deckwerke werden von Fall zu Fall auch leichtere Deckungen angewendet, besonders dort, wo das Ufer nur mäßigem Stromangriffe und nicht dem Wellenschlage der Dampfschiffe oder sonstigen Einwirkungen durch die Schiffahrt ausgesetzt ist. Derartige Fälle treffen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

meistens zu bei abbrüchigen Hochufern, auch bei Ufern, die von der Schiffahrtsrinne entfernter liegen, zumal in Nebenarmen, auch in nicht schiffbaren Nebenflüssen. Für diese empfehlen sich schon aus dem

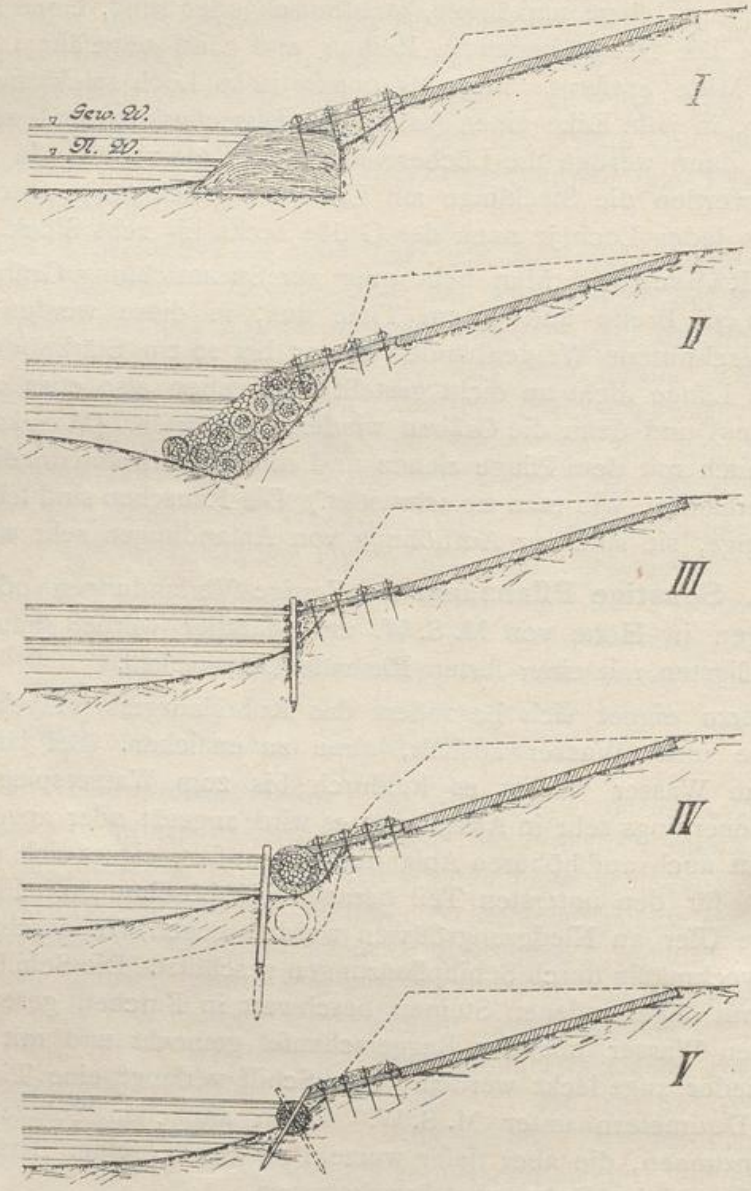


Abb. 277.

Grunde leichtere Deckungsarten, weil die Kosten sonst unverhältnismäßig hoch sein würden.

Bei allen diesen Deckungen ist möglichst dahin zu streben, daß das Ufer über dem gewöhnlichen Wasserstande flach abgeböscht wird (1 : 3, höchstens 1 : 2). Dies geschieht entweder durch Abgraben der steilen Abbruchsböschung (vergl. Abb. 277 bei II bis V) oder durch

teilweises Abgraben und Vorschütten der Böschung, je nachdem, wie es die neu herzustellende Uferlinie bedingt (vergl. Abb. 277 bei I). Die flache Böschung wird mit Flachrasen befestigt, im oberen Teile anstatt dessen u. U. auch angesät (vergl. Erdarbeiten S. 55, Ziff. 13), im unteren Teile anstatt des Rasens auch mit Spreutlage (Abb. 277) oder Rauhwehr befestigt. Die Spreutlage erhält bisweilen auch noch eine Unterlage von bewürstetem toten Strauch. Diese Deckungen kann man die Oberdeckung nennen. In Höhe des gewöhnlichen Wasserstandes, bis zur erforderlichen Tiefe, ist zur Stütze der Oberdeckung und zum Schutze gegen Ausspülung meistens noch eine Unterdeckung erforderlich; diese kann je nach Lage des Falles bestehen: in Packwerk (I), in Senkfaschinen (II), in Flechtzäunen (III) oder in dichten Pfahlreihen, in Sinkwalzen (IV), in einer einfachen Faschinenwurst (V), in Steinschüttungen und dergl. Bei starken Einbuchtungen muß die Unterdeckung, namentlich Packwerk, bisweilen weiter vorgezogen werden, um den Strom bei gewöhnlichen Wasserständen von der Oberdeckung abzuhalten; dann werden quer zwischen der Linie der Unterdeckung und der der Oberdeckung Schlickfänge eingebaut und die Zwischenräume entweder sogleich mit Boden, besonders Kies, ausgefüllt oder die Ausfüllung der allmählichen Auflandung überlassen (Abb. 278). Hand in Hand geht damit in der Regel ein Abgraben der gegenüberliegenden vorspringenden Bank zur Erweiterung des Flußquerschnittes und demnach Ermäßigung der Strömung an der Buchtungsseite. Sind die Tiefen vor dem einbuchtenden Abbruchsufer bedeutend, so empfiehlt sich häufig die Ausführung von kurzen Buhnen in mäßigen Abständen (Abb. 279). Die Stärken und Abmessungen der Buhnen können hier natürlich geringer sein als in schiffbaren Flußstrecken. Ihre Herstellung kann verschieden sein. Oft empfiehlt sich die Verwendung von Senkfaschinen. Eine Steinschüttung an den Buhnenköpfen und flache

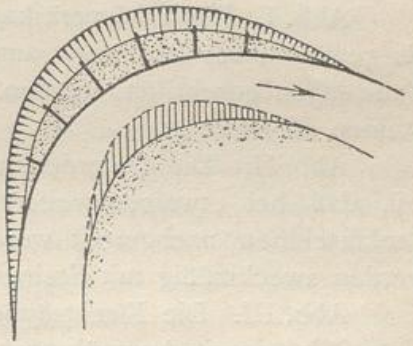


Abb. 278.

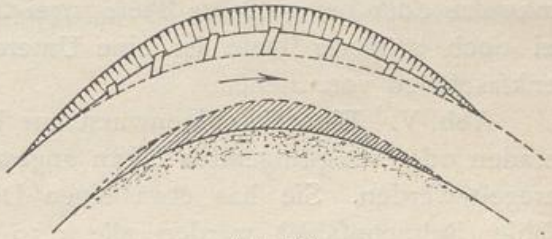


Abb. 279.

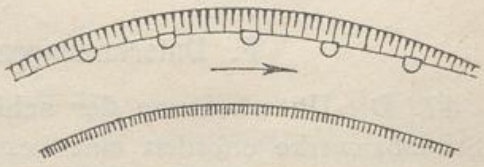


Abb. 280.

Böschung für diese empfiehlt sich aber immer. Bei flach gekrümmten Ufern können anstatt der Buhnen kurze Köpfe in mäßigem Abstande angewendet werden (Abb. 280, S. 259). Für diese genügt oft eine kunstlose Ausführung, z. B. Schüttung von grobem Ziegelschutt und dergl., wenn die Schüttung im Verlaufe der Unterhaltung leicht ergänzt werden kann. Solche Schüttungen können auch als geschlossene Längsdeckung in Frage kommen.

Zu den Abbildungen 277 ist noch folgendes zu bemerken.

Abb. I. Das Packwerk kann bei niedrigem Wasserstande meistens als gewöhnliches Packwerk ausgeführt werden, äußerstenfalls muß zu Tauchlagen geschritten werden. Vorteilhaft ist es, das Packwerk mit Steinen zu beschütten.

Abb. II. Die Unterdeckung von Senkfaschinen bietet den Vorteil, daß bei etwaiger weiterer Kolkung zur Ergänzung leicht andere Senkfaschinen nachgerollt werden können. Auch die Senkfaschinen werden zweckmäßig mit Steinen beschüttet.

Abb. III. Die Flechtzäune werden zweckmäßig mit grobem Kies hinterfüllt, damit Ausspülungen hinter ihnen vermieden werden. Die Pfähle sind etwa 8 bis 10 cm stark und 1,5 bis 2 m lang, von Mitte zu Mitte 0,5 bis 0,8 m entfernt, der Flechtstrauch 5 cm stark.

Abb. IV. Vor die Sinkwalzen, die meistens 0,60 m Durchmesser haben, werden in Abständen von etwa 0,6 bis 0,7 m Pfähle geschlagen, 10 bis 12 cm stark, 1,5 bis 2 m lang. Je nach Umständen kommt eine Sinkwalze oder bei größerer Tiefe zwei übereinander zur Anwendung. Bei noch größerer Tiefe ist eine Unterdeckung von Packwerk oder Senkfaschinen vorzuziehen.

Abb. V. Eine Faschinenwurst zur Unterdeckung wird mehr bei geraden oder vorspringenden Ufern angewendet, wenn diese dazu vorgeregelt werden. Sie hat etwa einen Durchmesser von 0,40 m. Die Pfähle (Buhnenpfähle) werden alle 0,50 bis 0,60 m, zweckmäßig abwechselnd in verschiedener Neigung geschlagen.

F. Unterhaltungsarbeiten.

47. Die Unterhaltung der schiffbaren Flüsse und besonders der Strombauwerke erfordert eine beständige Fürsorge und Aufmerksamkeit. Die Strömung, der Wellenschlag, das Eis und die Schiffahrt führen immer wieder neue Schäden herbei, abgesehen davon, daß manche Bauanlagen mit dem Alter von selbst abgängig werden. Wenn die Schäden möglichst bald nach ihrer Entstehung beseitigt werden, können die Unterhaltungskosten einer Stromstrecke in mäßigen Grenzen gehalten werden. Dazu bedarf es einer unausgesetzten Aufmerksamkeit des zuständigen Stromaufsichtsbeamten. Über die bauamtliche Aufsicht, besonders betreffend die Unterhaltung der Strombauwerke finden sich

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

im I. Teil dieses Buches, S. 127, in der Dienstanweisung für Wasserbauwarte die nötigen Fingerzeige. Wesentlich kommt es darauf an, daß die schützenden Decken des Kernes der Strombauwerke, mag dieser nun aus Kies- und Steinschüttung oder Packwerk bestehen, immer zeitig genug ergänzt werden, also die Steinvorschüttungen (Steinwürfe) und das Pflaster, desgleichen auch die Spreutlagen usw., ferner daß Kolkungen, die vor Buhnenköpfen oder vor Längswerken festgestellt werden, bald in geeigneter Weise verbaut werden. Weiter sind von Bedeutung Nachbaggerungen und Räumungen bei entstehenden Untiefen.

In welchem Umfange und in welcher Zeitfolge die Instandsetzungsarbeiten vorzunehmen sind, bestimmt der Wasserbauinspektor.

In den Weidenpflanzungen ist für rechtzeitigen Schnitt zu sorgen nach dem festgesetzten Umtriebe (ein- bis dreijährig, selten länger). Die Weiden müssen dicht über dem Boden glatt abgeschnitten werden. Schädliches Unkraut, namentlich die Kleeseide muß regelmäßig beseitigt werden. Blößen, die beim Eisgang usw. in den Pflanzungen entstanden sind, müssen bald wieder nachgepflanzt werden. Sandablagerungen sind in tiefer liegende Schlenken zu verkarren und dergl.

Die Spreutlagen erhalten in der Regel in jedem Frühjahre, bis der Weidenwuchs sich genügend entwickelt hat, eine dünne Schicht fruchtbarer Erde.

Die Kilometersteine (-tafeln), deren Bemalung durch den Hochwasserschlamm undeutlich geworden ist, sind neu zu streichen und dergl. mehr.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 21.

Beseitigung von Eis und Schiffahrtshindernissen.

A. Beseitigung von Eis.

Bei starkem Eisstande der Flüsse (Ströme) wird die Beseitigung des Eises streckenweise künstlich bewirkt (künstlicher Eisaufbruch), und zwar entweder durch Eisbrecharbeiten oder durch Sprengungen.

1. **Eisbrecharbeiten** werden in einigen größeren Strömen ausgeführt in ihrem Unterlauf zugunsten der Schiffahrt oder der Vorflut, nämlich:

a) zur Offenhaltung des Fahrwassers bei starkem Frost, um die Dauer der durch Eisstand herbeigeführten Schiffahrtssperre möglichst abzukürzen;

b) zur Herstellung einer offenen Rinne im Eise, damit bei eintretendem Eisgange die Eismassen frei abschwimmen können und dadurch Eisversetzungen und die mit ihnen verknüpften Gefahren vermieden werden, bisweilen auch bei schon eingetretenen Eisversetzungen, um diese zu lösen und zum Abschwimmen zu bringen, oder um zunächst wenigstens den durch sie bewirkten Wasserstau zu ermäßigen.

Die Eisbrecharbeiten zu a) und b) geschehen mit Eisbrechdampfern. Dies sind starkgebaute Schraubendampfer von besonderer Bauart (Abb. 281). Der Schiffsboden steigt nach dem Bug hin stark an, so daß er am Vordersteven fast die Wasserlinie erreicht. Der Kiel und der Schiffsboden sind im vorderen Teile besonders verstärkt. Fährt der Dampfer mit Gewalt gegen die Eisdecke an, so gleitet er größtenteils auf diese hinauf, drückt auf das Eis und zerbricht es durch sein Gewicht, es in Schollen zerklüftend. Bisweilen wirken

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mehrere solcher Dampfer zusammen; einer geht voraus und bewirkt den eigentlichen Aufbruch, andere halten die aufgebrochene Rinne unterhalb frei und verbreitern sie durch Hin- und Herfahren. Dabei heben die entstehenden Wellen auch das Eis an den Rändern der aufgebrochenen Rinne und zerbrechen es. Diese letztere Tätigkeit der Dampfer nennt man das Rändern (Weichsel). Da die Eisbrechdampfer zur Anfahrt freies Wasser bedürfen, auch die gelösten Schollen frei abschwimmen müssen, so können solche Eisbrecharbeiten immer nur von unten, nämlich von der Mündung oder von sonstigen langen Blänken nach oben fortschreitend vorgenommen werden. Wieweit es gelingt, stromauf vorzudringen, hängt von der Stärke des Eises, der Zahl der benutzten Eisbrechdampfer und von dem Eintritte des Eisganges ab.

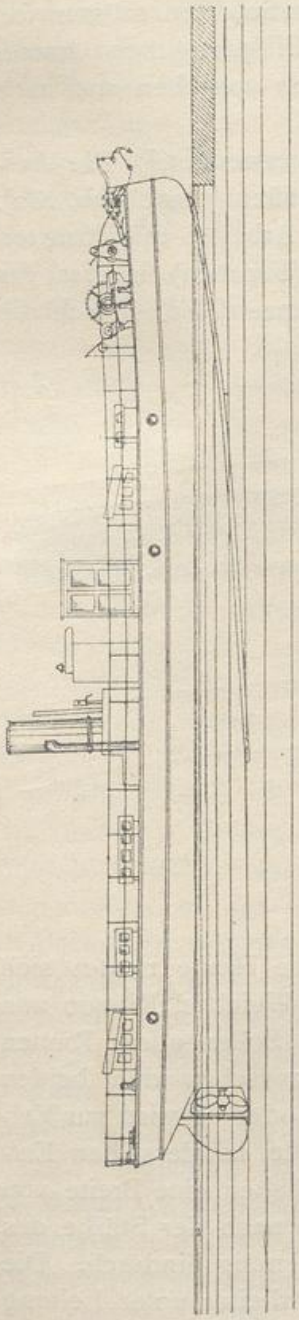


Abb. 281.

Die Eisbrechdampfer bedürfen wegen der Schwere ihrer Bauart eines ziemlichen Tiefganges (mindestens 1,50 bis 1,70 m bei 25 bis 35 m Länge). Sie können daher nicht in allen Flüssen und Stromstrecken verwendet werden (zumal, da bei Frost meistens immer niedrige Wasserstände herrschen). Der künstliche Eisaufbruch wird daher besonders im Mittel- und Oberlauf der Ströme, wenn er nötig erscheint, häufiger durch Sprengungen bewirkt.[1])

2. Eissprengungen. Die Eisdecke wird in gewisser Breite durch Sprengungen beseitigt:

a) in Flußstrecken oder an einzelnen Flußstellen, wo im Falle des Eisganges Versetzungen zu befürchten sind;

b) bisweilen auch bei eingetretenen

[1]) In neuerer Zeit werden Eisbrechdampfer auch mit geringerem Tiefgange erbaut (bis 1,10 m). Eisbrecharbeiten werden auf der Weichsel in ihrer ganzen Länge bis zur russischen Grenze ausgeführt. Sie geschehen in der unteren Strecke auch vorbeugend, um es zum Eisstande nicht erst kommen zu lassen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Eisversetzungen, um diese zu lösen und zum Abschwimmen zu bringen, oder um zunächst wenigstens den durch sie bewirkten Wasseraufstau zu ermäßigen.

Die Eissprengungen bezwecken eine Zerklüftung der Eisdecke, damit diese sich in Schollen teilt. Die gelösten Schollen müssen frei abschwimmen können. Daraus folgt, daß die Eissprengungen immer nur von bestehenden, hinreichend langen Blänken ausgehen und nach oberstrom fortschreiten müssen.

Zum Sprengen wird hauptsächlich Pulver verwendet.[1]) Die Ausführung gestaltet sich im allgemeinen folgendermaßen (vergl. Abb. 282).

Zunächst geht auf dem Eise ein Trupp Arbeiter mit Eisäxten vor (Voreiser). Diese hauen zwei Längsrillen (Furchen) in das Eis (a_1 und a_2), dadurch die Breite der Rinne begrenzend, die durch die

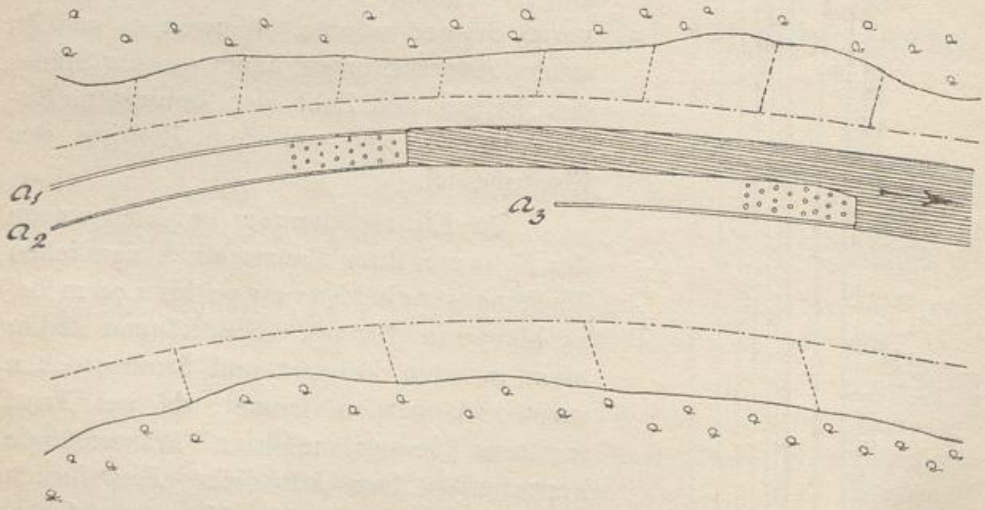


Abb. 282.

Sprengungen eisfrei gemacht werden soll. Diese Breite richtet sich nach der Breite des Stromes; z. B. sind in der Weichsel Rinnen von 60 bis 80 m, in der Oder von 30 bis 60 m üblich. Sollen offene Rinnen über 40 m Breite geschaffen werden, so wird zwischen den beiden Seitenrillen häufig noch eine Mittelrille gehauen, oder es wird zur Verbreiterung der einfachen Rinne eine dritte Rille in derselben Entfernung gehauen (a_3 in Abb. 282). Die Rillen erhalten eine Breite von etwa 30 cm und eine Tiefe von 15 bis 20 cm, je nach der Stärke des Eises. Bisweilen gehen sie ganz durch das Kerneis hindurch. Die Linien der Rillen werden durch vorausgehende Arbeiter unter Leitung

[1]) Dynamit ist deshalb nicht geeignet, weil es leicht gefriert (+ 6 bis + 8 ° C.) und das Sprengen dann Gefahren mit sich bringt (vergl. S. 82); außerdem hat es eine zu große Durchschlagskraft und wirkt nicht zerklüftend, wenn es nicht sehr tief unter der Eisdecke explodiert (3 bis 5 m).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

eines Stromaufsichtsbeamten mit eingesteckten Weidenzweigen abgesteckt. Dabei ist zu beachten, daß die Mittellinie der freizusprengenden Rinne möglichst dem Talwege des Stromes folgen muß. Dann werden durch einen anderen Arbeitertrupp Löcher von etwa 0,50 m Durchmesser in das Eis gehauen, je nachdem etwa 5 bis 20 m voneinander entfernt, nämlich je nach der Stärke des Kerneises, der Stärke des darunter befindlichen Packeises und den zur Anwendung kommenden Sprengladungen. Im allgemeinen werden die Löcher in Querreihen, und zwar die Löcher der einen Querreihe gegen die der anderen schachbrettartig versetzt angeordnet. Alsdann wird von anderen Arbeitern, dem Sprengtrupp, in jedes Loch der untersten Querreihe oder Gruppe mit einer etwa 3 m langen Senkstange schräg unter das Eis eine mit Pulver gefüllte Sprengbüchse geschoben, nachdem die an dieser angebrachte Bickfordsche Zündschnur angezündet worden ist. Die Zündschnur hat eine bestimmte Brenndauer (etwa 1 Minute). Die Arbeiter gehen etwa 50 m zurück. Alsbald erfolgt die Wirkung der gesetzten Schüsse, ein dumpfer Krach, ein Aufwallen der Eisdecke um wenige Zentimeter sich wellenförmig fortpflanzend und die Zerklüftung der Eisdecke um die Schußlöcher. Meistens quillt zugleich ein Schwall von Schlamm- und Packeis unter der Eisdecke hervor und schwimmt ab. Einzelne Schollen der Eisdecke lösen sich von selbst und schwimmen ab, andere werden abgetrieben, indem Arbeiter mit unten zugeschärften, mit Eisen beschlagenen hölzernen Wuchtbäumen in die Spalten einsetzen und die Schollen abdrücken, so daß sie abschwimmen. Alsdann erfolgt das Besetzen und Sprengen der nächsten Schußlöchergruppe wie bei der vorigen. Von den Schußlöchern fliegen beim Sprengen öfters einzelne Eisstücke heraus und ziemlich weit umher. Vorsicht ist also geboten. Die Sprengbüchsen werden entweder fertig aus den an den Strömen belegenen Artilleriedepots bezogen oder auf Bestellung von Klempnern angefertigt. Die Sprengbüchsen aus Artilleriedepots (Abb. 283, S. 266), mit sog. Patentzünder, sind meistens kegelförmig aus Zinkblech gefertigt. In den Hals, an der Spitze des Kegels, ist ein Holzpfropfen gesteckt, durch dessen Bohrung eine Bickfordsche Guttaperchazündschnur in die Pulverladung hineinreicht. Zu besserer Dichtung ist der Holzpfropfen mit einem Stück Gummischlauch umgeben. Damit die Zündschnur nicht abbricht, ist sie in eine stabartige Verlängerung des Pfropfens eingebettet, welche sie in Windungen umgibt. Der ganze Stab, etwa 17 cm lang, ist mit lackiertem Papier ummantelt. Die Zündschnur endet am oberen Stabende in einem Zündsatz, der, in einer napfartigen Vertiefung befindlich, zum leichten Anbrennen der Zündschnur dient; er ist für gewöhnlich durch übergeklebtes Papier geschützt (Patentzünder). Die Sprengbüchsen haben für Ladungen von 0,5, 1, 1,5 und 2,5 kg Pulver einen Bodendurchmesser von 12 bis 19 cm bei 21 cm Höhe. Die Pulver-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ladung wird in die Sprengbüchse durch eine Öffnung im Boden derselben eingeführt; die Öffnung wird alsdann mit einem Pfropfen verschlossen. Die Sprengbüchse wird mit Bindfaden an einen in die Senkstange geschlagenen Nagel oder Haken gebunden. (Die hölzerne Stange wird unten zuweilen durch einen eisernen Stab verlängert, welcher zum Befestigen der Sprengbüchse in einer angeschmiedeten Öse endet. Solche Stangen werden beim Sprengen weniger leicht abgenutzt als durchgehende Holzstangen.) Die Zündschnur (der Zündsatz) wird nach Beseitigung des schützenden Papiers mit einer brennenden Zigarre angezündet. Die von Klempnern auf Bestellung angefertigten Sprengbüchsen bestehen ebenfalls aus Zinkblech. Sie sind meistens zylindrisch (Abb. 284). Die Pulverladung wird von oben eingefüllt. Die Zündschnur geht durch die Bohrung des Verschlußpfropfens hindurch. Die Dichtung des Pfropfens und der Durchbohrung geschieht mit frischem Glaserkitt.

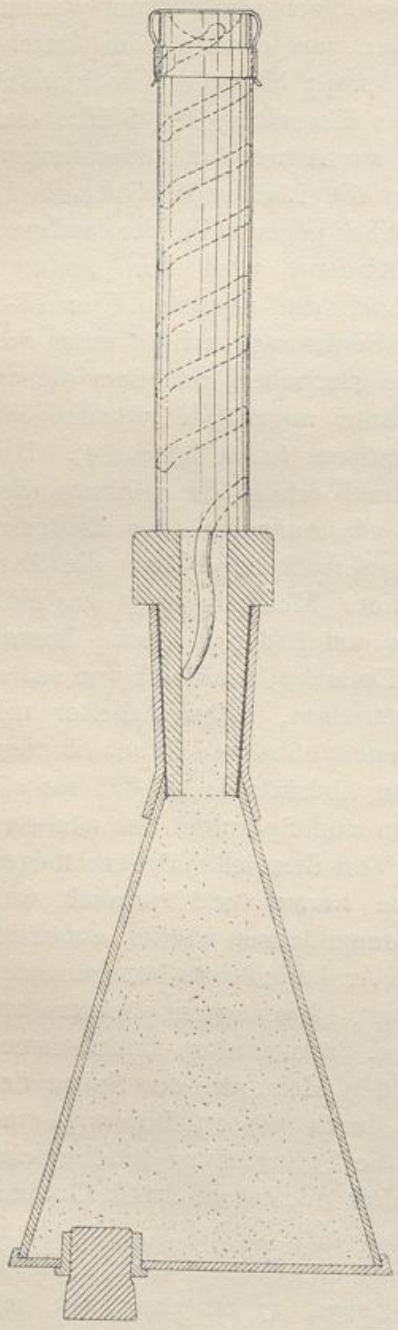


Abb. 283.

Am meisten üblich sind Sprengladungen von 2,5 bis 5 kg Pulver, je nach der Stärke des Eises und der beabsichtigten oder notwendigen Schnelligkeit des Vordringens. Der Durchmesser der Sprengbüchse (Abb. 284) für 5 kg Ladung beträgt 19 cm, die Höhe 21 cm.

Bei weniger umfangreichen Sprengungen lohnt die Anfertigung von den beschriebenen Sprengbüchsen nicht, z. B. wenn es sich nur darum handelt, die Öffnungen einer Brücke freizusprengen. Man kann sich dann auch mit einfachen Bier- oder Weinflaschen (Champagnerflaschen) oder steinernen Krügen helfen. Das Pulver wird von oben eingeschüttet, dann ein Korkpfropfen eingebracht, durch dessen Bohrung die Zündschnur so gesteckt ist, daß sie in das Pulver hineinreicht. Der Sitz des Pfropfens und die Bohrung werden mit Glaserkitt gut gedichtet. Die Zündschnur reicht dann aus

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dem Pfropfen, wie in Abb. 284, in hinreichender Länge frei hervor und muß möglichst geschont werden.

Bei umfangreichen Sprengungen auf bedeutende Längen und bei großer Rinnenbreite empfiehlt es sich (wie in Abb. 282), die Verbreiterung der vom ersten Trupp ausgesprengten Rinne durch einen zweiten Trupp bewirken zu lassen, der dem ersten in einer Entfernung von etwa 1 Kilometer und mehr folgt.

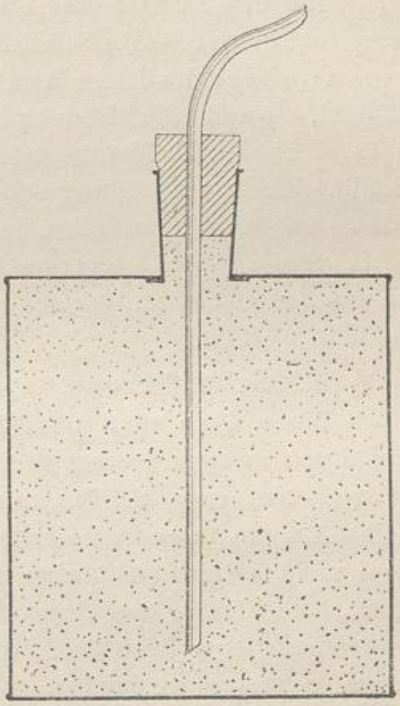


Abb. 284.

Haben sich Eisversetzungen bereits gebildet, die beseitigt werden sollen, so müssen die Sprengungen von Blänken unterhalb der Versetzung ausgehen und stromauf nach der Eisversetzung fortschreiten. Längere Blänken finden sich unterhalb der Eisversetzungsstellen fast immer. Die freigesprengte Rinne, die bis zum Vordringen an die Hauptversetzungsstelle unter Umständen ein oder mehrere Kilometer lang werden kann, führt zur Lockerung und zum mächtigen Hervorquellen des Packeises und dadurch zur Erniedrigung des Wasserstandes auch oberhalb der Versetzung (wie man sagt: die gesprengte Rinne „zieht"). Bei weiterem Vordringen tritt eine Lockerung an der Versetzung selbst ein, so daß diese sich dadurch löst oder wenigstens beim Herabkommen der Tauwasserwelle ein erneuter Stau nicht mehr eintritt, der andernfalls (ohne die bewirkten Sprengungen) zu befürchten wäre.

Anm. Wo es wegen der Dichtheit der Versetzung nicht möglich ist, Löcher durch das Eis mit Äxten ganz durchzuschlagen und Sprengbüchsen schräg unter das Eis zu schieben, wird im Eise ein Schacht senkrecht freigemacht (mittels Stoßeisen), dann die Sprengbüchse mindestens etwa 1,5 m tief hinuntergesteckt und der Schacht, so gut es in der Eile möglich ist, mit bereitgehaltenen Eisstücken verstopft. Die klüftende Wirkung derartig eingebrachter Schüsse ist aber wesentlich geringer.

Größere Eissprengungen sind allerdings sehr kostspielig, besonders wenn sie — wie fast stets — sehr schnell fortschreiten müssen. Es gehören dazu große Arbeitermassen und Schießbedarf.

B. Beseitigung von gesunkenen Schiffen und anderen Schiffahrtshindernissen.

3. Allgemeines über Beseitigung gesunkener Schiffe.

Gesunkene Schiffe müssen aus der Wasserstraße entfernt werden; liegen

sie aber in der Fahrrinne, so muß die Beseitigung sehr schnell geschehen. Ist die Beseitigung in diesem Falle auf andere Weise nicht zu erreichen, so muß das Schiff gesprengt werden; sonst wird es, wenn irgend möglich, gehoben und beiseite geschleppt.

Ist ein Schiff mit Ladung gesunken, so ist vor der Beseitigung, wie sie auch geschehen möge, zunächst möglichst viel von der Ladung aus dem Schiffe zu entfernen. Dies geschieht, soweit die Ladung noch über Wasser oder wenig unter Wasser ist, durch Heraustragen und Überladen in ein danebengelegtes Schiff. Wenn die Ladung schon unter Wasser ist, müssen künstliche Mittel angewendet werden, je nach der Art der Ladung und der Tiefe, z. B. Steinzangen, Baggerschaufeln, Greifbagger und sonstige Vorrichtungen; schlimmstenfalls muß die Entladung durch Taucher ausgeführt werden.

4. Schiffshebung. Ist der Bord des Schiffes noch genügend über Wasser, so muß das Augenmerk zunächst darauf gerichtet sein, das Leck in irgend einer Weise notdürftig so weit zu dichten, daß das Wasser aus dem Schiffe ausgepumpt werden kann und dieses sich selbsttätig aus dem Wasser hebt. Die Leckdichtung geschieht, wenn dies nicht anders ausführbar ist, durch einen Taucher. Ist das Leck aber, wie häufig, am Bug oder sonst an den Schiffswänden, so kann außen ein sog. Leckkleid, d. i. ein Stück Segelleinwand, darübergezogen oder -gelegt werden. Beim Auspumpen wird das Leckkleid dann durch den äußeren Wasserdruck fest und dicht über das Leck gepreßt. Das Auspumpen des Wassers aus dem Schiffe muß mit einer sehr kräftigen, mit Dampf betriebenen Kreiselpumpe geschehen.

In belebten Wasserstraßen sind besondere Dampfboote mit derartigen Pumpen versehen, auch mit allen sonstigen bei Schiffshebungen nötigen Einrichtungen und Geräten (Hebungsschiffe).

Ist das Schiff ganz unter Wasser, so muß die Hebung anders bewirkt werden.

a) Hebung durch Auftrieb. Nach Beseitigung der Ladung werden jederseits offene Fahrzeuge (Schiffe, Nachen, Prahme) neben das Schiff gefahren und belastet, so daß sie fast bis zum Bord einsinken. (Die Belastung kann bisweilen durch die aus dem Schiffe entnommene Ladung geschehen, sonst durch Ballastboden oder auch durch eingelassenes Wasser.) Darauf werden quer über die Hilfsfahrzeuge und das gesunkene Schiff starke Streckbalken gelegt und befestigt. An dem gesunkenen Schiffe werden dann jederseits an mehreren Stellen starke Ketten befestigt und um die Streckbalken geschlungen und festgelegt. (Vom Vorder- oder Hintersteven des gesunkenen Schiffes ausgehend können Ketten in der Regel unter den Schiffsboden gebracht werden, im übrigen müssen die Ketten an Duchtbänke,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Poller und dergl., nötigenfalls mit Hilfe des Tauchers angebracht werden.) Alsdann werden die Hebeprahme entladen (oder ausgepumpt); durch ihren Auftrieb heben sie das gesunkene Schiff allmählich vom Flußgrunde ab, vielleicht 0,50 m und mehr; dann können die Hebeprahme nebst dem an den Streckbalken hängenden Schiffe aus der Fahrt geschleppt werden so weit seitwärts, bis das Schiff wieder auf Grund kommt. Das weitere ist dann nicht so eilig. Ist der Bord schon über Wasser, so verfährt man wie vorbeschrieben (Leckdichtung, auspumpen); ist dies noch nicht der Fall, so führt man eine abermalige Prahmhebung aus bis zum Flottmachen.

b) Hebung durch Schraubenwinden. Die Hilfsfahrzeuge oder Hebeprahme legen sich, wie vorbeschrieben, beiderseitig neben das Schiff. Auf den überbauten Prahmen wird eine Anzahl Schraubenwinden aufgestellt, und zwar auf den beiderseitigen Prahmen je zwei gegenüber. Über den Schrauben wird eine zusammenhängende Balkenlage erbaut, die Streckbalken (Querbalken) über das gesunkene Schiff reichend. Nachdem Ketten um und an das Schiff gelegt und an den Streckbalken befestigt sind, wie bei a), werden sämtliche Schrauben gleichmäßig angedreht. Ist das Schiff hinreichend gehoben, so wird es aus der Fahrt geschleppt und weiter nach Umständen verfahren.

5. Sprengen von Schiffen. Durch das Sprengen soll das gesunkene Schiff entweder ganz zerstört werden oder wenigstens so weit, daß die zurückbleibenden Teile anderweit beseitigt werden können.

Die Sprengung selbst kann unter Mitwirkung von Tauchern oder ohne sie geschehen. Vor dem Sprengen müssen außer der Ladung alle lösbaren Teile, wie Taue, Ketten, Masten, Segel, Winden, Anker möglichst geborgen werden. Zum Sprengen wird Dynamit verwendet.

a) Sprengen mit Tauchern. Durch Verwendung von Tauchern wird die Sprengarbeit meistens beschleunigt. In der Regel wird eine Sprengung im Vorderschiff, eine im Hinterschiff und eine im Rumpf erforderlich. Der Taucher steigt von dem danebengelegten Fahrzeuge, auf welchem die Arbeiter mit der Luftpumpe stehen, hinab in den betreffenden Raum des gesunkenen Schiffes, sucht die passende Stelle zur Anbringung des Schusses aus und erstattet dann Bericht. Alsdann wird eine größere Anzahl Dynamitpatronen in ein möglichst dichtes Behältnis gepackt (Kasten, Sack aus Gummistoff und dergl.), in eine dieser Dynamitpatronen, nachdem sie geöffnet, eine Sprengkapsel (Zündhütchen) mit Zündschnur gedrückt, die Patrone über der Zündschnur zugebunden und das Behältnis nach Möglichkeit um die Zündschnur gedichtet. Der Taucher bringt dann diese Ladung, unter Schonung der Zündschnur, an den richtigen Ort und kommt herauf; die Zündschnur wird entzündet (ihre Länge ist nach der Brenndauer mindestens etwa auf fünf Minuten bemessen), alles entfernt sich mit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dem Hilfsfahrzeuge (mindestens 100 m); dann erfolgt der Schuß. Das Wasser wird (staubförmig) hoch aufgeworfen, 30 m und mehr. Da bisweilen Sprengtrümmer mit hochfliegen, ist Vorsicht geboten. Es kann zweckmäßig auch elektrische Zündung angewendet werden.

b) Sprengen ohne Taucher muß meistens vorgezogen werden, da Taucher nicht immer zur Hand sind, ihre Verwendung auch teuer ist. Es werden längliche Holzkisten angefertigt, die eine größere Menge Dynamitpatronen, etwa bis 12 kg, aufnehmen können. Die Kiste erhält außen seitlich Führungsösen, bestehend aus zwei eingeschraubten eisernen Ringen, vermittels deren die Kiste an einer schräg aufrecht gehaltenen eisernen Stange in den Schiffsraum hinabgelassen werden kann. Zunächst wird die Kiste mit Dynamitpatronen gefüllt und die Zündschnur, wie vorbeschrieben, mit einer Dynamitpatrone in Verbindung gebracht (besser zur Sicherheit zwei Schnüre mit zwei Patronen). Dann werden die Ösen mit der Kiste über die auf den Schiffsboden eingesetzte Stange geschoben, die Kiste wird mit einem Stein beschwert und mit einer an ihr angebrachten Bremsschnur vorsichtig hinabgelassen. Ist die Kiste unten angekommen, so wird die Stange herausgezogen; dann wird die Zündschnur (oder die beiden Zündschnüre) angezündet, und alles entfernt sich, den Schuß erwartend. Auch hierbei werden in der Regel mindestens drei Schüsse gesetzt, einer im Vorderschiff, einer im Hinterschiff und einer im Mittelschiff. Ob weitere Schüsse nötig sind, hängt von den Umständen ab.

Auch hierbei kann mit Vorteil elektrische Zündung angewendet werden (vergl. S. 83).

Holzschiffe werden durch die Sprengungen in der Regel völlig zerstört; die Reste schwimmen dann ab (höchstens bleibt der Schiffsboden liegen, besonders falls noch Ladung darüber liegt). Eiserne Schiffe werden in einzelne Platten und sonstige Stücke zerrissen, die dann anderweit beseitigt werden müssen, nämlich durch Greifbagger, Steinzangen und dergl. oder durch Abschleppen, besonders auch der Schiffsboden, der bisweilen noch mehrere Schüsse durch aufgelegte Sprengpatronen erhalten muß. Hölzerne Schiffe leichterer Bauart (Oderkähne, Zillen) werden auch ohne Sprengen durch Greifbagger völlig auseinandergerissen und beseitigt.

6. Beseitigung von Steinen. Über die Beseitigung von größeren Steinen durch Unterbaggern siehe unter Baggerarbeiten, Ziff. 17, durch Sprengen unter Sprengarbeiten, Ziff. 7 bis 10, über die Beseitigung von Steinbänken und steinigem Boden durch Greifbagger siehe unter Baggerarbeiten, Ziff. 5 und 17. Oft handelt es sich jedoch nur um die Beseitigung einzelner Steine, für welche die Herbeischaffung und der Betrieb eines Baggers zu kostspielig wäre, auch das Sprengen nicht lohnen würde. Alsdann wird die Steinzange verwendet (s. S. 169,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ziff. 10). Bisweilen gelingt auch das Überwerfen eines sog. Kettenkorbes (bestehend aus einer kreisförmig zugelegten Kettenschlinge mit zwei als Durchmesser darüber anschließend gekreuzten Kettenenden, das Ganze an einer Zugkette) und Beiseiteschleppen aus der Fahrt.

7. Beseitigung von Baumstämmen. Im Grunde vieler Flüsse und Ströme finden sich zahlreiche Baumstämme (Senkhölzer), die in alter Zeit infolge von Uferabbrüchen in das Wasser gestürzt sind. Diese sind, auch wenn sie nicht über die vorschriftsmäßige Fahrsohle hervorragen, für die Schiffahrt sehr lästig, weil die Anker an ihnen hängen bleiben und verloren gehen (versetzt werden). Es wird daher planmäßig an der Hebung der alten Baumstämme gearbeitet, sobald sie bei der Peilung entdeckt werden, oder Schiffer nach Versetzung eines Ankers davon Anzeige machen. Zur Hebung können verschiedene Mittel angewendet werden. Immer aber werden Wasserstände unter Mittelwasser dazu abgewartet.

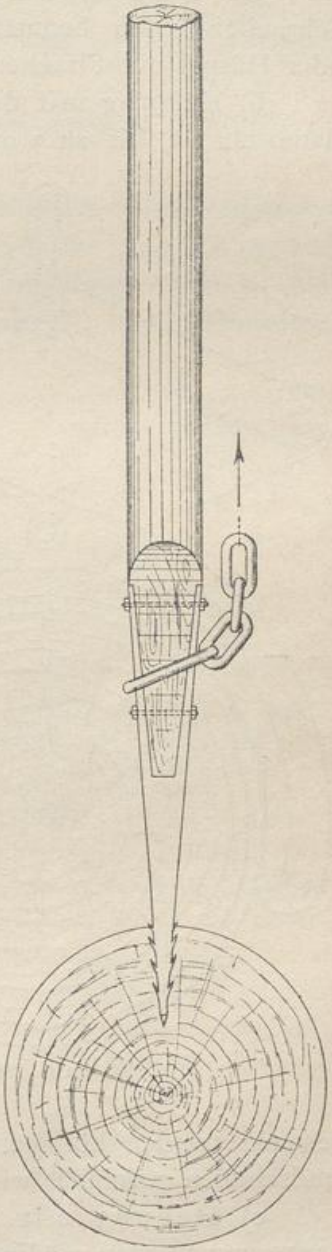


Abb. 285.

a) Hebung mit der Harpune (Abb. 285). Die Harpune besteht aus einem runden 8 bis 10 cm starken Holzstiel mit unten angeschraubter eiserner Spitze (letztere 0,5 m lang). Die Spitze hat unten Widerhaken. Die ganze Harpune ist etwa 2,50 m lang. Sie wird von einem Prahmgerüst aus mit Schlägeln in das zu hebende Holz eingetrieben. Zu großen Hölzern gehören zwei Harpunen. Vor dem Eintreiben wird die Harpunenspitze durch einen Kettenring gesteckt, den sie mit hinunternimmt. Die Kette wird oben um eine hölzerne Walze (Welle) geschlungen, die über die Borde der beiden gekuppelten Prahme gelagert ist. Durch Umdrehung der Walze (mit Handspeichen und dergl.) wird die Kette gespannt und das Holz alsdann gehoben, ebenso erforderlichenfalls die zweite Kette für die zweite Harpune an der anderen Walze. Ist das Holz ungefähr in Höhe des Wasserspiegels gehoben, so wird um dasselbe eine andere Kette (oder zwei) geschlungen und das Holz vermittels der Walze (oder der beiden Walzen) über den Wasserspiegel gehoben. Die Prahme

mit dem Holz werden dann an das Ufer gefahren und das Holz mit daran festgemachtem Tauwerk mittels einer Erdwinde an Land gezogen.

An Stelle der Walzen werden zum Heben der Hölzer auch Schraubenwinden benutzt, ähnlich wie in Abb. 201 und 202, S. 168, oder Haspel mit Flaschenzügen an aufgestellten Dreibeinen.

b) Hebung mit der Zange (Abb. 286). Mit der Zange können Baumstämme bis zu 1 m Durchmesser gehoben werden. Die Zange (bei großen Baumstämmen zwei) wird, an einer Kette hängend, auf den Baumstamm hinabgelassen, diesen umfassend. Die oberen, mit der Zange verbundenen Gelenkschaken nebst der darauf lastenden Kette wirken auf Öffnung der Zange hin, das Anziehen der Kette auf Schluß der Zange. Die eine Hälfte der Zange ist aus drei Armen, die andere aus zwei dazwischengreifenden Armen zusammengebolzt. Es gibt auch einfachere Zangen ohne Gelenkschaken. An den Bolzen a und a_1, b und b_1 sind öfters eiserne Führungsösen angeschmiedet, durch welche Knüppel zur besseren Öffnung und Führung der Zange gesteckt werden können. Die Hebung an den Ketten und das Anlandschaffen geschieht wie unter a).

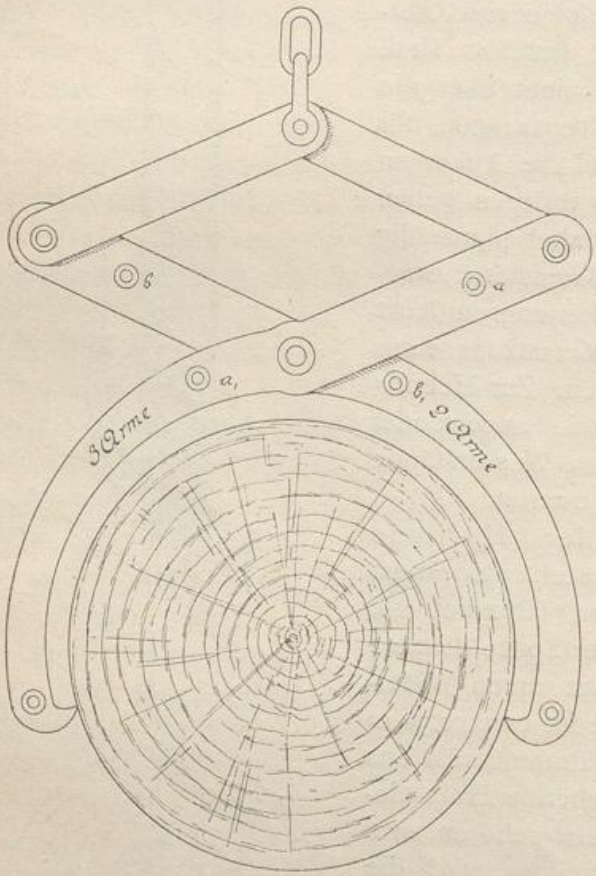


Abb. 286.

c) Hebung mit dem Greifbagger. Nach gehöriger Freibaggerung werden mäßige Stämme von dem Greifbagger, nachdem sie erfaßt sind, über Wasser gehoben und auf einen danebenliegenden Prahm gelegt. Starke Stämme werden von dem Greifer zunächst so weit gehoben, daß es möglich ist, eine Kette um das Ende des Stammes zu schlingen, die dann an dem Hilfsprahm festgelegt wird. Alsdann wird der Greiferkorb von der Krankette abgenommen und ein starker Haken an die eine der beiden Kranketten angebracht. Den

Haken läßt man alsdann in die um den Baum geschlungene Kette fassen und den Baum durch die Krankette nach Angehen der Dampfmaschine so weit aus dem Wasser heben, daß er auf den Hilfsprahm gelegt und geschoben werden kann. Der Stamm wird zwecks leichterer Weiterbeförderung an das Ufer am besten sogleich an Bord in einzelne Trommeln zersägt.

8. Beseitigung von Pfählen. Das nötigste ist bereits S. 161 mitgeteilt worden.

9. Beseitigung von über Bord geworfenen Schiffsladungen. Es kommt auf die Art der Ladung an. Fast in allen Fällen sind Greifbagger zur Beseitigung am geeignetsten; im übrigen können auch Eimerbagger, Baggerschaufeln (in größerer Anzahl), auch Steinzangen in Frage kommen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 22.

Schiffahrtskanäle.

A. Allgemeines.

1. Grundbegriffe. Schiffahrtskanäle sind künstlich geschaffene Wasserstraßen. Sie sind als fließende Gewässer nicht zu betrachten; das Wasser steht in ihnen für gewöhnlich still.[1]) Das Gefälle wird in ihnen (falls solches vorhanden) durch Absätze vermittelt, die man Staustufen oder Schleusen nennt. (Das Hauptbauwerk der Staustufe ist die Schleuse. In Schiffahrtskanälen ist daher Schleuse gleichbedeutend mit Staustufe.) Die Kanalstrecke zwischen zwei Schleusen nennt man eine Haltung. Der Wasserspiegel in der Längsrichtung jeder Kanalhaltung ist wagerecht. Der Schleusenstau oder das Schleusengefälle ist der Höhenunterschied der Wasserspiegel zweier durch die Schleuse getrennten Kanalhaltungen. Das ganze Gefälle eines Kanales ergibt sich aus der Summe der vorhandenen Schleusengefälle. Sind in einer Kanalstrecke die Haltungen sehr kurz, so daß die Schleusen dicht aufeinanderfolgen, so nennt man die betreffende Kanalstrecke eine Schleusentreppe. Es gibt Kanäle, die nur nach einer Richtung Gefälle haben (Hangkanäle), und solche, die nach zwei Richtungen Gefälle haben (Scheitelkanäle) (Abb. 287 und 288). Die höchstgelegene Kanalhaltung nennt man die Scheitelhaltung. Gefälle nach zwei Richtungen haben in der Regel alle Kanäle, die zwei Flüsse verbinden, da sie die Wasserscheide (Höhenerhebung zwischen beiden Flüssen) übersteigen müssen. Die Scheitelhaltung liegt dann auf der Wasserscheide (Abb. 287 und 288).

[1]) Manche Kanäle ohne Schleusen, die mit Flüssen in Verbindung stehen (lange Durchstiche und dergl.), haben bisweilen eine gewisse Strömung. In manchen Schleusenkanälen tritt höchstens während des Schleusens in vorhandenen Engen (z. B. in Brücken und dergl.) vorübergehend etwas Strömung auf.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

In Abb. 287 ist der Höhenplan der Wasserstraße zwischen Havel und Oder von Spandau nach Hohensaathen dargestellt (Finow-Kanal). Die Scheitelhaltung liegt rund 9,3 m über dem Havel-Unterwasser bei Spandau und 35,7 m über dem Mittelwasserspiegel der Oder bei Hohensaathen. Die Kanalhaltungen sind verschieden lang; z. B. ist die kleinste hier nur etwa 1 km, die größte 22 km und die Scheitelhaltung etwa 11 km lang. Abb. 288 zeigt den Höhenplan des Oder-Spree-Kanals. Der Wasserspiegel der Scheitelhaltung liegt 8,5 m über der Spree bei Köpenick und 12,2 m über dem Mittelwasser der Oder bei Fürstenberg. Die

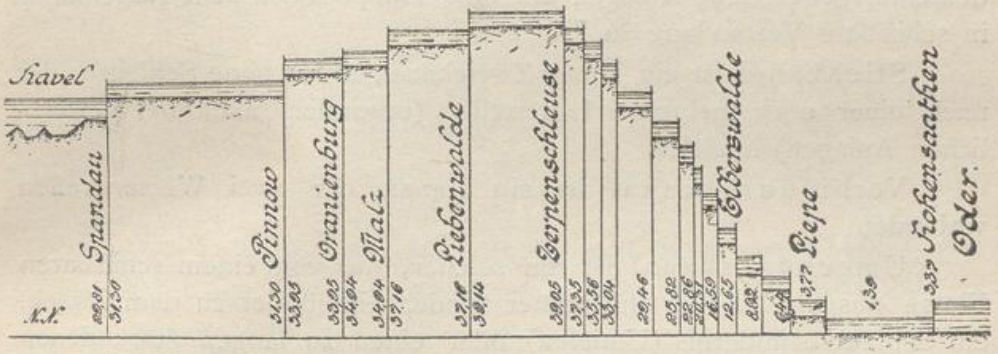


Abb. 287.

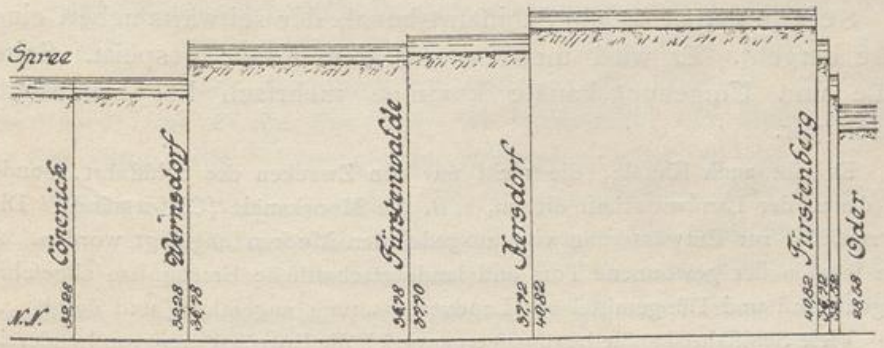


Abb. 288.

Scheitelhaltung ist hier 36 km lang. Die drei in kurzer Entfernung aufeinanderfolgenden Schleusen nahe der Oder nennt man die Schleusentreppe bei Fürstenberg.

Für die Schiffahrt sind diejenigen Kanäle im allgemeinen am vorteilhaftesten, die möglichst wenig Schleusen haben und deren Haltungen zwischen den Schleusen möglichst lang sind.

Die Scheitelhaltung des Dortmund-Ems-Kanals Herne—Münster ist z. B. 65 km lang, der neu geplante Kanal Bevergern—Hannover, der vom Dortmund-Ems-Kanal abzweigen soll, stellt von Münster ab eine einzige, 209 km lange Haltung dar.

Das größte Schleusengefälle in Kanälen betrug früher 3,5 bis 4 m, jetzt kommen Schleusen bis 6, sogar 7 m Gefälle vor.

Man hat für die verschiedenen Arten der Kanäle folgende Benennungen:

Hauptkanäle sind Schiffahrtskanäle mit den größten Abmessungen und von besonderer Bedeutung für den durchgehenden Verkehr, z. B. wenn sie zwei schiffbare Ströme verbinden.

Nebenkanäle sind Schiffahrtskanäle mit geringeren Abmessungen oder von mehr örtlicher Bedeutung.

Zweigkanäle sind solche, die von einem Haupt- oder einem Nebenkanal abzweigen, z. B. zu dem Zweck, um Ortschaften oder bedeutende gewerbliche Anlagen mit dem Haupt- oder dem Nebenkanal in schiffbare Verbindung zu bringen.

Stichkanal ist ein kurzer Zweigkanal, meist ohne Schleuse, der nach einer oder mehreren Ladestellen (besonders auch bei gewerblichen Anlagen) hinführt.

Verbindungskanal ist ein Kanal, der zwei Wasserstraßen verbindet.

Umgehungskanal ist ein solcher, der von einem schiffbaren Flusse ausgeht und in ihn später wieder einmündet zu dem Zweck, ein Schiffahrtshindernis (Untiefen) oder einen zu langen gewundenen Lauf des Flusses zu umgehen. In letzterem Falle sagt man auch Abkürzungskanal.

Seitenkanal ist ein Schiffahrtskanal, der seitwärts neben einem Flusse hergeht. Er wird meistens aus dem Flusse gespeist. Seitenkanäle und Umgehungskanäle kommen mehrfach bei kanalisierten Flüssen vor.

Es gibt auch Kanäle, die nicht nur den Zwecken der Schiffahrt, sondern auch denen der Landwirtschaft dienen, z. B. die Moorkanäle (Ostfriesland). Diese sind zunächst zur Entwässerung von ausgedehnten Mooren angelegt worden. Auf ihnen werden der gewonnene Torf und landwirtschaftliche Erzeugnisse abgefahren, dagegen Sand und Düngemittel zur Landverbesserung angefahren und dergl.

Viele Schiffahrtskanäle begünstigen zugleich die Entwässerung von Ländereien, anderseits sind mit ihnen bisweilen auch Einrichtungen zum Bewässern von Ländereien verbunden.

Wir haben es hier besonders nur mit Hauptkanälen zu tun.

2. Allgemeine Einrichtungen und Erfordernisse.

a) Speisung. Wiewohl das Wasser in Kanälen für gewöhnlich stillsteht, so müssen sie doch gespeist werden; denn Wasserverluste treten ein durch die Schleusungen, durch Undichtheit der Schleusentore und Schützen, sowie durch Verdunstung und Versickerung.

b) Wasserstände. Pegel. Man unterscheidet in Kanälen folgende Hauptwasserstände:

Gew. W. ist der vorgeschriebene gewöhnliche (normale) Wasserstand, zugleich der kleinste, der zulässig ist und dauernd gehalten werden muß. Beim Kanalbetriebe kommen indessen geringe Schwankungen über und unter diesen Wasserstand vor.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zu größerer Sicherheit wird in manchen Kanälen oder Kanalstrecken außerdem geführt:

Angesp. W., d. i. der angespannte Wasserstand, meistens zugleich der höchste Wasserstand, der zulässig ist. Besonders in langen Haltungen wird eine Anspannung des Wasserstandes vorgesehen, um für trockene Zeiten einen Wasservorrat aufspeichern zu können, und in kurzen Haltungen, um stärkere Schwankungen des Wasserspiegels, denen diese besonders ausgesetzt sind, ausgleichen zu können. Zwischen gew. W. und angesp. W. ist nur ein mäßiger Höhenunterschied, etwa bis 0,50 m (vergl. Abb. 291 bis 293).

In manchen Kanalhaltungen, die mit fließenden und sonstigen fremden Gewässern in Verbindung stehen, ist auch von Bedeutung:

H. W., d. i. der höchste Wasserstand; sein Eintritt ist von diesen fremden Gewässern abhängig.

In langen Kanalhaltungen ruft mitunter auch starker Wind eine mäßige Erhöhung des Wasserstandes hervor, nach der Richtung, in der er weht.

Die Pegel zur Messung und Anschreibung der Wasserstände sind an den Schleusenhäuptern angebracht, und zwar ein Pegel im Oberwasser der Schleuse (Oberpegel) und einer im Unterwasser (Unterpegel). Das Schleusengefälle ist der Unterschied beider Pegelablesungen.[1]) Jede Kanalhaltung enthält also ebenfalls mindestens zwei Pegel, von denen der eine der Unterpegel der einen Schleuse und der andere der Oberpegel der folgenden Schleuse ist.

c) Entlastung. Damit der vorgeschriebene Wasserstand in den einzelnen Haltungen nicht überschritten werde, müssen in ihnen Entlastungsvorrichtungen vorhanden sein, die das überschüssige Wasser (Freiwasser) wieder abgeben, und zwar entweder in fremde Wasserläufe (Flüsse, Bäche und dergl.) oder es der nächsten unteren Kanalhaltung zuführen. Solche Vorrichtungen nennt man Ablässe oder Auslässe (nämlich Überfälle, Grundschleusen, Freiarchen und dergl.).

Jeder Schleusenmeister ist für die richtige Innehaltung des vorgeschriebenen Oberwasserstandes verantwortlich (vergl. Dienstanweisung für Schleusenmeister Ziff. 4, § 11, S. 165 im I. Teil dieses Buches).

d) Entleerung. Der Kanal oder einzelne Kanalstrecken müssen zeitweise entleert werden können, besonders um darin Instandsetzungen vorzunehmen. Einzelne Ablässe müssen daher so eingerichtet sein, daß die Entleerung mit ihnen in kurzer Zeit bewirkt werden kann (Grundablässe, Grundschleusen, Freiarchen). Die Entleerung erfolgt

[1]) Vorausgesetzt, daß der Nullpunkt beider Pegel in gleicher Höhe liegt (wie dies meistens der Fall ist); andernfalls ist dabei der Höhenunterschied der Nullpunkte zu berücksichtigen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in Seitengewässer (Flüsse, Bäche); kurze Haltungen werden bisweilen auch nach der nächstfolgenden längeren Haltung entleert.

e) Sicherheitstore. Sehr lange Kanalhaltungen müssen in gewissen Entfernungen Sicherheitstore enthalten, mit denen sie erforderlichenfalls in kleinere Strecken zerlegt werden können. Die Sicherheitstore werden geschlossen, wenn ein Teil der Kanalhaltung trockengelegt werden soll, ferner auch (in Auftragsstrecken), wenn starke Undichtheiten oder gar Brüche in einer Kanalwand eintreten, damit nicht die ganze Haltung, sondern nur ein Teil derselben leer läuft, die Wasserverluste also möglichst beschränkt werden, zugleich auch um tiefliegende Grundstücke vor den daraus entstehenden Schäden und Gefahren zu schützen.

f) Leinpfade. Zum Schiffahrtsbetriebe auf Kanälen sind Leinpfade notwendig, auf jedem Ufer des Kanals einer. Wenige Kanäle gibt es mit nur einem Leinpfade (Nebenkanäle, Stichkanäle und dergl.).

g) Schleusen. Hierüber siehe Abschn. 24 (sowie über sonstige Einrichtungen zur Überwindung starker Gefälle).

B. Bauliche Einrichtungen des Kanalkörpers.

3. Kanalquerschnitte im allgemeinen. Für jeden Kanal gelten besondere Grundquerschnitte (Normalquerschnitte), die vor dem Bau des Kanals als Anleitung für den Entwurf und für die Ausführung aufgestellt werden und auch später für den Betrieb und die Unterhaltungsarbeiten als Richtschnur zu nehmen sind.

Die Grundquerschnitte für Hauptkanäle müssen folgende Forderungen erfüllen:

a) Sie müssen den größten, für den Kanal zugelassenen Schiffen (frei oder geschleppt) eine bequeme Fahrt ermöglichen.

Von den für Hauptkanäle maßgebenden größten Schiffsabmessungen sind jetzt besonders wichtig:

I. das westliche Hauptkanalschiff für den geplanten großen Schiffahrtskanal des Westens: Rhein—Dortmund—Bevergern—Hannover einschließlich des bestehenden Dortmund-Ems-Kanals: Länge · Breite · Tauchtiefe = 65 · 8 · 1,75 m; Tragfähigkeit = 600 t; für den geplanten Großschiffahrtsweg Berlin—Stettin ebenso;[1])

[1]) Denn für diesen kommen auch Elbschiffe derselben Größe in Betracht. Im Dortmund-Ems-Kanal sind auch 600 t-Schiffe zugelassen von 67 · 8 · 1,60 m, da die Schleusen 67 m Nutzlänge haben.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

II. das östliche Hauptkanalschiff für die übrigen Hauptkanäle des Ostens: Länge · Breite · Tauchtiefe = 55 · 8 · 1,40 m; Tragfähigkeit = 400 t.[1])

b) Hinsichtlich der Größe und Gestaltung des Wasserquerschnittes wird im besonderen gefordert, daß zwei beladene Schiffe von der größten zulässigen Breite und Eintauchung bei einem gegenseitigen Abstande in der Kanalmitte von 1 m sich begegnen können, ohne die Kanalböschungen mit der äußeren Bodenkante zu berühren, daß vielmehr zwischen dieser und der Böschung jederseits noch ein angemessener wagerechter Spielraum von etwa 1,5 bis 2 m sich ergibt. Ferner muß unter dem Schiffsboden bis zur Kanalsohle ein genügender Spielraum vorhanden sein (etwa 50 bis 60 cm), damit der Widerstand beim Fahren möglichst gering wird und sich auch bei vorübergehenden Verflachungen keine Schiffahrtsstörungen durch tief beladene Fahrzeuge ergeben. Bei Dampfschiffsverkehr, besonders mit Schraubendampfern, ist eine Sohlentiefe von 0,60 bis 0,75 m unter dem Schiffsboden, besonders aber unter der Schraube wünschenswert.[2])

Die Fläche des wasserführenden Querschnittes muß möglichst das Vierfache der Fläche eines eingetauchten Schiffsquerschnittes (von dem maßgebenden größten Schiffe im beladenen Zustande) betragen, damit das Schiff beim Fahren einen möglichst geringen Widerstand erfährt.

c) Hinsichtlich der Kanalböschungen ist zu beachten: die Böschungen müssen unter Wasser und im Wasserwechsel dem Angriffe der aus der Schiffahrt sich ergebenden Strömungen und Wellen widerstehen können und dürfen, falls sie keine festen Stein- oder ähnliche Deckungen erhalten, nicht steiler als 1 : 2 sein. Besser ist 1 : $2^1/_2$ oder 1 : 3. Es kommt hierbei jedoch auch auf die Bodenart an. Die Böschung 1 : 3 empfiehlt sich jedenfalls im Bereich des Wasserrandes, und zwar mindestens etwa von 0,60 m unter bis 0,30 m über Wasser (senkrecht gemessen) wegen der Rückströmung, die sich bei fahrenden Schiffen am Kanalufer entlangzieht, und der sich überstürzenden Heckwelle, welche schnell fahrenden Schiffen beständig folgt. In größerer Tiefe kann alsdann die Böschung bei geeigneter Bodenart zur Not 1 : 2 betragen. Im übrigen wird auf die Beispiele

[1]) Die Abmessungen der größten zugelassenen Kanalschiffe, namentlich die Länge und die Breite richten sich nach den vorhandenen Schleusen. Die Tiefe ist in den Schleusen meist etwas größer als im Kanal selbst oder mindestens ebenso groß.

[2]) Unter diesen Voraussetzungen wird für Dampfschiffe und geschleppte Schiffe in Kanälen eine bestimmte größte Geschwindigkeit zugelassen, z. B. im Dortmund-Ems-Kanal 5 km in der Stunde. Schiffe mit größerem Tiefgang als 1,75 m, und zwar bis 2 m, dürfen nur dann dort verkehren, wenn sie die Geschwindigkeit ermäßigen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in Ziff. 5 verwiesen. Wenn möglich, ist in Höhe des gewöhnlichen Wasserstandes oder besser noch tiefer (mindestens 10 bis 20 cm und mehr) jederseits eine Berme anzulegen. Erhalten die Böschungen im Wasserwechsel (wie in Hauptkanälen fast stets) eine feste Deckung, so kann ihre Neigung steiler sein; dadurch wird alsdann eine breitere Unterwasserberme ermöglicht (Abb. 292). Über dem Wasserwechsel wird allgemein das Böschungverhältnis 1 : 1,5 mit Rasendeckung angewendet, wenn nicht etwa die Bodenart eine flachere Böschung bedingt (z. B. feiner Sand und dergl.).

d) Die Kanalsohle soll mindestens so breit wie zwei der größten Schiffsbreiten sein; neuerdings wird ihr eine Breite gegeben = 2 Schiffsbreiten + 2 m. Sie wurde bisher in der Regel wagerecht angenommen und ausgeführt. Sie hält sich jedoch so nicht immer auf die Dauer, besonders bei sandigem Boden, zumal wenn im Kanal Verkehr mit Schraubendampfern stattfindet. Die Bodenteile, die von den Böschungen im Wasserwechsel durch Strömung und Wellenschlag abgespült werden, setzen sich am Fuße der Böschung nieder und runden die Ecken an der Sohle aus. Ferner wird durch die Schiffsschrauben der Boden in der Mitte der Sohle aufgewühlt und nach den Seiten geworfen, wo er alsdann niedersinkt. (Diese Erfahrung ist besonders in den Märkischen Wasserstraßen gemacht worden, wo leichter Sandboden vorherrscht.) Die wagerecht angelegte Sohle wird dadurch bald muldenförmig. Man entwirft bei sandigem Boden daher neuerdings in den Grundquerschnitten die Kanalsohle von vornherein muldenartig, von der Mitte nach den Ufern etwas ansteigend (Abb. 293).

e) Uferbefestigungen. In den Hauptkanälen sind besondere Uferbefestigungen (abgesehen von der immer nötigen Berasung) nirgends zu entbehren. Früher wurden sie unter möglichster Innehaltung der gewöhnlichen Grundquerschnitte während des Baues nach Bedarf ausgeführt oder während der Unterhaltung ergänzend hergestellt. Jetzt wird in den Grundquerschnitten sogleich darauf besonders Rücksicht genommen (Abb. 292 und 293).

4. Kanalquerschnitte im besonderen. Die Kanäle werden im allgemeinen tunlichst so angelegt, daß der Kanalwasserspiegel tiefer als das Gelände liegt, damit er möglichst nicht oder nur wenig über den Grundwasserspiegel zu liegen kommt (wegen der Sickerverluste); dann liegt der Kanalquerschnitt im Einschnitt. Dies ist aber nicht immer möglich. Liegt der Kanalwasserspiegel in Geländehöhe oder etwas über Gelände, so liegt der untere Teil des Kanalbettes zwar auch im Einschnitt, dagegen werden über dem Gelände in diesem Falle die Wandungen zum Teil durch Auftrag (Dämme) gebildet. Bei sehr hoher Lage des Wasserspiegels über dem Gelände liegt der ganze Kanalkörper im Auftrage. Abb. 291 bis 293 zeigen die Hälfte eines Querschnittes links im Einschnitt und rechts im Auftrage.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

In der Gestaltung des eigentlichen Kanalbettes zeigen die Auf- und Abtragsquerschnitte keine wesentliche Verschiedenheit. Nur ist zu bemerken, daß bei der Ausführung die Kanalsohle im Auftrage bisweilen eine größere Tiefe erhält als im Einschnitt, um an Auftragsboden zu sparen. Die Sohlenbreite wird dann natürlich entsprechend schmaler als im Einschnitt. Im übrigen ist folgendes anzuführen:

Im Einschnitt: Die Höhenlage des Leinpfades über dem Wasserspiegel ist wechselnd (1 bis 3 m), und zwar dann höher, wenn die Bodenausschachtung möglichst beschränkt werden soll. Zwischen dem Leinpfade und der landseitigen Einschnittböschung wird ein Graben angelegt. Neben der Außenkante des ganzen Einschnittes wird ein Schutzstreifen von 1 m Breite angeordnet, der durch Grenzsteine bezeichnet wird.

Im Auftrage: Der Leinpfad erhält eine gleichmäßige Höhe mindestens von 1 bis 1,5 m über dem gew. Wasserstande (0,5 bis 1 m über dem angesp. Wasserstande). Am Fuße der Außenböschung des

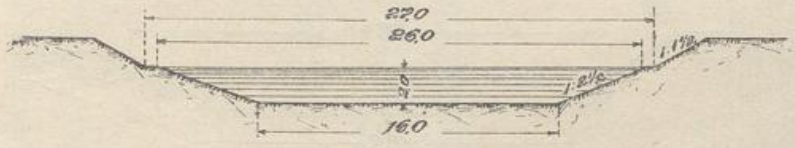



Abb. 289.

Auftragskörpers wird eine 1 m breite Berme und daneben ein Entwässerungsgraben angelegt. Die Breite und Tiefe dieses Grabens sind verschieden, je nachdem er nur das aus dem Damm dringende Sickerwasser oder noch fremdes Wasser von den Grundstücken und Wasserläufen aufzunehmen hat; sie richten sich auch nach seinem Gefälle. Neben der äußeren Grabenkante wird ein Schutzstreifen von 1 m Breite angelegt, der durch Grenzsteine bezeichnet wird.

Die Ausführung der Kanaldämme und ganzen Aufträge muß nach denselben Gesichtspunkten, aber noch sorgfältiger geschehen, wie dies für Deiche im Abschnitt Erdarbeiten, S. 53 und im Abschnitt Deichbau, Ziff. 5 näher beschrieben ist. Über besondere Dichtungen wird weiterhin gesprochen werden.

5. Mehrere Beispiele von Kanalquerschnitten.

I. Abb. 289 zeigt den Querschnitt des Plauer Kanals (der die Havel bei Plaue mit der Elbe bei Parey verbindet).[1]) Böschung unter gew. W. 1 : $2^1/_2$, Tiefe 2 m. Sohlenbreite 16 m für zwei beladene Elbschiffe von 8 m Breite und 1,40 bis 1,50 m Tauchtiefe. In Höhe des

[1]) Ein anderer zugehöriger Zweig dieses Kanals, der weiter oberhalb bei Niegripp in die Elbe mündet, heißt Ihlekanal.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wasserspiegels befindet sich jederseits eine Berme von 0,50 m Breite. Wasserspiegelbreite = 26 m, Böschung über der Berme 1 : $1^1/_2$, Leinpfadbreite 2 m.

Der Finowkanal (vergl. S. 275), auf welchem kleinere Fahrzeuge verkehren als im Plauer Kanal, hat die Sohlenbreite wie dieser (16 m) für 3 Schiffsbreiten.[1]) Die Unterwasserböschung beträgt durchschnittlich 1 : 2, über Wasser desgl. 1 : 2. Über dem gew. W. (0,10 m und mehr) befindet sich bisweilen eine Berme von 0,5 bis 1 m Breite. Die Wassertiefe beträgt 1,75 m, Wasserspiegelbreite 23 m. Die Breiten sind jedoch sehr wechselnd. Die Leinpfadbreite beträgt 2,50 m (Menschen- und Pferdetreidel). Die übrigen Kanäle der Märkischen Wasserstraßen (außer dem Oder-Spree-Kanal, Abb. 290) haben geringere Bedeutung und geringere Breiten. Ähnliche Querschnitte wie der Plauer- und der Finowkanal hinsichtlich der Böschungen und der Berme, aber mit geringerer Sohlenbreite und Tiefe, haben auch andere ältere Schiffahrtskanäle.

II. Abb. 290 zeigt den jetzigen Grundquerschnitt des Oder-Spree-Kanals nach seiner Erweiterung (Ende der neunziger Jahre). Die rechte Seite des Querschnittes hat zweierlei Böschungen (die linke Seite war vor der Erweiterung ebenso gestaltet), nämlich 1 : 2 von

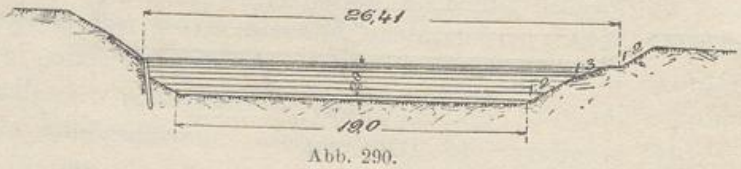


Abb. 290.

0,6 m unter gew. W. bis zur Sohle, darüber bis zu einer 0,5 m breiten, in Höhe des Wasserspiegels oder 0,20 m tiefer liegenden Berme 1 : 3, über der Berme 1 : 2. Die Sohlenbreite beträgt jetzt 19 m. Die linke Seite des Querschnittes zeigt zunächst eine Unterwasserböschung von 1 : 2 und alsdann eine Uferdeckung, die nachstehend unter Ziff. 7 (Abb. 303) näher beschrieben ist. Leinpfadbreite 2 m. Auf dem Oder-Spree-Kanal verkehrt das östliche Hauptkanalschiff (vergl. S. 279), aber auch kleinere Schiffe.

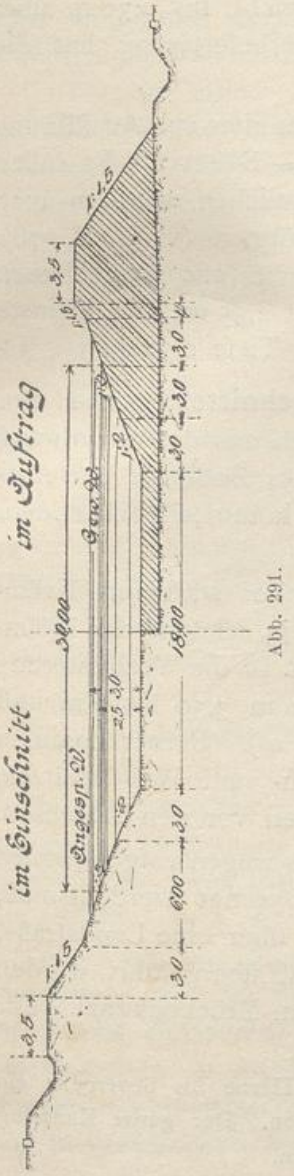
III. Abb. 291 stellt den Grundquerschnitt des Dortmund-Ems-Kanals dar. Auf ihm verkehrt das westliche Hauptkanalschiff (vergl. S. 278),[2]) auch sog. Emspünten und dergl. Die Sohlenbreite beträgt 18 m, die Wassertiefe unter gew. W. 2,50 m, die Wasserspiegelbreite 30 m. In manchen Auftragsquerschnitten ist die Wassertiefe größer aus dem auf S. 281 angeführten Grunde. Die Unterwasserböschung beträgt: von 1 m unter gew. W. bis zur Sohle 1 : 2, von 1 m unter

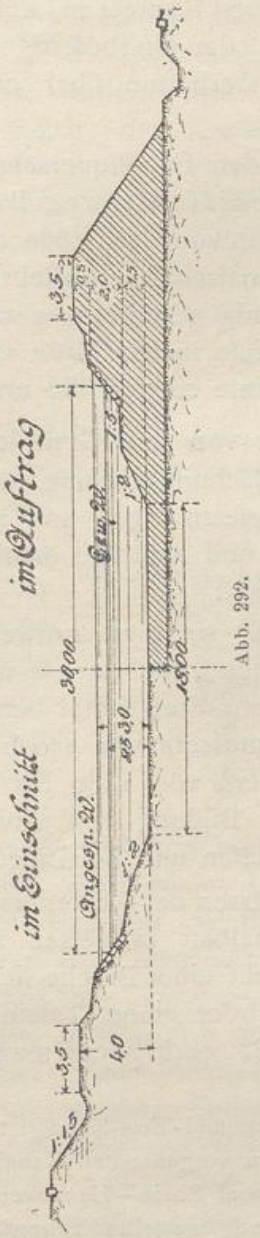
[1]) Die Kähne nach Finowmaß haben nur 40,2 m Länge und 4,6 m Breite; bei 1,40 m Tauchtiefe beträgt die Tragfähigkeit 170 t.

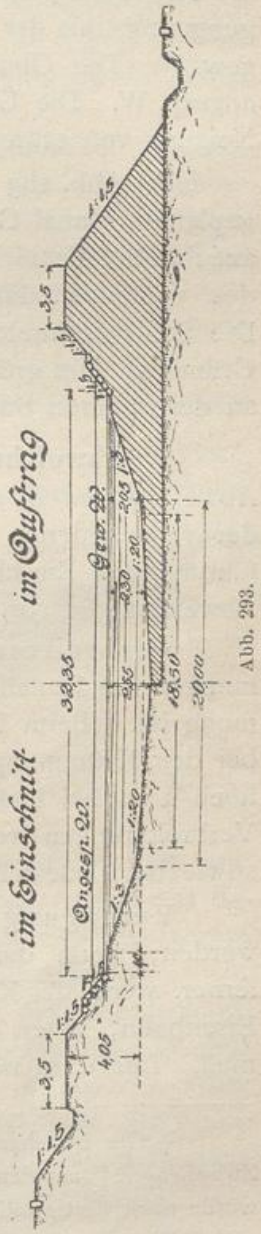
[2]) Bei den ausnahmsweise zugelassenen Schiffen dieser Gattung mit 67 m Länge und 2 m Tauchtiefe beträgt die Ladefähigkeit 900 t.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bis 1 m über gew. W. 1 : 3, die sonstigen Böschungen außer Wasser 1 : 1,5. Bei der Bauausführung sind durch Anwendung verschiedener Uferdeckungen die Böschungen im Bereich des Wasserwechsels meistens







anders gestaltet worden (weiteres siehe unter Uferbefestigungen, Ziff. 7); der Querschnitt hat infolgedessen auf den meisten Strecken die Gestalt angenommen wie in Abb. 292.

IV. Abb. 292 zeigt den Grundquerschnitt für den zur Ausführung geplanten Kanal Rhein—Dortmund (Dortmund-Rhein-Kanal) und den

Kanal Bevergern—Hannover.[1]) Der Querschnitt entspricht dem Querschnitt des Dortmund-Ems-Kanals, wie er auf den meisten Strecken zur Ausführung gekommen ist. Wesentlich in diesem Querschnitt ist die Anordnung einer Unterwasserberme von 2 m Breite mit der Neigung 1 : 5, mit der vorderen Kante 1 m, mit der hinteren 0,60 m unter gew. W. Die Oberkante der Uferbefestigung reicht bis 0,30 m über angesp. W. Die Überwasserberme über der Uferbefestigung hat die Neigung von etwa 1 : 10.

V. Abb. 293 zeigt den Grundquerschnitt für den zur Ausführung geplanten Kanal Großschiffahrtsweg Berlin—Stettin. Es sollen auf ihm Schiffe nicht allein von der Größe des östlichen, sondern auch des westlichen Hauptkanalschiffes verkehren können (vergl. S. 278). Die Sohle ist muldenförmig gestaltet aus auf den S. 280 angegebenen Gründen. Die größte Tiefe in der Mitte beträgt 2,55 m, die kleinste an der äußeren Sohlenkante 2,05 m, die mittlere Tiefe 2,30 m.[2])

6. Abweichungen von den Grundquerschnitten. Außer den Abweichungen in der Böschungsneigung, die sich aus der Anordnung der verschiedenen Uferbefestigungen und aus der Bodenart bei Ausführung der Einschnitte und Aufträge ergeben, kommen noch andere Abweichungen vor, nämlich:

Verbreiterungen; sie sind notwendig bei stärkeren Krümmungen des Kanallaufes, und zwar um so mehr, je schärfer die Krümmung ist. (Beim Dortmund-Ems-Kanal beträgt z. B. die Verbreiterung bei den Krümmungshalbmessern von 350 bis 200 m 3,50 bis 6 m und noch 1 m bei Halbmessern von 1000 bis 1700 m). Ferner kommen Verbreiterungen vor zur Bildung von Ausweich- und Wendeplätzen, sowie bei Ladestellen, Häfen und bei Liegeplätzen vor den Schleusen.

Verengungen müssen der Kostenersparnis wegen vorgenommen werden, wenn das Kanalbett in Felsen ausgesprengt werden muß, ferner, wenn der Kanal auf einer Brücke liegend über eine Landstraße, Eisenbahn, einen Fluß oder einen Taleinschnitt übergeführt werden muß. Das dazu nötige Bauwerk nennt man einen Brückenkanal. Für

---

[1]) Der bestehende Dortmund-Ems-Kanal ist von Herne bis Bevergern ein Zwischenglied zu den beiden vorgenannten Kanalstrecken. Der ganze Kanalzug würde nach Fertigstellung Kanal Rhein—Hannover heißen.

[2]) Der neuerdings fertig gestellte Teltowkanal unweit Berlin hat unter Wasser im wentlichen dieselbe Gestaltung, aber eine Sohlenbreite von 20 m und die Böschung 1 : 3, ferner jederseits eine Berme von 1 m Breite, 0,20 m unter Wasser, darüber eine Böschung mit Uferbefestigung je nach Umständen Der Elbe-Trave-Kanal, der von der Unterelbe bei Lauenburg bis zur Trave bei Lübeck geht, hat 22 m Sohlenbreite, 2 m Wassertiefe, flache Böschung im Wasserwechsel (1 : 5) und mindestens 4 m breite Seitenbermen, unter Wasser die Böschung 1 : 2, aber wagerechte Sohle.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

das Kanalbett wird in diesem Falle als lichte Breite etwa nur die Sohlenbreite des Grundquerschnittes durchgeführt, an welche senkrechte Wände anschließen. Dieselbe beschränkte Breite gilt auch für die Anlage von Sicherheitstoren und dergl.[1]) Mäßige Verengungen durch Anwendung steiler Böschungen kommen bisweilen in manchen Ortslagen vor, wenn wegen der dicht herantretenden Bebauung der Querschnitt nicht voll durchgeführt werden kann.

Es war bisher auch üblich, den Kanalquerschnitt zu verengen, wo Brücken über den Kanal geführt werden, um die Länge dieser Brücken und somit die Kosten zu beschränken. Wegen der kostspieligen Uferbefestigungen aber, die für die steilen Kanalböschungen beim Anschlusse an die Brückendurchfahrt nötig werden, läßt man neuerdings den Grundquerschnitt des Kanals lieber uneingeschränkt durchgehen und führt namentlich auch den Leinpfad gerade durch die Brücke hindurch, wenngleich die Brücke dadurch etwas länger wird.

7. Befestigung der Kanalufer. Kanalufer nur mit Rasendecke, ohne weitere Befestigung im Wasserwechsel genügen kaum bei Kanälen mit sehr geringem Schiffsverkehr und wenn Dampfschiffahrt in ihnen nicht stattfindet. Aber auch bei diesen Kanälen ist im Wasserwechsel eine Bepflanzung der Berme oder der Böschung mit Schilf sehr wünschenswert. In Kanälen mit stärkerem Verkehr, zumal wenn in ihnen Dampfschiffahrt oder künstlicher Schiffszug stattfindet, ist eine besondere Befestigung überall erforderlich. Über den Angriff auf die Böschungen durch die Rückströmungen und die Heckwelle der fahrenden Schiffe vergl. S. 279 und den Abschnitt Schiffahrtsbetrieb. Um diesen Angriffen des Wassers zu begegnen, muß die Uferdeckung mindestens von 60 cm unter Wasser bis etwa 30 cm über Wasser (senkrecht gemessen) reichen. Die verschiedenen Arten von Uferbefestigungen in Kanälen mit starkem Verkehr sind sehr zahlreich. Nachstehend werden mehrere Befestigungsarten angeführt, die in neuerer Zeit in preußischen Kanälen zur Anwendung gekommen sind.

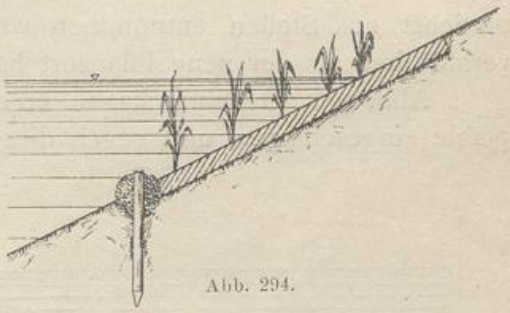


Abb. 294.

a) Schilfpflanzungen. (Schilfrasen.) Abb. 294 und 295. Märkische Wasserstraßen (Finowkanal).

Nach Abb. 294 wird etwa 60 cm unter gew. W. eine mit verzinktem Eisendraht gebundene Faschinenwurst festgepfählt, alsdann werden daran anschließend uferwärts Flachrasenstücke auf die Böschung

[1]) Am Dortmund-Ems-Kanal sind häufig auch bei kostspieligeren Durchlaßbauten Verengungen des Kanalquerschnittes angewendet worden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gelegt und die Schilfpflanzen teils in, teils zwischen diese gesteckt. Nach Abb. 295 wird statt der Wurst ein 20 cm breites Schalbrett aufgestellt (in den Boden eingelassen), das sich gegen eingeschlagene Buhnenpfähle stützt. Der Fuß des Brettes wird durch eine kleine Steinschüttung gesichert. Beim Pflanzen des Schilfes ist darauf zu achten, daß es möglichst früh im Jahre geschieht und die Pflanzen

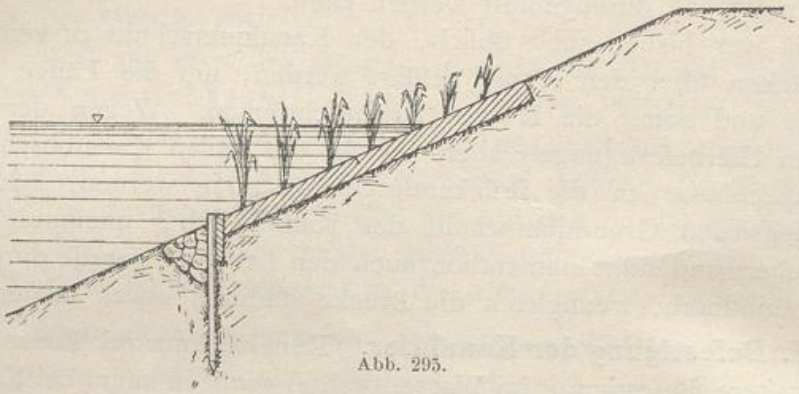


Abb. 295.

tunlichst aus Stellen entnommen werden, die dieselben Untergrundverhältnisse als der neue Pflanzort haben.[1])

Abb. 296. Oderspreekanal. 60 cm unter gew. W. werden Buhnenpfähle eingeschlagen, und gegen diese wird wie in Abb. 295 ein 20 cm

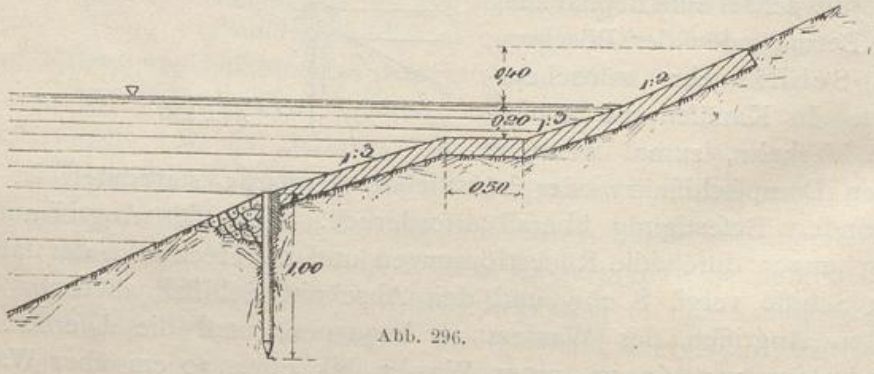


Abb. 296.

breites Brett gestellt, das als Stütze des Rasenbelages dient. Der Belag reicht bis 40 cm über gew. W. Die Berme ist 20 cm unter Wasser angeordnet. Die Schilfpflanzen sind in der Abbildung fortgelassen.

Abb. 297. Dortmund-Ems-Kanal. Die ganze Fläche der Böschung 1 : 3, d. i. von 1 m unter bis 1 m über gew. W., ist mit Flachrasen belegt; unter Wasser bis zum Wasserspiegel sind Schilfstauden in den Rasen gepflanzt, über Wasser Weidenstecklinge; außerdem ist der ganze Rasen mit Steinen beworfen (10 bis 15 cm stark.)[2])

[1]) Der Rasen verrottet unter Wasser zwar bald; er hält aber solange, bis das Schilf gut angewachsen ist, das die eigentliche Deckung bilden soll.

[2]) Im besonderen ist diese Deckung angewendet in den Umgehungskanälen der kanalisierten Ems.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

b. Packwerk (Trockenpackwerk). Es wird in älteren Kanälen (namentlich in den Märkischen Wasserstraßen) angewendet bei beschränkter Breite, wo eine flache Böschung über und unter Wasser nicht zu erzielen ist. Es wird im Trockenen gepackt (vergl. Strombau S. 250 Abb. 271 I und II), besonders auch mit den Stammenden der Faschinen nach außen (vergl. dort Abb. III das obere Packwerk). Das Packwerk muß etwa 0,40 m über und 0,60 m unter gew. W. reichen, besser noch bis zur Kanalsohle; über Wasser wird es mit einer Spreutlage versehen (sog. schweres Deckwerk an den Märkischen Wasserstraßen). Sog. leichtes Deckwerk wird in Kanalstrecken mit flachen Böschungen angewendet (bewährt sich aber nicht besonders). Es besteht aus dicht nebeneinander quer zur Uferlinie gelegten, 2 bis 3 cm starken Ruten von 1,5 m Länge, etwa 10 bis 15 cm stark geschichtet, die mit dem Stammende in der Hälfte ihrer Länge aus dem Wasser hervorragen. In der Wasserlinie werden sie durch einen Flechtzaun gehalten; von diesem ab landwärts liegt darüber eine Spreutlage, die durch denselben Flechtzaun und durch Würste gehalten wird.

Abb. 297.

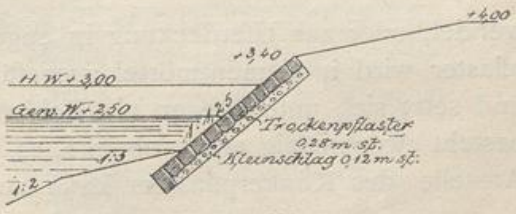


Abb. 298.

c) Steindeckung (Steinpackung, Pflasterung).

Abb. 298 und 299. Dortmund-Ems-Kanal. Die Neigung der Steindeckung ist durchschnittlich 1 : 1,25; die Steine sind durchschnittlich

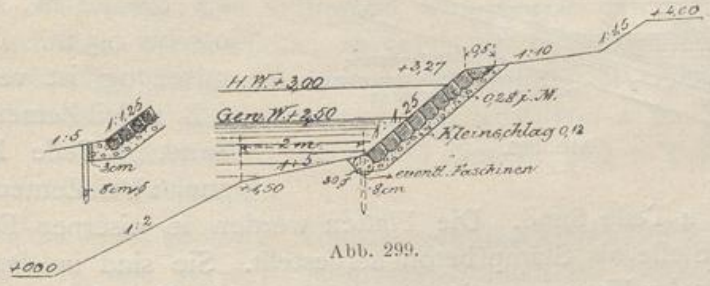


Abb. 299.

0,28 m stark, lagerhaft gepackt und verzwickt. Die Steindecke erhält eine Unterlage von Kleinschlag 0,12 m stark. Bei gutem, gewachsenem Boden reicht sie mit dem Fuße in diesen vertieft hinein (Abb. 298),

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bei feinsandigem Boden erhält sie eine angepfählte Faschinenwurst als Stütze, bei aufgeschüttetem Boden ein senkrechtes, an eingeschlagene Pfähle genageltes Brett (Abb. 299). Die Oberkante der Deckung reicht rund 0,30 m über Wasser (also über angesp. W. in den Haltungen, wo dies zutrifft; in den Abbildungen steht hierfür H. W.). Die Unterkante liegt mindestens 0,60 m unter gew. W.

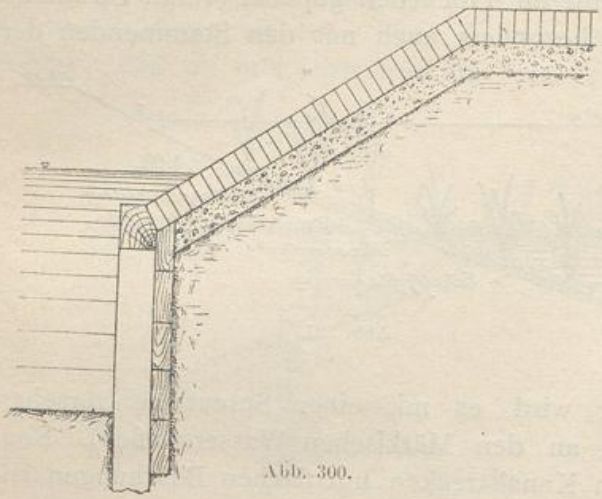


Abb. 300.

Abb. 300. Klinkerpflaster. Märkische Wasserstraßen. Es wird an einzelnen Kanälen (Finowkanal) besonders zum Anschluß der Böschungen an die Schleusen angewendet, oder zur Uferdeckung in engen Kanalstrecken. Das Klinkerpflaster wird in Zementmörtel ausgeführt, etwa in der Neigung 1 : 1,5 und setzt sich unten gegen ein Bohlwerk. Die Unterlage des Pflasters besteht zweckmäßig aus grobem Kies, Kleinschlag oder Ziegelbrocken. Anstelle des Klinkerpflasters kann auch ein Pflaster aus Bruchsteinen oder eine Betondecke in ähnlicher Weise ausgeführt werden.

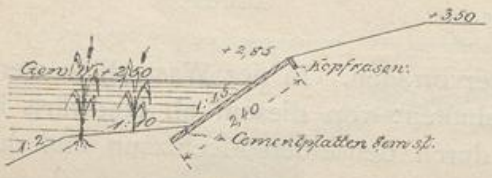


Abb. 301.

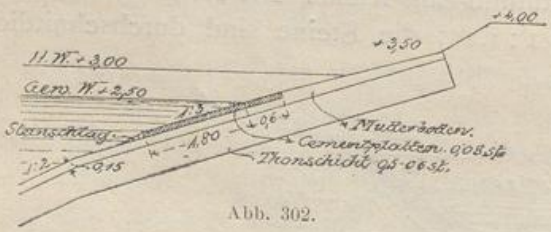


Abb. 302.

d) Betonplatten (gewöhnlich Zementplatten genannt).

Abb. 301. Dortmund-Ems-Kanal. Die Stärke der Platten ist 8 cm, die Länge 1,1 bis 1,2 m, die Breite 0,4 bis 0,5 m. Die Betonmischung ist verschieden, z. B. 1 Teil Zement, 2 Teile Sand, 3 Teile Kies oder auch 1 Teil Zement, $^3/_4$ Teile Kalk und 4 Teile Sand. Die Platten werden in eisernen Formen an Ort und Stelle als Stampfbeton hergestellt. Sie sind in der Neigung 1 : 1,5 über der Unterwasserberme verlegt und in diese bei gewachsenem Boden eingelegt; bei angeschüttetem Boden ist der Fuß durch eine Faschinenwurst oder durch Steinschüttung gesichert. Die Fugen sind teils mit Moos, teils durch hintergelegte Teerpappstreifen gedichtet,

falls die Platten nicht völlig dichtschließend verlegt verden. Oben sind die Platten durch eine Kopfrasenschicht abgedeckt.

Abb. 302. Wo die Betonplatten auf der dreifachen Böschung (über der Tondichtungsschicht) verlegt wurden, sind sie 1,80 m lang und 0,60 m breit hergestellt, sowie mit Eiseneinlagen versehen (Eisenbeton zwecks größerer Widerstandsfähigkeit, besonders beim Herbeischaffen von dem entfernteren Herstellungsort). Der Anschluß der Unterkante der Platten an die Mutterbodenschicht ist durch Steinschlag vermittelt.

Abb. 303. Oder-Spree-Kanal. Die Betonplatten (Eisenbeton) sind 1,10 m lang, 0,5 m breit und 8 cm stark. Sie sind in einer Neigung

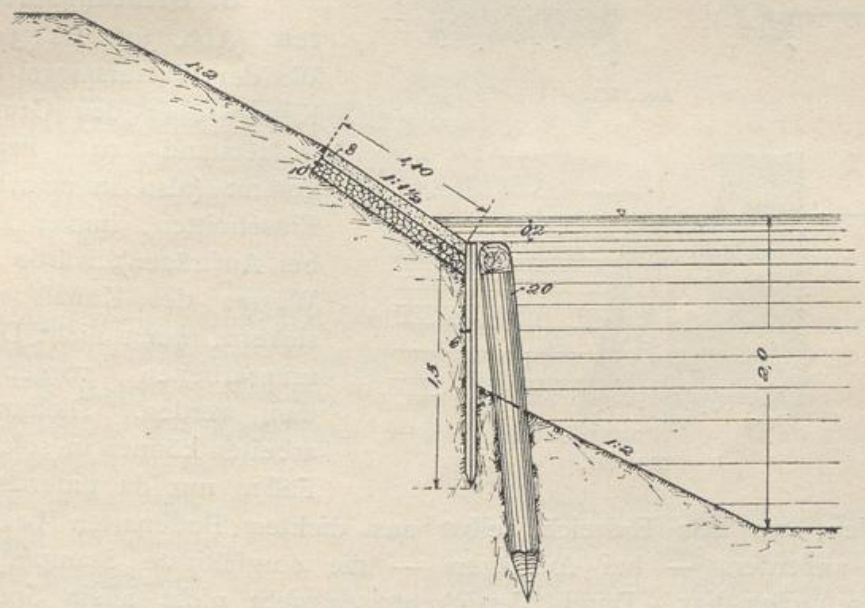


Abb. 303.

von 1 : 1,5 verlegt und ruhen auf einer 10 cm starken Unterlage von Steinschotter (auch Kalksteingrus oder Kies); unten stützen sie sich gegen eine Stülpwand. Die Stülpwand wird durch den Holm einer Pfahlwand gehalten, deren Pfähle, 20 cm stark, je in 2 m Entfernung gerammt sind. Das übrige ist aus der Zeichnung zu ersehen. Die Platten enthalten eine Eiseneinlage (einen Rost von 5 mm starkem Eisendraht). Der Beton wird aus 1 Teil Zement und 4 Teilen Kies in eisernen Formen gestampft.

e) Mauerwerk (Beton). Hierher gehören Ufermauern der verschiedensten Art, wie sie z. B. in großen Städten zur Einfassung der Kanäle dienen, hier aber als zu weitführend übergangen werden. Als Ergänzung zu den Steindeckungen zu c) sind hier aber anzuführen die Deckungen, welche bei sehr steiler Böschung eine Verbindung von Steinpflaster oder -packung mit Betonmauerwerk darstellen, z. B. am

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Dortmund-Ems-Kanal. Abb. 304 zeigt eine solche Deckung bei einer Böschung von 1 : 1 und steiler, wie solche namentlich bei Einengungen des Kanalquerschnittes zum Anschluß an die Brücken vorkommt. Die Deckung dient zur Stütze des Leinpfades und besteht aus einer Betonwand, die im oberen Teil mit Bruchsteinpflaster in Zementmörtel bekleidet ist. Die Betonwand ruht bei sehr steiler Böschung auf einer breiten Betonbettung (erforderlichenfalls zwischen Spundwänden) (Abb. 305).

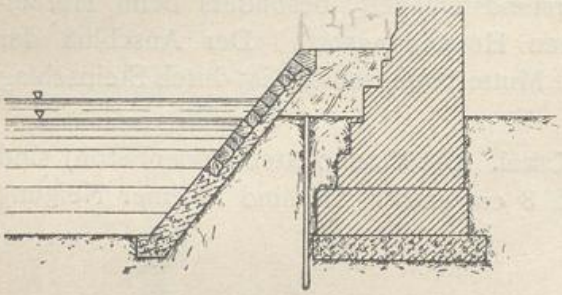


Abb. 304.

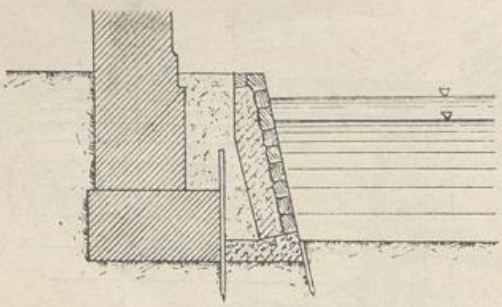


Abb. 305.

8. Dichtungsarbeiten (Abb. 306 bis 311). Wo der Wasserspiegel des Kanals über den Grundwasserstand zu liegen kommt (also in manchen Einschnitten, immer aber bei Aufträgen), würde das Wasser des Kanals versickern, wenn nicht Dichtungsarbeiten vorgenommen werden. Dichtungsarbeiten können in solchen Fällen nur da unterlassen werden, wo das Erdreich selbst aus dichten Bodenarten besteht und außerdem — bei Aufträgen — die sorgfältigste Stampfarbeit stattgefunden hat. Durch Versickerungen geht nicht allein Speisewasser verloren, sondern es verwässern häufig auch die Grundstücke neben dem Kanal, so daß Entschädigungsforderungen entstehen;

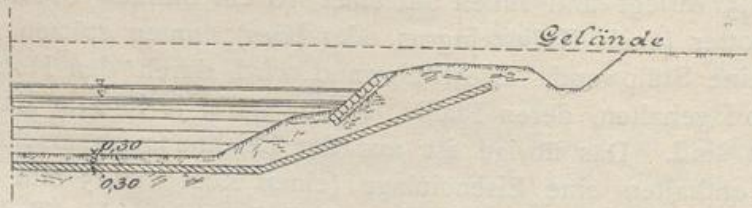


Abb. 306.

ferner sind bei den Kanaldämmen infolge eintretender Durchweichung Rutschungen und Brüche zu befürchten. Die nötigen Dichtungsarbeiten müssen möglichst sogleich beim Bau vorgenommen werden. Die besten Dichtungen bestehen in Ton- oder Lehmschlägen (in feuchtem Zustande eingebracht und geschlagen); zwischen der Dichtungsschicht und dem Wasserinhalt des Kanals muß sich aber möglichst noch eine schützende

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Deckschicht von Sand oder einer anderen Bodenart befinden, die mindestens 10 bis 30 cm stark sein muß, damit die Dichtungsschicht nicht beschädigt wird, auch nach etwaiger Entleerung der Kanalhaltung nicht trocknet und rissig wird.

Abb. 306 zeigt die Dichtung des Kanalbettes im Einschnitt durch

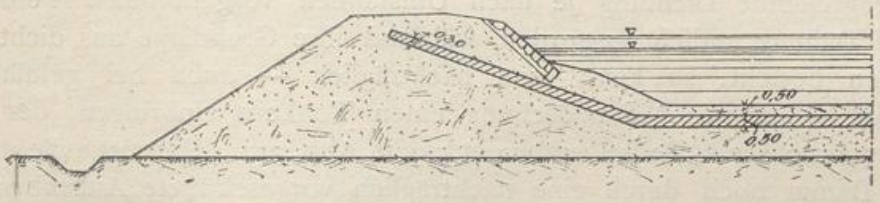


Abb. 307.

Abb. 308.

eine kofferartig herumführende Tonschicht, Abb. 307 eine ebensolche Dichtung im Auftrage; diese ist etwas stärker als jene.

In Abb. 308 und 309 ist eine starke seitliche Dichtungsschicht schräg hinter der Kanalwand in den gewachsenen Boden eingreifend dargestellt; dieser selbst ist im vorliegenden Falle als dicht angenommen. Abb. 310 zeigt die Sohlendichtung anschließend an die Mauerböschung unter einer Brücke.

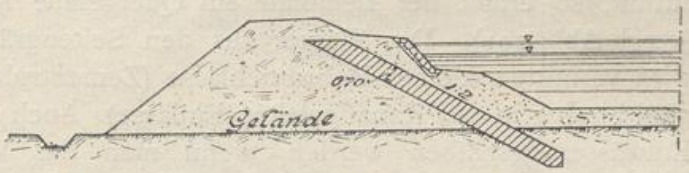


Abb. 309.

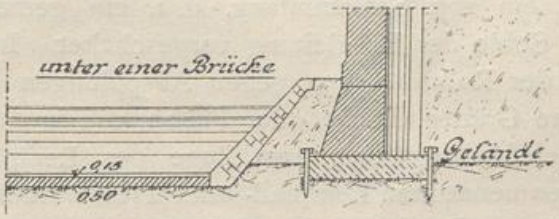


Abb. 310.

Nicht immer hält das die Kanalwände bildende oder umgebende Erdreich so dicht, wie man beim Bau glaubt annehmen zu können. Dann müssen nachträgliche Dichtungen vorgenommen werden. Sind einzelne Stellen undicht, was sich durch Trichterbildung im Wasserspiegel oder außen durch Austreten von Schwitzwasser anzeigt, so ist die betreffende Stelle durch Abdämmungen aufzusuchen und abzudichten. Ist eine größere Strecke

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

undicht, so kann man häufig durch umfangreiches Einschlämmen von verdünntem Lehm oder Ton von Flößen aus eine genügende Dichtung herbeiführen. Dies ist z. B. bei dem sandigen Boden des Oder-Spree-Kanals im großen Umfange geglückt. Treten starke Wasserverluste an mehreren Stellen auf, so muß die Kanalstrecke entleert und eine durchgreifende Dichtung je nach Umständen vorgenommen werden. Sind Dämme undicht geworden, während ihre Grundlage aus dichtem Boden besteht, so kann man nachträglich — auch bei gefülltem Kanal — auf der Außenböschung einen Tonkern einbringen, der in den gewachsenen Boden einbindet, so in Abb. 311. Hier ist außerdem der Damm noch durch eine nachträglich vorgeschüttete Außenberme verstärkt.

9. Leinpfade. Einlässe. Die Leinpfade sind bei neueren Hauptkanälen 3,5 m breit. Unter Brücken, die über den Kanal führen, wird die Breite auf 2 m eingeschränkt.[1]) Sind Seitengräben vorhanden, wie dies bei den meisten Hauptkanälen, z. B. dem Dortmund-Ems-Kanal

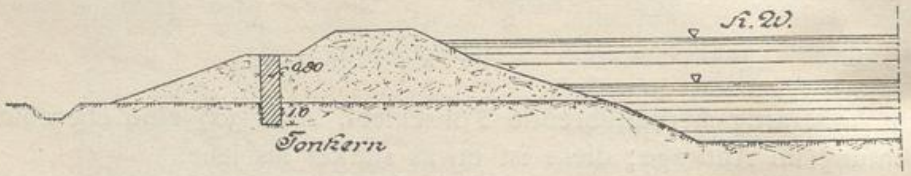


Abb. 311.

zutrifft, so erhält der Leinpfad ein Quergefälle nach dem Graben zu (vergl. Abb. 291). Das Wasser aus den Seitengräben der Einschnitte wird vermittels kleiner Rohrdurchlässe (Zementrohre) unter dem Leinpfad hinweg in den Kanal geleitet (Einlässe). Auch den Kanal kreuzende Entwässerungsgräben werden, wenn man das Wasser nicht anders ableiten kann, vermittels Rohrdurchlässe von Zementrohren unter dem Leinpfad in den Kanal eingeführt. Vor allen solchen Einlässen wird außen ein sog. Schlammfang, d. i. ein gemauerter Schacht mit vertiefter Sohle der Rohrleitung vorgeschaltet. Innen wird die Böschung unter der Rohrmündung gegen Abspülungen durch Pflaster gesichert. Breitere Gräben, Bäche oder Flüsse, die in den Kanal münden, sowie Hafeneinfahrten werden im Zuge des Leinpfades überbrückt; diese Brücken nennt man Leinpfad- oder Treidelbrücken. Bei Hafeneinfahrten müssen die Brücken so hoch angelegt werden, daß Schiffe darunter hinwegfahren können, oder sie müssen beweglich sein, damit die Durch-

[1]) Der neu erbaute Teltowkanal, auf welchem elektrischer Schiffszug stattfindet, hat nur eine Leinpfadbreite von 2 m, unter den Brücken von 1,5 m. Ältere Hauptkanäle, z. B. der Finowkanal, haben 2,50 m, der Plauer Kanal und der Oder-Spree-Kanal 2 m Leinpfadbreite; unter den Brücken beträgt die Breite 1 bis 1,5 m.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

fahrt jederzeit freigemacht werden kann (Klappbrücken, Schwimmbrücken und dergl.). Um einfache Ladestellen oder Häfen von geringer Breite wird der Leinpfad herumgeführt (vergl. Abb. 323 und 324).

C. Bauliche Anlagen zur Speisung, Entlastung und Entleerung.

10. Speisevorrichtungen. Wie bereits S. 276 bemerkt ist, müssen durch die Speisung Wasserverluste ergänzt werden, und zwar:

a) die Verluste durch Verdunstung und Versickerung sowie durch Leckwasser infolge der Undichtheiten der Schleusentore und Schützen;

b) der Verbrauch an Betriebswasser für die Schleusungen.

Das Verlustwasser zu a) geht ununterbrochen verloren, jedoch mit Unterschied. Das Leckwasser geht hauptsächlich nur in der Scheitelhaltung verloren; denn das Leckwasser der Scheitelschleuse deckt im wesentlichen den Leckwasserverlust der nächsten Schleuse usf. Verdunstungs- und Sickerwasser dagegen geht auf der ganzen Kanallänge verloren. Der Verlust durch Verdunstung ist am größten während der heißen Sommerzeit. Der Verbrauch an Betriebswasser dagegen hängt von dem Schiffahrtsverkehr ab, nämlich von der Zahl der Schleusungen. Auch hierbei kommt im wesentlichen nur die Scheitelhaltung in Betracht; denn beim Leeren einer Scheitelschleuse geht das Wasser in die nächste Haltung, dient mithin zum Füllen der folgenden Schleuse usf. Es leuchtet demnach ein, daß bei Speisung eines Schiffahrtskanals die Scheitelhaltung ganz besonders stark gespeist werden muß; die übrigen Haltungen werden aus der Scheitelhaltung zum großen Teile mit versorgt.

Zur Vorstellung über die Größe der Wasserverluste und des Bedarfes an Speisewasser diene folgende überschlägliche Rechnung vom Dortmund-Ems-Kanal. Der gesamte Bedarf an Speisewasser für die eigentliche Kanalstrecke von Herne (einschl. Dortmundhaltung) bis zur Ems ist 150 km lang. Es sind hierfür an einem heißen Sommertage nötig in der Sekunde:

1.	für Verdunstung	0,30 cbm	1,20 cbm
	„ Versickerung	0,90 „	
2.	„ Verluste durch Undichtigkeiten . .	0,20 „	
3.	„ Schleusungen	0,60 „	
	zusammen	2,00 cbm.	

(Zur Sicherheit wurden außerdem noch 0,60 cbm/sek für anfänglich größere Versickerung zugeschlagen.)

Die Verdunstung zu 1. wurde für 1 km Kanal durchschnittlich auf 2 Liter in der Sekunde angenommen. Dies ergibt sich aus der Betrachtung, daß an einem heißen Sommertage bis 6 mm Wasserhöhe verdunsten. Die Versickerung wurde dagegen durchschnittlich auf 6 Liter für 1 km angenommen. Für die Schleusungen wurde der Wasserverbrauch bei einer Schleuse mit dem stärksten Gefälle (4,10 m) berechnet und angenommen, daß 20 Schleusungen am Tage vorkommen. Da die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fläche der Schleusenkammer 630 qm groß ist, so beträgt eine Schleusenfüllung 630 · 4,10 = rd. 2600 cbm, 20 Schleusenfüllungen mithin 52 000 cbm. Da der 24stündige Tag 86 400 Sekunden hat, beanspruchen die Schleusungen also, wie oben angeführt, $\frac{52\,000}{86\,400}$ = rd. 0,60 cbm/sek. Dabei wurde (wie bei derartigen reichlichen Rechnungen üblich) der Einfluß der Eintauchung der Fahrzeuge auf den Wasserverbrauch einer Füllung außer Ansatz gelassen.

Die Entnahme des Wassers zur Speisung der Kanäle erfolgt meistens aus natürlichen Wasserläufen (Flüssen oder Bächen) durch unmittelbare Zuleitung. Von dem Wasserlauf zweigt dann ein sog. Speisegraben oder Zubringer ab. Damit an der Ausmündung desselben der Wasserstand des Flusses nicht unter ein gewisses Maß sinkt, ist im Flusse ein Stauwerk oder Wehr erbaut. Im Speisegraben selbst ist vor seiner Einmündung in den Kanal eine Schleuse eingebaut, die man Speiseschleuse, Einlaßschleuse oder Speisearche nennt. Mit ihr wird die Menge des einzulassenden Speisewassers geregelt. Vor oder dicht neben der Speiseschleuse ist im Speisegraben bisweilen noch ein Überfallwehr oder eine Freischleuse vorhanden, um das überschüssige Wasser einem Vorfluter zuzuführen. Die Speisegräben müssen zur Vermeidung von Wasserverlusten in ihrem Bett möglichst dicht hergestellt werden.

Liegt das Gewässer, das das Speisewasser liefern soll, tiefer als der Kanalwasserspiegel an der Speisestelle, so muß das Speisewasser in den Kanal mit Maschinen gepumpt werden, und zwar entweder unmittelbar in den Kanal hinein oder erst in einen Speisegraben.

Auch Seen werden mitunter zur Entnahme des Speisewassers benutzt, ferner auch künstlich angelegte Staubecken in Gebirgsgegenden, die man Talsperren nennt. Sie speichern den Überschuß von dem Wasser auf, das bei starken Niederschlägen zufließt, damit auch bei trockenen Zeiten ein regelmäßiger und hinreichender Abfluß stattfindet.

Die künstliche Zuführung von Speisewasser kann einigermaßen beschränkt werden, wenn auf längeren Strecken der Kanalquerschnitt im Grundwasser liegt und dieses infolgedessen zur Speisung mit beiträgt; auch werden zum Zweck der Speisung an einzelnen Stellen dauernd fließende Gräben oder Bäche, die den Kanal kreuzen, nach Bedarf mit eingeleitet.

Einlässe von Entwässerungsgräben und Bächen in den Kanal sind übrigens, obwohl dies zur Speisung nicht immer nötig ist, öfters nicht zu vermeiden, wenn die Aufrechterhaltung der natürlichen Vorflut dies erfordert. Man muß dann aber dafür sorgen, daß möglichst wenig Verunreinigungen, wie Schlamm, Sand oder Schotter in den Kanal eindringen. Dies geschieht durch Vorschächte, die man Schlamm- oder Schotterfänge nennt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

11. Vorrichtungen zur Entlastung und Entleerung. Zur Ableitung des Freiwassers, d. i. des Überschusses von zu reichlich zugeführtem Speisewasser und des Flutwassers, das die einmündenden Gräben und Bäche in den Kanal bringen, müssen Entlastungsvorrichtungen vorhanden sein, ferner Entleerungsvorrichtungen zur Trockenlegung einzelner Kanalstrecken zwecks vorkommender Instandsetzungen. Man nennt solche Bauwerke Auslässe, Ablässe, Ablaßschleusen, Wasserlösen, Freiarchen. Kann mit ihnen das Kanalwasser bis zur Sohle (bis zum Grunde) abgelassen werden, so nennt man sie zugleich Grundablässe. Grundablässe können sowohl zur teilweisen Entlastung, wie zur Entleerung des Kanals dienen, falls sie zu letzterem Zweck groß genug sind.[1])

Handelt es sich um die Entlastung von geringeren Wassermengen, so sind hierzu Ablässe dienlich, die als Überfälle eingerichtet sind; ihre Überfallkante liegt meist in Höhe des gew. W. Sie treten in

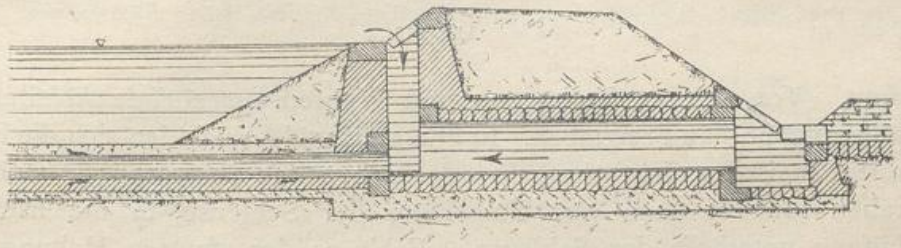


Abb. 312.

erster Linie, und zwar von selbst in Tätigkeit, ehe zur Ziehung der eigentlichen Ablaßschleusen geschritten wird.

Zur besseren Bedienung legt man die Ablaßschleusen tunlichst in die Nähe von Beamtenwohnungen (Schleusenmeister-, Strommeister-, Wasserbauwartgehöften) und nicht zu weit von den Vorflutern (Gräben, Bächen, Flüssen), die das Freiwasser aufnehmen sollen. Oft sind solche Vorrichtungen mit Durchlässen (Dückern) vereinigt, auch mit anderen Bauwerken verbunden. Eine solche Anlage ist in Abb. 312 dargestellt. Das Freiwasser des Kanals fällt hier in einen Überfallschacht und fließt dann durch den Dückerdurchlaß ab.

Abb. 313 zeigt eine Entlastungsvorrichtung vom Dortmund-Ems-Kanal (Grundablaß), bei welcher das Freiwasser mittels zweier nebeneinanderliegenden Rohre,[2]) die unter dem Kanaldamm liegen, in einen Entwässerungsgraben abgeleitet wird. Das Öffnen geschieht durch Schieber, die in einer gemauerten Kammer liegen. Dieser

[1]) Beim Dortmund-Ems-Kanal rechnet man, daß 1 km Kanallänge in 3 Stunden müsse entleert werden können.

[2]) Hier ist nur ein Rohr erkennbar; das andere muß man sich dahinterliegend denken. Die beiden gußeisernen Flanschrohre haben in diesem Falle 50 cm Durchmesser.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Grundablaß dient auch zur Entleerung. Am häufigsten kommen Schützenschleusen vor, die in den Kanaldamm mit gehörigen Maueranschlüssen eingebaut sind.

Abb. 314 zeigt einen Grundablaß mit Schützverschluß, der ebenfalls mit einem Durchlaßbauwerk verbunden ist.

Größere Schützenschleusen nennt man Freiarchen; sie haben oft mehrere Öffnungen und sind unter Umständen wie Schützenwehre gebaut, werden dann auch Wehre genannt. Größere Überläufe sind wie Überfallwehre gebaut und werden ebenfalls Wehr (Überfallwehr) ge-

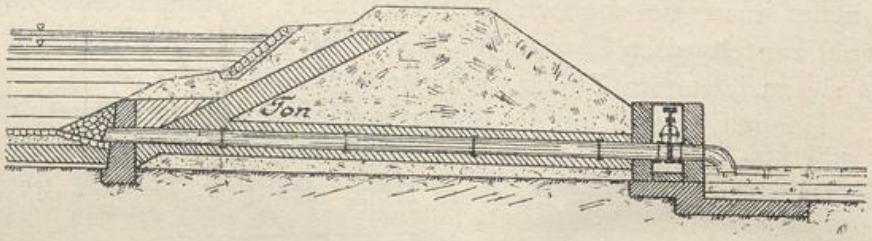


Abb. 313.

nannt. Von solchen Freiarchen und Wehren ausgehende Ableitungsgräben nennt man Freigräben. In älteren Kanälen befinden sich die Freiarchen meistens dicht oberhalb oder neben den Schleusen. Der Freigraben mündet dann mit Umgehung der Schleuse in die nächste Haltung unterhalb der Schleuse. Fehlt es der unteren Haltung an

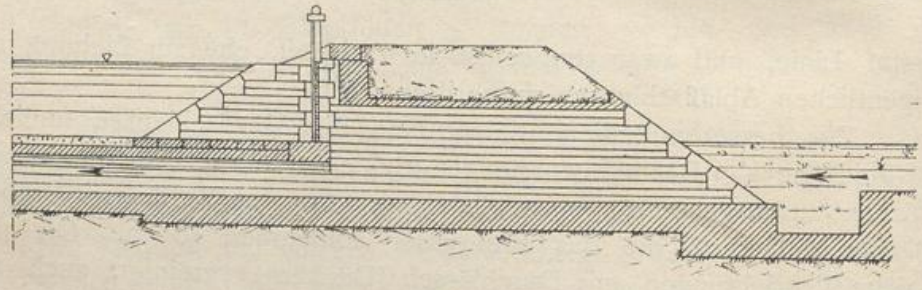


Abb. 314.

Speisewasser, so muß solches von der nächst oberen Haltung durch die dazu bestimmte Freiarche oder, falls solche nicht vorhanden, durch die Schützen der Schleuse abgegeben werden. Bisweilen sind an manchen Schiffsschleusen auch besondere Kanäle hierfür durch die Mauern der Schleuse hindurchgeführt.

D. Bauliche Anlagen bei Kreuzung mit Wasserläufen, Wegen, Eisenbahnen und sonstige Bauwerke.

12. Kreuzung mit Wasserläufen. Soweit Wasserläufe, die den Kanal kreuzen, nicht in den Kanal eingeleitet werden, werden sie vermittels besonderer Durchlässe unter den Kanal unterführt und dann

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

weitergeleitet. Oft fehlt es jedoch an Höhe, das Durchlaßbauwerk in der natürlichen Höhenlage des Wasserlaufes unter der Kanalsohle hindurchzuführen; man muß den Durchlaß dann tiefer legen als den zugehörigen Wasserlauf (ihn ducken). Einen solchen Durchlaß nennt man einen Dückerdurchlaß oder Dücker (Abb. 312 und 315).[1]) Der Durchfluß des Wassers ist durch die Einsenkung (Dückerung) nicht gestört; nur entsteht im Wasserlauf am oberen Dückerende ein geringer Stau von wenigen Zentimetern. Die Gestaltung und Bauart der Durchlässe und Dücker ist sehr verschieden, je nach der Größe des Wasserlaufes, der Tiefe der Einsenkung, dem gewählten Baustoffe, der Gründungsart usw. Die Ausführung muß ganz besonders sorgfältig sein, weil sonst leicht Undichtheiten im Kanal entstehen. Tondichtung um das Bauwerk ist fast immer nötig.

Jeder Durchlaß und jeder Dücker besteht aus dem Oberhaupt oder Einlauf, dem Unterhaupt oder Auslauf und dem Durchlaßkanal. Am einfachsten sind Rohrdurchlässe und Rohrdücker. Abb. 312 zeigt

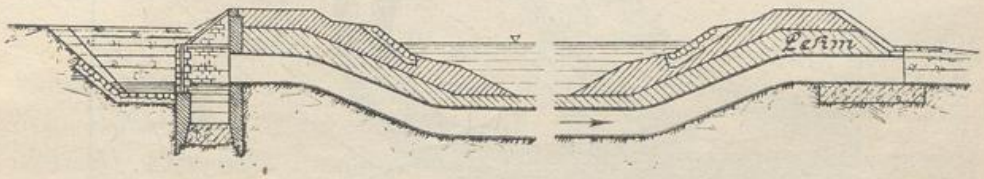


Abb. 315

die obere Hälfte eines solchen Dückers. Der Dückerkanal unter dem Leinpfaddamm besteht aus Mauerwerk, unter dem Bette des Schiffahrtskanals bis zum gemauerten Unterhaupt aus einem gußeisernen Rohr. Der sog. Fallkessel oder Fallschacht am Einlauf hat eine vertiefte Sohle, d. h. einen Schlammfang. Der mit dem Dücker verbundene Überfall als Entlastung für den Schiffahrtskanal ist S. 295 bereits erwähnt worden. Der Durchlaß Abb. 314 besteht ganz aus Mauerwerk.

Abb. 315 zeigt gleichfalls einen Rohrdücker. Er enthält ein gußeisernes Rohr von etwa 1 m Durchmesser. Das Oberhaupt zeigt einen brunnenartigen Einlauf mit einem Schlammfang; dieser kann durch Dammbalken verschlossen werden, um das Dückerrohr auspumpen und reinigen zu können. Am Auslauf ist das Rohr durch einen Betonklotz unterstützt. Zu beachten sind die Ton- oder Lehmdichtungen um und über dem Dückerrohr. Bei bedeutenderen Wasserläufen werden mehrere Rohre nebeneinander angeordnet, zwei, drei oder mehr. Dücker müssen häufig künstlich gegründet werden, z. B. mit Beton zwischen Spundwänden, Pfahlrost und dergl. Für die Lage-

[1]) Früher schrieb man meist Düker (vom holländischen Duiker).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

rung der eisernen Dückerrohre wendet man besonders häufig Pfahlrost, auch Schwellrost an. Senkungen oder Verschiebungen des Dücker,

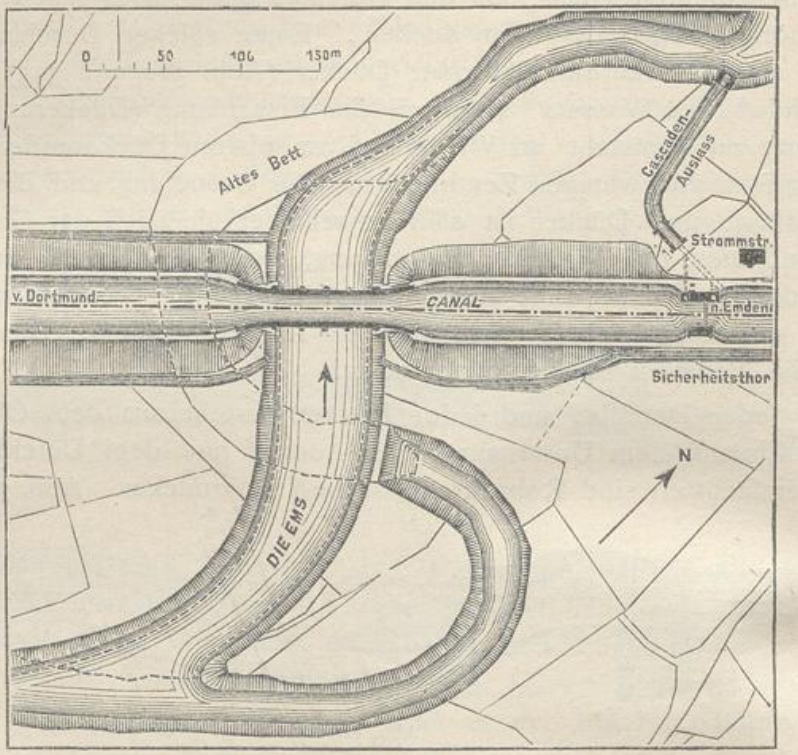


Abb. 316.

bauwerkes können für den Bestand und die Dichtheit des Kanalbettes sehr gefährlich werden.

Bei Kreuzung mit größeren Wasserläufen und Flüssen wird der Schiffahrtskanal ganz in Mauerwerk gefaßt und über das Gewässer vermittels eines brückenartigen Bauwerks überführt, das man Brückenkanal nennt.[1]) Abb. 316 bis 319 stellen ein solches Bauwerk dar, nämlich die Überführung des Dortmund-Ems-Kanals über die Ems. Der Unterbau des Brückenkanals unterscheidet sich nicht von anderen gewölbten Brücken. Der Oberbau über den Gewölben wird gebildet durch das kastenförmige, gemauerte Kanalbett; die lichte Weite desselben beträgt nur so viel wie die ordnungmäßige Sohlenbreite des Kanals, = 18 m,

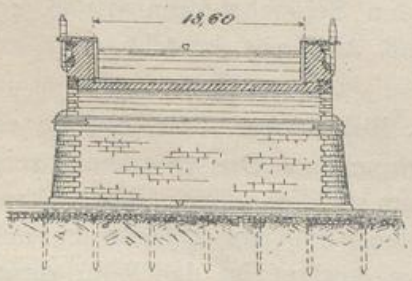


Abb. 317.

[1]) Der sonst auch gebräuchliche Ausdruck Kanalbrücke für Brückenkanal ist nicht zweckmäßig; denn man versteht unter Kanalbrücke eher eine Brücke über einen Kanal (im Gegensatz zu Strombrücke, Grabenbrücke und dergl.).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zwischen den Mauerwänden 18,60 m (Abb. 317). Zum Schutze des Mauerwerks und der Schiffe sind die Wände innen mit Bohlenschutzwänden (Reibwänden) bekleidet; vergl. diese in Abb. 318. Der ganze Mauerkasten ist mit einer durchgehenden Bleiplatte gedichtet, 3 mm stark, die auf Zementputz, in der Sohle auf Beton aufliegt. Auf der Sohle kommt über der Bleiplatte Sand und Klinkerpflaster. Der wasserdichte Anschluß des Mauerwerks an das Erdreich an den Enden des Bauwerks wird durch einen Tonschlag hergestellt (Abb. 319). Die Leinpfadbreite ist auf 2,50 m eingeschränkt. Der Übergang der durchgehenden Kanalstrecke in den Brückenkanal ist aus Abb. 316 und 319 näher zu ersehen.

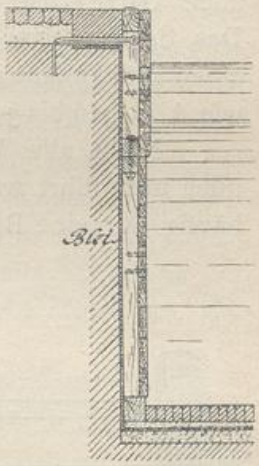


Abb. 318.

Der Überbau über den Pfeilern der Brückenkanäle kann auch aus Eisen bestehen. Dies kommt jedoch selten vor; es würde zu weit führen, hierauf näher einzugehen.

13. Kreuzung mit Wegen und Eisenbahnen. Wege und Eisenbahnen werden über den Kanal auf Brücken überführt (Wegeüberführung, Eisenbahnüberführung). Die Unterkante des Brückenüberbaues muß bei Hauptkanälen mindestens 4 m über dem höchsten Kanalwasserspiegel liegen. Da die Oberkante des Überbaues der Brücke meistens höher als die eigentliche Wegekrone gelegt werden muß, so

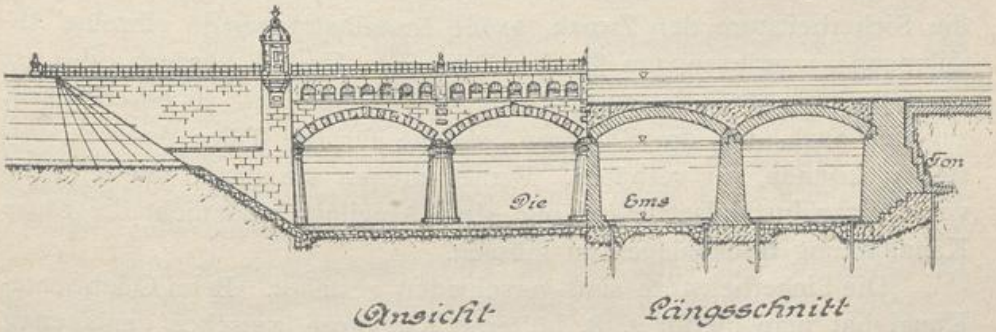


Abb. 319.

erhält der Weg zum Anschluß an die Brückenbahn jederseits Rampen (vergl. Abb. 323). Der Leinpfad wird unter der Brücke in geringerer Breite durchgeführt. Ist der Kanalquerschnitt an der Brückenstelle eingeschränkt (wie bisher gewöhnlich üblich), so wird der Leinpfad vorspringend um den Brückenlandpfeiler herumgeführt (vergl. Abb. 323 und 324). Entweder erhält der Leinpfad einen eigenen Grundkörper (vergl. Abb. 304 und 305) oder er wird an dem Brückenlandpfeiler

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ausgekragt (Abb. 320). Die Unterstützung des Bohlensteges wird durch eingemauerte Eisenbahnschienen gebildet. Die Breite desselben beträgt 1 bis 1,5 m (Märkische Wasserstraßen). Damit sich das Treidelseil nicht an den Mauerkanten des Brückenpfeilers reibt, wird an jeder Kante desselben eine walzenförmige senkrechte Leitrolle (Tauschoner) angebracht, die entweder aus Holz ist oder aus Eisen. Es kommen auch Unterführungen von Wegen unter den Kanal hinweg vor. Das dazu nötige Bauwerk (Wegeunterführung), das man dann auch einen Brückenkanal nennen kann, ist nach denselben Grundsätzen erbaut wie Abb. 316 bis 319, nur meistens kürzer und mit einer Bogenöffnung.

Nicht alle Wege, die einen Kanal kreuzen, können überführt oder unterführt werden, weil dies zu teuer werden würde. Man macht häufig nur eine Brücke für mehrere Wege zusammen. Zur Verbindung dieser Wege bis zur Brücke müssen dann neben dem Kanal sog. Seitenwege (Parallelwege) angelegt werden.

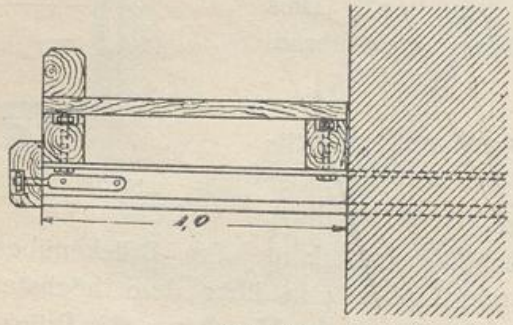


Abb. 320.

Früher ordnete man für Kanalbrücken einen Mittelpfeiler an, so daß man zwei Öffnungen erhielt; jetzt aber zieht man eine Öffnung ohne Mittelpfeiler vor wegen größerer Übersichtlichkeit und Bewegungsfreiheit für die Schiffe.

14. Sicherheitstore. Wie bereits S. 278 bemerkt ist, haben die Sicherheitstore den Zweck, große Kanalhaltungen in einzelne Abteilungen zu zerlegen, um für den Fall eines Undichtwerdens oder gar eines Dammbruches das ausfließende Wasser möglichst zu beschränken, zugleich auch, um die Gefahren, welche für die Täler dadurch entstehen können, zu verhüten. Ferner dienen sie dazu, um im Falle von nötigen Instandsetzungen nur eine Abteilung und nicht die ganze Kanalhaltung trockenlegen zu müssen.

Die Sicherheitstore sind verschieden gestaltet. Beim Oder-Spree-Kanal hat man hierfür z. B. hölzerne Klapptore zwischen gemauerten Uferpfeilern mit wagerechter, auf der Kanalsohle ruhender Drehachse. Über Klapptore siehe Abschn. 24. Das Klapptor liegt für gewöhnlich auf der Kanalsohle und wird nur im Bedarfsfalle aufgerichtet. Beim Dortmund-Ems-Kanal bestehen die Sicherheitstore zwischen den Uferpfeilern aus Eisen und haben andere Gestalt (Abb. 321 bis 322). Sie sind für gewöhnlich schirmartig über dem Kanal aufgerichtet (Abb. 321, die punktierte Stellung). Zum Abschlusse werden sie niedergelegt und schließen dann den Kanalquerschnitt in der ganzen Breite ab (die ausgezogene Stellung). Sie können das Wasser nach beiden Seiten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kehren (d. h. abhalten, wenn es auf der anderen Seite abgelassen ist). Die Abschlußwand besteht aus einem gekrümmten Streifen von Blech, der auf dem für gewöhnlich über dem Kanal schwebenden eisernen Fachwerkträger befestigt ist, und ferner den diesen stützenden beiden Dreharmen aus Eisenfachwerk (je ein Dreharm auf jeder Seite des Kanals). Jeder Dreharm ist in einem Schlitz des den Kanal einfassenden Mauerwerks drehbar gelagert (Abb. 322); seine Drehachse ruht quer über dem Schlitz. Unten ist an dem Dreharm ein Gegengewicht angebracht. Die Schiffe können unter dem aufgerichteten Tor hindurchfahren. Zum Schließen des Tores werden die Dreharme mit einer auf der einen Kanalseite angebrachten Winde nach vorn gedreht, so daß die Abschlußwand des Tores mit einer Kante die Kanalsohle berührt; an den Seiten greift sie jederseits in einen Maueranschlag, der mit Eisenplatten eingefaßt ist. Der dichte Schluß an der Sohle erfolgt durch eine an der Blechwand befestigte Holzleiste, die

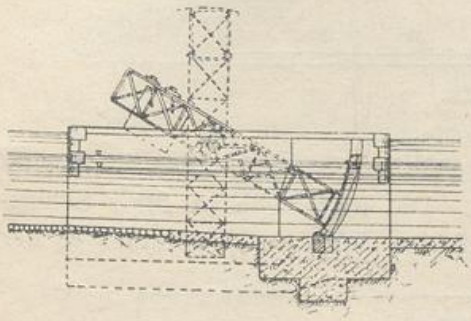


Abb. 321.

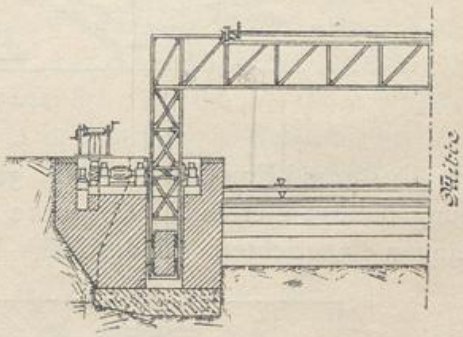


Abb. 322.

an eine aus der Sohle hervortretende Steinschwelle schlägt. Die Dichtung zwischen der Blechwand und dem seitlichen Anschlag geschieht durch eine eiserne runde sog. Dichtungsnadel, die durch einen Hebelgriff in den Zwischenraum geschoben und angepreßt wird. Durch Einwerfen von Sägemehl, Kohlenasche und dergl. kann erforderlichenfalls ein ganz besonders dichter Schluß erzielt werden. In Abb. 316 ist die Lage eines Sicherheitstores in der Nähe des Brückenkanals über die Ems dargestellt. Dicht an dem einen Pfeiler des Tores befindet sich zugleich vor und hinter dem Tore je eine Ablaßschleuse mit Schützverschluß zur Ablassung des Wassers für den Fall, daß das Tor geschlossen wird und die betreffende Kanalabteilung (je nachdem die vordere oder die hintere) trockengelegt werden soll. Das Wasser wird durch einen Rohrkanal (punktiert) dem in die Ems mündenden Freigraben zugeführt, der mit „Kaskadenauslaß" bezeichnet ist, weil wegen seines starken Gefälles „Kaskaden",[1]) d. s. gemauerte Stufen, eingebaut sind.

[1]) Schreibe nach der neueren Rechtschreibung Kaskade, nicht Cascade.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

E. Ladestellen, Häfen, Wendeplätze.

Ladestellen in Schiffahrtskanälen — für welche, falls sie mehrere Schiffslängen lang sind, auch der Ausdruck Hafen gebräuchlich ist — werden durch Verbreiterung des Kanalquerschnittes gewonnen, so

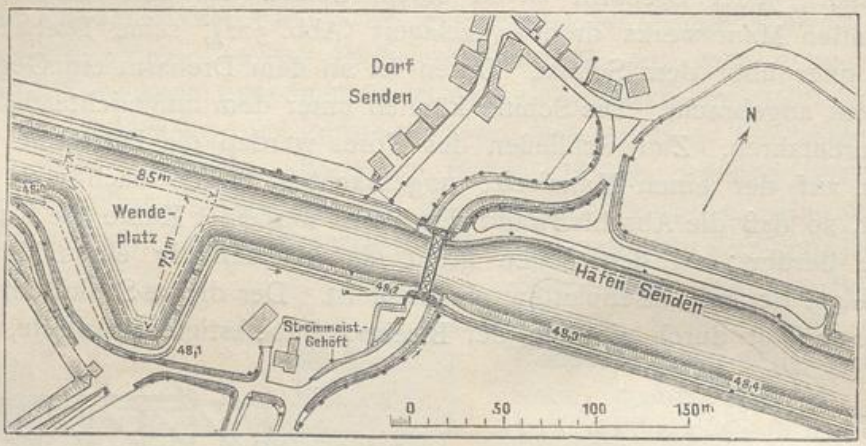


Abb. 323.

im Dortmund-Ems-Kanal, Abb. 323 (Hafen Senden). Die Verbreiterung beträgt hier in der Sohle 12 m. Die Ladestelle ist für 2 Schiffslängen eingerichtet. In der Nähe befindet sich (wie gewöhnlich in der

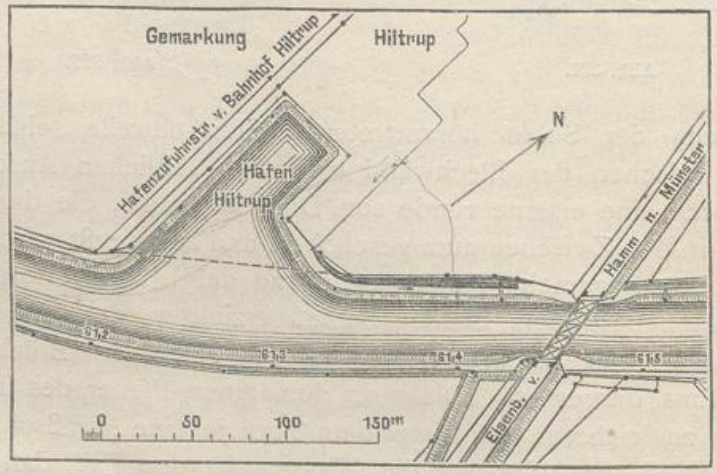


Abb. 324.

Nähe von Ladestellen und Häfen), und zwar hier auf der anderen Seite der gezeichneten Brücke, ein Wendeplatz. Dieser ist zugleich auch als Ladeplatz benutzbar. Abb. 324 zeigt eine anders gestaltete Ladestelle für zwei Schiffe (Hafen Hiltrup), die als sog. Stichbecken angeordnet ist und mit der abgeschrägten Einfahrt zugleich auch als Wendeplatz benutzt werden kann. Die Häfen und Ladestellen erhalten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

einen gepflasterten Zufuhrweg (Ladestraße) mit Wendeplätzen für Fuhrwerke (Abb. 323, Hafen Senden). Neben den Uferkanten der Ladestellen werden Poller (Haltepfähle) eingesetzt (etwa in Entfernungen von Schiffslänge). Weiteres über Ladestellen, Häfen und deren Einrichtungen siehe in Abschnitt 27.

F. Unterhaltungsarbeiten in Schiffahrtskanälen.

Die größeren Unterhaltungsarbeiten in Schiffahrtskanälen und an den zugehörigen Bauwerken sind dadurch erschwert, daß sie nicht während der Schiffahrtszeit vorgenommen werden können, besonders wenn die Schäden unter dem Wasserspiegel liegen. Die Hauptzeit für die Unterhaltung ist daher die winterliche Schiffahrtssperre. Erforderlichenfalls werden in dieser Zeit zur Erleichterung der Arbeiten einzelne Haltungen oder Abteilungen (nach Verschluß der Sicherheitstore) ganz oder zum Teil abgelassen. Wegen der Frostgefahr erfordern diese Arbeiten natürlich ganz besondere Umsicht, Sorgfalt und Eile, auch häufig besondere Vorkehrungen zur Unschädlichmachung des Frostes (künstliche Erwärmung beim Mauern und dergl.). Der Beginn und das Ende der Schiffahrtssperre in den einzelnen Kanälen werden jedesmal vorher durch die öffentlichen Blätter bekanntgemacht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 23.

Kanalisierte Flüsse.

A. Allgemeines.

1. **Grundbegriffe.** Die Kanalisierung wird in Flüssen oder Flußstrecken angewendet, in welchen bei Niedrigwasser die Wassermenge so gering ist, daß durch den Ausbau (Abschnitt 20) eine genügende Fahrtiefe nicht erzielt werden kann. Bei der Kanalisierung wird durch Errichtung von Staustufen im Flusse eine Hebung des Wasserspiegels bewirkt, so daß dadurch hinreichende Fahrtiefen erhalten werden. Teilweise werden außerdem aber auch Baggerungen nötig. Jede Staustufe besteht aus dem Wehr und der Schiffsschleuse.

a) Vollständig kanalisiert sind Flüsse oder Flußstrecken, in denen die Staustufen so dicht aufeinanderfolgen, daß bei niedrigem Wasserstande der gestaute Wasserspiegel (Stauspiegel) in annähernd wagerechter Linie von Staustufe zu Staustufe reicht (also ähnlich wie bei einem Schiffahrtskanal) (vergl. Abb. 325). Das Niedrigwassergefälle des Flusses ist dann nur in den Stauabsätzen enthalten.

Beispiele sind hierzu folgende kanalisierte Flüsse:

1. die obere Oder (von Kosel bis zur Neißemündung),
2. die Fulda (von Kassel bis Münden),
3. der Main (von Offenbach, 7 km oberhalb Frankfurt, bis zum Rhein),
4. die Ems (von Meppen bis Herbrum),[1])
5. die obere Saar (von Saargemünd bis Louisenthal unterhalb Saarbrücken),
6. die obere Mosel (aus französischem Gebiet bis Metz),
7. die Unterspree, die obere Netze, die untere Brahe und andere Flüsse.

b) Nicht vollständig kanalisiert sind Flüsse, in denen die Staustufen so weit voneinanderliegen, daß auch bei niedrigen Wasser-

[1]) Bei einzelnen langen Haltungen reicht bei N. W. der wagerechte Stauspiegel nicht ganz bis zur nächsten oberen Staustufe; die Tiefen sind dort trotzdem genügend.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ständen zwischen den einzelnen Staustufen streckenweise noch ein merkliches Stromgefälle verbleibt.

Dies ist z. B. der Fall in der Saale und in der Lahn.

In solchen Flüssen besteht das Wehr der Staustufen meist in einem aus älterer Zeit stammenden Mühlenwehr, neben welchem dann die stromstaatliche Schleuse erbaut worden ist. Die nicht vom Stau erreichten Strecken solcher Flüsse sind in der Regel ausgebaut (gemäß Abschn. 20).

Wir haben es hier hauptsächlich mit vollständig kanalisierten Flüssen zu tun.

Den Flußabschnitt zwischen zwei Staustufen nennt man eine Haltung (wie bei einem Kanal).

Vermittels des Wehres wird die Stauhöhe geregelt und die überschüssige Wassermenge, die zum Schleusen nicht gebraucht wird, abgeführt.

Die Wehre bei den vorgenannten Flüssen zu a, Ziffer 1 bis 6, sind bewegliche Wehre, und zwar Nadelwehre. Bei solchen wird der Stau durch Nadeln gehalten; das sind stehende Holzstäbe, die dicht nebeneinandergesetzt sich oben gegen eine Brücke von eisernen Wehrböcken und unten gegen einen festen Absatz (Rücken) auf der Flußsohle lehnen (vergl. Abb. 327 u. 328). Die Nadeln können nach Bedarf entfernt (gezogen) werden. Die Wehrböcke können erforderlichenfalls durch Umlegen auf die dazu hergerichtete Flußsohle (Wehrrücken) leicht beseitigt werden, so daß dann der Flußquerschnitt an der Wehrstelle, abgesehen von wenigen stehenbleibenden Pfeilern, ganz freigemacht und der natürliche Zustand des Flusses wiederhergestellt ist. Nadelwehre sind in diesen Flüssen zweckmäßig, weil die Wasserstände schnell wechseln, ein erheblicher Höhenunterschied zwischen Nieder- und Hochwasser und außerdem Eisgangsgefahr bestehen. Wo diese Umstände weniger zutreffen, werden auch Schützenwehre angewendet, z. B. bei a, Ziff. 7. Bei manchen kanalisierten Flüssen kommen auch Überfallwehre vor. (Weiteres hierüber siehe in Abschn. 25.)

2. Wasserstände. Pegel. Staugefälle. An jeder Staustufe unterscheidet man den Oberwasserstand und den Unterwasserstand. Zur Ablesung der Wasserstände sind an der Schleuse ein Oberpegel und ein Unterpegel angebracht. Der Stau oder das Staugefälle ist der Unterschied beider Pegelablesungen.[1]) Das Staugefälle ist bei den Staustufen kanalisierter Flüsse, zumal bei Nadelwehren, im allgemeinen geringer als bei Kanalschleusen, sowohl mit Rücksicht auf die Uferländereien am Flusse, die hohen Stau nicht vertragen, dann aber (bei Nadel-

[1]) Vorausgesetzt nämlich, daß der Nullpunkt beider Pegel in gleicher Höhe liegt, wie dies meistens der Fall ist; andernfalls ist dabei der Höhenunterschied der Nullpunkte zu berücksichtigen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wehren) auch mit Rücksicht auf die zulässige Höchstlänge der hölzernen Wehrnadeln, die nicht zu lang und zu schwer werden dürfen, damit eine Nadel von einem Manne noch gut gehandhabt werden kann. Dies ist noch der Fall bei einem Staugefälle von etwa 2,60 m, das man hierfür etwa als das größte betrachten kann (weiteres in Abschn. 25). Abb. 325 zeigt den Teil eines Höhenplanes von einer kanalisierten Flußstrecke mit den Staustufen Nr. 3 bis 6. Es finden sich darin die folgenden Wasserstände eingetragen:

der ungestaute niedrigste Wasserstand N. W.;
der gestaute niedrigste Wasserstand (Stauspiegel);
der ungestaute mittlere Wasserstand M. W. (punktiert);
desgl. der höchste schiffbare Wasserstand H. Sch.W. (punktiert);
desgl. der höchste Hochwasserstand H. H.W. (punktiert).

Solange der Wehrstau aufgerichtet ist, muß die festgesetzte Stauhöhe am Wehr stets möglichst genau gehalten werden. Die gewöhnliche (normale) Stauhöhe liegt nämlich in der Regel nur wenig (40 bis 50 cm, höchstens 60 cm) unter der Laufbrücke des Wehres. Bei unaufmerksamer Bedienung des Wehres würde bei wachsendem Wasser daher leicht eine Überflutung der Laufbrücke eintreten können. Dann ist es nicht mehr möglich, Nadeln zu ziehen, noch viel weniger die Wehrböcke umzulegen, falls es erforderlich wird. Das Wehr ist dann unter Umständen sehr gefährdet. Auch bei kleinem Wasser ist stete Aufmerksamkeit nötig. Wenn z. B. der Schleusen- und Wehrmeister Nr. 4 etwas zu hoch staut und dadurch Wasser aufspeichert, so würde Nr. 5 den vorgeschriebenen Stau nicht erzielen können usf.

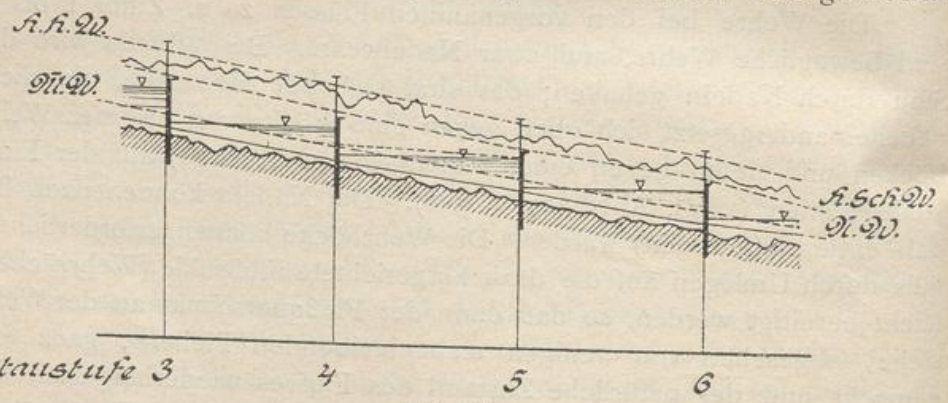


Abb. 325.

Staut Nr. 4 zu tief, so würde er in der oberen Strecke der Haltung Untiefen erzeugen; sobald er aber dann den vorgeschriebenen Stau schnell wieder einholen wollte, würde er aufspeichern müssen und der unteren Haltung Wasser vorenthalten. Unaufmerksamkeiten würden dann von Staustufe zu Staustufe fortwirken. Im übrigen vergl. § 11

der Dienstanweisung für Schleusen- und Wehrmeister, S. 158 im I. Teil dieses Buches.

Bei kleinem Wasser ist, wie bemerkt, der Stauspiegel in jeder Haltung annähernd wagerecht. Bei wachsendem Wasser ist dies nicht der Fall. Der Wasserspiegel jeder Haltung erhält dann ein merkliches Stromgefälle, das um so stärker wird, je stärker das Wasser wächst. Während nun an jeder Staustufe das Oberwasser immer auf derselben Höhe gehalten wird, z. B. bei Nr. 5, so wird, wenn das Wasser wächst, bei der nächst oberen Staustufe, hier also Nr. 4, das Unterwasser steigen. In Abb. 325 ist punktiert angedeutet, wie sich das Stromgefälle in der Haltung zwischen Nr. 4 und 5 bei gestautem Mittelwasser etwa stellen würde. Mit wachsendem Wasser wird infolgedessen das Staugefälle an jeder Staustufe, z. B. in Nr. 4, stetig abnehmen in dem Maße, wie das Stromgefälle des Unterwassers zunimmt; ebenso ist dies bei allen anderen Staustufen der Fall. Schließlich tritt der Fall ein, daß das Unterwasser an den Staustufen die Höhe des Oberwassers erreicht, das Staugefälle also aufhört. Das Wehr ist allerdings dann in der Regel schon geöffnet und niedergelegt.

B. Bauliche Einrichtungen.

3. Anordnung der Staustufen. Wie bemerkt, besteht die Staustufe aus dem Wehr und der Schleuse. Das Wehr enthält meistens aber noch besondere Einrichtungen. Es enthält z. B. in der Regel einen Fischpaß, um den Fischen das Aufsteigen während der Laichzeit zu ermöglichen. Dieser ist meistens in oder an einem der Wehrpfeiler eingebaut, welcher der Schleuse zunächst liegt (wegen der Aufsicht durch den Schleusen- und Wehrmeister). Eine von den Öffnungen zwischen den Pfeilern des Wehres wird als Schiffsdurchlaß (Schiffspaß) bezeichnet. Dieser wird von den Schiffen hauptsächlich zur Durchfahrt benutzt, wenn das Wehr niedergelegt, der Stau also beseitigt ist, und zwar bei Wasserständen über Mittelwasser bis zum höchsten schiffbaren Wasserstande; jedoch ist ihnen auch bei diesen Wasserständen die Durchfahrt durch die Schleuse nicht verwehrt. Die Sohle (der Rücken) des Schiffsdurchlasses ist meist 0,50 bis 0,60 m tiefer als die Sohle der übrigen Öffnungen des Wehres. Die Lage des Schiffspasses richtet sich nach der natürlichen oder künstlich hergestellten Lage des Talweges. Die übrigen Wehröffnungen werden Flutöffnungen genannt. Abgesehen von der größeren Tiefe unterscheidet sich der Schiffsdurchlaß nicht wesentlich von den Flutöffnungen.[1]) Ist die Flößerei in einem Flusse von großem Umfange, so wird in dem Wehr eine besondere, schmalere Öffnung hinzugefügt, die man Floß-

[1]) Streng genommen ist er selbst eine Flutöffnung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

schleuse oder Floßrinne nennt. Die Floßschleuse ist so eingerichtet, daß sie den Flößen auch bei aufgerichtetem Wehrstau das Durchfahren gestattet. Als beweglicher Verschluß der Floßschleuse wird in neuerer Zeit meistens ein sog. Trommelwehr angewendet; die Hauptöffnungen (Flutöffnungen und Schiffsdurchlaß) dagegen sind meistens als Nadelwehre ausgebildet. Solche werden daher hier nur genauer behandelt werden.[1]) Bezüglich der Lage der Schleuse zum Wehr gibt es folgende Hauptanordnungen:

a) die Schleuse liegt neben dem Wehr, ist aber durch einen Trennungsdamm von diesem geschieden; daraus ergibt sich oberhalb und unterhalb der Schleuse ein mehr oder weniger langer Zufahrtskanal, bestehend aus Ober- und Unterkanal (obere Oder, Saar, Main) (Abb. 326);

b) die Schleuse liegt unmittelbar neben dem Wehr im Flusse, also ohne Trennungsdamm (Fulda) (Abb. 331);

c) die Schleuse liegt seitab vom Wehre in einem besonderen Seitenkanal (Schleusenkanal, Umgehungskanal), der oberhalb des Wehres aus dem Flusse abzweigt und weiter unterhalb in ihn wieder einmündet (ähnlich wie ein Mühlgraben vom Flusse abzweigt und wieder einmündet, z. B. obere Mosel und Ems) (Abb. 332). Die Schiffahrt findet dann teils in diesen Umgehungkanälen und teils in gestauten Strecken des Flusses selbst statt.

Diese Anordnungen haben sich aus den örtlichen Verhältnissen ergeben.

Obere Oder. Abb. 326 zeigt die allgemeine Anordnung einer Staustufe in der oberen Oder. An der einen Uferseite (hier links) liegt die Schleuse. Rechtwinklig zur Mittellinie der Schleuse durchzieht das Wehr das Flußbett. Zwischen Wehr und Schleuse liegt ein Trennungsdamm. Dieser bildet mit dem linken Ufer einen Ober- und einen Unterkanal als Zufahrt für die Schleuse und dient zugleich als Liegeplatz für wartende Schiffe. Die Kanäle und der Trennungsdamm sind in der Ausführung allerdings meistens etwas länger, als sie hier wegen Raummangels gezeichnet sind. Das Oberhaupt der Schleuse ist einschließlich des Tores hochwasserfrei, d. h. die Oberkante liegt höher als der höchste Wasserstand, der übrige Teil der Schleuse dagegen nicht. Die Deckplatte der Kammer und des Unterhauptes liegt nur 0,60 m über dem Stauspiegel, ebenso auch die Krone des Trennungsdammes. Auf dem Trennungsdamm ist aber anschließend an das Oberhaupt der Schleuse ein hochwasserfreier Schutzdamm aufgesetzt,

[1]) In dem Spreewehr bei Charlottenburg, das als Schützenwehr ausgeführt ist, befindet sich eine durch Trommelwehr geschlossene Floßschleuse, die zugleich als Schiffsdurchlaß für leere Kähne dient.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der am Unterhaupt der Schleuse in einer Rampe ausläuft. Er dient dazu, bei Hochwasser schädliche Strömungen (namentlich Querströmungen) von der Schleuse fernzuhalten, so daß Sandablagerungen verhindert werden. Nahe der Schleuse liegt landwärts auf einer hochwasserfreien Anschüttung das Schleusenmeistergehöft. Zwischen

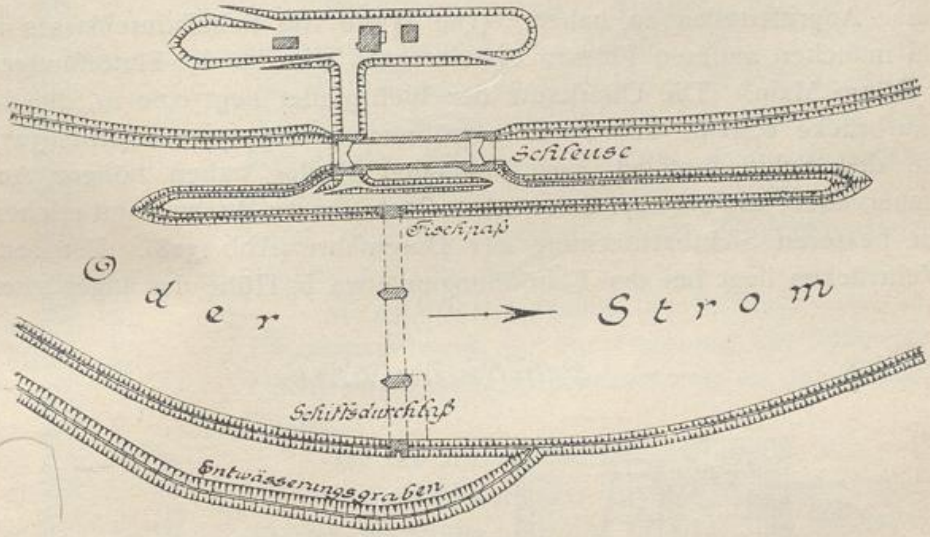


Abb. 326.

ihm und der Schleuse ist ein hochwasserfreier Verbindungsweg. Der Zwischenraum zwischen dem Schleusenmeistergehöft und der Schleuse ist im vorliegenden Falle so groß bemessen, damit neben der Schleuse

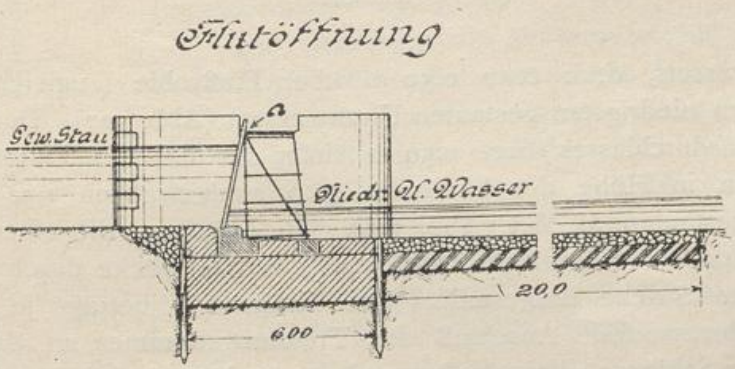


Abb. 327.

noch eine zweite Schleuse (erforderlichenfalls eine Schleppzugschleuse) angelegt werden kann.

Das Wehr ist ein Nadelwehr (Abb. 326 bis 329); es hat im vorliegenden Falle 3 Öffnungen, nämlich 2 Flutöffnungen und 1 Schiffsdurchlaß; die Öffnungen sind durch 2 Landpfeiler und 2 Strompfeiler abgeteilt. In dem linken Landpfeiler befindet sich der Fischpaß. Die

Flutöffnungen sind 35 m weit, der Schiffsdurchlaß 25 m. Die Zahl und die Weite der Flutöffnungen des Wehres sind bei den einzelnen Staustufen nach der Strombreite verschieden. Man macht aber keine Öffnung gern über 45 bis 50 m, weil sonst die Arbeit des Niederlegens der Böcke bei Hochwasseranschwellungen alsdann verzögert wird. Lieber macht man mehrere kleinere Öffnungen, um für diese Arbeit mehr Angriffsstellen zu haben. (Die Weite des Schiffsdurchlasses ist bei manchen anderen Flüssen etwa so groß wie die der Flutöffnungen, z. B. am Main.) Die Oberkante der Wehrpfeiler liegt 0,60 m, die der Laufbrücke 0,40 m über dem gewöhnlichen Stauspiegel (Abb. 327); die den Schiffsdurchlaß einschließenden Pfeiler haben höhere Aufmauerungen, die bis über den höchsten schiffbaren Wasserstand reichen, zur besseren Sichtbarmachung der Durchfahrt (Abb. 328). Der feste Wehrrücken liegt bei den Flutöffnungen etwa in Höhe des ungestauten

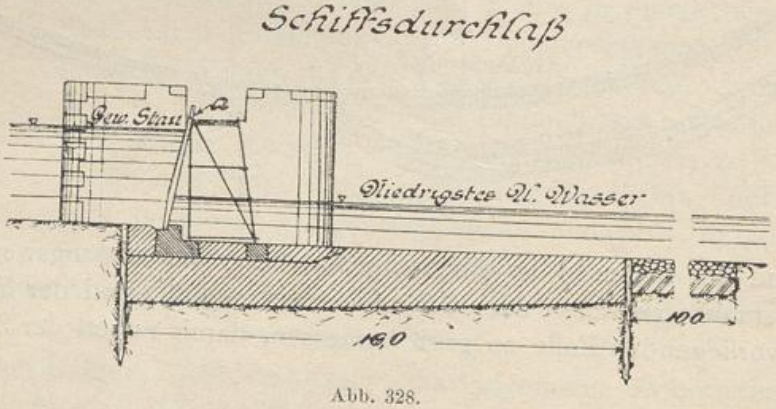


Abb. 328.

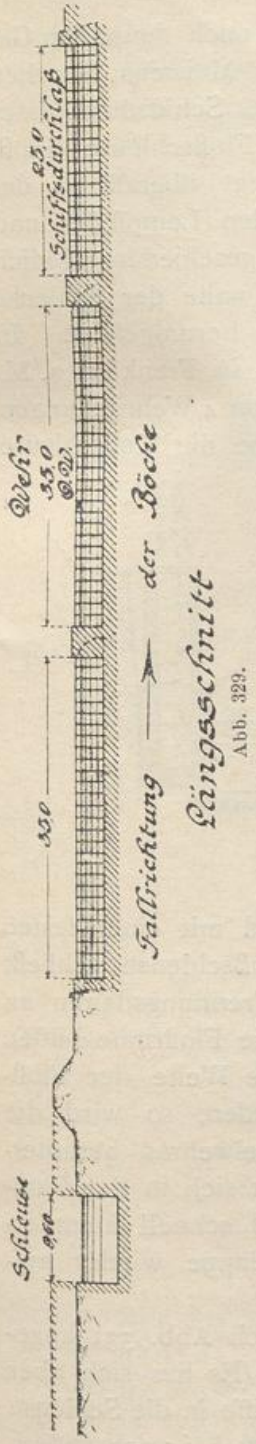
Niedrigwassers, d. i. etwa 0,50 m über Flußsohle (zugleich 0,50 m unter dem niedrigsten gestauten Unterwasser) (Abb. 327). Der Rücken des Schiffsdurchlasses liegt 0,50 m tiefer als der der Flutöffnungen, also etwa in Höhe der Flußsohle (d. i. auch zugleich 1,50 m unter dem ungestauten M. W.) (Abb. 328). In Abb. 329, die einen Längsschnitt durch die Staustufe zeigt, sind die Wehrböcke durch einfache senkrechte Striche dargestellt. Ihre Entfernung beträgt je 1,25 m. Der hochwasserfreie Anschluß des Trennungsdammes an das Oberhaupt der Schleuse, dieses selbst und der hochwasserfreie Verbindungsweg von ihm nach dem Schleusenmeistergehöft sind punktiert angedeutet.

Zum Verständnis einiger in der Dienstanweisung für Wehr- und Schleusenmeister (Teil I, S. 154) vorkommenden Bezeichnungen sei ergänzend hier angeführt (weiteres in Abschn. 25):

Nadellehnen sind meist runde eiserne Stäbe, die wagerecht an der Oberwasserseite in Höhe der Laufbrücke liegend von Wehr-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bock zu Wehrbock reichen und die Böcke verbinden; ihre Lage ist in Abb. 327 und 328 durch den Buchstaben *a* mit Pfeil angedeutet; wegen der Kleinheit ihres Querschnitts sind sie selbst hier nicht sichtbar. Sie bilden gewissermaßen eine durchgehende eiserne Leiste. Gegen sie stützen sich oben die hölzernen Nadeln.[1])



Längsschnitt
Abb. 329.

Die Laufbrücke besteht aus einzelnen eisernen klappbaren Tafeln von Riffelblech (Brückentafeln), die ebenfalls von Wehrbock zu Wehrbock reichen und die Böcke verbinden. Die Wehrböcke stehen unten mit ihrer drehbaren Welle in eisernen Lagern, um welche sie sich beim Umlegen drehen. Beim Umlegen überdecken sich die Böcke.

Blindböcke heißen die Vorrichtungen am Pfeilermauerwerk, die zur Lagerung der äußersten Nadellehnen und Laufbrückentafeln an den Pfeilern dienen.

Da die Wehrböcke beim Umlegen alle nach derselben Richtung fallen (gelegt werden), nämlich in der Richtung von der Schleuse ab flußwärts, im vorliegenden Falle also von links nach rechts, so muß je für den letzten Wehrbock einer Öffnung der Pfeiler eine Nische enthalten, in welche der Bock beim Umlegen hineinpaßt (vergl. Abb. 329); die Nischen sind punktiert angedeutet mit kreisbogenförmiger Begrenzung.

Die Gründung des Wehres besteht im vorliegenden Falle aus Beton zwischen Spundwänden. Das Betonbett der Flutöffnungen (Abb. 327) hat die zur standfähigen Aufnahme der Wehrböcke eben nötige Breite (6 m). Das Betonbett des Schiffsdurchlasses ist 10 m breiter, um eine gleichmäßigere Bewegung des Wassers herbeizuführen (Abb. 328). Unterstrom an die Wehrgründung anschließend ist bei allen Öffnungen ein Sturzbett angelegt, bestehend aus 80 cm starken Packwerks-Sinkstücken und darüber einer 40 cm starken Lage von großen Bruchsteinen, bei den Flutöffnungen vom Betonbett ab 20 m und beim Schiffsdurchlaß 10 m breit.

Die Böschungen des Trennungsdammes und

[1]) Bei älteren Nadelwehren (Saar, Mosel) sind die Nadellehnen nicht runde Stäbe, sondern Winkeleisen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die unmittelbar an die Bauwerke anschließenden Uferböschungen sind in der Neigung 1 : 1 mit Steinpflaster, das sich gegen eine Pfahlreihe stützt und mit Zementmörtel verfugt ist, befestigt.

Main. Die Staustufen sind im wesentlichen nach denselben Gesichtspunkten angelegt als an der oberen Oder. Meistens bestehen die Wehre aus 2 bis 3 Öffnungen einschließlich des Schiffsdurchlasses (43 bis zu 59 m weit), dazu tritt dann noch eine Floßschleuse (Floßrinne) von 12 m Weite. Die Schiffsschleuse liegt überall an der linken Seite des Stromes wegen des dort liegenden Leinpfades und ist von dem Wehre durch einen Trennungsdamm geschieden, ähnlich wie an der Oder. Der Fischpaß liegt auch hier nahe der Schleuse und ist um den linken Landpfeiler des Wehres herumgeführt. In Abb. 330 ist ein Längsschnitt durch die Staustufe in Frankfurt a. M. dargestellt; diese enthält aus örtlichen Gründen sogar 4 Wehröffnungen einschließlich des Schiffspasses. Die Pfeiler, welche die Floßschleuse

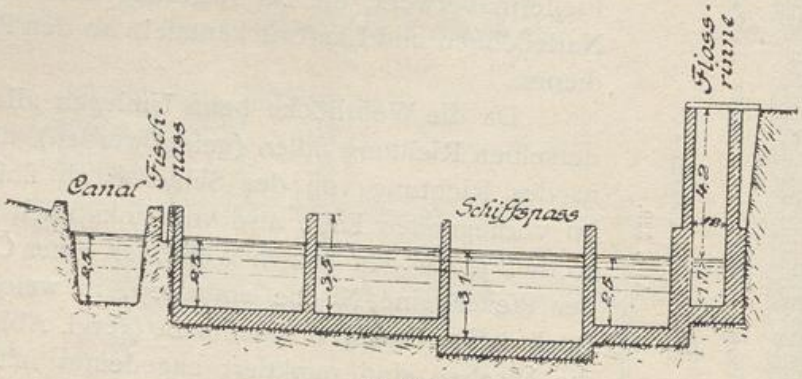


Abb. 330.

einschließen, sind bis über Hochwasser geführt und mit einer festen Brücke überbaut. An den linken Pfeiler der Floßschleuse schließt nach unterstrom (hier nicht sichtbar) ein langer Trennungsdamm an (200 bis 400 m lang), der mit dem rechten Ufer die Floßrinne bildet. Die Sohlenbreite der Floßrinne ist 12 m, wie die Weite der Floßschleuse. Soll eine Floßtafel hindurchgelassen werden, so wird die 1,70 m hohe Stauklappe des eingebauten Trommelwehres heruntergeklappt und dadurch die Öffnung frei; dann bildet sich in der Floßrinne ein starkes Stromgefälle, so daß die Floßtafel schnell hinunterschwimmt. Nach dem Durchgang wird die Stauklappe wieder aufgerichtet.

Fulda. Die Staustufen in der Fulda sind nach Abb. 331 angelegt. Ober- und Unterkanal sind nicht vorhanden. (Es hat sich aber als notwendig herausgestellt, für die Einfahrt der Schiffe in die Schleuse vom Oberwasser her besondere Sorgfalt anzuwenden, da bei wachsendem Wasser und stärkerer Strömung sonst die Gefahr besteht, daß Schiffe vor das Wehr getrieben werden.) Der Fischpaß ist hier in den Mittel-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

pfeiler des Wehres eingebaut. Ein besonderer Schiffsdurchlaß ist nicht vorgesehen. Beide Öffnungen haben die Wehrrücken auf gleicher Höhe. Die Schiffe können, wenn das Wehr niedergelegt ist, je nach Um-

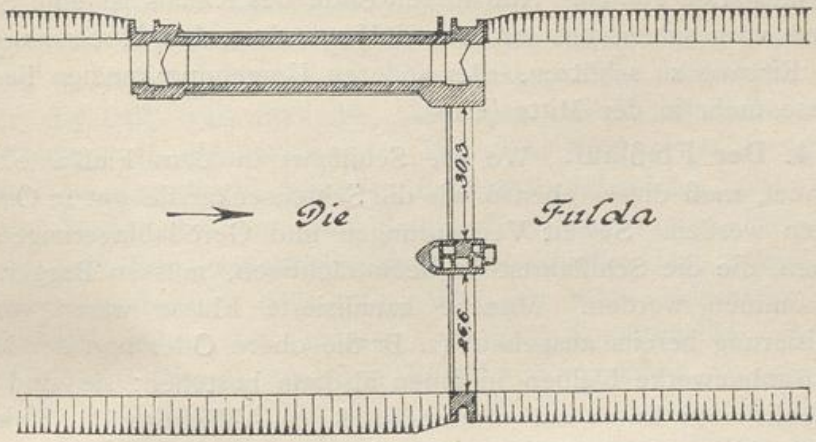


Abb. 331.

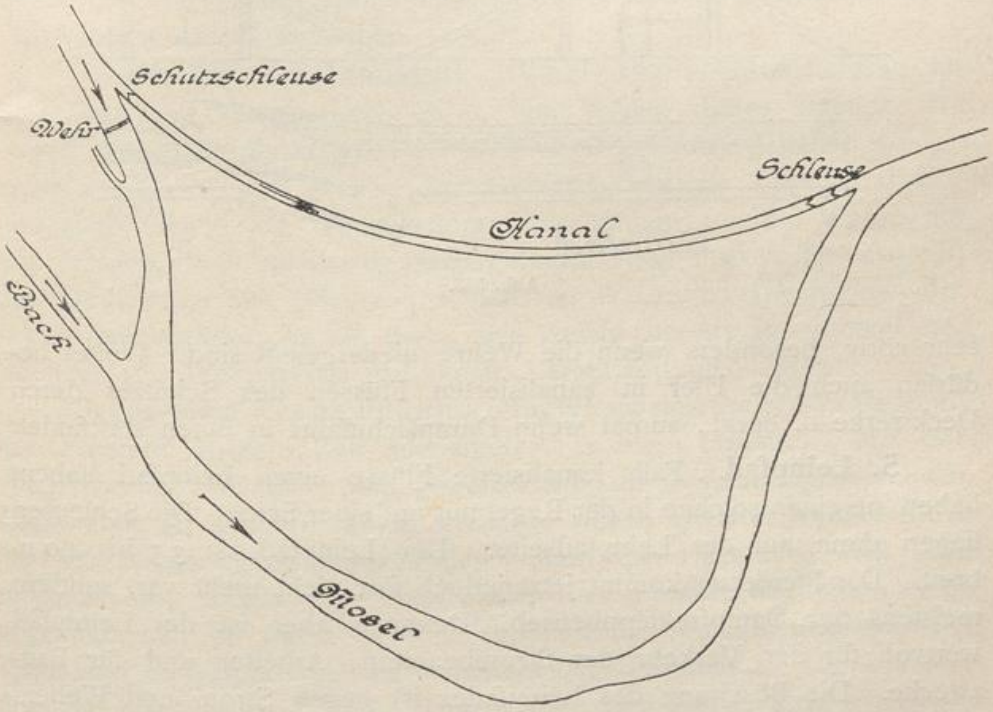


Abb. 332.

ständen, falls das Wasser hoch genug ist, durch die eine oder die andere Öffnung fahren.[1])

Obere Mosel. Abb. 332 zeigt eine Flußstrecke der oberen Mosel nebst Wehr und die Abzweigung des Schleusenkanals (Umgehungs-

[1]) Dies tritt wegen des starken Gefälles in der Fulda erst bei verhältnismäßig höherem Wasserstande ein als in der Oder.

kanals). Die Schleuse liegt am unteren Ende desselben. Diese Lage ist hier aus dem Grunde gewählt worden, damit bei der Ausführung des Kanals die Erdausschachtungen und somit die Kosten möglichst gering ausfallen sollten. Am oberen Ende des Kanals ist eine Schutzschleuse vorgesehen, um ihn gegen Versandung bei Hochwasser und gegen Eisgang zu schützen. Bei anderen Umgehungskanälen liegt die Schleuse mehr in der Mitte (Ems).

4. Der Flußlauf. Wo die Schiffahrt in dem Flußlaufe selbst stattfindet, muß dieser ebenso wie die Schleusenkanäle gut in Ordnung gehalten werden. Soweit Versandungen und Geröllablagerungen vorkommen, die die Schiffahrtstiefe beeinträchtigen, müssen Baggerungen vorgenommen werden. Manche kanalisierte Flüsse waren vor der Kanalisierung bereits ausgebaut (z. B. die obere Oder und der Main); die Strombauwerke bleiben in ihnen alsdann bestehen; sie sind auch im kanalisierten Laufe zur ordnungsmäßigen Abführung der Sinkstoffe

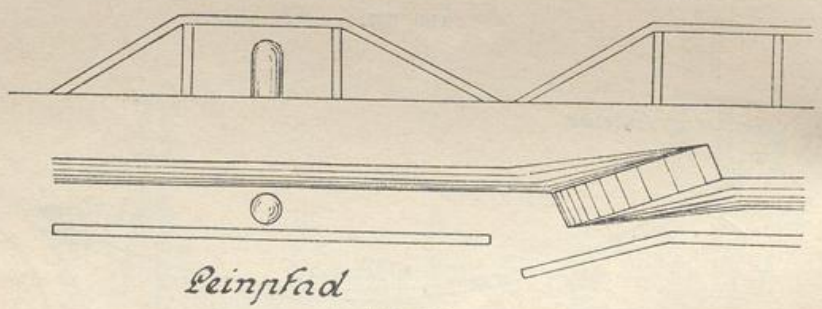


Abb. 333.

sehr nötig, besonders wenn die Wehre niedergelegt sind. Weiter bedürfen auch die Ufer in kanalisierten Flüssen des Schutzes durch Deckwerke u. dergl., zumal wenn Dampfschiffahrt in ihnen stattfindet.

5. Leinpfad. Falls kanalisierte Flüsse einen Leinpfad haben, haben sie einen solchen in der Regel nur auf einer Seite. Die Schleusen liegen dann auf der Leinpfadseite. Der Leinpfad ist 3,5 bis 4,0 m breit. Der Pferdezug kommt jetzt jedoch fast nicht mehr vor, sondern meistens nur Dampfschleppbetrieb. Dennoch aber ist der Leimpfad wertvoll für den Verkehr der Strombeamten, Arbeiter und für Bauzwecke. Die Böschung des Leinpfades ist gegen Strom und Wellenschlag durch Pflaster oder sonstiges Deckwerk befestigt. Seitliche Zuflüsse werden unter dem Leinpfad mittels Brücken (Leinpfad-, Treidelbrücken) durchgeführt. Meistens liegt der Leinpfad nicht hochwasserfrei; dann ist der Überbau der Brücken, falls er aus Holz besteht, gegen Fortschwimmen durch besondere Befestigung oder durch Beschweren mit Steinen zu sichern.

Haltepfähle für Schiffe werden, wenn sie am Leinpfad so stehen, daß Treidelseile daran hängen bleiben könnten, mit Gleitgeländern

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

überbaut (Abb. 333). Wo Geländer beginnen oder unterbrochen werden, sind an diese schräge Gleitholme anzuschließen (Abb. 333).

6. Entwässerung der Grundstücke. Durch die Anstauung des Wasserspiegels in kanalisierten Flüssen wird streckenweise die bisherige natürliche Entwässerung der Binnenländereien gestört. Am wenigsten ist dies allerdings im Unterwasser dicht unterhalb einer Staustufe der Fall, weil dort die Anstauung gegen früher bei allen Wasserständen am geringsten ist. Um Schädigungen möglichst zu vermeiden, werden die bestehenden Entwässerungsgräben durch einen längs zum Fluß laufenden tiefen Seitengraben abgefangen, den man dicht unterhalb der Staustufe in den Fluß münden läßt (vergl. den Entwässerungsgraben in Abb. 326). Wo dies nicht ausführbar oder nicht wirksam genug ist, müssen bisweilen Schöpfwerke angelegt werden, um das Wasser aus dem Entwässerungsgraben zu pumpen, damit es in den gestauten Fluß dann abfließen kann. Auch das Grundwasser in den Ländereien neben einem kanalisierten Flusse erfährt öfters eine merkliche Anstauung, so daß Entschädigungsforderungen der Anlieger daraus entstehen.

7. Betrieb der Staustufe. Vergl. die Dienstanweisung für Schleusen- und Wehrmeister, S. 154 im I. Teil dieses Buches. Da wegen des Schiffahrtsbetriebes der Stau möglichst lange gehalten werden muß, anderseits aber wegen der Gefahren, welche Frost und Eisbewegung, sowie die Hochwasseranschwellungen für die Wehre mit sich bringen, diese rechtzeitig niedergelegt werden müssen, so bestimmt das Niederlegen und Wiederaufrichten der Wehre im allgemeinen der Wasserbauinspektor, es sei denn, daß Gefahr bereits im Verzuge ist, wo dann der Wehrmeister auf eigene Verantwortung handelt.

Frost- und Eisbewegung. Im Winter sind die Wehre während der Frostzeit längere Zeit niedergelegt (2 bis 3 Monate). Mit der Niederlegung wird nicht erst gewartet, bis die Eisbildung tatsächlich eingetreten ist, sondern schon, wenn sie sicher erwartet werden muß, hat die Niederlegung stattzufinden; denn die Eisbildung tritt sehr plötzlich ein, sobald das Wasser sich bei Frostwetter schon stark abgekühlt hat, oft über Nacht. Das Grundeis treibt dann gegen das Wehr und dichtet schnell alle Fugen in der Nadelwand. Das am Abfluß gehinderte Wasser steigt dann schnell und strömt über die Laufbrücke, so daß diese nicht mehr begangen werden kann. Dann entsteht die Gefahr, daß das Wehr von dem antreibenden Eise beschädigt wird. Infolgedessen wird bei eintretendem Frostwetter von dazu bestimmten Beamten morgens und abends die Wasserwärme gemessen. Der Abkühlung des Wassers unter 4^0 C. wird erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt. Ist die Wasserwärme bis auf 2^0 gesunken, so wird für Nachtwache an den Wehren gesorgt. Sinkt die Wasserwärme auf 1^0, so wird mit dem Niederlegen der Wehre ungesäumt begonnen (Fulda).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Wiederaufrichten der Wehre geschieht erst nach stattgehabtem Eisgange, wenn die Witterung günstig, Eis oder Hochwasser in nächster Zeit nicht zu erwarten ist.

Anschwellungen. Wann das Niederlegen der Wehre bei Hochwasseranschwellungen zu beginnen hat, darüber sind die Bestimmungen an den Flüssen verschieden; sie richten sich nach den hierfür maßgebenden Pegeln. In der Regel ist ein bestimmter Wasserstand maßgebend für die Beseitigung sämtlicher Nadeln und ein höherer für das Niederlegen der Böcke.

Dichtung der Wehre bei kleinem Wasser. Damit bei kleinem Wasser die Stauhöhe gehalten werden kann, müssen die Wehrnadeln möglichst dicht aneinander gerückt werden, damit sie kein Wasser durchlassen. (Dies geschieht mit sog. Nadelrückern, s. Abschn. 25.)

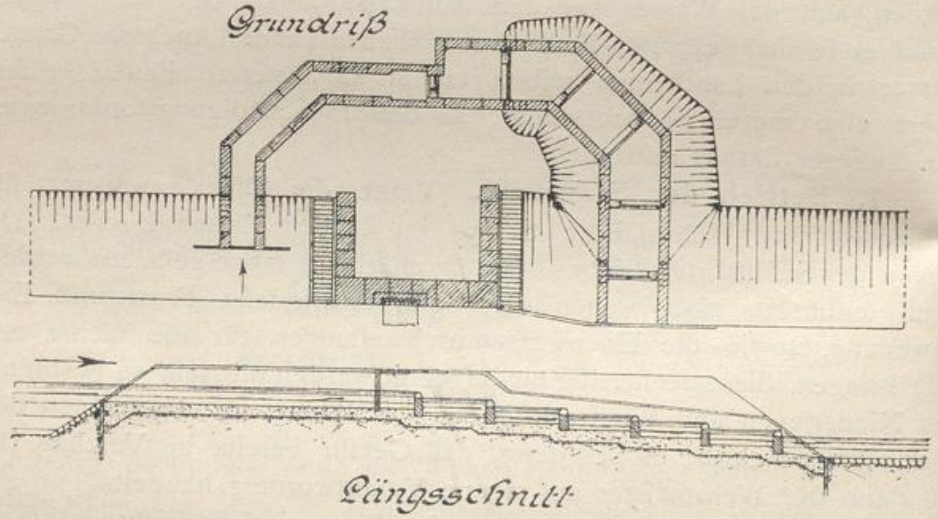


Abb. 334.

Hat dies noch keinen genügenden Erfolg, so müssen die Fugen zwischen den Nadeln künstlich gedichtet werden. Dies geschieht z. B. mit einer Mischung von Sägespänen und Steinkohlenasche, die im Oberwasser in Körben vor das Wehr geschüttet wird und sich in die Fugen setzt.

8. Fischpässe (Fischtreppe, Fischleiter, Fischweg) (Abb. 334). Fischpaß ist ein treppenartiger offener Kanal an oder in einem der Wehrpfeiler, durch welchen Kanal die Fische teils schwimmend, teils springend vom Unterwasser in das Oberwasser gelangen können. Die Absätze der einzelnen Stufen dieser Treppe sind 0,30 bis 0,40 m hoch; jede Stufe bildet zugleich ein Becken (Kammer) von etwa 80 cm Wassertiefe, das gegen die nächsten Stufen durch Zwischenwände (Sperren) geschieden ist. Die Verbindung der einzelnen Kammern erfolgt durch Schlupflöcher in den Sperren von 0,30 bis 0,40 m Tiefe und Breite. Am besten sind diese Schlupflöcher halbkreisförmig (Krümmung nach unten) oder wenigstens mit abgerundeten Ecken. Sie sind gegen-

seitig versetzt, so daß sich in jeder Kammer eine ruhigere (kreisende) Strömung bildet, in der die Fische etwas ausruhen können.

Ein einfaches, leicht zu verstehendes Beispiel zeigt der Fischpaß von der Mainkanalisierung, der um den linken Landpfeiler des Wehres herumgeführt ist und sich bewährt hat. An der Oder ist der Fischpaß in einem der der Schleuse zunächst liegenden Landpfeiler eingebaut, an der Fulda und anderen Flüssen in einem Mittelpfeiler des Wehres. Wesentlich ist, daß die aus dem Fischpaß austretende Strömung stark genug ist, die Fische anzulocken. An der Oder wird diese Strömung noch durch besondere, neben dem Fischpaß durch den Pfeiler gehende vom Ober- zum Unterwasser reichende eiserne Rohre verstärkt, die neben der unteren Öffnung des Passes ausmünden.

Ein erheblicherer Wechsel von Fischen findet übrigens außerdem durch die Schleuse statt, indem die Fische, angelockt durch die aus den Schützen tretende Strömung, sich in das Oberwasser mit durchschleusen lassen.[1]) Der Aufstieg durch die Schleuse ist für die Fische weniger anstrengend als durch die Fischpässe.

C. Unterhaltungsarbeiten.

Bezüglich der gewöhnlichen Unterhaltungsarbeiten an den Wehren und Schleusen wird auf §§ 6, 14 und 17 der Dienstanweisung für Schleusen- und Wehrmeister im I. Teil dieses Buches, S. 154 verwiesen. Von wesentlicher Bedeutung für den Bestand des Wehres ist außerdem die Sorge für die Erhaltung und Ergänzung der Sohlenbefestigung unterhalb und oberhalb des Wehres. Der Wehrmeister hat in regelmäßigen Zeiträumen Peilungen vorzunehmen (alle Monate), besonders sorgfältige Peilungen aber nach jedem größeren Hochwasser. Nach Maßgabe des Befundes ist die Steinschüttung des Sturzbettes zu ergänzen, erforderlichenfalls auch nach unterhalb weiter auszudehnen. Falls sich oberhalb des Wehrrückens Kolkungen ergeben haben, sind auch diese durch Steinschüttungen auszufüllen. Diese Arbeiten geschehen bei aufgerichtetem Stau und dichtgesetzten Nadeln, also nur bei geringfügiger Strömung. Arbeiten am Mauerwerk der Wehr- und Schleusenbauwerke müssen meistens während der winterlichen Schiffahrtssperre ausgeführt werden, desgleichen die Arbeiten in den Schleusenkanälen und im Flußbett, falls sie durch die Überstauung erschwert werden.

[1]) Neuerdings ist eine besondere Fischschleuse erfunden worden (vom Regierungs- und Baurat Recken in Hannover), die in das Weserwehr bei Bremen zuerst eingebaut werden soll. Sie besteht aus einer größeren Kammer mit einem Unterwasser- und einem Oberwasserschütz. Die Schützen werden vom einfließenden Wasser selbsttätig geöffnet und geschlossen, abwechselnd in regelmäßigen Zwischenräumen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 24.

Schiffsschleusen.

A. Allgemeines.

1. Grundbegriffe. Schleuse heißt ein Bauwerk, welches zwei Wasserflächen von verschiedener Spiegelhöhe durch eine verschließbare Öffnung verbindet. Schiffsschleuse ist eine Schleuse, die zur Durchfahrt und zum Heben und Senken von Schiffen dient. Bei den Schleusen, die hier in Betracht kommen, werden die Öffnungen durch Tore geschlossen. Nach der notwendigen Zahl der Tore unterscheidet man:

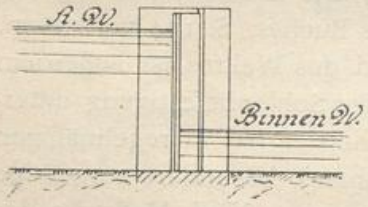


Abb. 335.

I. Die Schutz- oder Sperrschleuse. Sie hat nur ein Tor (Abb. 335). Sie soll vorübergehend auftretendes höheres Außenwasser von einem Binnengewässer, z. B. von einem Schiffahrtskanal, Entwässerungskanal oder allgemein von einer Niederung abhalten. Sind solche Schleusen in Deiche eingebaut, so heißen sie Deichschleusen (vergl. Abschn. 28, Ziff. 6).

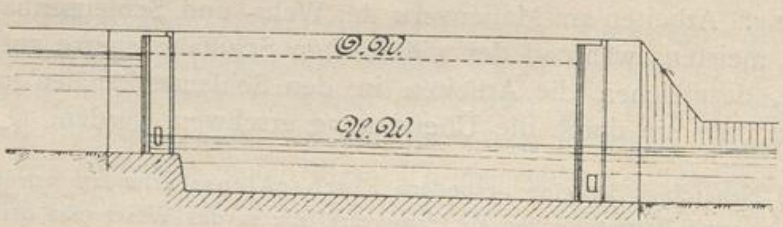


Abb. 336.

II. Die Schiffsschleuse. Sie hat mindestens zwei Tore (Abb. 336). Sie kommt bei Schiffahrtskanälen und kanalisierten Flüssen vor. Sie dient zum Auf- und Abstieg von Schiffen aus einer Haltung

in die andere. Die beiden Tore der Schleuse heißen das Obertor und das Untertor. Jedes dieser Tore besteht in der Regel aus zwei Flügeln, die ihre senkrechte Drehkante an der Schleusenmauer haben und sich mit ihrer anderen senkrechten Stirn gegeneinander stemmen (Stemmtore). Jedes Tor enthält in seinem unteren Teil in der Regel ein Schütz, das geöffnet oder geschlossen werden kann. Der Vorgang beim Schleusen eines Schiffes ist nun folgender (Abb. 336):

Aufstieg vom Unterwasser ins Oberwasser. (Angenommen der Wasserstand in der Schleuse stehe mit dem Unterwasser gleich, das Obertor sei geschlossen.) Das Untertor wird geöffnet, das Schiff fährt in die Schleuse; alsdann wird das Untertor geschlossen, darauf das Schütz in dem Obertor geöffnet; dadurch füllt sich die Schleusenkammer, so daß sich der Wasserspiegel bis zur Höhe des Oberwassers erhebt. Darauf wird das Obertor geöffnet und das Schiff fährt aus der Schleuse.

Abstieg vom Oberwasser in das Unterwasser. (Angenommen der Wasserspiegel in der Schleuse stehe mit dem Oberwasser gleich, wie punktiert.) Das Obertor wird geöffnet, das Schiff fährt in die Schleuse; das Obertor nebst Schütz wird geschlossen. Dann wird das Schütz im Untertor geöffnet; dadurch entleert sich die Schleusenkammer, so daß der Wasserspiegel bis zur Höhe des Unterwassers absinkt. Darauf wird das Untertor geöffnet und das Schiff fährt aus der Schleuse.

Die Schützen dienen also zum Füllen und Leeren der Schleuse bei geschlossenen Toren bis zur Ausspiegelung mit dem Oberwasser oder mit dem Unterwasser. Ohne diese Ausspiegelung würde das zu öffnende Tor wegen des auf dasselbe wirkenden Wasserdruckes nicht bewegt werden können.

Anm. Bei großen Schleusen reichen die Torschützen allein nicht aus, um die Füllung oder Entleerung der Schleuse schnell genug herbeizuführen. Es sind dann vielmehr noch sog. Umläufe nötig, d. s. Kanäle in der Schleusenmauer, die um die Tore herumgeführt sind, nämlich ein Umlauf, der vom Oberwasser um das Obertor in die Kammer führt, und ein solcher, der aus der Kammer um das Untertor in das Unterwasser führt (in Abb. 337 punktiert). Jeder Umlauf ist durch ein Schütz verschließbar. Umläufe befinden sich meistens auf beiden Seiten der Schleuse. Zum Zweck des Durchschleusens werden dann gleichzeitig mit den Schützen des Obertores oder des Untertores die zugehörigen Umlaufschützen geöffnet oder geschlossen.

B. Die Hauptanordnung der Schiffsschleusen.

2. Benennung der Teile einer Schiffsschleuse. Abb. 337 zeigt einen allgemein gehaltenen Grundriß und darunter einen Längsschnitt einer einfachen Schiffsschleuse. *O* ist das Oberhaupt, *U* das

Unterhaupt und K die Kammer der Schleuse. Im Oberhaupt sind zu unterscheiden das Vorhaupt (Vorschleuse) V, dessen Sohle der Vorboden genannt wird, ferner die Torkammer T. Die beiden Flügel des Obertores tt lehnen sich unten gegen die Schwelle oder

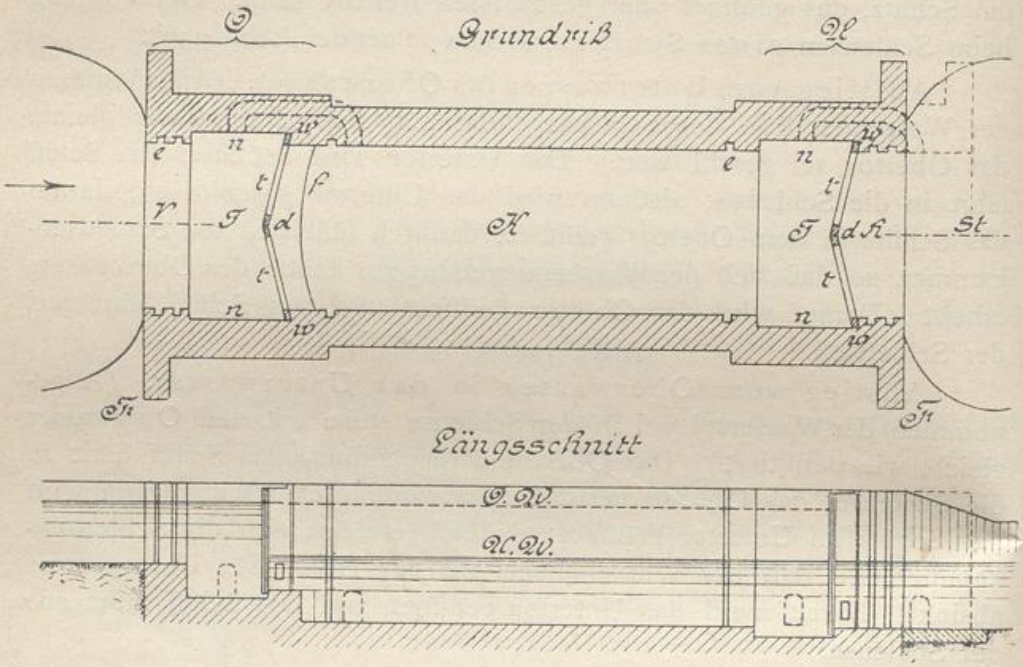


Abb. 337.

den Drempel d, seitlich mit ihrer senkrechten Drehkante gegen die Wendenische w. In geöffnetem Zustande liegen die Torflügel in den Torkammernischen n, welche seitlich die Torkammer begrenzen. Die vertiefte Sohle der Torkammer heißt der Torkammerboden. Die Verbreiterung des Oberdrempels d nach der Kammer hin heißt der Abfallboden; er wird durch die Fallmauer f begrenzt (Drempelfallmauer). Die Kammer K liegt zwischen der Fallmauer und der unteren Torkammer; sie dient zur Aufnahme des Schiffes. Ihre Sohle heißt der Kammerboden. Die untere Torkammer T enthält das Untertor tt, die Wendenischen w, die Torkammernischen n und den Unterdrempel d; an diesen schließt sich zuletzt das Hinterhaupt (unteres Vorhaupt) H mit seiner Sohle dem Hinterboden an. Die Vertiefungen ee heißen Dammfalze; sie dienen zur Aufnahme der Dammbalken, wenn diese zur Abdämmung zwecks gänzlicher Trockenlegung, sei es des Oberhauptes, des Unterhauptes oder der ganzen Schleuse, eingelegt werden müssen. Die punktiert angedeuteten Kanäle in der Schleusenmauer sind die Umläufe, die sich aber nicht bei allen Schleusen finden. Jeder dieser

Umläufe hat eine obere und eine untere Mündung. Soll die untere Mündung des unteren Umlaufes nicht unmittelbar in die Haltung, sondern in das Hinterhaupt der Schleuse münden, wie dies meistens geschieht, so muß dieses verlängert werden, wie punktiert angegeben ist. Die Dammfalze rücken dann an das Ende des verlängerten Hinterhauptes. *F* sind die Flügelmauern der Schleuse. An sie schließen sich die Kanalhaltungen an. Anschließend an den Hinterboden der Schleuse heißt die Fluß- oder Kanalsohle das Sturzbett oder der Kolk *St.* Ist der Vorboden höher als der Oberdrempel (z. B. im Längsschnitt Abb. 337), so nennt man den Absatz am Vorboden Vorbodenabfall. Hinsichtlich der Sohlengestaltung des Oberhauptes kommen bei den verschiedenen Schleusen folgende vier Anordnungen vor:

Abb. 337 mit Vorbodenabfall und Drempelfallmauer;[1])

Abb. 338 mit Vorbodenabfall; aber Ober- und Unterdrempel in gleicher Höhe;

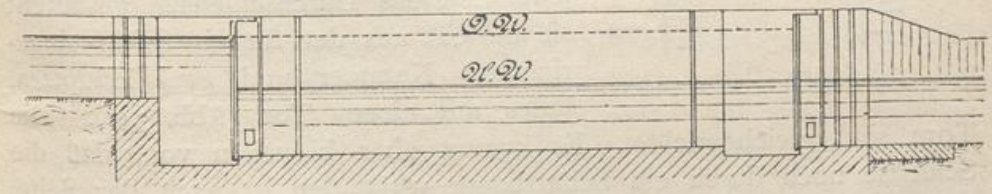


Abb. 338.

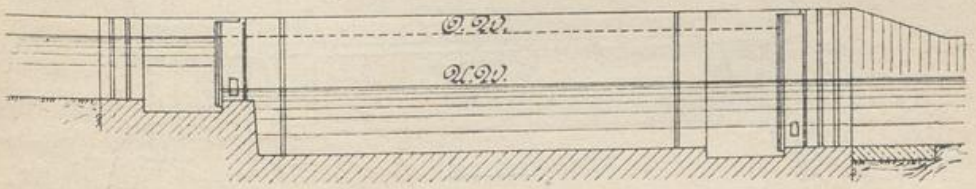


Abb. 339.

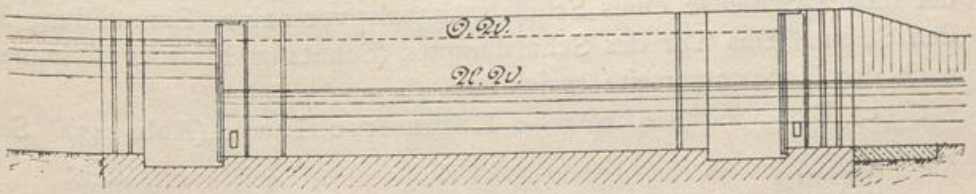


Abb. 340.

Abb. 339 mit Drempelfallmauer; aber Vorboden und Oberdrempel in gleicher Höhe;

Abb. 340 mit gleichmäßig durchgehender Schleusensohle, nämlich Ober- und Unterdrempel in gleicher Höhe.

[1]) Diese Anordnung wird bisweilen „mit gebrochenem Oberdrempel" genannt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Anwendung dieser verschiedenen Anordnungen richtet sich nach der Höhenlage der Fluß- oder der Kanalsohle der oberen Haltung über der Sohle der unteren Haltung, nach der gewählten Bauart und Gestaltung des Obertores und nach anderen Überlegungen.

3. Verschiedene Arten von Schleusen. Die folgenden Schleusen sind einkehrig (mit Ausnahme von c), d. h. sie kehren (halten) das höhere Wasser nur nach einer Seite.

a) Die Schutz-, Sperr- oder Flutschleuse (vergl. S. 318). Sie besteht nur aus einem Haupte (Abb. 341). Das Tor steht für gewöhnlich offen und wird nur geschlossen, wenn das Außenwasser über ein zulässiges Maß steigt, z. B. bei der Deichschleuse, wenn im Strome Hochwasser stattfindet.

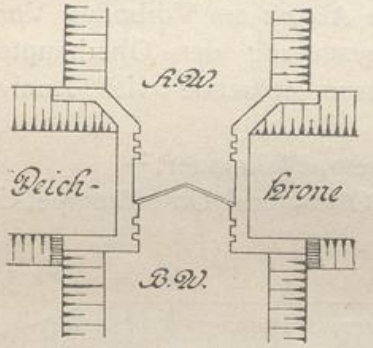


Abb. 341.

b) Die einfache Kammerschleuse. Sie soll den Schiffen zu jeder Zeit das Durchschleusen gestatten; sie besteht aus der für ein Schiff eingerichteten Kammer und zwei Häuptern, jedes mit einem Tor (Abb. 342). Die Tore sind gleichgerichtet. Es kommt aber bisweilen vor, daß die Schleuse noch durch ein Schutzhaupt verlängert ist nach der Seite,

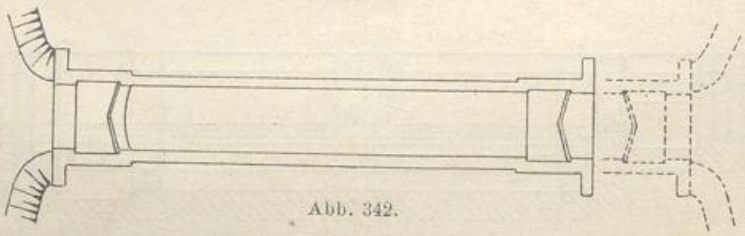


Abb. 342.

von welcher vorübergehend Hochwasser kommt (punktiert), z. B. bei der letzten Schleuse eines Schiffahrtskanals vor seiner Einmündung in den Strom. Das Tor des Schutzhauptes (Schutztor, Fluttor) ist immer nach der Hochwasserseite gerichtet.

c) Die wechselkehrige Kammerschleuse (Abb. 343). Sie

Abb. 343.

hat 4 Tore, von denen je zwei gleichgerichtet sind. Sie soll nach beiden Richtungen höheres Wasser kehren, das bald von der einen

und bald von der anderen Seite eintreten kann. Steht das höhere Wasser z. B. links, so wird mit den Toren 1—1 geschleust, während die Tore 2—2 offen stehen; steht das höhere Wasser rechts, so wird mit den Toren 2—2 geschleust, während die Tore 1—1 offen stehen. Diese Schleuse kommt besonders im Ebbe- und Flutgebiet vor.

d) Die Schleppzugschleuse. Sie unterscheidet sich von der einfachen Kammerschleuse im allgemeinen nur durch ihre größere Länge. Sie ist in der Regel zur Aufnahme von zwei großen Schiffen hintereinander mit einem kleinen Schleppdampfer eingerichtet. Umläufe außer den Torschützen sind für sie zum schnellen Füllen unentbehrlich.

e) Die Doppelschleuse (Abb. 344). Sie bietet Raum für zwei nebeneinanderliegende Schiffe. Die Häupter sind gegen die Mittellinie der Kammer versetzt, damit das ein- oder ausfahrende Schiff durch das andere, in der Schleuse liegende Schiff nicht behindert wird. Im übrigen ist diese Schleuse wie die einfache Kammerschleuse eingerichtet. Umläufe sind nicht zu entbehren (vergl. Abb. 354).

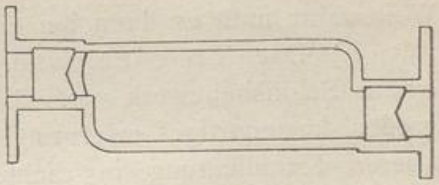


Abb. 344.

f) Die Kuppelschleuse (Abb. 345). Sie dient zur Überwindung eines großen Gefälles, wenn eine einfache Schleuse hierfür nicht ausreichen würde. Sie besteht eigentlich aus zwei dicht aneinander

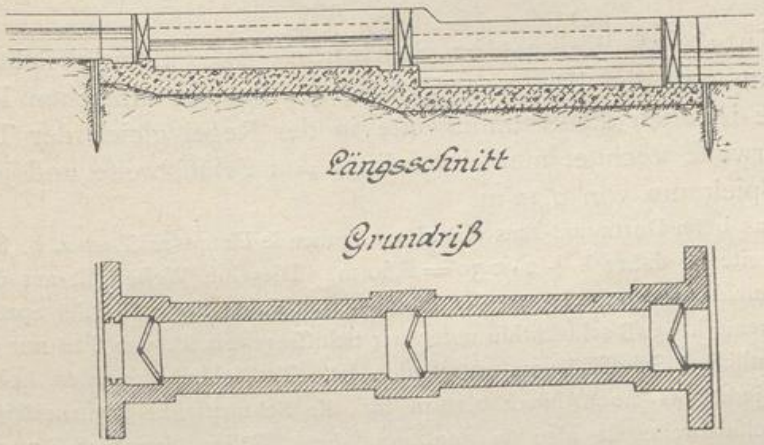


Abb. 345.

gefügten Kammerschleusen, die so verbunden sind, daß nur 3 Tore erforderlich werden. Das Mitteltor ist sowohl Untertor der oberen Schleuse wie Obertor der unteren Schleuse.[1])

[1]) Es gibt auch einfache Kammerschleusen, die ein Mitteltor haben; solches wird dann angeordnet, wenn in der Wasserstraße außer großen auch zahlreiche

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

g) Die Kopf- oder Sackschleuse (Abb. 346) (Bromberg). Das Ober- und das Unterhaupt liegen nebeneinander. Die Kammer erweitert sich von dem hinteren Ende nach den Häuptern. Das Schiff fährt durch das eine Tor ein, z. B. vom Fluß aus durch das Obertor *a*, wird dann nach dem Öffnen der Untertorschütze gesenkt und muß durch das Untertor *b* rückwärts hinausfahren. Für die Weiterfahrt muß es dann bei einem geeigneten Wendeplatz drehen.

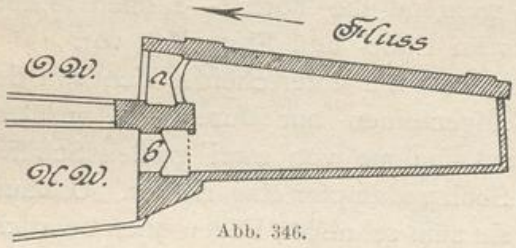


Abb. 346.

h) Die Trogschleuse. Sie kommt nur in Verbindung mit einem Schiffshebewerk vor. Sie besteht aus einem Trog, d. i. ein großes, kastenartiges eisernes Gefäß, das mit der unteren oder mit der oberen Kanalhaltung in dichte Verbindung gebracht werden kann. Das Schiff fährt z. B. vom Unterwasser in den Trog ein; dann wird das Untertor des Troges und das der Haltung dicht geschlossen, das Hebewerk hebt den Trog mit dem Schiff nebst Wasserinhalt zum Oberwasser. Das Obertor des Troges und der Haltung werden dann geöffnet und das Schiff fährt hinaus. (Weiteres siehe unter Schiffshebewerk, Ziff. 24.)

4. Abmessungen der Schiffsschleusen. Die Abmessungen richten sich nach dem größten maßgebenden Hauptschiffe der Wasserstraße.

Nutzbare Weite der Schleuse. Die kleinste lichte Weite liegt immer in den Häuptern (Torweite). Bei der einfachen Kammerschleuse ist auch die Kammerweite in der Regel gleich der Torweite. Die Torweite rechnet man neuerdings = 1 Schiffsbreite und jederseits einen Spielraum von 0,30 m.

Das beim Dortmund-Ems-Kanal maßgebende Hauptschiff ist z. B. 8 m breit; die Torweite ist daher $8 + 2 \cdot 0{,}30 = 8{,}60$ m. Dieselbe Weite gilt aus demselben Grunde auch bei den Schleusen der kanalisierten Fulda und des Oder-Spree-Kanals. Es wird bemerkt, daß schlechthin unter der Schiffsbreite z. B. von 8 m nur die Breite des eigentlichen Schiffskörpers verstanden ist. Tatsächlich kommen bei eisernen Schiffen jederseits noch hinzu 0,10 m für die Schutzplanke (Scheuerleiste). Die größte Schiffsbreite ist also in den angeführten Fällen eigentlich 8,20 m.[1]) Bei

kleine Schiffe verkehren. Bei Durchschleusung eines kleinen Schiffes wird durch Anwendung des Mitteltores die Schleusenkammer verkleinert und dadurch weniger Speisewasser verbraucht.

[1]) Man führt die Schiffsbreite meistens ohne die Schutzplanke an, weil diese Breite für die Tragfähigkeit (Eichung) maßgebend ist, auch weil der Zwischenraum zwischen der eigentlichen Schiffswand und der Schleusenmauer für das Ausweichen des Wassers bei der Einfahrt in Betracht kommt, also für den Fahrwiderstand beim Einfahren.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

manchen Wasserstraßen ist die Festsetzung der Weite zwischen den Häuptern noch von anderen Erwägungen abhängig. Z. B. in der kanalisierten oberen Oder und in manchen Schleusen der Märkischen Wasserstraßen soll nicht allein dem 8 m breiten Hauptschiffe, sondern auch zwei Schiffen von Finowmaß nebeneinander Aufnahme und Durchgang gewährt werden. Die Schiffsbreite nach Finowmaß ist 4,6 m; daraus ergibt sich dort die Kammerweite von $2 \cdot 4{,}6 + 0{,}40 = 9{,}60$ m. Diese Weite ist dann auch zwischen den Toren genommen worden. Für Schleppzugschleusen rechnet man meistens eine größere Torweite als für einfache Kammerschleusen bei demselben Hauptschiffe. Die Torweite der Schleppzugschleusen am Dortmund-Ems-Kanal ist z. B. 10 m (gegen 8,60 m). Für die neugeplanten großen Kanäle (Rhein—Hannover und Großschiffahrtsweg Berlin—Stettin) hält man 9,60 m hierfür als ausreichend.

Nutzbare Länge. Als nutzbare Länge der Schleuse wird in der Regel die Länge zwischen folgenden Grenzen gerechnet: von der Verbindungslinie der Wendenischen des Oberhauptes (bei Schleusen mit Fallmauer von der Mitte der Fallmaueroberkante) bis zum Beginn der unteren Torkammer. Diese Länge ist meistens gleich der größten Länge des Hauptschiffes (vergl. Abb. 355a).

Beim Dortmund-Ems-Kanal ist diese Länge reichlich vorhanden; denn während das eigentliche Hauptschiff 65 m lang ist, so ist die nutzbare Schleusenlänge 67 m.

Bei der maßgebenden Schiffslänge wird übrigens das Steuerruder nicht in Betracht gezogen, da es in der Schleuse erforderlichenfalls immer zur Seite gelegt werden kann.

Nutzbare Tiefe. Da die Tiefe der Kammer in manchen Schleusen größer ist als die Tiefe über den Drempeln, so gilt als maßgebende Tiefe die kleinste Drempeltiefe. (Darunter ist auch verstanden die kleinste Tiefe über dem Vorboden bei Schleusen, deren Sohle gemäß Abb. 337 und 338 gestaltet ist. Man sagt daher öfters allgemeiner anstatt Drempeltiefe auch Tiefe über den Schwellen.) Die kleinste Drempeltiefe der Schleusen ist übrigens meistens größer als die vorhandene nutzbare Tiefe des Kanal- oder Flußlaufes aus folgenden Gründen:

a) es soll die Möglichkeit gelassen werden, die Wasserstraße noch nachträglich zu vertiefen;

b) durch größere Tiefe der Drempel (Schwellen) unter dem Schiffsboden soll beim Einfahren der Schiffe in die Schleuse der Widerstand des Wassers ermäßigt werden; denn da der seitliche Spielraum beim Einfahren des Schiffes sehr gering ist, so muß außerdem unter dem Schiffsboden ein hinreichender Spielraum zum Ausweichen des Wassers vorhanden sein (möglichst 0,50 bis 1 m).

Beim Dortmund-Ems-Kanal ist die geringste Streckenfahrtiefe 2,50 m, die Drempeltiefe dagegen 3 m, beim kanalisierten Main ist die kleinste Streckentiefe 2 m, die kleinste Drempeltiefe — am Unterdrempel — 2,50 m (am Oberhaupt liegt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Vorboden aus besonderen Gründen 2,90 bis 3 m tief). Bei der kanalisierten Oder ist die kleinste Streckentiefe 1,50 m, die Drempeltiefe 2 m usf.

Die nutzbaren Längen- und Breitenabmessungen nebst kleinster Drempeltiefe für die Schleusen in mehreren Wasserstraßen sind nachstehend zusammengestellt:

Die Wasserstraße	Der Schleusen		Kleinste Wassertiefe über Drempel	Bemerkungen
	nutzbare Länge	Torweite		
1. Main	80	10,5	2,5	
„	(255)	(10,5)	„	(Schleppzugschleuse).
2. Dortmund-Ems-Kanal	67	8,6	3,0	
„	(165)	(10)	„	(Schleppzugschleuse).
3. Plauer Kanal	65	8,0	2,0	
4. Fulda	59	8,6	1,5	
5. Oder-Spree-Kanal	58	8,6	2,5	
6. Obere Oder	55	9,6	2,0	
7. Saar	40,8	6,6	2,0	
8. Obere Mosel	36	6,0	2,0	
9. Netze	42	5,0	1,5	
10. Finow-Kanal	41	5,3	1,75	
11. Unter-Spree	110	9,6	2,5	Berlin.
„	81	9,6	2,0	Charlottenburg.
12. Elbe-Trave-Kanal	80	12,0	2,5	

C. Der Schleusenkörper mit Zubehör.

Der Schleusenkörper besteht aus dem Boden und den Seitenwänden.

Für ihn sind folgende Herstellungsarten möglich:

a) der Boden und die Seitenwände bestehen aus Steinwerk (Mauerwerk oder Beton);
b) der Boden besteht aus Holz, die Seitenwände aus Steinwerk;
c) der Boden und die Seitenwände bestehen aus Holz;
d) der Boden besteht aus einer mit Busch und Steinen gedeckten Sohle, die Wände aus gedeckten Böschungen.

Anm. Die Fälle c) und d) beziehen sich nur auf die eigentliche Kammer. Die Häupter werden in neuerer Zeit immer in Steinwerk ausgeführt, der Boden der Häupter, falls nicht in Steinwerk, so doch mindestens in Holz.

5. Steinerne Schleusenböden und -Wände. Bei tragfähigem Untergrunde, z. B. Sand und Kies, wird der Schleusenboden in der Regel mit Beton zwischen Spundwänden ausgeführt (Abb. 347

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bis 353).[1]) Der Betonkörper bildet dann zugleich das Grundmauerwerk für die Seitenwände. Die Spundwände umschließen das ganze Schleusenbauwerk (sie fehlen nur bei felsigem oder sonst dichtem Untergrunde). Außer der oberen und der unteren Querspundwand kommt bisweilen (aber selten) noch eine Querspundwand unter dem Drempel vor, die aber nur wenig in den Beton eingreifen darf. Die Spundwände dienen zugleich zur Abschneidung von Wasseradern (vom Oberwasser) unter oder um die Schleuse, so daß diese nicht, wie man sagt, unterläufig oder umläufig wird. (Letzteres soll auch der Tonkern am Flügel in Abb. 352 verhüten.) In der Schleusenkammer wurde der Betonboden früher (wie in den Häuptern auch jetzt) meistens mit einigen Ziegelsteinschichten übermauert (mindestens eine Rollschicht); jetzt bleibt der Beton des Kammerbodens meistens nackt (Abb. 351 bis 353). Der Kammerboden wird im Querschnitt öfters als umgekehrtes Gewölbe, also in der Mitte tiefer hergestellt als an den Seiten, um dem erheblichen Wasserdruck besser zu begegnen, der vom Grunde heraufdrückt (Abb. 353). Dieser Druck (Auftrieb) steht unter dem Einflusse des höher stehenden Grundwassers. Bei völlig geleerter Kammer (also beim Bau oder bei Instandsetzungen) ist dieser Druck besonders wirksam. Bei andern Schleusen ist der Betonboden geradlinig (Abb. 349), dafür aber die Betonsohle in der Mitte häufig stärker ausgeführt als an den Seiten (Abb. 350).

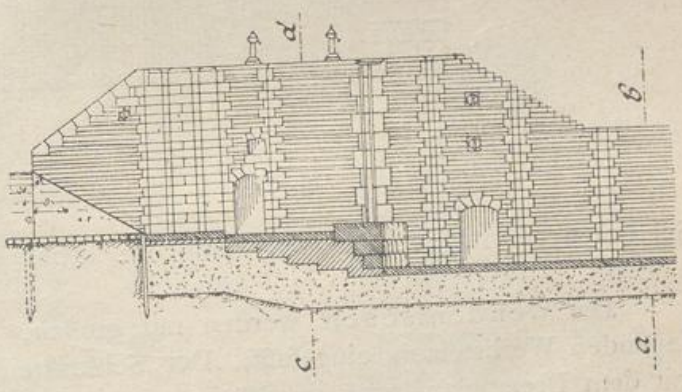


Abb. 347.

Die Drempelschwelle wird immer in Werksteinen ausgeführt. Diese werden meistens gewölbsteinartig nebeneinandergesetzt (Abb. 348 und 352). Häufig erhalten auch die Kanten des Vorbodens und der Fallmauer Werksteineinfassung. Die Seitenwände der Schleuse werden in Mauerwerk oder in Stampfbeton ausgeführt. An der Innenseite wird der Beton mit Klinkermauerwerk verblendet (Abb. 353).

[1]) Abb. 347 bis 350 sind von einer Schleuse des kanalisierten Mains entnommen (hochwasserfreies Oberhaupt vergl. Abschn. 23, S. 308 bis 312, obere Oder und Main), Abb. 351 bis 353 von einer Schleuse des Dortmund-Ems-Kanals (Ober- und Unterhaupt; Kammer in der Länge verkürzt). Über die vorhandenen Umlaufkanäle vergl. nachstehend Ziff. 6.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

In Abb. 353 sind auch die Umlaufkanäle in Klinkermauerwerk gemauert zu denken. Es gibt auch Schleusenmauern aus Bruchsteinmauerwerk mit Schichtstein- oder Klinkerverblendung (Abb. 347 bis 350, Schichtsteinverblendung). Die Seitenwände der Schleusen sind innen meistens senkrecht ausgeführt, seltener (besonders bei großen, hohen

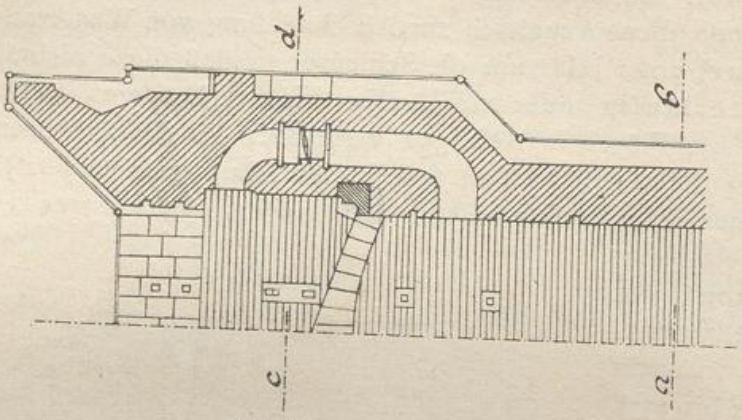


Abb. 348.

Schleusen, z. B. Seeschleusen) sind sie etwas geböscht, z. B. $^1/_{10}$ u. dergl.

Die Wendenischen werden mit großen, in gutem Verbande liegenden Werksteinen eingefaßt. Der Sohlenstein der Nische bildet mit dem Drempelanfänger ein Stück; unten liegt er zugleich im Torkammerboden. Hier nimmt der Stein die Grundzapfenplatte für das Tor auf (Zapfenstein) (Abb. 348). Zur Erzielung eines guten dichten Anschlusses für das Tor werden die Werksteine in der Nische nach dem Versetzen glatt geschliffen.[1]) Auch alle vorstehenden Kanten an den Häuptern werden mit Werksteinen oder mit besonders harten Klinkern eingefaßt und die Kanten außerdem abgerundet. Die Krone der Kammermauern wird meistens mit Deckplatten von Werksteinen, auch mit harten Klinkerrollschichten abgedeckt. Die Krone liegt in der Regel 0,50 bis 0,60 m über dem gewöhnlichen Oberwasserstande.

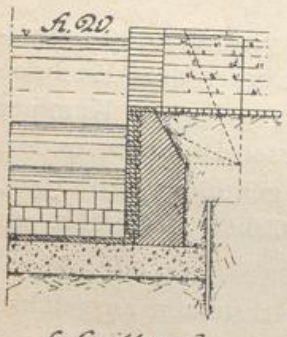


Abb. 349.

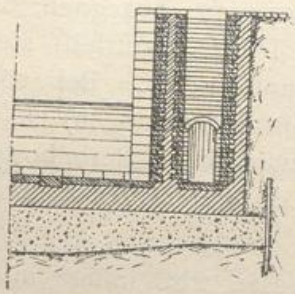


Abb. 350.

[1]) Bei manchen in neuerer Zeit ausgeführten Schleusen (Oder-Spree-Kanal und kanalisierte Oder) sind die Wendenischen anstatt mit Werksteinen mit Gußstahlplatten bekleidet (bei eisernen Schleusentoren).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Dammfalze. Die Dammfalze am Vor- und am Hinterhaupt sind die äußeren, die dazwischen liegenden die inneren Dammfalze. Zur Trockenlegung der ganzen Schleuse werden Dammbalken in die

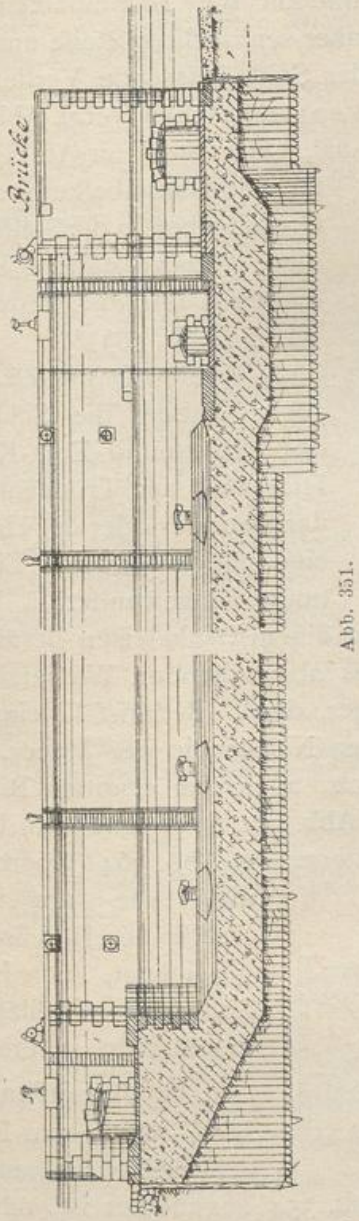


Abb. 351.

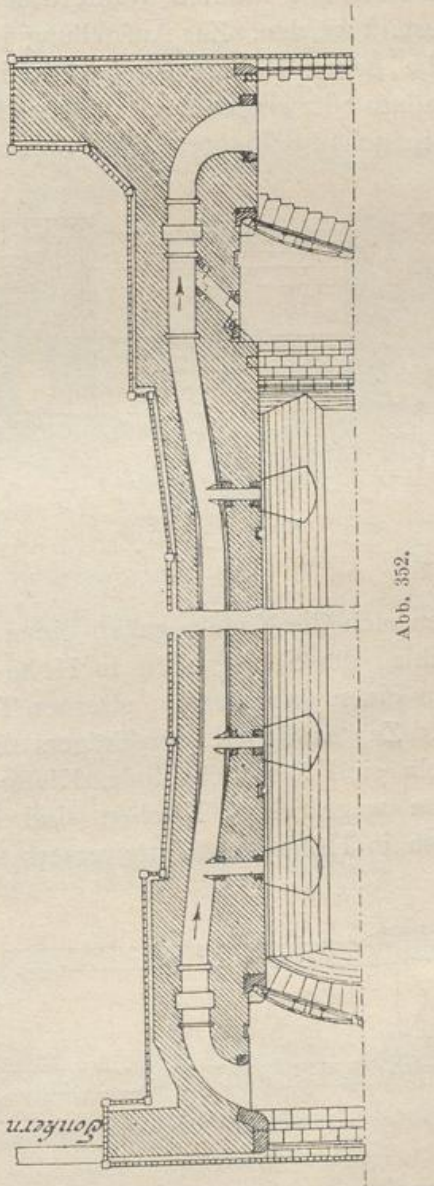


Abb. 352.

beiderseitigen äußeren Falze, zur Trockenlegung eines Hauptes in die betreffenden äußeren und inneren Falze eingebracht. Bei den meisten Schleusen sind sowohl die äußeren wie die inneren Falze doppelt, bei anderen die inneren einfach (bisweilen auch die äußeren). Es kommt dabei auf die Weite der Schleuse, auf den auf die Dammbalkenwand wirkenden Wasserdruck und die gewählte Stärke der Dammbalken an;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

übliche Stärken sind 20 bis 28 cm. Zwischen die doppelte Dammbalkenwand wird Dichtungsboden eingebracht und festgestampft; einfache Dammbalken müssen zum Dichthalten genauer passend gearbeitet sein; gegen sie wird außerdem meist Boden geschüttet. Bei weiten Schleusen und hohem Wasserdruck müssen die Dammbalkenwände abgesteift werden. Zur Aufstellung je einer senkrechten Steife und einer Strebe gegen letztere sind öfters in der Sohle passende Vertiefungen (Quadern oder eingemauerte eiserne Kasten) vorgesehen (vergl. Abb. 348). Bei manchen Schleusen (Oder-Spree-Kanal, Oder) liegt zur Auflagerung für jede Dammbalkenwand ein Grundbalken in der Sohle, über diese etwas vorstehend, zwecks dichteren Grundschlusses der Wand (Abb. 383).[1])

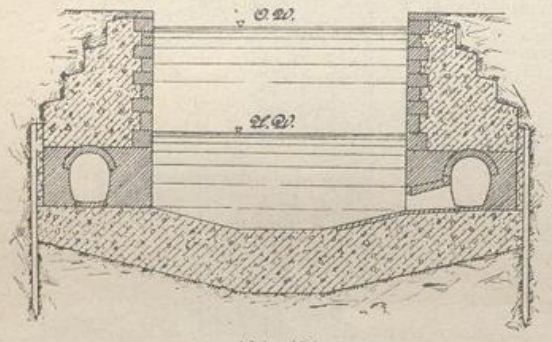


Abb. 353.

Keine Dammfalze dagegen haben die Schleusen des Dortmund-Ems-Kanals. Hier wird zur Trockenlegung der Kammer oder der Häupter eine nadelwehrartige Einrichtung angewendet. Unten lehnen sich die Nadeln gegen einen mit einem Winkeleisen besäumten Anschlag der Sohle, oben in Höhe des abzuhaltenden Wasserstandes gegen einen wagerechten, eisernen Träger, der im Bedarfsfalle eingelegt wird. Zur Aufnahme des Trägers dienen Nischen in der Mauer. Die Nadeln sind aus Eichenholz, Kiefernholz, auch aus eisernen Rohren. Solche wagerechten Nischen sind in Abb. 351 jederseits am Unterhaupte in Höhe des Unterwassers sichtbar. In Abb. 364 (Oberhaupt) sind die eingelegten Träger im Durchschnitt gezeichnet, auch in der Sohle die Anschläge für die Nadeln zu ersehen.

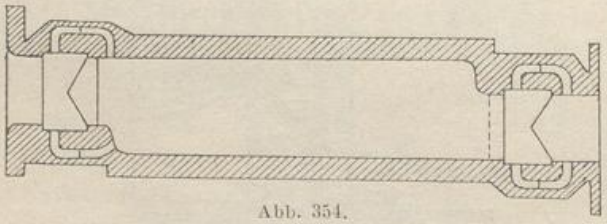


Abb. 354.

6. Umlaufkanäle.

Die Umläufe zum Füllen der Schleusenkammern sind meistens so angeordnet, wie in Abb. 354 angedeutet ist, nämlich in jedem Haupte von der Torkammer ausgehend und unterhalb des

[1]) Zur Handhabung der Dammbalken sind an ihren Enden Haken, Ringe oder Bügel angebracht, weiteres siehe in Abschn. 25, Wehre, Ziff. 8. Das schwierige Einbringen und Herausholen der Dammbalken wird an den Schleusen des Großschiffahrtsweges bei Breslau auf beiden Seiten mit je einer verstellbaren eisernen Winde bewirkt, die mit einem Drahtseil verankert wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tores in die Kammer bezw. in das Hinterhaupt einmündend. Bisweilen liegt die obere Mündung des oberen Umlaufes in der Stirnmauer des Oberhauptes (Abb. 355), ebenso die Austrittsöffnung des unteren Umlaufes in der Stirnmauer des Unterhauptes. Man nennt die beschriebene Art Umläufe kurze Umläufe. Das Schütz liegt meistens etwa in der Mitte des Umlaufes in einem Schacht (Abb. 348 und 350), der bis zur Schleusenkrone hochgeführt ist. Die Austrittsöffnung des Umlaufes in die Schleuse wird meistens weiter gemacht als die Schützöffnung (Abb. 355), damit das ausströmende Wasser ruhiger ausfließt. Die Austrittsöffnung muß möglichst tief liegen. Neuerdings werden bei großen Schleusen sog. lange Umläufe angewendet, nämlich je ein Längskanal, der, von der Torkammer des Oberhauptes ausgehend, längs durch die Kammermauer bis zum Hinterhaupt geführt ist und in dieses einmündet. Man nennt sie auch durchgehende Umläufe. Von diesem Längskanal führen dann mehrere niedrige Stichkanäle dicht über der Schleusensohle in die Kammer (Abb. 355a, auch Abb. 351 bis 353).

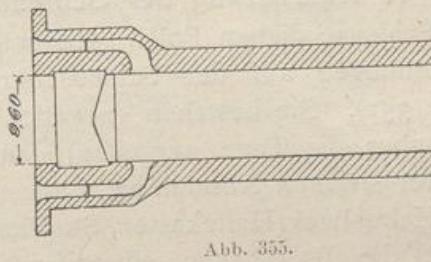


Abb. 355.

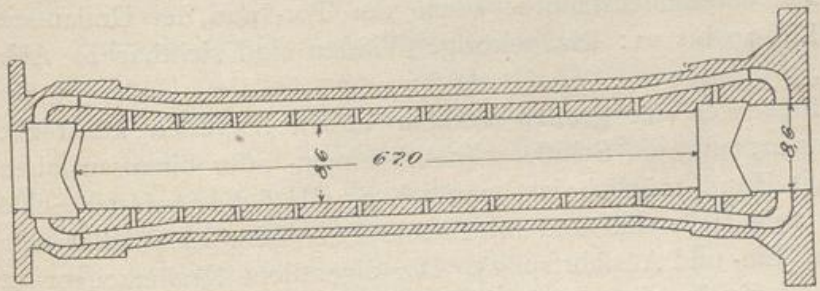


Abb. 355a.

Diese Anordnung hat den Vorteil, daß das in die Kammer strömende Wasser durch die Stichkanäle sich mehr verteilt, außerdem dicht am Boden eingeführt wird, und die Schiffe so nicht dem von vorn kommenden Wasserstoße und schädlichen Schwankungen ausgesetzt werden wie bei kurzen Umläufen. In Abb. 351 bis 353 sind zum Schutze der Betonsohle vor den Austrittsöffnungen Klinkerrollschichten von trapezähnlicher Grundfläche eingelegt. In die untere Torkammer mündet ein (schräg gerichteter) Spülkanal ein (Abb. 352). Bei manchen Schleusen, die eine Fallmauer haben, werden die oberen (kurzen) Umlaufkanäle, unter die obere Torkammer gehend und sich dort vereinigend, mit einer gemeinsamen sehr weiten Öffnung unter dem Dempel in die Kammer geführt. Weiteres siehe unter Zylinderschützen, Ziff. 21 (Abb. 395, 396). Wegen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der tiefen Ausmündung und der bedeutenden Weite der Austrittsöffnung ist hierbei die Strömung für die Schiffe weniger fühlbar als bei gewöhnlichen kurzen Umläufen mit seitlicher Einströmung.

7. Ausrüstung der Schleuse. Zur Befestigung der Schiffe in der Schleuse dienen Poller (Haltepfähle, Stopfpfähle), die, in gewissen Entfernungen auf der Schleusenkrone verteilt, fest eingesetzt sind (Abb. 351). Sie bestehen entweder aus glatt bearbeiteten Werksteinen (die aber die Taue angreifen), aus Eisen oder aus Holz. Weiteres darüber siehe in Abschn. 27, Ladestellen. Ferner sind in die Mauern sog. Haltebügel (Haltekasten, Stopfkasten) eingesetzt (vergl. Abschn. 27), damit die Bootshaken eingreifen können (Abb. 347 und 351), bei Schleusen mit stärkerem Gefälle in zwei Reihen übereinander. An jeder Kammermauer sind eine oder mehrere eiserne Steigleitern angebracht, die senkrecht in Mauerfalzen (Leiterfalzen) fest eingesetzt sind (Abb. 351).

Damit man leicht von einer Seite der Schleuse zur anderen gelangen kann, haben die Tore Laufbrücken, etwa 0,8 bis 0,9 m breit, die aber nur bei geschlossenen Toren überschritten werden können. Bisweilen befindet sich außerdem über dem verlängerten Unterhaupt (Hinterhaupt) eine feste Brücke, die die Ein- und Ausfahrt der Schiffe nicht hindert, wenn sie mit ihrer Unterkante 4 m über dem Unterwasserstand liegt. Über die Bewegungseinrichtungen zum Öffnen und Schließen der Schleusentore, sowie der Tor- und der Umlaufschützen siehe Ziff. 17 bis 21; dazugehörige Winden sind sichtbar in Abb. 347, 351 u. 361.

Schleusen für großen Verkehr haben bisweilen künstliche Einrichtungen, um die Schiffe schneller hinein- oder hinauszuziehen, als dies mit Hand möglich ist, nämlich Spills, die auf der Schleusenmauer aufgestellt sind und mit Druckwasser oder Elektrizität betrieben werden (Ein- und Ausfahrtspills). Der eigentliche Krafterzeuger ist eine Turbine, die in einem Schacht am Unterhaupt eingebaut ist und aus dem Oberwasser vermittels eines besonderen Zuleitungsrohres beaufschlagt wird.[1]) Endlich sind an jeder Schleuse Laternen aufgestellt.

8. Hölzerne Schleusenböden. Schleusen, deren Mauern auf Pfahlrost gegründet werden (wegen schwieriger Untergrundverhältnisse), erhalten einen hölzernen Boden. Dieser geht entweder als nackter Holzboden in der ganzen Schleusenlänge durch, oder er wird, be-

[1]) Turbine ist ein eisernes Kreiselrad, das etwa umgekehrt wirkt wie eine Kreiselpumpe (vergl. S. 154). Das Wasser wird aus dem Oberwasser, also unter Druck stehend, mit einer Rohrleitung in das Gehäuse des Kreisels eingeführt, treibt diesen sehr schnell herum und fließt in dem Fallrohr wieder heraus. Die Welle des Kreisels kann vermöge ihrer schnellen Umdrehungen allerhand Maschinen treiben. Es gibt Turbinen mit wagerechter, häufiger aber mit senkrechter Welle; die Turbine selbst ist also stehend oder liegend. Sie sind sehr verschieden gebaut.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

sonders in den Häuptern, teilweise oder ganz übermauert. Der etwa vorhandene Vorbodenabfall und die Drempel lassen sich bei Übermauerung leichter ausführen als im Holz. Abb. 356 zeigt einen in der Kammer übermauerten Holzboden mit sog. umgekehrtem Gewölbe. Im Torkammerboden hat die Übermauerung immer ebene Oberflächen.

Es gibt zweierlei Anordnungen des eigentlichen Holzbodens, nämlich je nachdem man

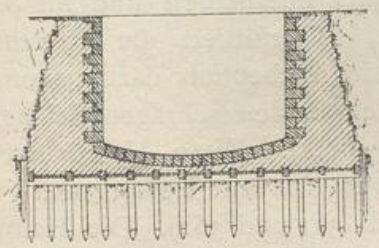


Abb. 356.

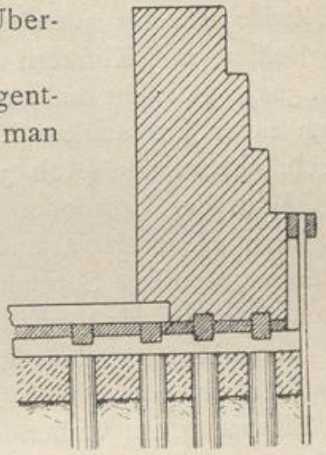


Abb. 357.

die Grundbalken (Grundschwellen) quer oder längs zur Schleuse anordnet.

a) Grundbalken quer zur Schleuse (Abb. 357). Diese Anordnung ist die bessere. Die Grundbalken gehen einheitlich durch die ganze Schleusenbreite; quer darüber liegen die Zangen, also in der Längsrichtung der Schleuse. Damit die Grundbalken nicht durch den Auftrieb des Wassers von den Grundpfählen gehoben werden, sind sie mit den Pfählen durch Grund- oder Keilzapfen verbunden (siehe Zimmerarbeiten S. 122, Ziff. 16). Die Zangen werden mit den Grundschwellen durch Verkämmung und Spitzbolzen verbunden.[1]) Der etwa 8 bis 10 cm starke Bohlenbelag wird felderweise zwischen den Zangen auf die Grundbalken genagelt. Die letzte Öffnung zwischen Bohle und Zange wird durch ein keilförmig gesäumtes Stück besonders dicht ausgefüllt. Alsdann werden Spannbalken quer über den Bohlenbelag gestreckt (über jeden Grundbalken einer), so daß sie noch 0,6 m unter die Seitenmauern greifen. Zur Verbindung der Spannbalken mit den Grundbalken sind sog. Schlüsselkeile üblich (Abb. 358). Sie bestehen aus drei Teilen (von Eichenholz). Die beiden äußeren sind ent-

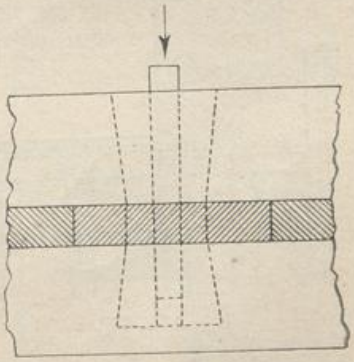


Abb. 358.

[1]) Spitzbolzen (Scharfbolzen) sind Bolzen, die mit scharfkantiger aufgehauener Zuspitzung versehen sind.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

sprechend den schwalbenschwanzförmigen Löchern der zu verbindenden Balken gearbeitet; der mittlere Teil wird nach Einsetzung der beiden anderen eingetrieben. (Die Schlüsselkeile werden in 2 bis 3 m Entfernung angeordnet, dazwischen außerdem Spitzbolzen eingeschlagen.) Die Zwischenfelder zwischen den einzelnen Spannbalken werden über den Bohlen mit Klinkern ausgemauert (siehe den Torkammerboden, Abb. 361). Bei sehr durchlässigem Untergrunde muß unter dem Bohlenbelag zuvor ein starker Tonschlag (je nachdem 0,3 bis 0,8 m stark) eingebracht werden (Abb. 357 und Abb. 361 im Oberhaupt).

Wird der Holzboden nicht ganz übermauert und im besonderen der Drempel in Holz ausgeführt, so erfordert die Herstellung des letzteren besondere Sorgfalt. Es wird Eichenholz dazu genommen. Er besteht aus der Hauptschwelle, den beiden schrägen Schlagschwellen und dem Mittelstück (sog. Königstück). Diese Hölzer werden mit dem Pfahlrost gut verbolzt und unter sich mit Versatzung, Verzapfung und Eisenzeug gut verbunden (Abb. 361 und 362). Die Hauptschwelle greift unter das Mauerwerk, die Felder zwischen den Drempelhölzern werden mit starken Bohlen dicht und fest passend ausgefüllt.

b) Grundbalken längs zur Schleuse. Dies ist die ältere Anordnung. Die Zangenbalken gehen quer durch die Schleuse; auf sie ist der Bohlenbelag genagelt, und zwar meistens doppelt (Abb. 359).

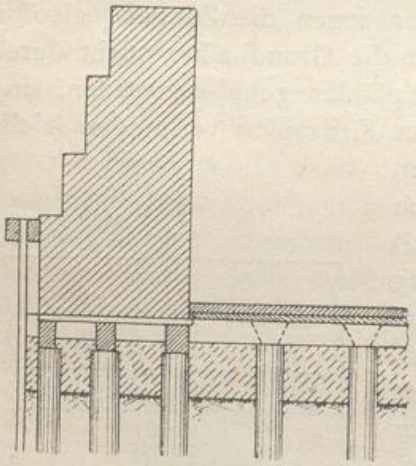


Abb. 359.

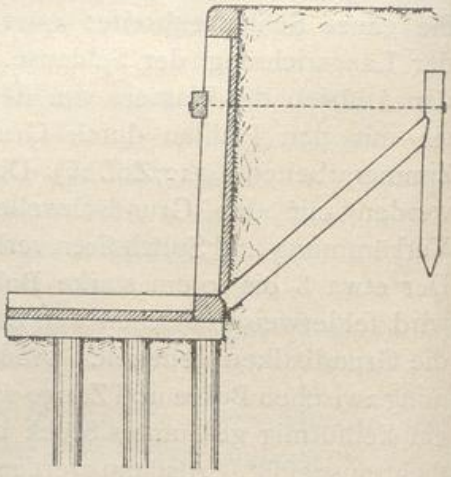


Abb. 360.

9. Hölzerne Schleusenwände. Sie werden vorkommendenfalls nur aus Ersparnis ausgeführt, und zwar besonders in Nebenkanälen. Ältere derartige Ausführungen zeigen ein aufgeständertes Bohlwerk (Abb. 360). Der Fuß der Wandständer, die gut verankert werden müssen, stützt sich gegen Spannbalken. Anstatt solcher Bohlwerkswände kommen jetzt häufiger Pfahlwände aus dicht gerammten Pfählen, namentlich Spundpfählen vor; sie reichen aber in der Regel nicht bis

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zur Schleusenkrone, sondern werden tiefer verholmt; der obere Teil der Schleusenwand wird dann als befestigte Böschung ausgeführt. Als

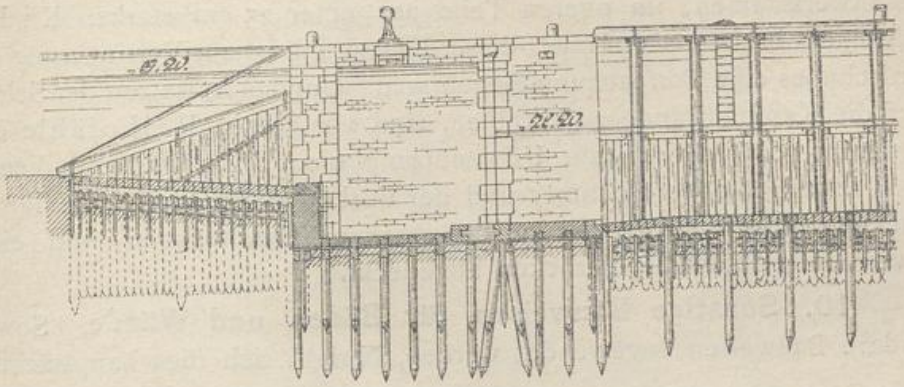


Abb. 361.

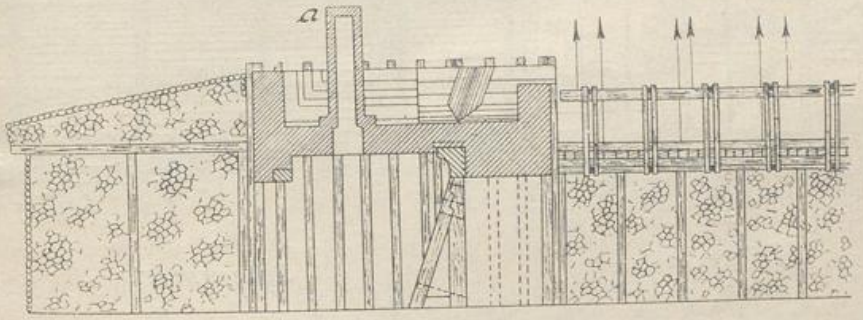


Abb. 362.

Beispiel diene die Schleuse im Verbindungskanal bei Emden (Abb. 361 bis 363). Sie hat die Länge, Weite und Drempeltiefe wie die Schleusen des Dortmund-Ems-Kanals. Die Häupter sind aus Ziegelmauerwerk mit Klinkerverblendung ausgeführt, und zwar auf Pfahlrost gegründet, der zur Bildung des hölzernen Bodens (mit Spannbalken) durchgeht. Unter jedem Haupt sind gegen Durchquellung drei Querspundwände angeordnet (Pfähle und Spundwände sind verkürzt gezeichnet). Die Drempel sind aus eichenen Balken gebildet, welche durch Schraubenbolzen mit dem Pfahlrost fest verbunden sind. (Wegen *a* in Abb. 362 siehe Ziff. 17 d, S. 349.)

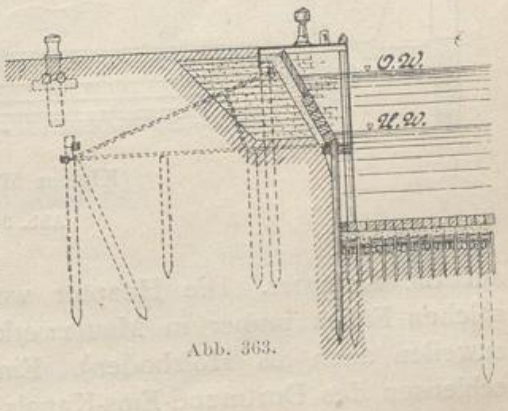


Abb. 363.

Die Kammerwände bestehen bis Unterwasserhöhe aus senkrechten Spundwänden, die nach hinten verankert und durch Quer-

balken in der Sohle gegeneinander abgespreizt sind. (Diese Querbalken liegen in der Ebene des Sohlenpflasters.) Auf die Spundwand setzt sich eine gepflasterte Böschung 1 : $^1/_2$ (das Pflaster unten aus Basaltwerksteinen, im oberen Teile aus einer 25 cm starken Klinkerrollschicht bestehend). Hinter dieser Pflasterung ist zur Verringerung des Erdschubes eine Torfpackung eingebracht. Um das Aufsetzen der Schiffe auf die Kammerwände zu verhüten, sind vor diesen Reibpfähle eingerammt, die zugleich zur Unterstützung einer Laufbrücke dienen.

Die Sohle der Kammer und der Vorböden ist durch eine Buschpackung und darüber mit 30 cm starkem Basaltpflaster und einer Zwischenlage aus Ziegelbrocken abgedeckt.

10. Sonstige Bauweisen für Böden und Wände. Soweit andere Bauweisen angewendet werden, bezieht sich dies hauptsächlich

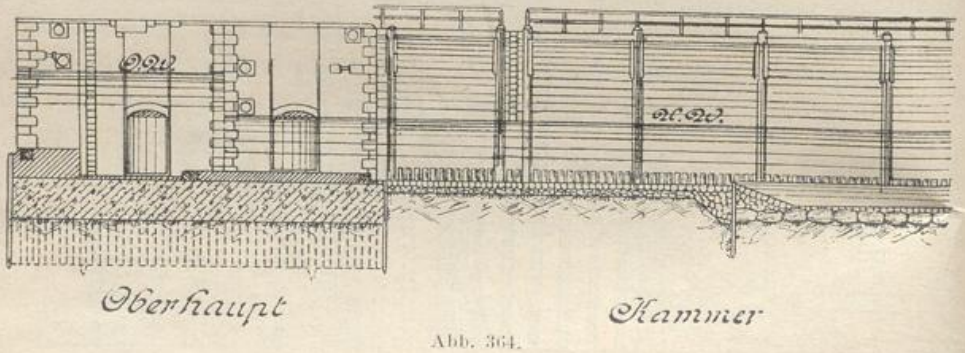
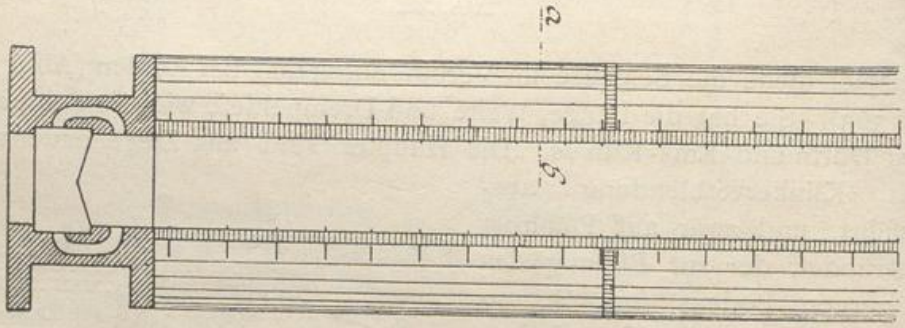


Abb. 364.



(Kleiner Maßstab.)

Abb. 365.

auf die Kammer. Die Häupter werden in Wänden und Böden in solchen Fällen immer in Mauerwerk oder Beton erbaut (ihr Boden zuweilen auch als Holzboden). Ein Beispiel bieten die Schleppzugschleusen des Dortmund-Ems-Kanals (Abb. 364 bis 366).

Die Kammerwände sind im Verhältnis 1 : 1 geböscht, mit Steinpflaster auf Schotterunterlage befestigt (Abb. 366). Der Fuß des Pflasters stützt sich auf eine Steinpackung; diese ist durch eine Pfahl-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wand begrenzt. Die Kammersohle ist nahe den Häuptern mit Bruchsteinpflaster, im übrigen mit Faschinenlagen und darüber mit einer Steinpackung befestigt. In der Linie des Böschungsfußes ist auf beiden Seiten eine hölzerne Leitwand aus 0,36 m starken, 5,5 m voneinander entfernten Pfählen mit einem 1 m breiten Laufsteg angeordnet. Der Laufsteg ist mit der Schleusenkrone an jeder Seite durch je zwei Querstege verbunden.

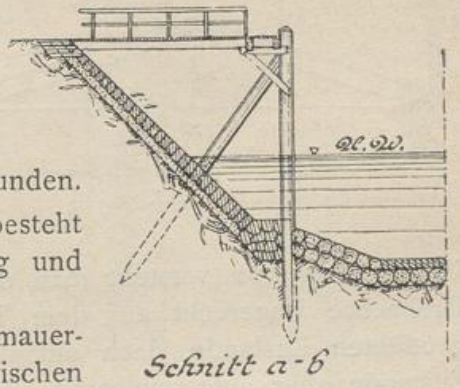


Abb. 366.

Das Sturzbett am Unterhaupt besteht aus Senkfaschinen mit Steinpackung und dazwischen geschlagenen Pfählen.

Die Häupter sind aus Klinkermauerwerk hergestellt; sie sind auf Beton zwischen Spundwänden gegründet und haben kurze Umläufe.

Am Main bestehen die Kammern der Schleppzugschleusen aus einem 255 m langen Stück des Schleusenunterkanals; sie schließen unmittelbar an das gemauerte Unterhaupt der Hauptschleuse an. Das Unterhaupt der Schleppzugschleuse ist ebenfalls gemauert. Die Schleusen-(Kanal-)wände sind mit starker Steinbekleidung befestigt.

11. **Das Sturzbett,** das an das Unterhaupt der Schleusen anschließt, ist immer befestigt, wenn nicht Felsboden oder fester Steingrund vorliegt; in steinreichen Gegenden wird die Deckung durch Steinschüttungen und darüber aus Packungen mit schweren Steinen gebildet, in anderen Gegenden, und wenn Sandgrund vorliegt, aus Faschinenlagen (gekreuzt), Senkfaschinen oder Sinkstücken und darüber Steinpackung auf Kleinschlag, Kies oder Ziegelbrockenunterlagen. In die Grundlagen werden öfters (vor Ausführung der Steinpackung) in gewissen Entfernungen Pfähle geschlagen. Manche Sturzbetten sind auch durch einen Betonboden gedeckt, der dann eine unmittelbare Verlängerung des Hinterbodens der Schleuse darstellt.

D. Schleusentore.

Als Schleusentore in Binnenwasserstraßen kommen hauptsächlich Stemmtore in Betracht; in geringem Umfange (als Obertore) sind auch Klapptore ausgeführt worden. Der Vollständigkeit wegen sind ferner zu nennen die selten vorkommenden Schiebetore und die Hubtore.

Ein Stemmtor hat zwei Flügel, deren senkrechte Drehachse in der Wendenische der Torkammer liegt, und die sich mit ihrer anderen senkrechten Stirn gegeneinander stemmen. Die beiden Torflügel bilden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dabei einen Winkel, der durch das Drempeldreieck bestimmt wird (Abb. 367). Die Grundseite dieses gleichschenkligen Dreieckes w ist gleich der lichten Torweite und liegt in der Verbindungslinie der Wendenischenvorsprünge; die Höhe h ist der Abstand der Drempelspitze von dieser Grundseite. Die Höhe ist in der Regel $^1/_5$ bis $^1/_6$ der Grundseite (bei älteren Schleusen auch $^1/_4$). Die Flügel schlagen unten gegen den Drempel.

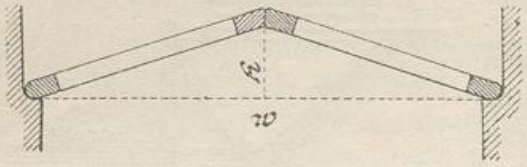


Abb. 367.

Unter Klapptor versteht man dagegen ein einflügliges Tor, dessen Drehachse wagerecht auf dem Torkammerboden liegt, und das im geöffneten Zustande flach auf dem Boden ruht, in geschlossenem Zustande aber aufgerichtet ist und sich seitlich gegen die Anschläge der Torkammernischen stützt (Ziff. 14). Einflüglig sind meistens auch die Schiebetore und die Hubtore (vergl. Ziff. 15 und 16).

12. Hölzerne Stemmtore[1]) (Abb. 368 bis 378). Das Gerüst (Gerippe) eines Torflügels zeigt folgende Teile: die Schlagsäule, die sich gegen den anderen Torflügel stemmt, ferner die Wendesäule, die in der Wendenische ihren Platz hat. Unten steht die Wendesäule in einem gußeisernen Schuh, dessen unterster Teil die Pfanne heißt. Vermittels dieser Pfanne ruht die Wendesäule auf einem Zapfen, dem Grundzapfen, der mit seiner Grundplatte im Bodenstein der Wendenische festsitzt. Oben trägt die Wendesäule eine sog. Haube; in ihr ist der Halszapfen fest eingesetzt, um den das Halsband oder Halseisen greift; dieses ist in die Torkammermauer hinein nach zwei Richtungen fest verankert (Abb. 369 und 370). Die Wendesäule ist mit der Schlagsäule durch das obere und das untere Rahmenholz und zwischen diesen durch die Riegel fest verbunden. (Wendesäule, Schlagsäule, oberes und unteres Rahmenholz nennt man den Torrahmen.) Zur Versteifung des Tores ist eine Strebe angebracht, die vom unteren Ende der Wendesäule ausgeht und schräg nach dem oberen Rahmenholz reicht, ferner zwei eiserne Zugbänder, die entgegengesetzt zur Strebe gerichtet sind. Zwischen zwei der unteren Riegel, häufiger zwischen dem untersten Riegel und dem unteren Rahmenholz, befindet sich eine Schützöffnung (in Abb. 368 zwei Öffnungen), die seitlich je durch zwei senkrechte Pfosten eingefaßt ist. An der Oberwasserseite ist das Tor mit dichter Bohlenbekleidung versehen. Die Bohlen sind gleichlaufend mit der Strebe gerichtet.

[1]) Abb. 368 ist vom kanalisierten Main entlehnt (die Ausklinkung der unteren Torecke dient zur Durchleitung der Schleppkette), Abb. 372 bis 377 von den Märkischen Wasserstraßen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Schützöffnung wird durch das Schütz geschlossen, das in dem Schützrahmen geführt wird. Auf dem oberen Rahmenholz des Tores sind

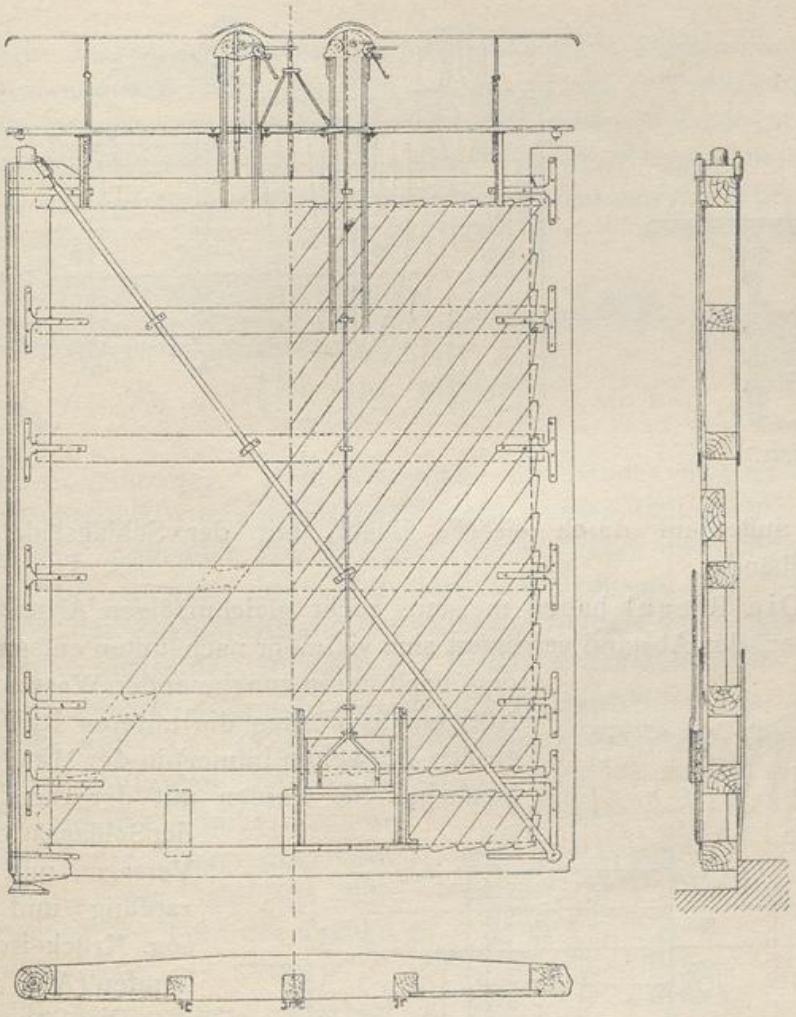


Abb. 368.

eiserne Stützen aufgesetzt, die die Laufbrücke tragen (Abb. 371). Von der Laufbrücke aus wird die Aufzugsvorrichtung für die Schützen bedient.

Das obere und das untere

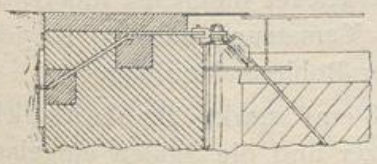


Abb. 369.

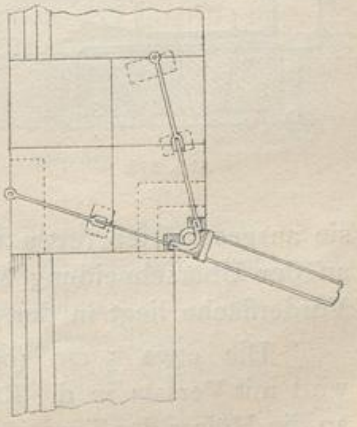


Abb. 370.

Rahmenholz werden mit der Schlag- und der Wendesäule durch Versatz und Zapfen verbunden (Abb. 372 und 373), mit der Wende-

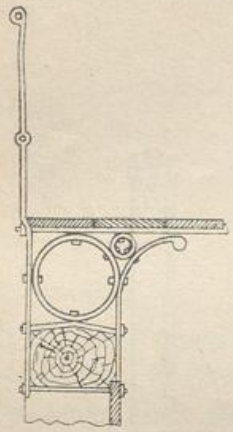


Abb. 371.

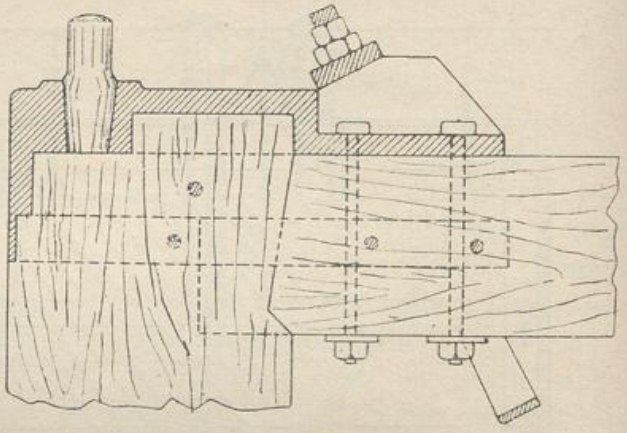


Abb. 372.

säule außerdem durch eiserne Bügel, mit der Schlagsäule durch Winkelbänder.

Die Riegel haben meistens nicht gleichmäßigen Abstand voneinander, der Abstand verringert sich vielmehr nach unten entsprechend dem nach unten zunehmenden Wasserdrucke. Nötigenfalls werden die unteren Riegel (bei großen Torweiten immer) in der Mitte stärker gemacht. Sie werden mit der Wende- und der Schlagsäule durch Versatz und Verzapfung und durch sog. Krückeisen verbunden (Abb. 368).

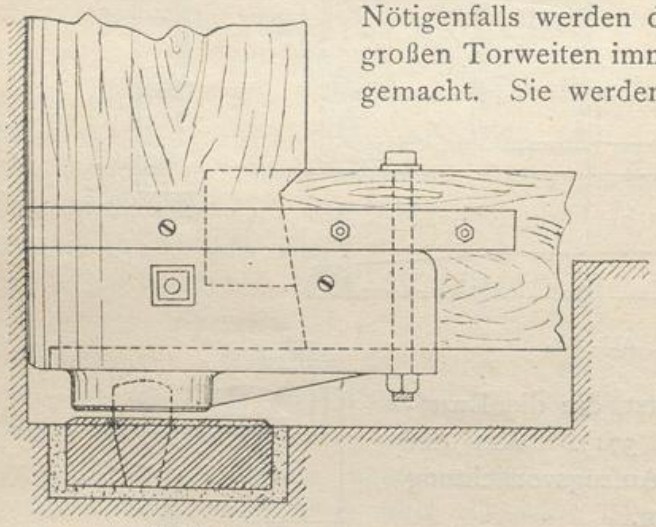


Abb. 373.

Die Strebe erhält an beiden Enden Versatzung und Zapfen. Sie braucht nur etwa halb so stark zu sein als die Säulen. Zur Überschneidung mit den Riegeln wird sie ausgeschnitten (etwa 10 cm, die Riegel möglichst nicht); sie erhält an der Überschneidung beiderseits Versatzung mit den Riegeln. Ihre Vorderfläche liegt in der Flucht der Bohlenbekleidung.

Die etwa 5 cm (höchstens 8 cm) starke Bohlenbekleidung wird mit Versatz in die Rahmenhölzer und die Säulen eingelassen und an die Hölzer des Torgerüstes genagelt. Sie bildet die Hauptverstrebung

des Tores. Zur Dichtung des Belages werden die Bohlen am besten halb gespundet und kalfatert (Abb. 374). Auch an die Strebe werden die Bohlen angespundet. Sie sollen möglichst nicht breiter als 20 cm sein.

Die Zugbänder bestehen zweckmäßig aus Flacheisen, die an der Oberwasserseite flach auf dem Belage, an der Unterwasserseite an den Riegeln anliegen. Sie werden oben zu runden Schraubenschäften zusammengeschmiedet und mit einem schmiedeeisernen Sattel verbunden, der auf entsprechenden gußeisernen Ansätzen der Zapfenhaube

Abb. 374.

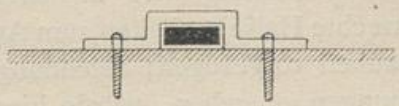


Abb. 375.

gelagert ist (Abb. 372). Zum Anspannen der Bänder müssen Doppelmuttern vorhanden sein (einfache Muttern lockern sich leicht). Unten werden die Zugbänder fest mit der Torecke durch einen Bolzen verbunden, der zugleich durch das dortige Winkelband geht. Bei der Kreuzung der Zugbänder mit den Riegeln werden Führungskrampen zum Schutz gegen das Anfahren der Schiffe angebracht (Abb. 375).

Die genauere Anordnung des Grundzapfens mit Zubehör zeigen die Abb. 373 und 376. Der Zapfen ist fest in die Grundplatte eingesetzt; darüber ruht die Pfanne, die ein Teil des Schuhes ist. In den Boden der Pfanne über dem Zapfen ist eine Stahlplatte eingelassen, die den Tordruck auf den Zapfen überträgt.

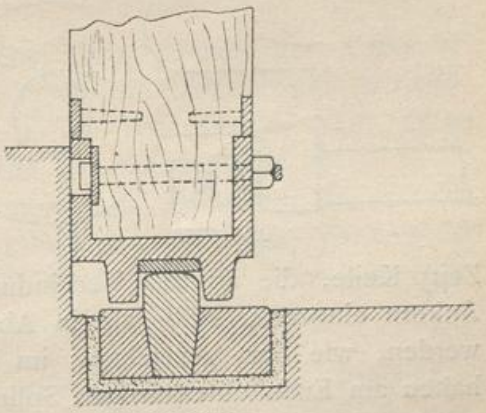


Abb. 376.

Die Grundplatte ist in die entsprechende Vertiefung des Sohlensteines eingelassen und in einem Zementverguß gebettet. Öfters wird die Grundplatte in dem Sohlenstein außerdem durch Steinschrauben verankert.

Der Halszapfen ist sehr verschiedenartig gestaltet. Die Anordnung gemäß Abb. 372 ist einfach und für mäßige Torweiten (besonders Finowmaß) hinreichend. Bei den neueren Schleusen für die Großschiffahrt ist der Zapfen oft höher und wird oben durch einen übergreifenden Arm der eisernen Haube umfaßt. Er ist dann herausnehmbar mit Keilverschluß eingerichtet.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Halseisen (Halsband) muß so eingerichtet sein, daß es leicht gelöst und entfernt werden kann, damit das Tor in der Wendenische lotrecht aufgezogen werden kann, falls es instandgesetzt oder erneuert werden soll. Ferner muß das Halseisen eine geringe Beweglichkeit (Stellbarkeit) in wagerechtem Sinne haben und überhaupt so eingerichtet sein, daß der Mittelpunkt des Halszapfens genau senkrecht über dem Mittelpunkt des Grundzapfens eingestellt werden kann. Leicht zu verstehen und einfach ist die am Finow-Kanal gebräuchliche Anordnung mit Stellschrauben (Abb. 377), die durch die Ankerenden greifend gegen die wagerechten Haken der Halseisenschenkel stehen. (Diese Anordnung wird in neuerer Zeit mehr verlassen, und werden senkrechte Halseisenhaken zum Angriff für die Stellschrauben vorgezogen; Zeichnungen für diese Anordnungen zu geben, würde hier zu weit führen.)

Anstatt der Stellschrauben finden sich bei manchen anderen Wasserstraßen (meist aus früherer

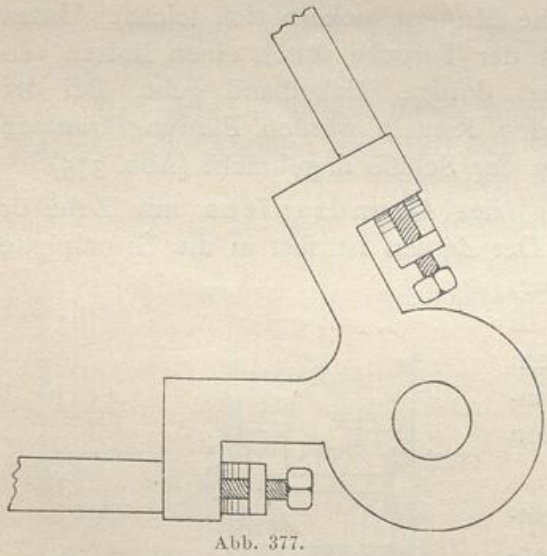


Abb. 377.

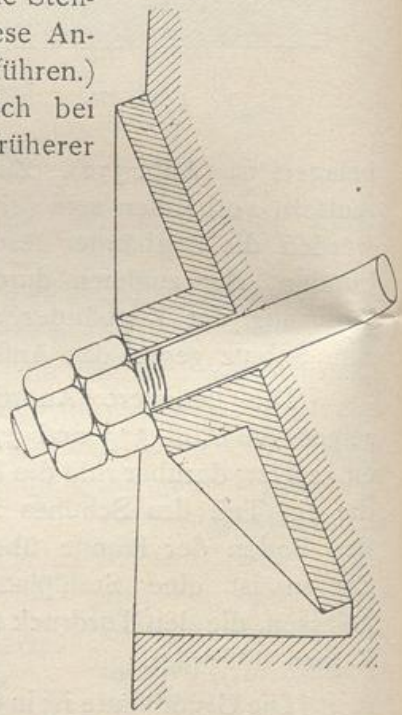


Abb. 377a.

Zeit) Keile, die an den Verbindungsstellen des Halsbandes mit den Ankern eingesetzt sind, wie in Abb. 369 und 370. Die Ankerstangen werden, wie dort gezeichnet, im Mauerwerk geneigt verlegt und erhalten am Ende einen langen Splint, besser aber und in neuerer Zeit gebräuchlicher eine gußeiserne Ankerplatte mit aufgeschraubter Mutter (Doppelmutter). Das Mauerwerk wird zum Anschluß an die geneigt liegende Ankerplatte passend angelegt (Abb. 377a). In Abb. 369 sind, wo die Splinte sitzen, Werksteine eingemauert (in Abb. 370 punktiert).

Die Anschlagshöhe des Tores gegen den Drempel beträgt etwa 15 cm, der Spielraum zwischen dem unteren Torrahmen und dem Torkammerboden 10 bis 15 cm. Die Drempelhöhe über dem Torkammerboden beträgt also etwa 25 bis 30 cm.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Höhe der Oberkante des Torrahmens über dem Oberwasser beträgt zweckmäßig 0,25 m, wenn nicht besondere Gründe eine größere Höhe verlangen.

Bei geschlossenem Tor legt sich der Rücken der Wendesäule mit seiner Rundung gegen die Wendenische voll und dicht an. Beim Öffnen des Tores muß sich die Wendesäule aus der Wendenische etwas herausbewegen; denn sonst würde sie sich in dieser stark reiben und schwer bewegen lassen. Um dies zu erreichen, sind die Drehzapfen des Tores unmittelpunktlich (exzentrisch) angeordnet, d. h. der tatsächliche Drehpunkt ist aus dem Mittelpunkt der Wendenische und des Wendesäulenrückens um ein geringes verrückt (etwa 2 cm). In Abb. 378 ist C der tatsächliche (exzentrische) Drehpunkt des Tores, während c der Mittelpunkt der Wendenische ist und im geschlossenen Zustande auch des Wendesäulenrückens; beim Öffnen des Tores bewegt sich aber c der Wendesäule nach c_1 um die Länge e (etwa = 2 cm); um ebensoviel hebt sich der Punkt K der Wendesäule, wenn er in seiner Drehung bis K_1 gelangt ist, von der Wendenische ab.

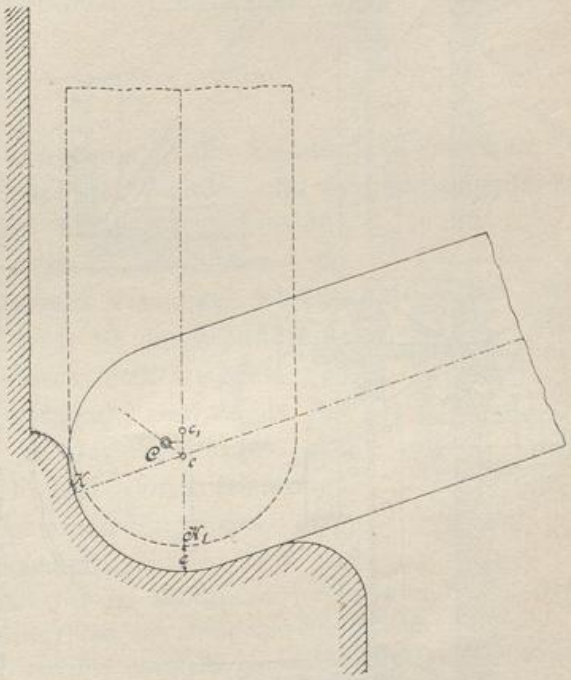


Abb. 378.

Der Drehpunkt C ist richtig angeordnet, wenn ein Lot, auf die Mitte von $c\,c_1$ errichtet, die Halbungslinie des (stumpfen) Winkels der beiden Torachsenlagen in C schneidet (Abb. 378).

13. Eiserne Stemmtore.

a) Eiserne Stemmtore mit ebener Blechwand (Riegeltore) (Abb. 379 und 380). Das Torgerüst ist ähnlich wie bei Holztoren, aber aus I-Eisen gebildet; diese sind mit Winkellaschen verbunden. An der Oberwasserseite ist das Gerüst mit einer Blechbekleidung versehen, die auf die Flanschen der I-Eisen genietet ist. Bei der Schlagsäule ist an das I-Eisen, der Abdichtung wegen, ein Holz angebolzt, das wie der Teil einer hölzernen Schlagsäule aussieht und sich gegen die andere Schlagsäule stemmt (Abb. 380). Die Wendesäule drückt nicht wie beim Holztore in ihrer ganzen Länge gegen die Wendenische, sondern nur

an einzelnen Stellen vermittels der an das I-Eisen angeschraubten gußeisernen Stützknaggen. In einer solchen Stütze endet auch die Halszapfenhaube, sowie der Schuh für den Grundzapfen, welche beide an das I-Eisen angeschraubt sind. Der Druck der Stützknaggen wird in der Wendenische durch eiserne Druckplatten aufgenommen, die mit Steinschrauben an den Nischenquadern befestigt sind. Die Dichtung zwischen Wendesäule und Wendenische geschieht durch ein Holz, das an die Wendesäule angeschraubt ist (mit versenkten Köpfen); ebenso wird die Dichtung zwischen dem unteren Rahmenstück und dem Drempel durch ein auf ersteres aufgeschraubtes Holz bewirkt (Abb. 380). Von der oberen Haube geht nach der unteren Torecke eine runde eiserne Zugstange mitten durch die Riegel hindurch (Abb. 379). Die Schützen werden in versteiftem Eisenblech ausgeführt und haben eiserne Führungsrahmen.[1])

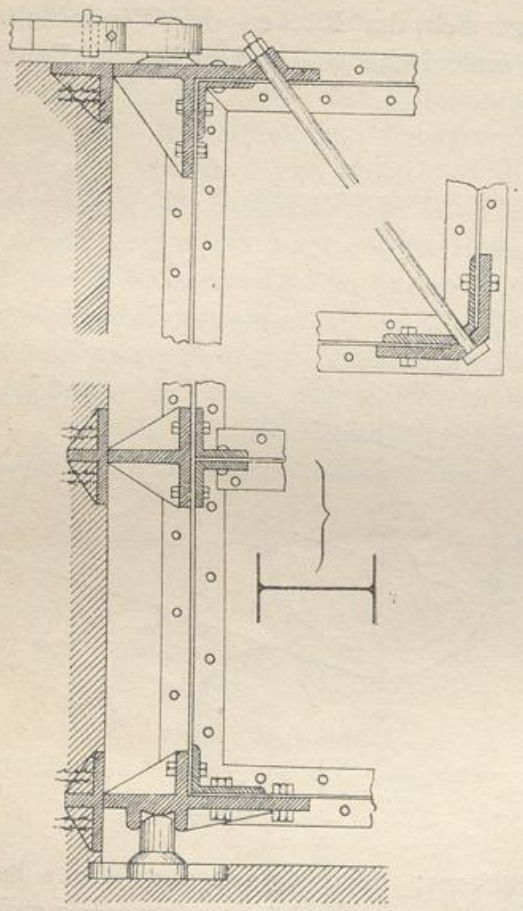


Abb. 379.

b) Eiserne Stemmtore mit gekrümmter Blechwand (Abb. 381 und 382). Die Blechwand ist gegen die Oberwasserseite nach dem Kreisbogen gekrümmt und zwischen der Schlag- und der Wendesäule eingespannt und vernietet. Sie nimmt bei geschlossenem Tore gewölbeartig den Wasserdruck auf und bedarf daher eines so

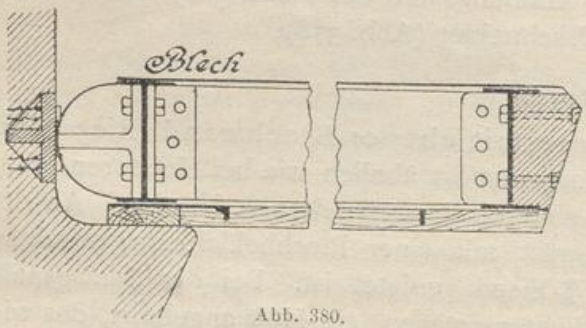


Abb. 380.

[1]) Solche Schleusentore sind am Ihlekanal ausgeführt worden.

umfangreichen stützenden Gerüstes als das eiserne Riegeltor nicht, aber doch einer gewissen Versteifung. Diese wird durch wagerechte

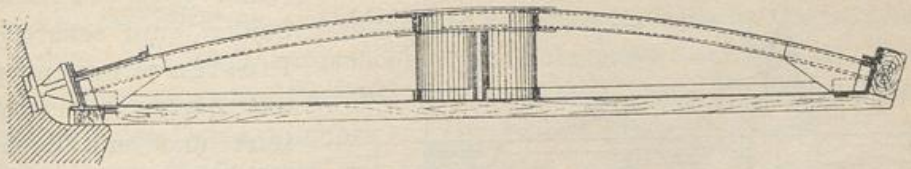


Abb. 381.

Winkeleisenrippen gegeben, die innen in der Rundung in gewissen Abständen angenietet sind. Außer der Wende- und der Schlagsäule hat das Tor ein oberes und ein unteres Rahmenstück (eiserne Träger) und zwei steife Kreuzstreben, die gegen das Windschiefwerden und Versacken wesentlich sind. Der Stemmdruck wird an der Wendesäule wie bei dem Tor zu a) durch Stützknaggen und Platten auf die Nische übertragen. Der dichte Abschluß an der Schlagsäule, an der Wendesäule und an dem Drempel wird auch hier durch Dichtungshölzer bewirkt. Abb. 382 zeigt einen Flügel des Tores, von der Unterwasserseite gesehen.

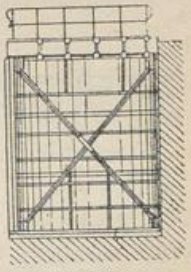


Abb. 382.

Solche Tore sind ausgeführt bei der Mühlendammschleuse in Berlin, ferner an der kanalisierten Fulda (Münster) und am Dortmund-Ems-Kanal.

Mit gekrümmtem Wellblech sind ebenfalls eiserne Tore ausgeführt worden (Oder-Spree-Kanal, kanalisierte Oder). Der Torrahmen unterscheidet sich nicht wesentlich von den vorigen Toren. Zwischen der Wende- und der Schlagsäule sind aber gekrümmte Wellblechtafeln eingespannt (die Wellen wagerecht); die beiden Säulen sind in der Bogensehne durch mehrere wagerechte Spannstangen verbunden; auch sind in der Ebene der Spannstangen wagerechte Gurtungseisen in etwa 2 m Entfernung voneinander angeordnet und dazwischen Kreuze von Flacheisen genietet.

14. Klapptore (Abb. 383 und 384). Sie werden als Obertore angewendet bei hochliegendem Oberdrempel, wo Stemmtore eine unzweckmäßige, weil zu niedrige Form erhalten würden. (Bei Anwendung eines Klapptores wird das Oberhaupt außerdem einige Meter kürzer als bei Anwendung von Stemmtoren.) In Abb. 383 ist ein hölzernes Klapptor vom Oder-Spree-Kanal dargestellt, in Abb. 384 das dazugehörige Oberhaupt. Der Oberdrempel der Schleuse ist hierbei unterwölbt zur Bildung eines breiten Durchlaufkanals, der, von dem Torkammerboden ausgehend, durch die Drempelfallmauer geführt ist. Im Torkammerboden wird die Kanalöffnung durch wagerecht liegende Schützen geschlossen (Klappschützen), die zum Füllen der Schleuse geöffnet werden, wenn das Tor aufgerichtet ist. Ihre Bedienung geschieht mit Stellhebeln und Verbindungsstangen von der Schleusen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

krone aus. Das Gerippe des hölzernen Klapptores besteht aus der wagerechten Wendeschwelle und dem oberen Rahmenholz (Abb. 383); zwischen beiden sind senkrechte Pfosten je 1 m entfernt mit Zapfen fest eingesetzt und mit Winkelbändern befestigt. Beiderseits ist das Gerippe mit Bohlen dicht bekleidet. Die Wendeschwelle ruht an ihren beiden Enden mit schmiedeeisernen Drehzapfen in gußeisernen Lagerschuhen. Das hölzerne Tor sinkt beim Öffnen selbsttätig auf den Boden (punktiert); denn einzelne Felder zwischen den Bekleidungsbohlen sind mit Kleinschlag gefüllt, so daß die Schwimmfähigkeit durch diese Belastung eben überwunden ist. Zum Anheben des Tores steht jederseits auf der Mauer eine Winde, die eine am Oberrahmen des Tores befestigte durchlaufende Kette in Bewegung setzt. Die Kette ist mit einer dauernd wirkenden Spannvorrichtung versehen. Wegen des Auftriebes, der auf das zu hebende Tor wirkt, bedarf es nur geringer Kraft zum Heben. Die Drehzapfen des Tores sind etwas unmittelpunktlich angeordnet, damit es sich von der wagerechten Wendenische (hier zugleich Drempel) abdrehen kann. Auf dem oberen Torrahmen ist eine schmale Laufbrücke angebracht.

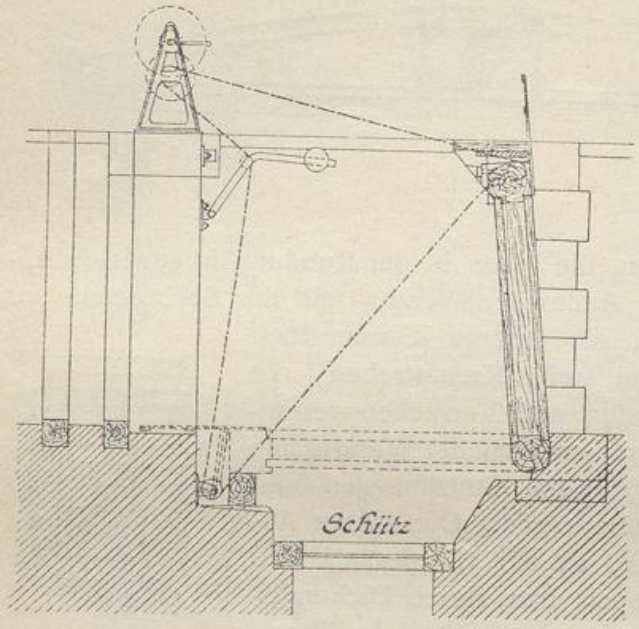


Abb. 383.

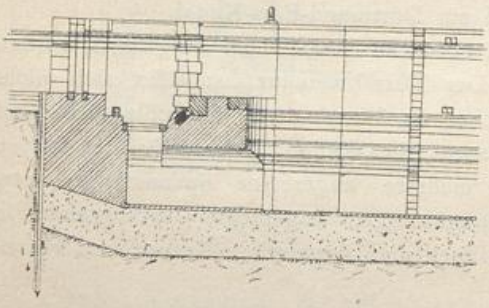


Abb. 384.

Nach derselben Bauart sind auch die Sicherheitstore in der Scheitelhaltung des Oder-Spree-Kanals angelegt (vergl. S. 300). Das Sicherheitstor besteht aus zwei Toröffnungen, die von zwei Uferpfeilern und einem Mittelpfeiler gebildet werden, jede Öffnung 8,60 m weit. Für jede ist ein Klapptor angeordnet, das für gewöhnlich auf dem Boden liegt und nur im Bedarfsfalle aufgerichtet wird. Beim Elbe-Trave-Kanal sind die Obertore der Schleusen ebenfalls Klapptore, aber von Eisen und als hohle Schwimmkörper hergestellt. Der hohle obere Torrahmen

ist zum Zwecke des Niederlegens mit Wasser gefüllt. Soll das Tor aufgerichtet werden, dann wird das Wasser durch Druckluft aus dem oberen Rahmen verdrängt; dadurch entsteht Auftrieb, und das Tor richtet sich auf.

15. Schiebetore. Schiebetore kommen bei Binnenwasserstraßen nur selten und dann hauptsächlich als Schutztore vor, z. B. in dem Großschiffahrtswege bei Breslau, wo der Kanal, von der alten Oder ausgehend, den Deich durchbricht. Die beiden Mauerpfeiler der Schutzschleuse sind überbrückt; an der Brücke hängt das Schiebetor mit Rollen, und zwar für gewöhnlich seitlich in einer Mauernische, so daß die Toröffnung frei ist. Zum Schließen wird es vor die Toröffnung gezogen. Das Tor besteht aus einem Eisengerüst, jederseits mit Blechbekleidung; es kehrt nach beiden Seiten. Es gibt auch Schiebetore, die nicht oben, sondern unten auf Rollen gestellt sind und auf diesen laufend bewegt werden.

16. Hubtore. Sie bestehen ebenfalls aus einem Eisengerippe mit Blechbekleidung. Zum Öffnen wird die Tortafel von einer hohen Überbrückung aus an Ketten oder Zahnstangen durch Maschinenkraft hochgezogen und zum Schließen des Tores niedergelassen. Die Schiffe fahren unter dem hochgezogenen Tore hinweg. Das bedeutende Torgewicht wird zur Erleichterung des Aufzuges durch Gegengewichte ausgeglichen. Hubtore sind z. B. ausgeführt zum Verschluß der Haltungshäupter des Schiffshebewerkes zu Henrichenburg, Ziff. 24, und der Häupter der dazugehörigen Trogschleuse. Ferner sind Hubtore ausgeführt bei der Schleusenanlage des Teltow-Kanals bei Berlin (Kl.-Machnow).

17. Bewegungsvorrichtungen für Schleusentore. Diese Vorrichtungen sind nach der Größe der Tore, auch nach der Bedeutung der Kanäle und der nötigen Geschwindigkeit beim Öffnen und beim Schließen der Tore sehr verschieden.

a) Die Schiebestange (nur für kleine Verhältnisse). Sie ist eine hölzerne Stange, ähnlich wie ein Bootshaken, am Ende mit einem Quergriffe; vorn greift ihr Haken in eine Öse, die an dem Kopf der Schlagsäule des Torflügels festgebolzt ist. Mit der Schiebestange wird der Torflügel aufgezogen und zugestoßen. Die Bewegung ist sehr langsam und erfordert ziemliche Anstrengung.

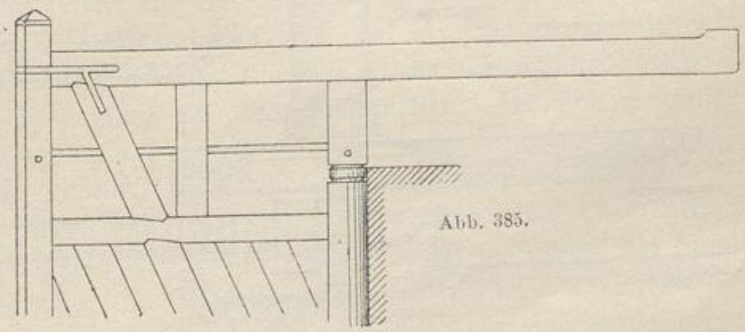


Abb. 385.

b) Der Drehbaum (Abb. 385). Mit ihm kann eine etwas

schnellere Bewegung des Tores bewirkt werden. Er trägt am Ende in der Regel ein Gegengewicht. Ein Übelstand der Drehbäume ist, daß sie den Verkehr längs der Schleusenkrone behindern.

c) Der Schiebebaum mit Winde (Abb. 386 und 387). Für jeden Torflügel ist ein derartiger Schiebebaum vorhanden. Er ist an

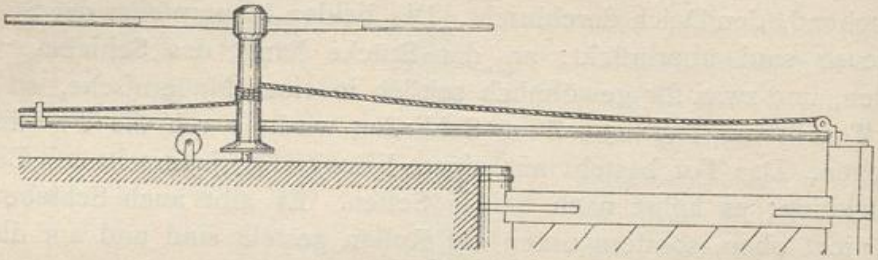


Abb. 386.

einem Ende mit dem Kopfe der Schlagsäule, an dem anderen Ende mit einem Tau (oder einer Kette) verbunden, welches um die stehende oder liegende Trommel einer Winde geschlungen ist, und zwar mit einigen Windungen, damit kein Rutschen auf der Trommel stattfindet. Wird eine sog. stehende Winde angewendet (Erdwinde), so muß der Baum durch eine oder zwei Rollen unterstützt werden (Abb. 386). Als Winden mit liegender Trommel (Abb. 387) werden am besten einfache Bockwinden, sowie Ketten anstatt der Taue und die Stangen nicht von Holz, sondern schweißeiserne Rohre genommen. (Märkische Wasserstraßen, bei Schleusentoren für Finowmaß.)

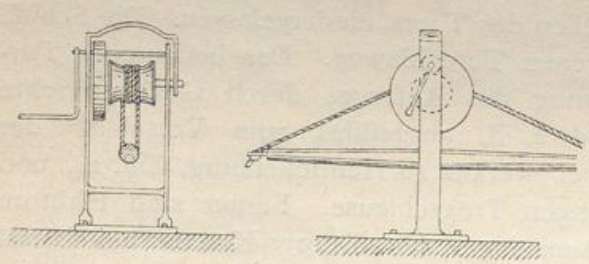


Abb. 387.

d) Der Sprossenbaum (Stockleiter) (Abb. 388 und 389). Er ist eine Art eiserner Schiebebaum mit Winde, der sich aber in einem verdeckten Kanal unter der Schleusendeckplatte fortbewegt und so den Verkehr nicht hindert. Der Sprossenbaum besteht aus zwei wagerechten Flacheisenschienen mit dazwischen

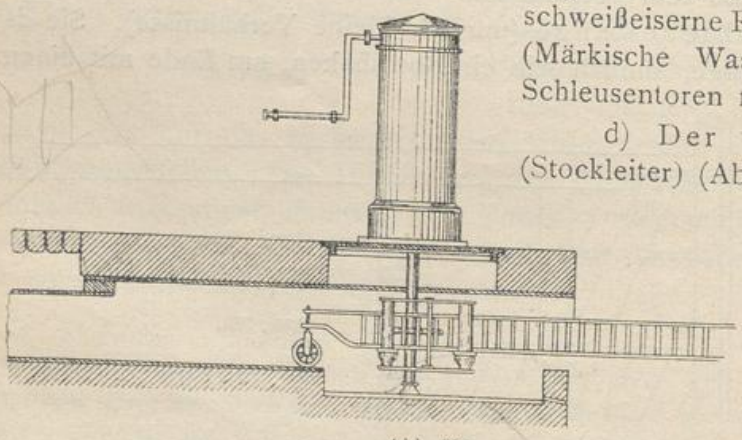


Abb. 388.

genieteten senkrechten eisernen Sprossen. In die Sprossen greift ein wagerecht liegendes Zahnrad ein, das an der senkrechten Welle der Winde festsitzt. Die Drehung der Welle erfolgt durch Kurbel und Kegelräder. Das hintere Ende des Sprossenbaumes wird durch eine daran befestigte Rolle gestützt. Der Eingriff des Zahnrades in die Sprossen wird dadurch gesichert, daß der Sprossenbaum vermittels zweier walzenförmigen Leitrollen geführt und so an das Zahnrad angedrückt wird. Anstatt des Sprossenbaumes wird bisweilen auch eine Zahnstange verwendet. In Abb. 362 ist bei *a* der Kanal für den Sprossenbaum sichtbar.

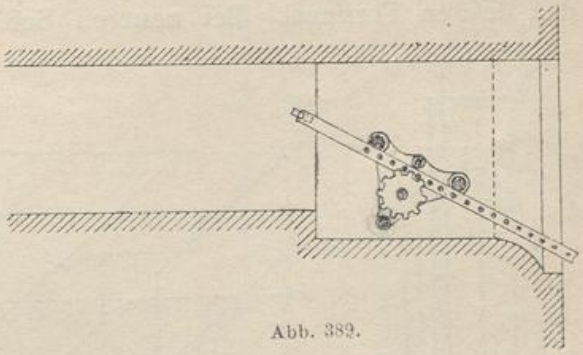


Abb. 389.

e) Ketten und Winden. Die Bewegung mit Ketten und Winden ist bei großen Schleusentoren üblich in Wasserstraßen mit starkem Verkehr, wenn die Bewegung besonders beschleunigt werden muß. In diesem Falle werden die Winden durch Maschinenkraft bewegt, nämlich mit Druckwasser oder elektrisch. Die Grundkraft dazu liefert bei Binnenschleusen meistens eine Turbine, die für die Bewegung der Spills usw. (Ziff. 7, S. 332) in solchen Fällen ohnehin nötig ist.

E. Die Schützen der Tore und der Umläufe.

Man unterscheidet Gleitschützen, Rollschützen, Drehschützen und Zylinderschützen (Ventile).

18. Gleitschützen (auch Zugschützen genannt) (Abb. 368, 390 und 391). Sie bestehen aus der Schütztafel, der daran angreifenden Zugstange, dem Führungsrahmen und der Aufzugsvorrichtung. Die Schütztafel überdeckt mit ihren Rändern etwas die Schützöffnung; sie gleitet bei der Bewegung auf den Gleitflächen, die sich beiderseits neben der Öffnung befinden, und wird an jeder Seite in der Nut des Führungsrahmens geführt. Die Schütztafel besteht aus Holz (Abb. 390) oder aus Eisenblech mit Versteifung. Das Holzschütz (Abb. 390) ist aus zwei Bohlenlagen zusammengenagelt oder -geschraubt; die Hauptbohlenlage wagerecht, die Versteifungslage senkrecht. Anstatt letzterer werden häufig auch nur zwei breite senkrechte Leisten angeschraubt. Die Mittelbohle der Versteifungslage wird bisweilen höher gezogen und mit der Aufzugstange verschraubt (Abb. 391). Dadurch wird eine steifere Führung erreicht, so daß das sog. Ecken des Schützes besser

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vermieden wird (namentlich bei niedrigen und breiten Schützen ist dies wesentlich). In Abb. 390 überdecken die Bekleidungsbohlen des Tores die die Schützöffnung seitlich begrenzenden Pfosten, ebenso den letzten Torriegel. Bei neueren Schleusentoren wird der Riegel

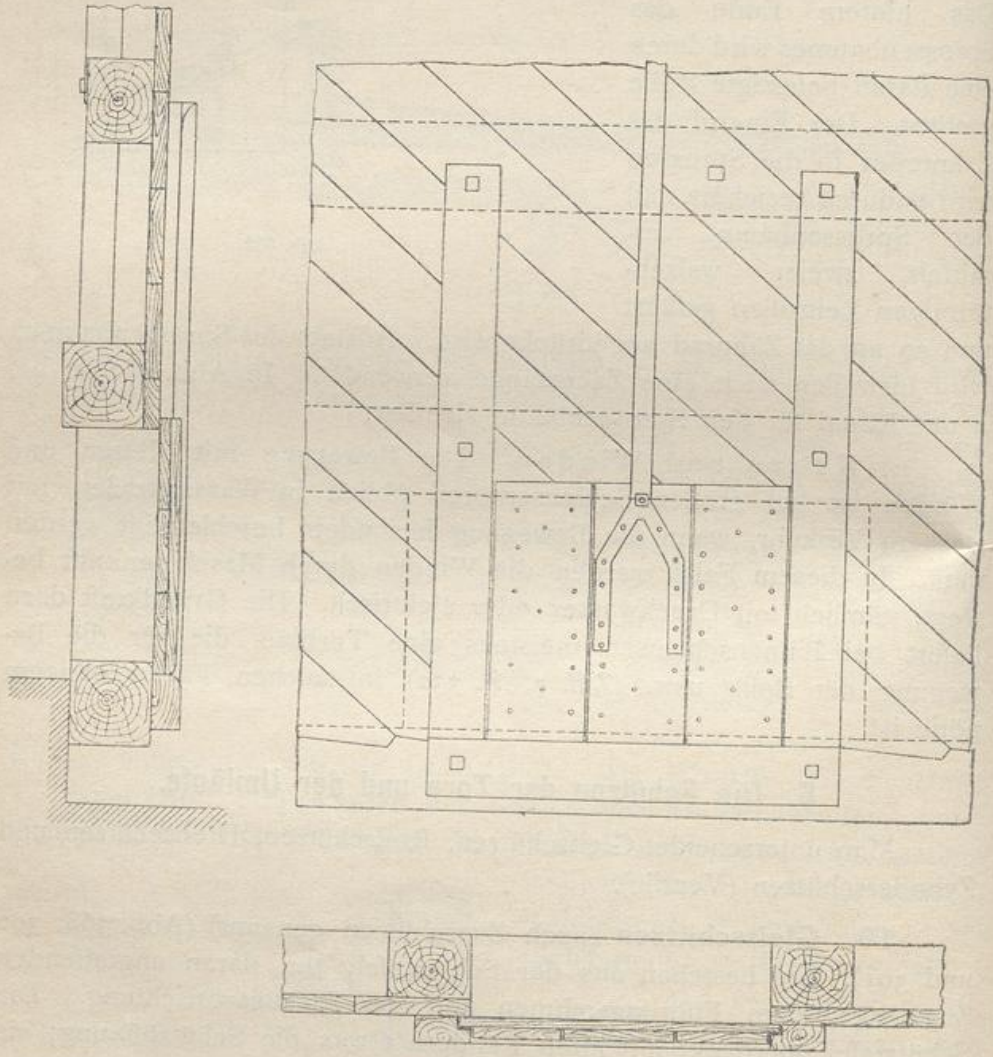


Abb. 390.

und werden diese Pfosten verstärkt (Abb. 368), so daß sie mit den Bekleidungsbohlen bündig sind; diese werden dann angespundet (mit Versatz).

Bei größerem Schleusengefälle erfährt das Schütz infolge des auf dasselbe wirkenden Wasserdruckes eine bedeutende Reibung, so daß oft erhebliche Kraft zum Aufziehen erforderlich ist. Die Aufzugstange wird daher immer künstlich hochgewunden. Bei manchen (älteren) Schleusen geschieht dies mit der Hebelade (vergl. S. 167, Abb. 198),

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

jetzt nur mit Kurbelwinden, bei denen ein Zahnrad in die Zahnstange greift, welche die Verlängerung der Schützstange bildet. Besonders groß ist der Reibungswiderstand, wenn Holz auf Holz reibt; daher wird das Torschütz öfters, obwohl es aus Holz besteht, mit eisernen Gleitflächen und eiserner Führung versehen (Abb. 368). Gleitschützen werden bei den Toren und Umläufen in Hauptkanälen jetzt selten noch angewendet wegen der Langsamkeit des Aufziehens und des bedeutenden Kraftbedarfs bei den großen Schützöffnungen, die in diesen Kanälen immer erforderlich sind.

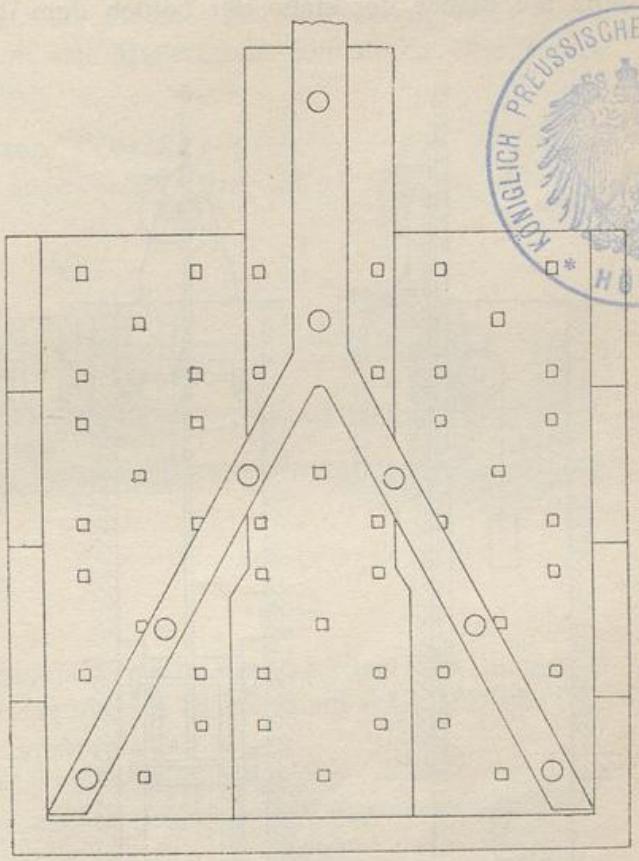


Abb. 391.

19. Rollschützen. Sie werden aus Eisen ausgeführt und fast nur bei Umläufen verwendet. Sie unterscheiden sich von Gleitschützen dadurch, daß jederseits Rollen, welche mit der Schütztafel fest verbunden sind, seitlich über diese hinübergreifen und auf der Gleitbahn neben der Schützöffnung laufen, so daß das Schütz selbst von der Gleitbahn mit geringem Spielraum abgehoben ist, dafür in diesem Spielraum aber eine geeignete Dichtung stattfindet, die verschieden angeordnet sein kann. In Abb. 392, S. 352, ist ein in einem Umlaufschacht eingesetztes Rollschütz in allgemeiner Anordnung in aufgezogener Stellung dargestellt. Der Aufzug des Rollschützes wird meistens noch dadurch erleichtert, daß das Schützgewicht durch ein Gegengewicht ausgeglichen wird (Abb. 392).

20. Drehschützen. Bei den Drehschützen dreht sich die Schütztafel beim Öffnen um eine senkrechte oder wagerechte Drehachse, die in der Mitte des Schützes und der Öffnung sich befindet, so daß das aufgedrehte Schütz mit seiner Schmalseite in der Öffnung steht, also von beiden Seiten umflossen wird. Damit das Schütz in geschlossenem

Zustande gut an die Schlagflächen angedrückt wird und dicht hält, muß die Fläche der einen der beiden dem Wasserdrucke ausgesetzten

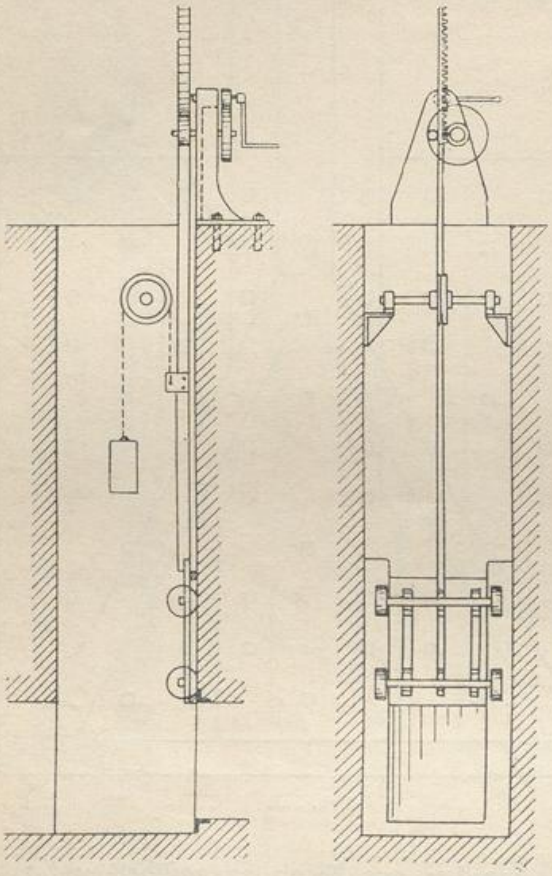


Abb. 392.

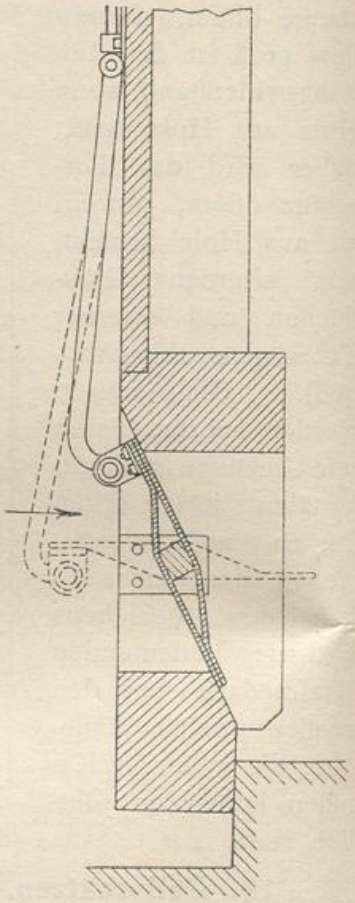


Abb. 393.

Schützhälften etwas größer sein als die der anderen, so daß also auf der einen Schützhälfte ein Überdruck stattfindet.

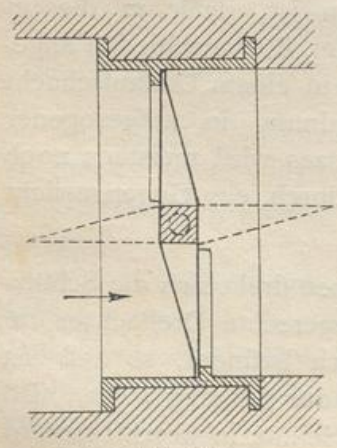


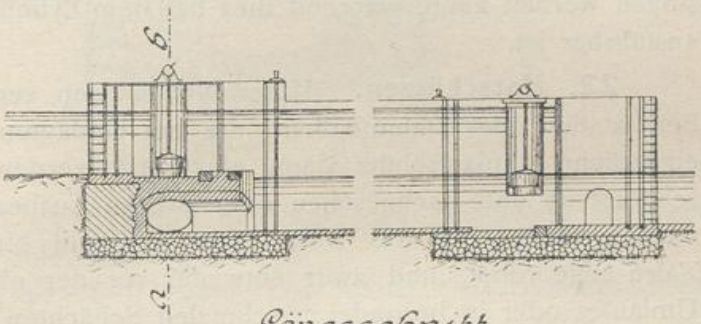
Abb. 394.

a) Das Drehschütz mit wagerechter Achse, auch Klappschütz genannt. Es wird für Schleusentore und für Umläufe gebraucht (für erstere häufiger). Die Aufzugstange wird oben mit einem einfachen Umlegehebel (Stellhebel) gefaßt; dieser kann nach Bedarf in verschiedene Stellungen umgelegt und festgestellt werden (halb und ganz auf). Der Schützrahmen ist von Holz (Abb. 393) oder von Eisen. Die Richtung des Überdruckes ist durch einen Pfeil angedeutet.

b) Das Drehschütz mit senk-

rechter Achse. Es wird hauptsächlich für Umläufe gebraucht. Der Schützrahmen ist meistens von Eisen. Die Umdrehung der senkrechten Drehachse wird von der Mauerkrone aus durch eine Winde bewirkt (Abb. 394 Grundriß).

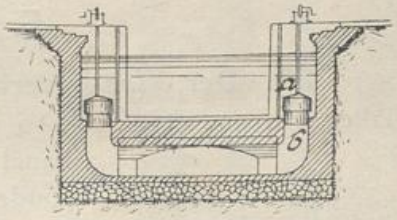
21. Zylinderschützen (Ventile) (Abb. 395 und 396). Sie werden nur für Umläufe angewendet. Der obere Teil des Umlaufschachtes ist an der Torkammerseite offen, bildet also eine Nische. In seiner Grundfläche befindet sich eine kreisrunde Öffnung mit etwas kegelförmiger Mündung (Ventilsitz), auf welche der Schützzylinder (Ventil) paßt und sie verschließt. Die Verlängerung des Schachtes nach unten wird durch den eigentlichen Umlaufkanal gebildet (Abb. 396).



Längsschnitt

Abb. 395.

An der Oder, wo diese Schützen bei einigen Schleusen angewendet sind, sind die Umlaufkanäle des Oberhauptes (wie in Abb. 395, 396) in einen kellerartigen, überwölbten Hohlraum unter dem Torkammerboden und Drempel geführt, einander gegenüber ausmündend. Bei geöffneten Schützen stürzen die beiderseitigen Wasserströme gegeneinander, ihre Gewalt gegenseitig vernichtend, so daß das Wasser ruhig aus dem Hohlraum in die Schleuse eintritt.



Schnitt a-b

Abb. 396.

a) Die Zylinderschützen Abb. 395 und 396 sind niedrige Zylinderschützen (Schachtelschützen). Das eigentliche Schütz ist der untere Hohlzylinder *b* (Abb. 396), der beweglich ist und in den darüber passenden, oben geschlossenen feststehenden Zylinder *a* aufgezogen wird. Der Zylinder *a* hat ein oben aufgesetztes Rohr, durch welches die Aufzugstange von *b* hindurchgeht. Ist *b* aufgezogen, so fließt das Wasser zwischen der Unterkante von *a* und dem Ventilsitz in den Abfallschacht. Das Gewicht der Aufzugstange und des Schützes *b* ist durch ein Gegengewicht ausgeglichen, das hier nicht gezeichnet ist.

b) Hohe Zylinderschützen dagegen (Abb. 398) sind angewendet bei den Sparschleusen des Dortmund-Ems-Kanals, bei zwei Schleusen zu Breslau und der Stadtschleuse in Bromberg.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Schütz besteht aus einem hohen Hohlzylinder, der auf den Ventilsitz paßt. Seine Oberkante liegt höher als der höchste abzuhaltende Wasserstand. Er ist mit Führung versehen und wird durch eine Winde hochgezogen. Sein Gewicht ist durch ein Gegengewicht ausgeglichen, das hier nicht gezeichnet ist. Diese Art Zylinderschützen ist zweckmäßiger als die zu a), weil das sich bei Frost am Ventilsitz etwa ansetzende Eis von oben durch den Zylinder hindurch leicht durchstoßen werden kann, während dies bei dem Zylinderschütz zu a) nicht ausführbar ist.

22. Notschützen. Unter Notschützen versteht man hölzerne Schütztafeln oder Dammbalken, die bei Umläufen vor und hinter das eigentliche Umlaufschütz dann eingesetzt werden, wenn dieses beschädigt ist und nachgesehen oder zwecks Ausbesserung herausgeholt werden muß. Für die Notschützen sind im Mauerwerk besondere Falze angeordnet, und zwar entweder vor der oberen Mündung des Umlaufes oder in besonderen schmalen Schächten oder Schlitzen, die von der Schleusenkrone nach dem Umlauf hinabführen (vergl. Abb. 348 und 352). Die Notschützen sollen den betreffenden Umlaufkanal so lange schließen, bis das eigentliche Umlaufschütz wieder in Tätigkeit treten kann.

F. Sparschleusen.

23. Der Wasserverbrauch der Schleusen mit großem Gefälle (6 m und dergl.) ist so bedeutend, daß man, um dem Schiffahrtskanal nicht zu viel Wasser zu entziehen, besondere Sparvorrichtungen anwendet, nämlich die sog. Sparbecken. In Abb. 397 und 398 sind zwei solche Becken I und II zu beiden Seiten der Schleuse angeordnet; diese hat im vorliegenden Falle 6 m Gefälle. Jedes Becken steht durch Schützverschluß (Zylinderschütz) mit dem Umlaufkanal der Schleuse in Verbindung. Der mittlere Flächeninhalt jedes Beckens ist etwa gleich dem der Schleusenkammer. Die Umfassungswände der Becken sind geböscht; die Beckensohle hat von diesen Wänden nach dem Ausflusse zur Schleuse hin ein Gefälle. Der Wasserspiegel des Beckens I in gefülltem Zustande liegt höher als der Spiegel des gefüllten Beckens II, nämlich hier um 1,5 m ($^1/_4$ des Schleusengefälles). Das Becken I heißt das obere und II das untere Sparbecken. Aus dem Querschnitt Abb. 398 ist die Wirkung der

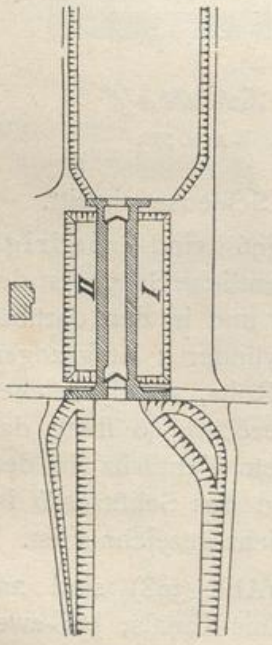


Abb. 397.

Becken zu ersehen. Den Wasserinhalt der Schleusenkammer zwischen O. W. und U. W. denke man sich in vier gleich hohe Schichten,

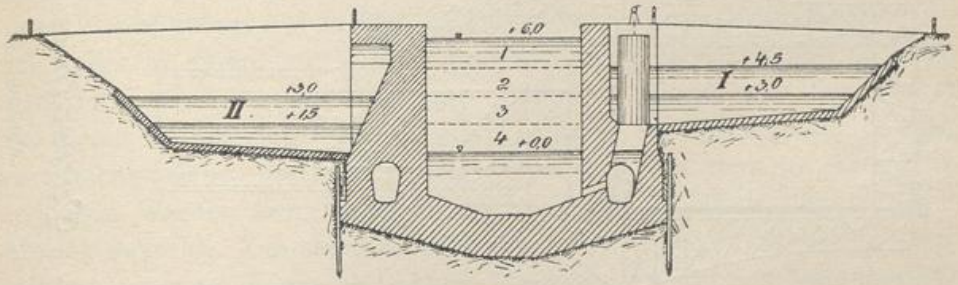


Abb. 398.

Nr. 1 bis 4, je von 1,5 m Höhe eingeteilt. Bei geeigneter Schützenstellung ergibt sich folgendes:

a) Leerung der Schleuse. Die Schicht 1 der Schleuse fließt durch den Umlauf und den Schützenschacht in das Sparbecken I und wird dann durch Schützstellung darin festgehalten, ebenso die Schicht 2 in das Becken II. Die Schichten 3 und 4 werden wie gewöhnlich in das Unterwasser abgelassen.

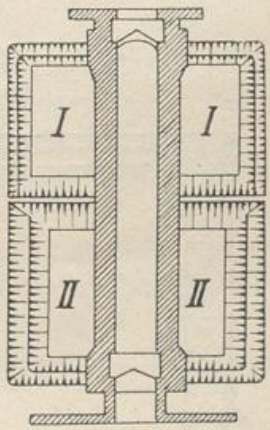


Abb. 399.

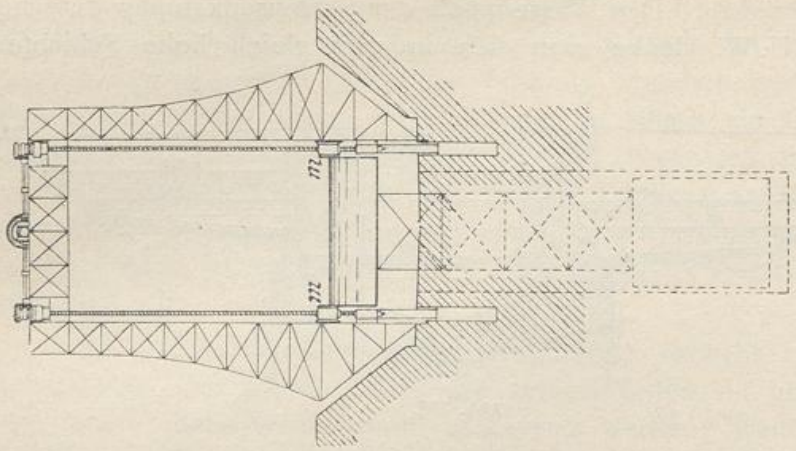
b) Füllung der Schleuse. Zunächst geben die Sparbecken I und II ihre Wasserschichten für 3 und 4 an die Schleuse ab; darauf werden die Schichten 1 und 2 wie gewöhnlich aus dem Oberwasser entnommen. Bei jeder Schleusung werden so zwei Schichten, d. i. die Hälfte der Schleusenfüllung, erspart. Bisweilen ist es vorteilhaft, das obere und das untere Sparbecken so zu teilen, daß auf jeder Seite der Schleuse ein Halbbecken I und ein Halbbecken II angeordnet wird, wie in Abb. 399 (also vier Becken).[1])

G. Schiffshebewerke.

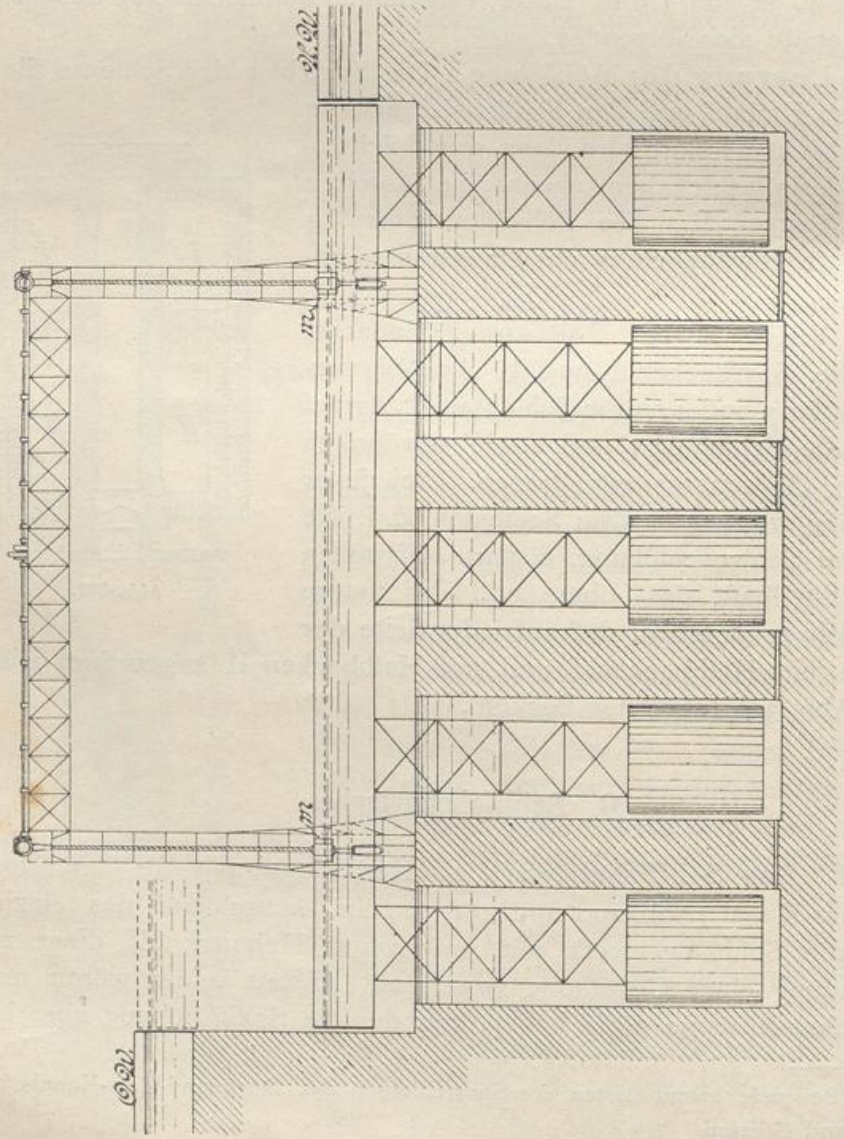
24. Das Schiffshebewerk zu Henrichenburg für den Dortmund-Ems-Kanal (Abb. 400 und 401) ist in Deutschland das einzige bestehende Schiffshebewerk mit senkrechter Hebung. Es dient zur Überwindung einer Gefällhöhe von 14 m. Anstatt seiner würde man eine Schleusentreppe nötig haben, mit der die Schiffshebung aber be-

[1]) Beispiele hierzu bieten die Sparschleusen des Dortmund-Ems-Kanals bei Münster und Gleesen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN



Querschnitt
Abb. 401.



Längsschnitt
Abb. 400.

deutend langsamer vonstatten ginge und die bedeutend mehr Wasser verbrauchte. Das Schiffshebewerk besteht aus folgenden Teilen: aus dem Troge, der 68 m nutzbare Länge, 8,60 m Breite und 2,50 m Wassertiefe hat und durch fünf eiserne Gerüstpfeiler unterstützt ist; diese Pfeiler ruhen auf großen zylindrischen eisernen Schwimmern, die sich, jeder in einem mit Wasser gefüllten Brunnen zusammen auf- und niederbewegen können. Die ganze Last des Troges mit Wasserinhalt und Schiff ist mit dem bedeutenden Auftrieb der Schwimmer derartig im Gleichgewicht, daß ein geringes Ablassen von dem im Troge befindlichen Wasser den Aufstieg, ein geringes Zufüllen dagegen den Abstieg bewirkt. Zur sicheren Führung des Troges in der Senkrechten und zur genauen Wagerechthaltung desselben ist auf den Seitenmauern ein großes Eisengerüst (Führungsgerüst) erbaut; an ihm sind vier lange senkrechte Schraubenspindeln angebracht, die durch die an dem Troge festsitzenden zugehörigen Muttern *m* hindurchgehen. Die vier Schraubenspindeln sind durch eine Wellenleitung so verbunden, daß sie stets gleichmäßig gedreht werden. Sie werden von Zahnrädern durch elektrische Kraft in drehende Bewegung gesetzt. Weil jedoch die Trogbewegung, wie bemerkt, schon durch Mehr- oder Minderlast an Trogwasser hervorgebracht wird, so kommt das Triebwerk nicht immer zur Anwendung; es werden vielmehr beim Steigen schon durch den Auftrieb und beim Sinken durch die vermehrte Wasserlast die Schraubenspindeln vermöge der Muttern des Troges gedreht; dadurch wird nämlich eine vollkommen sichere Führung erreicht. Der Trog wird an seinen Stirnenden durch je ein Hubtor geschlossen, ebenso auch die Anschlußhäupter der Haltungen. Die Überbrückungen des Troges und der Haltungshäupter für das Anwinden der Hubtore sind der Deutlichkeit wegen in der Zeichnung fortgelassen. Die Bewegung der Tore findet mit elektrischem Antrieb statt.

25. Schiffseisenbahn (Geneigte Ebene). Eine solche Einrichtung befindet sich im Elbing-Oberländischen Kanal (Westpreußen), und zwar befinden sich hier fünf geneigte Ebenen an verschiedenen Stellen der Wasserstraße mit der Neigung etwa 1 : 12, jede zwischen zwei Kanalhaltungen, die einen Höhenunterschied von 13,5 bis 24,5 m aufweisen. Die größten dort verkehrenden Schiffe haben nur 24,5 m Länge, 3 m Breite und 50 t Tragfähigkeit bei einem Tiefgang von 1 m.

Auf jeder geneigten Ebene befinden sich zwei Schienengleise nebeneinander, auf welchen je ein langer achträdriger Wagen verkehrt. Die Gleise reichen in das Wasser der unteren und der oberen Haltung tief genug hinein, so daß der Wagen mit seiner Bühne ganz unter Wasser fahren und ein beladenes Schiff sich auf ihn aufsetzen kann. Beim Aufstieg wird das Schiff, nachdem es auf dem Wagen festgemacht ist, mit einem an den Wagen angreifenden Seil die Ebene

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

hinaufgezogen, bis dieser vor der oberen Haltung einen Höhengipfel übersteigt und in die Haltung einfährt; dort wird das Schiff dann wieder schwimmfähig und setzt die Reise fort. In derselben Weise findet gleichzeitig der Abstieg eines anderen Schiffes von der oberen nach der unteren Haltung auf dem anderen Gleise statt. Zur Bewegung der beiden Wagen dient ein Drahtseil ohne Ende, das oben um eine Seiltrommel geht. Der niedergehende Wagen zieht den aufsteigenden Wagen zum Teil mit empor; im übrigen wird die Seiltrommel durch ein Wasserrad getrieben.

H. Schleuseneinfahrten, Dalben u. dergl.[1])

25. Schleuseneinfahrten. Schiffahrtskanäle mit lebhaftem Verkehr werden vor den Schleusen im Oberwasser und im Unterwasser beckenartig erweitert, um Liegeplätze für wartende Schiffe zu gewinnen. (Die Sohle des so gebildeten Liegehafens ist etwa bis 6 mal so breit als die Schleusenweite.) Es ist meistens zweckmäßig, diese Erweiterungen nicht gerundet an das Schleusenhaupt anzuschließen, sondern geradlinig in spitzem Winkel, damit das rechts liegende wartende Schiff zur Einfahrt in die Schleuse keine Querbewegung auszuführen braucht; denn solche verlangsamt die Einfahrt wesentlich (Abb. 402). Noch besser erweist sich die Einfahrt Abb. 403, bei welcher rechts vor der Schleuse ein hölzernes Leitwerk angebracht ist (möglichst mit Laufsteg), längs welchem das Schiff in die Schleuse gezogen werden kann. Vor dem Leitwerk ist ein Prellpfahl P zum Anbinden des wartenden Schiffes und sind zwei Dalben D aufgestellt zur Ermöglichung der fluchtrechten Lage des Schiffes vor Beginn der Einfahrt. Die Liegeplätze für die

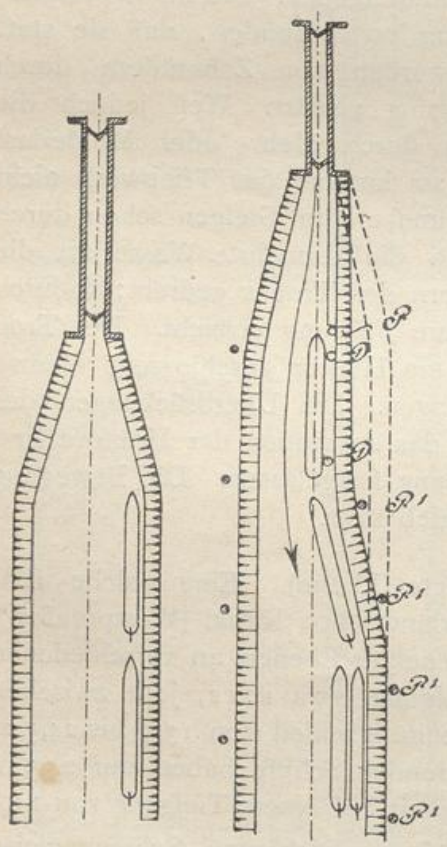


Abb. 402. Abb. 403.

[1]) Zu den nachstehenden Ausführungen, Ziff. 25 und 26, ist die Druckschrift des Strombaudirektors der Verwaltung der Märkischen Wasserstraßen benutzt worden: Die Schleuseneinfahrten und die Anwendung von Leitwänden, Dalben und Prellpfählen vor Schleusen und Brücken. 1900.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

übrigen Schiffe sind mit Haltepfählen P^1 bezeichnet. (Über Haltepfähle siehe den Abschnitt Ladestellen und Häfen.) Grundsatz ist, daß, wenn ein Schiff die Schleuse verläßt, das wartende Schiff sich bereits in der Schleusenachse befindet, das ausfahrende Schiff dagegen, sobald es das Haupt verlassen hat, seitwärts steuert, um dem einfahrenden Schiffe Platz zu machen (siehe den Pfeil). In der Regel hat das ausfahrende Schiff dazu Fahrt genug infolge des Herausziehens aus der Schleuse. Die bestehenden Schleuseneinfahrten und Liegeplätze sind sehr verschieden angelegt, meist aus örtlichen Gründen. Bei zwei nebeneinanderliegenden Schleusen mit größerem Zwischenraum muß vor und zugleich zwischen den beiden Häuptern ein zweischenkliges, nach vorn spitz zulaufendes Leitwerk (Zunge) angelegt werden (meistens aus Holz). Liegen die Schleusen sehr nahe zusammen, so genügt ein Leitwerk mit durchgehend gleichmäßiger Breite, das am besten zugleich als Laufsteg ausgebildet wird (z. B. vor den beiden Schleusen des Teltow-Kanals bei Kl.-Machnow 12 m breit). Die Länge beträgt in beiden Fällen am besten zwei Schiffslängen.

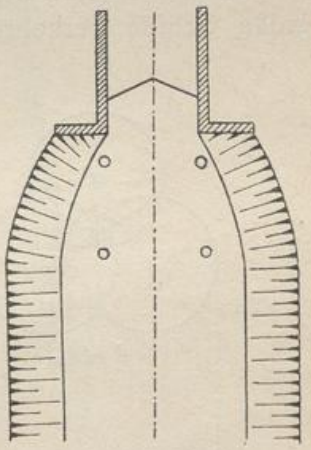


Abb. 404.

Die Einfahrten zweischiffiger Kanäle, wenn sie nicht verbreitert sind, werden zweckmäßig gleichachsig mit den Schleusen angeordnet. Bisweilen erweisen sich vor dem Haupte Prellpfähle zweckmäßig (Abb. 404), auch Dalben oder schräg gerichtete Leitwände, welche das Mauerwerk der Schleuse schützen und dem Schiffer Gelegenheit geben sollen, die Bootshaken zu benutzen. Außerdem verhüten sie das Aufsetzen der Schiffe auf etwa unter Wasser befindliche Spundwände u. dergl., womit öfter die Böschungsanschlüsse an den Häuptern gesichert werden.

26. Prellpfähle, Dalben, Leitwände. Die Prellpfähle und die Pfähle der Dalben reichen in Kanälen und im Oberwasser von kanalisierten Flüssen mindestens 2 m über den gewöhnlichen Wasserspiegel, in Flüssen mit wechselnden Wasserständen mindestens bis 1 m über den höchsten schiffbaren Wasserstand.[1]) Sie sind meistens aus Kiefernholz hergestellt, mit Holzteer oder Karbolineum gestrichen. Die Köpfe der Bolzen, mit welchen sie etwa befestigt sind, müssen nach der Fahrseite hin versenkt werden, damit die Schiffe sich nicht daran beschädigen können. Die Pfähle haben in der Regel einen mittleren Durchmesser von 40 cm. Sie sind in sandigem Grunde etwa 3 m, in schlechtem Grunde bis 5 m und tiefer einzurammen. Die

[1]) Dies ist im wesentlichen nur für die märkischen Wasserstraßen zutreffend.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Pfahlköpfe werden schräg oder halbkugelförmig abgewässert. (Zinkblechhauben u. dergl. sind wenig mehr üblich, weil die Pfähle durch Schiffsangriff früher abgängig werden als durch Fäulnis.)

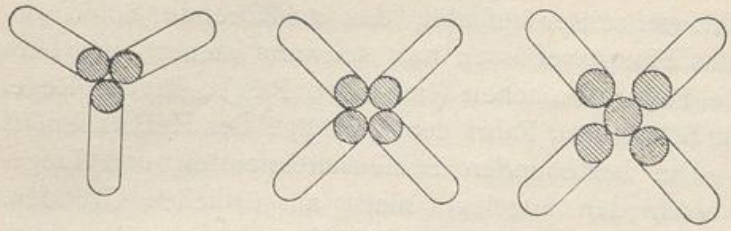


Abb. 405.

Wenn die freie Höhe der Prellpfähle über der Sohle 5 m überschreitet, sind anstatt ihrer Dalben erforderlich, diese aber auch sonst, wenn große Schiffe verkehren (nämlich über Finowmaß). Von den verschiedenen Anordnungen der Dalben sind die in Abb. 405 angedeuteten mit 3, 4 oder 5 Pfählen am zweckmäßigsten. Unter gewöhnlichen Verhältnissen reicht für Flußschiffe (besonders Finowmaß) die dreipfählige Dalbe aus. Unter den verschiedenen Verbindungsarten für die Pfähle empfiehlt sich die mit Bändern am meisten. Die Kopfenden der schräg eingeschlagenen Pfähle werden so, wie in Abb. 406 zu ersehen ist, zugeschnitten und durch eiserne Bänder zusammengezogen. Das obere Band wird 0,3 m unterhalb des Kopfes angebracht. Die Bänder sind 15 bis 20 mm stark, 100 mm breit und werden um ihre Dicke in die Pfähle eingelassen und durch starke Nägel (in länglichen Löchern des Bandes) noch besonders befestigt (Abb. 407). Jedes Band erhält ein Spannschloß. Dieses ist an der der Schiffahrt abgekehrten Seite anzubringen. Für die Schraubenbolzen sind Doppelmuttern nötig (Abb. 408).

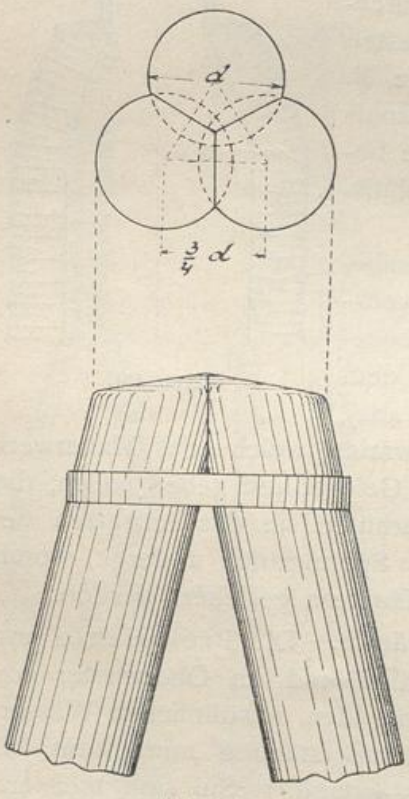


Abb. 406.

Die Stellung der drei Pfähle empfiehlt sich in der Regel so, daß in der Richtung, von welcher der Stoß der Schiffe zu erwarten steht, der eine Pfahl zu stehen kommt, während die beiden anderen dahintergesetzt zur Versteifung dienen. Die Pfähle müssen einen mittleren Durchmesser von mindestens 0,35 m haben. Die Neigung der einzurammenden Dalbenpfähle ist bei Sandgrund 1/7 (bei weichem Boden 1/5).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

An den Märkischen Wasserstraßen wird bei der Neigung von 1/7 eine zweite untere Verbindung zur Aussteifung der Dalben für nötig erachtet, wenn die Höhe über gew. W. oder M. W. mehr als 3 m be-

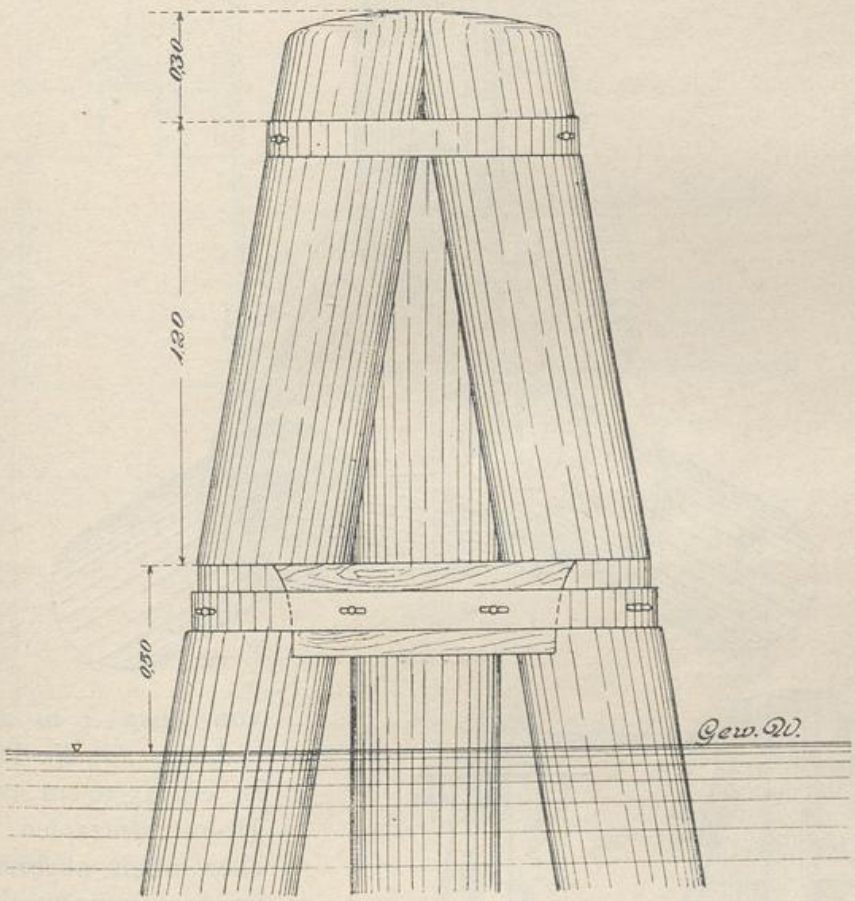


Abb. 407.

trägt, bei der Neigung 1/5 aber immer. Die Versteifungshölzer (20/25 bis 25/25 cm stark) sind ohne Zapfen mit Versatz einzubringen (Abb. 407 und 408). Die Aussteifung ist 0,50 m über M. W. oder gew. W. anzuordnen. Auch die Versteifung ist mit Bändern zu umschließen. Die Spannschlösser sind auf der der Schiffahrt abgekehrten Seite anzubringen.

Die Dalben werden zum Schutze gegen schnelle Zerstörung durch die Bootshaken und Ruderstangen an ihrem oberen Teile auf etwa 1,50 m Höhe in einem Abstand von 0,40 m über M. W. oder gew. W. zweckmäßig mit Bohlen von 8 cm Stärke bekleidet (Abb. 409).

Leitwände. Sie werden als versteifte und nicht versteifte Leitwände ausgeführt. Nicht versteift werden die Leitwände angewendet bei geringer freier Höhe (etwa bis höchstens 4 m über Sohle)

und wo kleinere Fahrzeuge (bis zu Finowmaß) verkehren (Abb. 410). Die Rammpfähle von mindestens 35 cm Durchmesser sind in Abständen

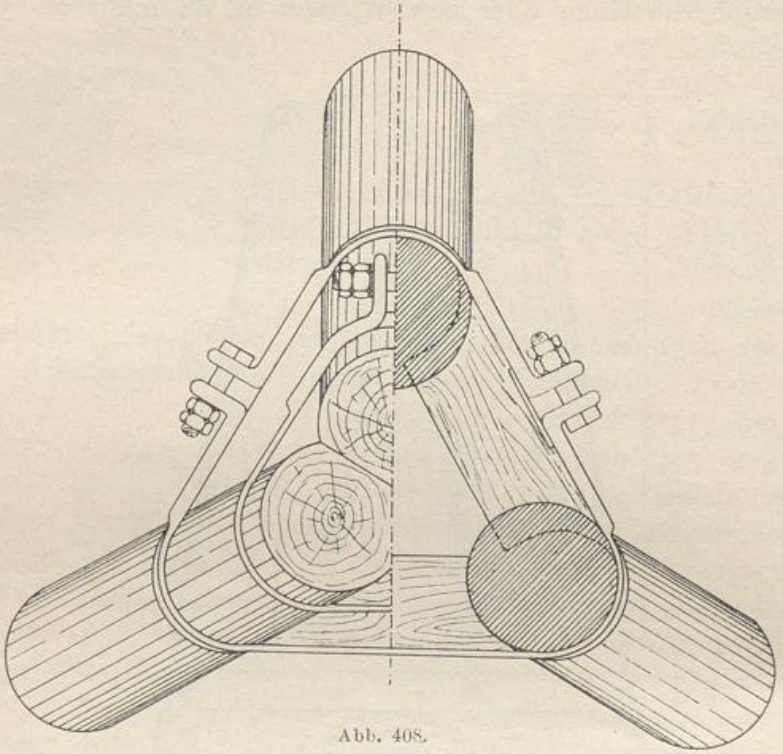


Abb. 408.

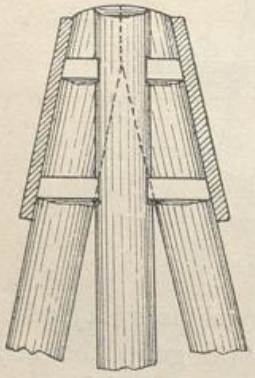


Abb. 409.

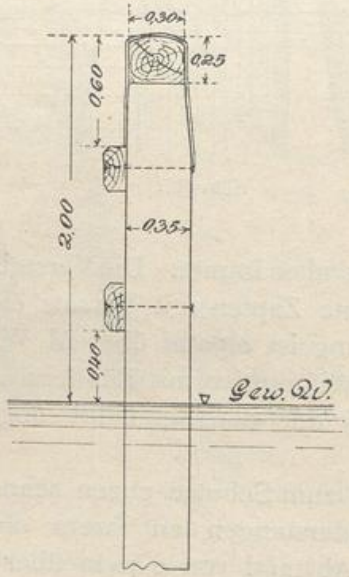


Abb. 410.

von etwa 4 m anzuordnen; auf die Pfähle ist ein 25/30 cm starker Holm aufzuzapfen, welcher oben abgerundet ist, ferner sind seitlich an die Pfähle mindestens zwei Gurthölzer (10/25 cm stark) anzubringen in der Höhenlage gemäß Abb. 410. Die Verbindungen sind durch eiserne Bügel und Bolzen herzustellen. Wo die Köpfe oder die Muttern auf Holz ruhen, sind Unterlagsscheiben anzuwenden (Abb. 411). Zwischen der Holmunterkante und dem oberen Gurtholz, sowie zwischen den Gurthölzern werden zweckmäßig noch Bohlen auf die Pfähle genagelt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Versteifte Leitwände (Abb. 412) werden bei größerer freier Höhe über dem Boden und dort erforderlich, wo große Schiffe (über Finowmaß)

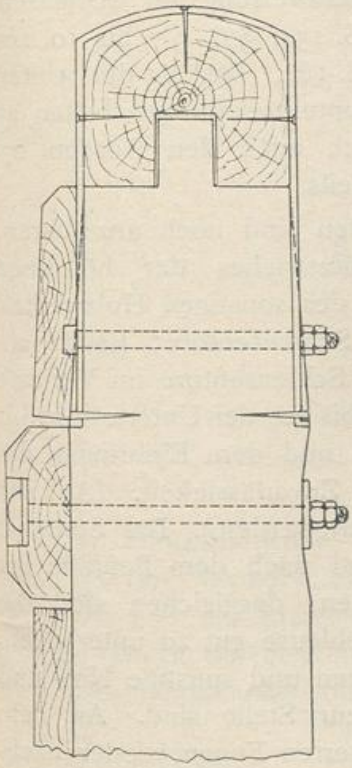


Abb. 411.

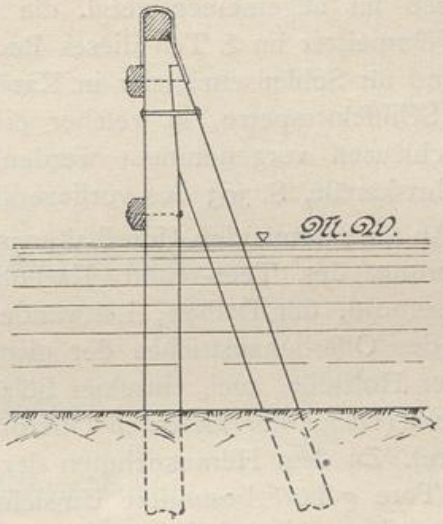


Abb. 412.

verkehren. Je nach der Höhe und dem Angriff ist entweder jeder Rammpfahl oder jeder zweite zu versteifen. Der Versteifungspfahl, der eine Neigung von etwa 1/5 erhält, ist mit dem Leitwandpfahl durch ein Band gemäß Abb. 412 zu verbinden. Bei großer Höhe der Leitwände ist die Zahl der Gurthölzer zu vergrößern.

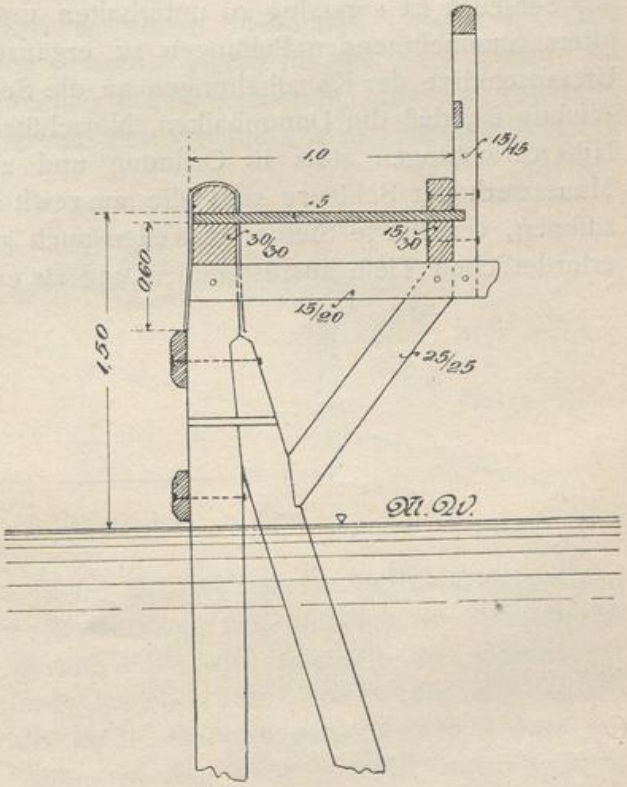


Abb. 413.

Leitwände erhalten öfters einen Laufsteg, der z. B. nach Abb. 413 angeordnet wird. Die Höhe des Laufsteges empfiehlt sich 1,50 m über gew. W. oder M. W., 0,50 m über H. Sch. W.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

J. Betrieb und Unterhaltung der Schleusen.

27. Über den Betrieb und die Unterhaltung der Schiffsschleusen im allgemeinen vergl. die Dienstanweisung für Schleusen- und Wehrmeister im I. Teil dieses Buches S. 154, § 6, § 7 bis 10 und § 17 und für Schleusenmeister in Kanälen S. 164. Betreffs der winterlichen Schiffahrtssperre, in welcher die Hauptunterhaltungsarbeiten an den Schleusen vorgenommen werden, vergl. auch den Abschn. 23, Schiffahrtskanäle, S. 303 des vorliegenden Teils.

An vorkommenden Unterhaltungsarbeiten sind noch anzuführen: Erneuerung des Teer- und Karbolineumanstriches der hölzernen Schleusentore, der Dalben, Leitwände und des sonstigen Holzwerkes, sowie des Ölfarbenanstriches der eisernen Schleusentore; Ersatz abgängiger Holzteile, auch einzelner hölzerner Schleusentore im Verlaufe der Jahre (Dauer der kiefernen Oberore 17 bis 20, der Untertore 12 bis 15 Jahre). Zu dem Herausnehmen der alten und dem Einbringen der neuen Tore gehört besondere Umsicht und Zuverlässigkeit. (Auf das Verfahren kann hier nicht näher eingegangen werden.) Das Sturzbett der Schleuse ist sorgfältig zu unterhalten und nach dem Befunde der öfters vorzunehmenden Peilungen zu ergänzen, desgleichen sind die Uferanschlüsse der Kanalhaltungen an die Schleuse gut zu unterhalten. Wichtig ist, daß die Dammbalken, Notschützen und sonstige Not- und Hilfsvorrichtungen stets in Ordnung und zur Stelle sind. An dem Mauerwerk der Schleuse sind die ausgewitterten Fugen wieder nachzufugen, verwitterte Steine, bisweilen auch ganze Mauerflächen in der erforderlichen Tiefe auszustemmen und zu erneuern usw.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 25.

Wehre.

A. Allgemeines.

1. Grundbegriffe. Der Zweck der Wehre ist die Hebung (Anstauung) des Wasserspiegels in einem fließenden Gewässer. Dies geschieht z. B. zur Erzielung größerer Tiefen für die Schiffahrt, sei es zum Zweck der gewöhnlichen Flußkanalisierung oder zur Ableitung eines Schiffahrtskanals (oberhalb des Wehres), ferner zur Bewässerung

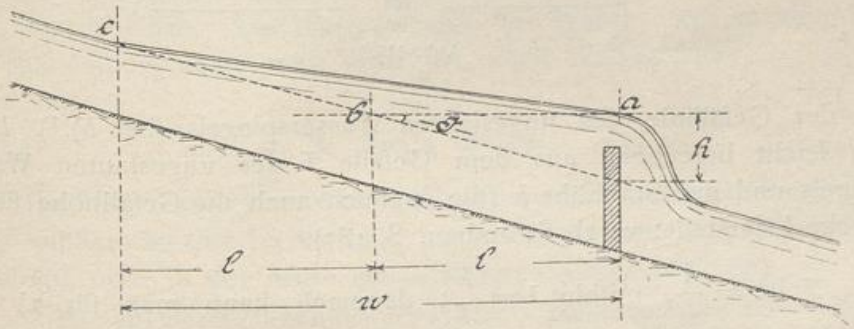


Abb. 414.

von Ländereien, indem oberhalb des Wehres ein Bewässerungsgraben abgeleitet wird, auch zur Ausnutzung des Gefälles für Triebwerke (Mühlen und dergl.). In diesem Falle wird oberhalb des Wehres ein Mühlgraben abgeleitet, durch welchen die Triebwerke der Mühle (Wasserräder, Turbinen) oder einer sonstigen gewerblichen Anlage getrieben werden. An der Stelle, wo das Wehr errichtet wird, entsteht Stau im Oberwasser und ein Wasserfall über das Wehr in das Unterwasser (vergl. Abb. 414). Letzteres bleibt dagegen unverändert (es sei denn, daß oberhalb des Wehres eine Ableitung stattfindet; durch diese wird die Wassermenge an der Wehrstelle natürlich vermindert und mithin das Unterwasser gegen früher erniedrigt). Der oberste feste

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Teil des Wehres heißt der Wehrrücken, bei hölzernen Wehren Fachbaum. Die Stauhöhe h am Wehr ist der Höhenunterschied zwischen dem Ober- und dem Unterwasser. Die Stauweite w bezeichnet diejenige Strecke vom Wehr stromaufwärts, in welcher die Hebung des Wasserspiegels noch meßbar ist. Das obere Ende c der Stauweite heißt die Staugrenze. Staulinie (ac) nennt man die Gefällinie, in welcher sich das gestaute Oberwasser einstellt. Oberhalb der Staugrenze hat das Gewässer sein ursprüngliches Gefälle. Die Staulinie ist eigentlich etwas gekrümmt (vergl. Abb. 415); sie geht daher nur ganz allmählich und zuletzt unmerklich in den ursprünglichen Wasserspiegel über. Die Stauweite wird aber angenähert bestimmt nach Abb. 414, indem man setzt:

$$w = 2\,l; \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1)$$

das bedeutet: die Stauweite w ist doppelt so groß als die wagerecht gedachte Staulinie l.

Die wagerecht gedachte Staulinie $l = ab$ ist die Wagerechte in Höhe des Stauspiegels am Wehr (a) von diesem ab bis zur Kreuzung

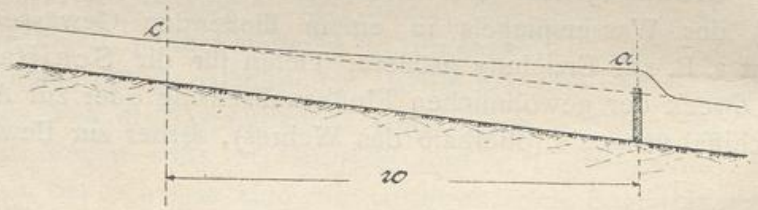


Abb. 415.

mit der Gefällinie des ungestauten Wasserspiegels (bei b).[1]) l läßt sich leicht berechnen aus dem Gefälle J des ungestauten Wasserspiegels und der Stauhöhe h (die zugleich auch die Gefällhöhe für die Strecke l darstellt; vergl. Strombau, S. 187).

J ist $= \frac{h}{l}$, mithin $l = \frac{h}{J}$; demnach kann man für 1) auch schreiben:

$$w = \frac{2\,h}{J}; \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 2)$$

also die Stauweite ist gleich der doppelten Stauhöhe, geteilt durch das Gefälle des ungestauten Wasserspiegels.[2])

---

[1]) $l = ab$ nennt man auch die hydrostatische Stauweite (bezw. Staulinie), während w die hydraulische Stauweite und ac die hydraulische Staulinie genannt wird.

[2]) Über dem Wehrrücken selbst findet schon eine gewisse Senkung des überfallenden Wassers statt; unmittelbar unterhalb des Wehres herrscht Wellenbewegung. Die Stauhöhe h ist daher zwischen zwei Punkten zu messen, die mehrere Meter vom Rücken oberhalb und unterhalb entfernt liegen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beispiel. Wie weit reicht der Stau vom Wehr aufwärts, wenn das ungestaute Flußgefälle $J = \frac{1}{2200}$ und die Stauhöhe $h = 2{,}15$ ist?

Auflösung. $w = \frac{2h}{J} = 2 \cdot 2{,}15 \cdot \frac{2200}{1} = 9460$ m. Man würde w auch aus einem Höhenplan durch Zeichnung finden können, wenn man l wie vorbeschrieben von a aus wagerecht absetzt und dann doppelt nimmt.

Um die festgesetzte, zulässige Stauhöhe am Wehr jederzeit erkennen und überwachen zu können, wird im Oberwasser (besonders bei Mühlen) ein sog. Merkpfahl gesetzt oder eine sonst geeignete Staumarke angebracht; als solche Marken sind auch die Pegel zu betrachten.

Nach der Bauart unterscheidet man die Wehre in feste und in bewegliche Wehre. Die festen Wehre bilden einen geschlossenen, möglichst dichten Baukörper von Steinwerk (Mauerwerk, Beton) oder Holzwerk, über dessen Rücken oder Fachbaum das gestaute Wasser überfällt; man nennt sie daher auch Überfallwehre. Die beweglichen Wehre dagegen haben einen ganz oder teilweise beweglichen (fortnehmbaren) Überbau auf einem festen Unterbau. Hinsichtlich des Überbaues können sie Dammbalken-, Schützen-, Nadel-, Klappen- oder Walzenwehre sein. Ihr fester Unterbau kann aus Stein- oder aus Holzwerk, ihre beweglichen Teile können aus Holz oder Eisen bestehen. Ihr fester Unterbau hat ebenfalls einen Rücken oder Fachbaum. Die Seitenwände der Wehre, welche den Uferanschluß bilden, nennt man Wangen, auch Widerlager.

B. Feste Wehre.

Die Lage der festen Wehre (Überfallwehre) und der Wehre überhaupt muß möglichst rechtwinklig zur Richtung des Wasserlaufes sein, geradlinig oder in der Mitte etwas stromaufwärts gekrümmt.

Anm. Mit einem Überfallwehr allein kann bei vorkommenden Anschwellungen das Überschreiten der vorgeschriebenen Stauhöhe nicht verhindert werden. Soll dies geschehen, so muß anstatt des Überfallwehres oder neben diesem ein bewegliches Wehr (Freischleuse, Freiarche) vorhanden sein. Wenn dessen fester Rücken oder Fachbaum, wie meistens, bis zur Flußsohle geht, so nennt man es Grundschleuse.

Bei den Wehren wird eine oberhalb des Rückens sich anschließende (meistens geneigte) Fläche des Wehrkörpers Vorboden, eine solche unterhalb anschließende Fläche Abfallboden genannt. Die Breite des Wehres wird durch die anschließenden Seitenwände oder Wangen (Widerlager, Uferpfeiler) begrenzt; diese haben meistens Flügel, die quer in das Ufer eingreifen.

2. Steinerne Überfallwehre mit Abfallboden. Der Abfallboden kann geradlinig oder gekrümmt sein. In Abb. 416 ist ein solches Wehr mit gekrümmtem Abfallboden dargestellt. Das Wehr

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ist zwischen Spundwänden auf Beton gegründet und kann im Hauptkörper aus Ziegel-, Bruchsteinmauerwerk oder Stampfbeton bestehen. Der Wehrrücken und der Abfallboden sind mit Werksteinen bekleidet. Der Wehrrücken ist abgerundet und der Abfallboden nach einem Kreisbogen hohl gekrümmt. Die Krümmung reicht mit ihrem Scheitel unter die Flußsohle; dadurch wird der Stoß des überfallenden Wassers gegen die Flußsohle abgeschwächt, indem das Wasser sich am Ende des Abfallbodens überschlägt. An das Wehr schließt sich das Sturzbett an; so nennt man bei allen Wehren den befestigten Teil der anschließenden Flußsohle. Ist diese nicht befestigt, so entsteht eine Vertiefung, die man den Kolk nennt. Ein solcher ist übrigens auch öfters noch hinter dem befestigten Sturzbett vorhanden, besonders, wenn die Befestigung nicht weit genug hinreicht. Letztere besteht meistens aus Faschinenlagen mit dazwischen eingeschlagenen Pfählen; über die Faschinen kommt Kleinschlag oder grober Kies, darüber

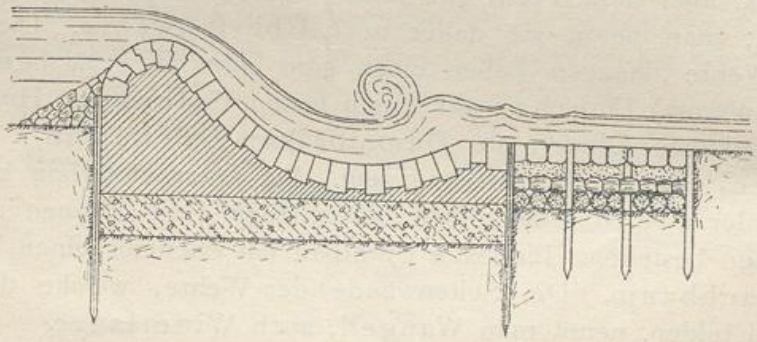


Abb. 416.

Pflaster oder Steinpackung aus schweren Steinen. In steinigem oder grobkiesigem Boden, wie z. B. in Gebirgsflüssen, besteht die Befestigung des Sturzbettes meistens nur aus einer Steinpackung über einer groben Kies- oder Steinschüttung. Die Spundwände dienen hier, wie überhaupt bei Wehren, nicht allein zur Umschließung der Baugrube und des Betonbettes, also zur Erleichterung der Bauausführung, sondern sind zugleich sehr nötig, damit das Wehr nicht unterläufig wird, d. i. damit kein Durchzug des Wassers unter dem Wehr vom Oberwasser nach dem Unterwasser zu stattfindet. Dies würde bei hohem Stau, sandigem und kiesigem Boden leicht geschehen und zu Wasserverlusten, unter Umständen auch zur völligen Unterspülung des Wehres führen. Die Spundwände müssen daher möglichst dicht gerammt sein. Bei allen Wehrbauten spielen also die Spundwände eine wesentliche Rolle. Die Wangenmauern sind in Abb. 416 nicht gezeichnet. Im übrigen gilt für sie das unter Ziff. 3 gesagte. Sie stehen auf derselben Gründung wie das Wehr.

Bei manchen steinernen Wehren mit Abfallboden ist dieser häufig auch nicht gekrümmt, sondern geradlinig, vom Rücken nach dem

Sturzbett schräg abfallend. Es würde jedoch zu weit führen, auf alle Formen hier einzugehen. Die steinernen Wehre mit Abfallboden werden selten noch ausgeführt, weil sie teurer und nicht so zweckmäßig sind als die Wehre Ziff. 3.

3. Steinerne Überfallwehre mit steilem Absturz (Abb. 417). Der Wehrkörper besteht aus einer Überfallmauer und dem unterhalb anschließenden Sturzbett. Das Sturzbett, die Überfallmauer und die Wangen bilden ein zusammenhängendes Mauerwerk mit gemeinsamer Gründung, die meistens aus Beton zwischen Spundwänden besteht. Die Krone oder der Rücken der Überfallmauer, die im Querschnitt sehr verschieden gestaltet sein kann, hat immer eine Werksteinabdeckung, deren Überfallkante abgerundet ist. Der Wehrrücken ist mit der Stromrichtung hier steigend angeordnet; dadurch entsteht ein geringerer Aufstau oberhalb des Rückens als bei wagerechtem Rücken (wenn in beiden Fällen die Wassermenge gleich ist). Anschließend an das steinerne Sturzbett des Wehrkörpers findet sich in der Verlängerung ein weiteres Sturzbett als Befestigung der Flußsohle. Die Länge der Sturzbetten richtet sich nach der Höhe des Überfalles und der überstürzenden Wassermenge, besonders bei höheren Wasserständen. Durch den steilen Absturz dieser Wehre wird die Wucht (die lebendige Kraft) des Wassers zum Teil vernichtet, so daß es eines sehr langen Sturzbettes meistens nicht bedarf; noch mehr ist dies der Fall, wenn das Sturzbett eine Höhlung unter der Flußsohlenlinie erhält, ein sog. Wasserpolster, in dem sich das überstürzende Wasser, wie man sagt, zum Teil tot fällt.[1])

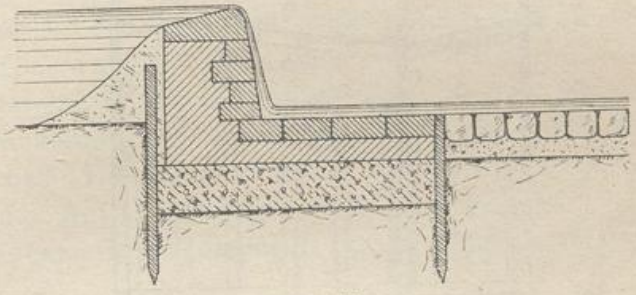


Abb. 417.

Die Wangen werden, wie bemerkt, meistens mit Flügeln angeordnet, vergl. Abb. 418. Bei großen Wehren gehen die Spundwände um die

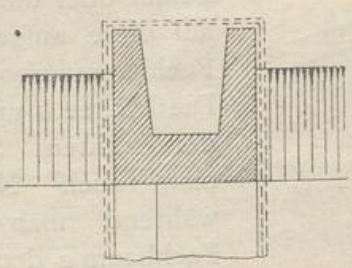


Abb. 418.

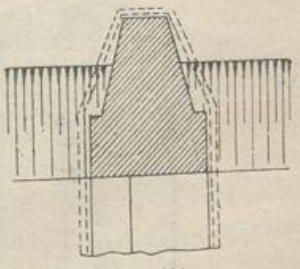


Abb. 419.

[1]) Auch die hohle Krümmung in Abb. 416 erzeugt eine Art Wasserpolster. Ein solches ist im übrigen auch zu ersehen in Abb. 441 am Sturzbett des Walzenwehres.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Flügel herum (Abb. 418), bei kleinen Wehren werden die Wangen und Flügel zusammengefaßt und als eine einzige starke Mauer, gewissermaßen als Verlängerung des Wehrkörpers keilförmig in das Ufer reichend hergestellt (Abb. 419).

4. Hölzerne Überfallwehre mit Abfallboden (Abb. 420). Das Wehr besteht aus dem Vorboden *ba*, dem Fachbaum (Rücken) *a* und dem Abfallboden *ac*; daran schließt sich das Sturzbett. Vorboden und Abfallboden bestehen aus einem Bohlenbelage, in welchem die Bohlen längs zur Überfallrichtung liegen. Sie sind auf die Grundbalken genagelt, die, je etwa 1,25 m voneinander entfernt, auf Grundpfählen ruhen; diese sind gegen die Grundbalken angeblattet. Wesentlich sind ferner drei Spundwände, eine am Anfang des Vorbodens bei *b*, eine unter dem Fachbaum *a*, die dritte am Ende des Abfallbodens bei *c*. Auf der Mittelspundwand ist der Fachbaum *a* aufgezapft (meistens aus Eichenholz); er wird jederseits durch Grundpfähle gefaßt oder durch Grundbalken, die auf diese aufgezapft und mit dem Fachbaum verbolzt werden (Abb. 421). Die Holme *b* und *c* der ersten und der dritten Spundwand nennt man auch Nebenfachbäume, während man den eigentlichen Fachbaum *a* den Hauptfachbaum nennt. Die Verbindung der Nebenfachbäume mit der Spundwand ist bisweilen abweichend von Abb. 420.

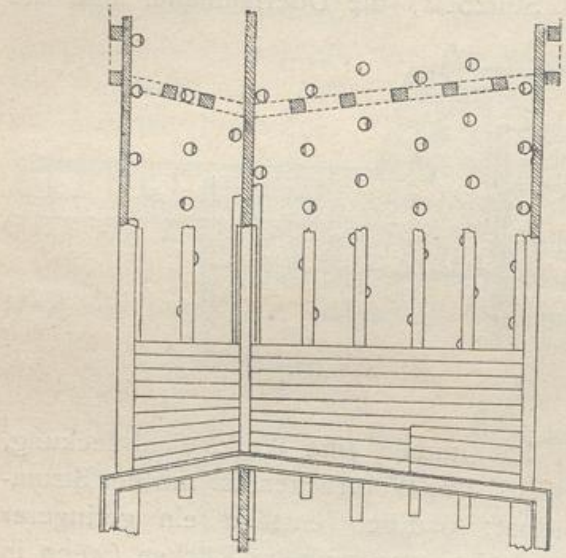


Abb. 420.

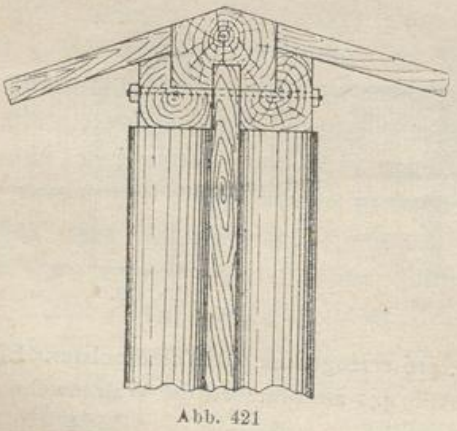


Abb. 421

Die Grundpfähle sind in jeder Reihe etwa 1,5 bis 2 m voneinander entfernt.

Der Abfallboden muß mit seinem unteren Rande *c* möglichst bis unter den niedrigsten Unterwasserstand reichen. Der Raum unter dem Vor- und dem Abfallboden wird mit Lehm oder Tonschlag dicht ausgefüllt. Die Spundwände nebst der Dichtung werden bis in das Ufer hinein verlängert; die Hauptspundwand wird dort möglichst so hoch gezogen, wie das höchste Oberwasser steigt, damit das Wehr nicht umläufig wird (das Oberwasser nicht seitlich nach dem Unterwasser durchdringt). Die Wangen öffnen sich vom Fachbaum aus nach ober- und unterstrom in einem Winkel und werden in der Richtung der Nebenfachbäume durch die Flügel, die rechtwinklig zur Uferlinie stehen, begrenzt. Die Wangen nebst Flügel sind einfache Bohlwerke, die aber auf beiden Seiten mit Bohlen verkleidet sein müssen, um die Stiele gegen Beschädigungen durch treibende Gegenstände zu schützen.

Die Wangen der hölzernen Wehre werden häufig auch in Mauerwerk hergestellt und dann meistens auf Pfahlrost gegründet, dessen Belag so tief liegt, daß er immer unter der Linie des niedrigsten Unterwassers bleibt. Fachbäume und Spundwände gehen in diesem Falle durch das Mauerwerk hindurch, die Grundbalken des Wehres werden dagegen stumpf gegen die Wangen gestoßen.

5. Hölzerne Überfallwehre mit steilem Absturz (Kastenwehre). (Abb. 422 und 423.)

Einstufiges Kastenwehr (Abb. 422). Der Wehrkörper ist durch Spundwände eingefaßt; dazwischen Pfahlreihen, die oben durch Holme verbunden sind. Über die Holme ist Bohlenbelag genagelt mit etwas Neigung. Der Kastenraum unter dem Belag ist mit Ton ausgefüllt; auch oberhalb des Wehres ist eine Tonschüttung vorgelegt, unten ein Sturzbett aus Sinkstücken mit Steinbewurf.[1])

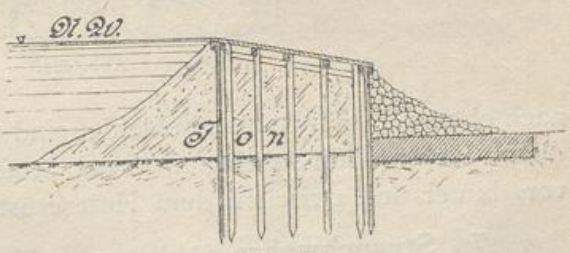


Abb. 422.

Zweistufiges Kastenwehr (Abb. 423). Die beiden Stufen werden durch Spundwände mit dazwischen geschlagenen Pfählen gebildet; in der ersten Stufe, falls sie sehr hoch ist, außerdem Streben.

[1]) Das Wehr (Abb. 422) ist in einem Oderarm bei Niedersaathen als Sperrdamm eingebaut. An Stelle der fehlenden Landpfeiler (Wangen) sind die Uferböschungen abgepflastert und die Spundwände in den Böschungen bis zur Pflasteroberfläche hochgeführt.

Die Holme der Pfähle und Spundwände tragen den Bohlenbelag. An die zweite Stufe schließt sich ein mit Bohlenbelag auf Pfählen hergestelltes Sturzbett an, das nach unterstrom mit einer Spundwand

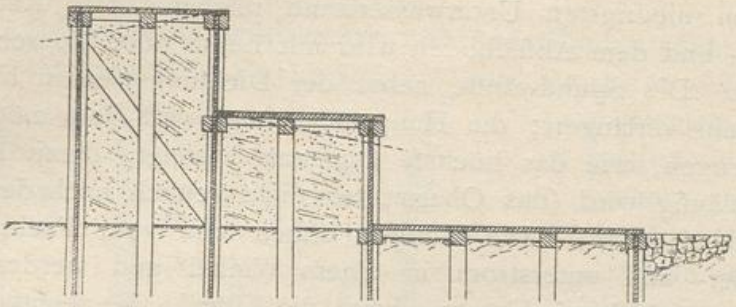


Abb. 423.

abgeschlossen ist. Der Belag der Stufen ist besser geneigt anzuordnen, wie punktiert angedeutet ist.

6. Holz- und Steinwehre (Abb. 424). Sie werden angewendet, besonders in Gebirgsflüssen mit fester Sohle, wenn vollständige Dichtheit nicht erforderlich ist. Das Wehr besteht aus Pfahlreihen, die

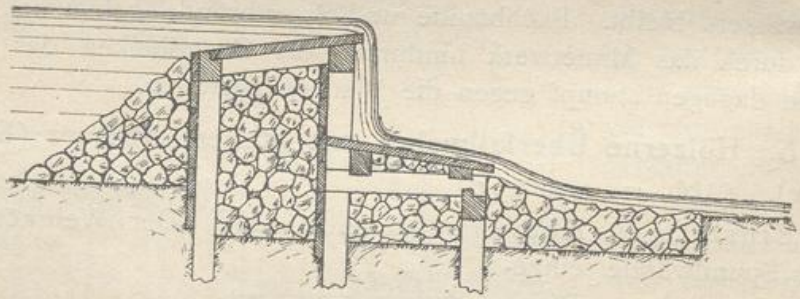


Abb. 424.

nach oberstrom mit Bohlen bekleidet sind (anstatt der Spundwände), und deren Holme Bohlenbelag in zwei Stufen tragen. Der Hauptkörper vor, hinter und zwischen dem Holzgerüst besteht aus Steinpackungen.

7. Strauchwehre (Abb. 425). Sie werden ähnlich wie Packwerksbauten durch Buschlagen gebildet, die mit übergenagelten Würsten

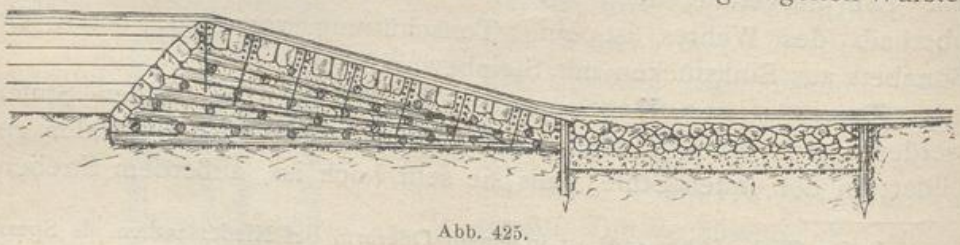


Abb. 425.

zusammengehalten und mit Kies beschwert werden. Sie halten ebenfalls nicht ganz dicht. Das Wehr erhält einen dreieckigen Querschnitt,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der dadurch erzielt wird, daß man jede Buschlage oberstrom stärker macht als unterstrom. Die Buhnenpfähle sind der Deutlichkeit wegen fortgelassen. Der Vorboden, der Rücken und der Abfallboden werden oben zweckmäßig mit Steinen auf Kiesunterlage abgedeckt mit dazwischen geschlagenen Pfählen oder einem Netz von Flechtzäunen mit etwa 1 m Felderweite. Unten schließt sich ein Sturzbett in üblicher Ausführung an, an den Enden mit Flechtzäunen eingefaßt. Der Wehrkörper ist in voller Stärke in das gewachsene Ufer mehrere Meter hinein zu verlängern. Die Ufer selbst sind sorgfältig zu befestigen. Solche Wehre kommen öfters in östlichen Flüssen vor als Überfälle und zugleich Sperrdämme an der Abzweigung eines Nebenarmes aus dem Hauptarm, in der Uferlinie des Hauptarmes liegend.

C. Bewegliche Wehre.

Der Zweck der beweglichen Wehre ist außer der Anstauung zugleich auch die Regelung der Stauhöhe bei wechselnden Wassermengen, besonders bei Anschwellungen.

Alle beweglichen Wehre haben einen festen Unterbau, der sich mehr oder weniger etwas über die Flußsohle erhebt, und einen ganz- oder teilweise fortnehmbaren Überbau. Der Unterbau kann aus Steinwerk oder Holzwerk bestehen, der Überbau, namentlich der bewegliche Teil aus Holzwerk, Eisen oder aus beiden zugleich. Die Wangen sind im allgemeinen wie bei den festen Wehren beschaffen.

Es werden nachstehend nur einige Arten von beweglichen Wehren angeführt, die an oder in schiffbaren Wasserstraßen vorkommen.

8. Dammbalkenwehre (Abb. 426 bis 428). Der Unterbau und die Wangen bestehen meistens aus Mauerwerk. In den Wangen sind über dem Wehrrücken Dammfalze angeordnet, in welche zur Haltung des Staues Dammbalken eingelegt werden. Dammbalken anstatt anderer Bewegungsteile werden angewendet, wenn die Wehröffnung über dem Rücken nur selten freigemacht zu werden braucht und dann allmählich und nach Bedarf. An den Enden der Dammbalken sind Haken oder drehbare Bügel angebracht (Abb. 426 und 427), mit denen sie aus dem Wasser ge-

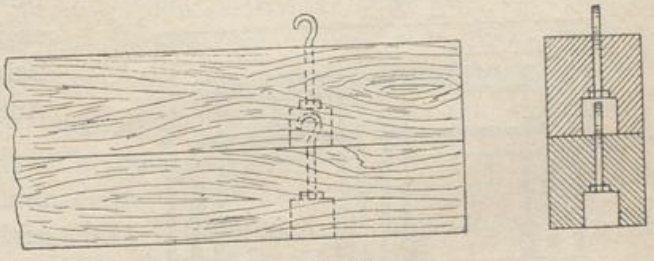


Abb. 426.

hoben werden, und zwar an beiden Enden zugleich mittels einer Hakenstange, erforderlichenfalls unter Zuhilfenahme einer Kette (mit Winde),

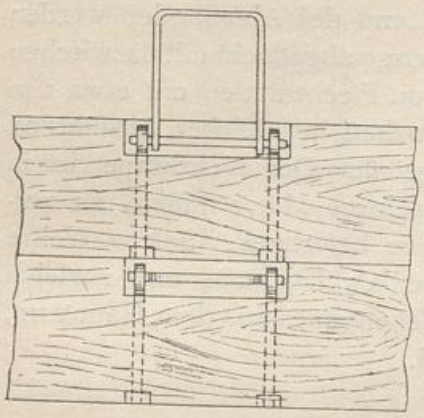
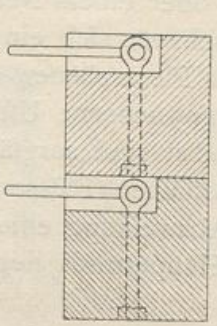


Abb. 427.



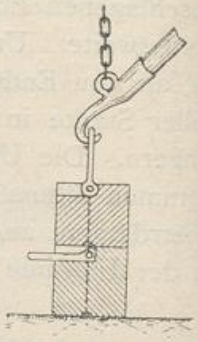


Abb. 428.

Abb. 428. In den Balken sind für die Haken oder Bügel Ausklinkungen vorhanden, in welche sie sich legen.

9. **Schützenwehre** (Abb. 429). Sie finden sehr vielfache Verwendung, z. B. als Freiarchen bei Schiffahrtskanälen, überhaupt als Frei-, Flut- oder Grundschleusen, auch bei Mühlenanlagen, ferner in größerem Maßstabe (bei verschiedener Bauart) als Stauwehre bei manchen kanalisierten Flüssen. Allen Schützenwehren ist die Benennung gewisser Bestandteile gemeinsam; es ist zweckmäßig, diese bei einer kleinen einfachen Anlage vorzuführen.

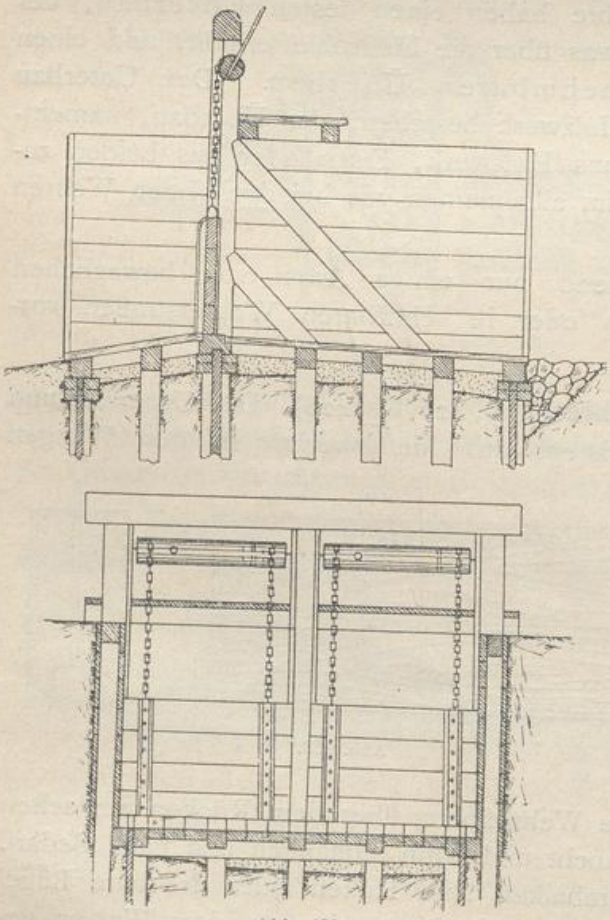


Abb. 429.

Abb. 429 zeigt eine einfache hölzerne Freiarche oder Grundschleuse mit zwei Öffnungen. Der Unterbau ähnelt dem hölzernen Wehr Ziff. 4. Der Überbau zeigt folgende Teile. Die beiden Öffnungen sind durch

eine sog. Grieswand geschieden, die auf dem Abfallboden fest (dauernd) aufgesetzt ist; sie besteht aus dem Griesständer (Griessäule, Griespfosten) und den Griesstreben. Der Griesständer ist auf dem Fachbaum aufgezapft, die Streben dagegen in einer Schwelle, die über die Grundbalken gelegt ist. In den Uferwangen stehen ebenfalls zwei Griesständer. Die drei Griesständer werden oben durch den Griesholm verbunden, in den sie verzapft sind. Sämtliche Griesständer haben oberstrom neben der Schützöffnung einen Falz, in welchen die Schützen mit etwas seitlichem Spielraum hineinpassen. Im vorliegenden Falle werden die hölzernen Schützen mit Ketten hochgezogen. Die Aufziehvorrichtung besteht je in einer Welle, deren Achse an den Griesständern gelagert ist. Die Welle hat Löcher, in die ein einfacher Hebel zur Drehung eingesetzt wird. Zur Bedienung ist ein Laufsteg vorhanden, der hochwasserfrei liegen muß. Es gibt solche Schützenwehre (auch als Freiarchen) nicht nur mit 2, sondern mit 3, 4, 5 und mehreren Öffnungen. Die lichte Weite der Schützöffnungen ist sehr verschieden; sie schwankt zwischen 1 bis 2 m, aber auch weniger und mehr; es kommt auf die Stauhöhe und den dadurch entstehenden Wasserdruck, die Stärke des Schützes und die Aufziehvorrichtung an.

Kommt in dem Gewässer Eisgang vor oder ist ein Zusetzen der freigemachten Öffnungen bei Hochwasser durch Treibholz u. dergl. zu fürchten, oder soll der Hochwasserquerschnitt ohnehin vergrößert werden, dann müssen alle oder ein Teil der Zwischengriesständer beweglich, d. h. fortnehmbar eingerichtet werden, bei kleineren Schützenwehren in diesem Falle meistens alle, bei größeren einige zwischen festen, stehenbleibenden Griesständern. Solche fortnehmbaren Griesständer nennt man Losständer oder Setzpfosten. In der Regel ist als Zubehör für ein solches Wehr eine Brücke vorhanden, deren Pfeiler oder Joche dann zugleich die festen Grieswände darstellen. Die zwischen diesen Jochen stehenden Griesständer sind dann die Losständer; sie stehen mit ihrem Zapfen oder ihrer sonstigen Verbindung unten lose im Fachbaum und lehnen sich oben, nur durch eiserne Bügel, Krampen oder dergl. gehalten, gegen den Griesholm, an den sie durch den Wasserdruck angedrückt werden. Sind die sämtlichen Schützen gezogen, so daß der Stau fast beseitigt ist, so können auch die Losständer leicht herausgezogen werden, entweder mit der Hand an dazu vorhandenen Quergriffen oder, wenn sie zu groß und schwer sind, mit Hebeln, fahrbaren Winden, Kranen u. dergl.

Schützenwehre mit steinernem Unterbau haben, wenn sie in mehrere Hauptöffnungen geteilt sind, meistens nicht hölzerne Grieswände, sondern steinerne Griespfeiler, ähnlich wie Brückenpfeiler. In diesem Falle können dann die Brückenbalken, der Griesholm, die Losständer und die Schützen von Holz oder von Eisen sein. Die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Aufzugvorrichtungen sind sehr verschieden. Häufig sind an den Schützen eine oder zwei eiserne Zugstangen befestigt, die je in eine Zahnstange auslaufen und durch eine Zahnradwinde hochgezogen werden können. Bisweilen besteht die Zugstange auch aus einer Schraubenspindel, an der oben die Winde, eine Mutter drehend, angreift. Bei großen Schützenwehren läuft auf der Überbrückung auch eine fahrbare Winde oder ein Kran auf einem Schienengleis (Abb. 432). Die eisernen Losständer sind dann entweder zum senkrechten Herausziehen eingerichtet (mit Kran), oder sie stehen unten in einem Gelenk und können nach unterstrom auf die Sohle umgelegt werden (Abb. 432), oder sie hängen oben in einem Gelenk an einem der Brückenträger (oder an einem besonderen Träger) und stützen sich unten am Fachbaum gegen einen Schuh, der erforderlichenfalls ausgelöst wird, so daß die Losständer unten nach unterstrom durchschlagen und dann mit einer Winde nebst Kette, die am unteren Ständerende angreift, nach der Brücke hochgezogen werden.[1])

Aus der großen Zahl der verschiedenen Schützenwehre an schiffbaren Flüssen ist in Abb. 430 bis 432 das Wehr in der Netze bei

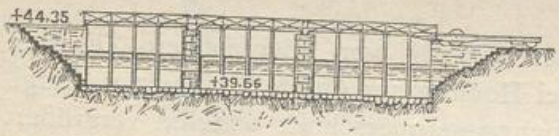


Abb. 430.

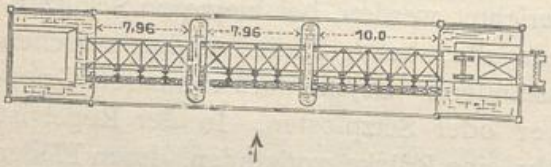


Abb. 431.

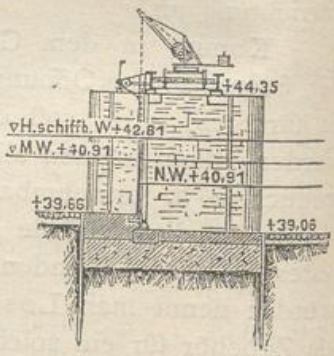


Abb. 432.

Lindenwerder (Regierungsbezirk Bromberg) in kleinem Maßstabe dargestellt. Es hat drei Öffnungen, die überbrückt sind, und zwar die beiden kleineren Öffnungen durch eine feste eiserne Laufbrücke, die größere, 10 m weite Öffnung, die zugleich Schiffsdurchlaß ist, durch eine Rollbrücke. Die Öffnungen sind durch eiserne Griesständer (Losständer) in vier bezw. fünf Schützfelder geteilt. Die unten in Gelenken stehenden Griesständer werden oben durch eine an der Brücke angebrachte Riegelvorrichtung gehalten und nach dem Ziehen der Schützen, also bei ungestautem Wasser, mit der Stromrichtung umgelegt. Die Schützen sind Rollschützen (vergl. S. 351, Ziff. 19). Die Bewegung der 1,85 m breiten und 1,45 m hohen Schütztafeln geschieht mit Hilfe eines

[1]) In dieser Weise ist z. B. das bekannte Pretziener Wehr in einem Flutarm der Elbe oberhalb Magdeburg eingerichtet.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

fahrbaren Krans; dieser dient zugleich zum Verlegen einer Winde, die mittels einer Kette das Aufrichten oder Niederlegen der Griesständer bewirkt.

10. Nadelwehre. Über ihre allgemeine Anordnung ist bereits in Abschn. 23 das nötige mitgeteilt worden. Hier ist noch über die Bauart der Wehrböcke, ihre Verankerung, die Einrichtungen zum Niederlegen und Aufrichten der Böcke, sowie die Bedienung der Nadeln einiges anzuführen. Dies wird besonders in Anlehnung an die kanalisierte Oder geschehen. Abweichungen an anderen Flüssen werden, soweit erforderlich, kurz besprochen werden.

Die Nadeln lehnen sich, wie bereits bemerkt, unten gegen die Anschlagschwelle des Wehrrückens, oben gegen die aus hohlem Rundeisen bestehende Nadellehne, die von Bock zu Bock reicht (Abb. 434). An jede Nadel ist oben ein eiserner Hakenbügel angeschraubt (Abb. 433), mit welchem sie über die Nadellehne übergreift. Der Hakenbügel (welcher der Deutlichkeit wegen in Abb. 434 fehlt), hat oben eine nasenförmige Verlängerung. Zum Ziehen der Nadel wird ein hölzerner Hebel unter die Nase gesteckt, auf die Laufbrücke gestützt und die Nadel gehoben; sie schlägt dann, an der Nadellehne hängend, nach unterstrom durch. Die hängenden Nadeln können dann nacheinander bequem ausgehakt und beseitigt werden. Sollen die Nadeln dagegen eingesetzt werden, so werden sie in möglichst wagerechter Lage auf die Nadellehne aufgelegt und so weit nach dem Oberwasser vorgestoßen, daß der Haken die Nadellehne berührt; dabei werden die Nadeln von der Strömung ergriffen und nach unterstrom gedrückt, bis sie sich an den Anschlag des Wehrrückens anlehnen.

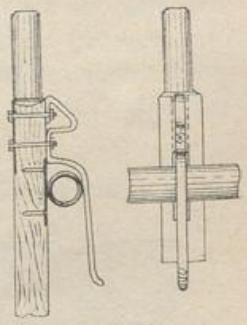


Abb. 433.

Diese bewährte Einrichtung mit runden Nadellehnen und Hakennadeln findet sich auch bei der kanalisierten Fulda und der Ems; an den Mainwehren besteht dagegen eine andere Einrichtung. Hier sind die aus einem geschmiedeten Stabe bestehenden Nadellehnen an einem Ende mit dem vorderen Ständer des Wehrbockes drehbar verbunden, mit dem anderen werden sie gegen den Ständer des anderen Bockes auslösbar festgestellt. Wird der Halt der Auslösung beseitigt (drehbarer Bolzen), so schlägt die Nadellehne nach unterstrom durch und mit ihr das ganze Spiel Nadeln eines Feldes. Die Nadeln sind an längeren Leinen, die durch die an ihrem Kopfe befindlichen Ösen gezogen sind, befestigt und werden unterhalb des Wehres an den Leinen emporgezogen. Man nennt diese Einrichtung die Kummersche Auslösung.

Die Nadellehnen an der Saar und der oberen Mosel bestehen aus Winkeleisenstäben, die von Bock zu Bock reichen und an ihrem Auflager je über einen Dorn greifen. Die Nadeln sind sämtlich mit Leinen versehen, damit sie nach dem Ziehen nicht weiter fortschwimmen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Wehrböcke (Abb. 434). Sie bestehen aus dem vorderen und dem hinteren Ständer, ferner der Strebe und der oberen und der

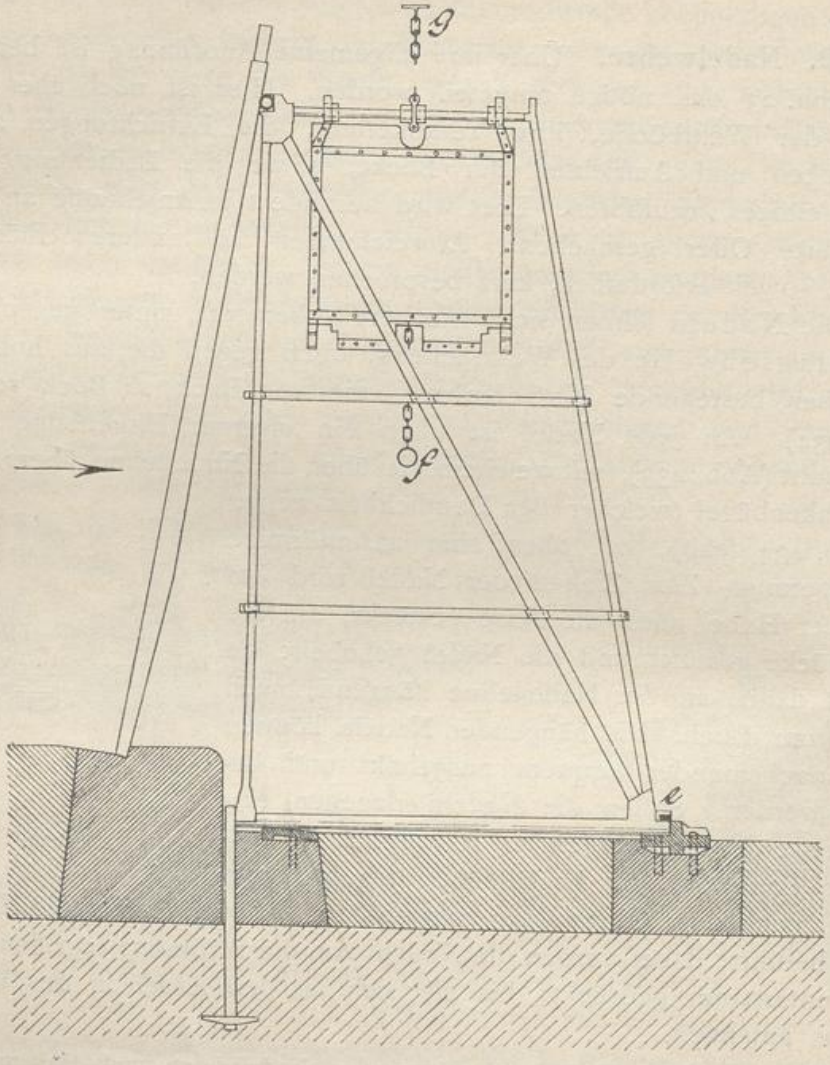


Abb. 434.

unteren Welle, alle diese Teile aus vollem Eisen. In den Ecken sind sie durch angeschweißte Eckstücke (Eckbleche) verbunden. Zur Versteifung des Bockes dienen zwei Flacheisenpaare, die unter sich durch Stehbolzen verbunden sind. Am oberen Eckpunkte des Bockes (nach oberstrom) ist ein senkrechter Dorn angebracht, auf welchen die Nadellehnen mit einem in ihnen befindlichen Auge greifen (hier nicht sichtbar), und zwar je zwei benachbarte Nadellehnen auf dem Dorn sich überblattend. Eine weitere

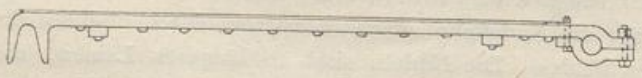


Abb. 435.

Verbindung der Wehrböcke wird durch die Brückentafeln hergestellt. Die Tafel besteht aus Riffelblech (Abb. 434); sie ist an der oberen Welle des Bockes drehbar befestigt und greift über die Welle des anderen Bockes mit zwei Klauen über, wie aus der Seitenansicht der Tafel (Abb. 435) sich ergibt.

Unten auf dem Wehrrücken ist jeder Bock mittels eines vorderen Führungsschuhes und eines hinteren Lagers aufgestellt. Schuh und Lager sind durch Steinschrauben mit dem Granitstein des Wehrrückens verankert. In dem hinteren Lager ist der Bock durch den Keil *e* gegen Verschieben und Aufrichten gesichert. Gegen Umwerfen durch Wasserdruck oder Stöße ist der Wehrbock vorn durch einen Anker gehalten, welcher mit einer Schleife (Öse) über das vordere Ende der unteren Welle des Bockes greift. An der oberen Ecke (nach unterstrom) sitzt auf dem Bock ein Dorn, auf welchen ein eiserner Geländerstiel gesetzt werden kann. Als Handleiste des Geländers dient ein Drahtseil.

An der Ems sind die Böcke ähnlich, haben aber nur ein Flacheisenpaar zur Versteifung. Etwas anders sehen die Böcke an der Fulda und am Main aus. Hier besteht die Strebe aus zwei versteiften geschmiedeten Stäben. (In Abb. 438, 439 ist der obere Anschluß der Strebe sichtbar.) Wagerechte Flacheisenversteifung ist nicht vorhanden. Die etwas veralteten Böcke an Mosel und Saar sind aus Winkeleisenstäben zusammengenietet.

Niederlegen der Böcke. Wenn die Nadeln beseitigt sind, wird mit dem Niederlegen der Böcke begonnen, und zwar an der der Schleuse abgekehrten Seite der betreffenden Öffnung, also je rechts in der Wehröffnung (Abb. 329, S. 311). Bei dem letzten Bock werden die beiderseitigen Nadellehnen abgehoben, sowie die letzte Brückentafel am Pfeiler aufgeklappt; dann wird die mit dem Bock verbundene Brückentafel an der mit ihr verbundenen Kette durch eine verstellbare Winde gefaßt und mit dieser der Bock auf den Grund hinabgelassen. In derselben Weise erfolgt durch Zurückrücken der Winde nun das Umlegen der übrigen Böcke (Abb. 436). Die zuerst umgelegten Böcke legen sich in die Nische des Pfeilers (Abb. 329). Die anderen Böcke überdecken teilweise die vorhergehenden (Abb. 436). Die niedergelegten Böcke sind durch den oberen Teil des Wehrrückens gegen Stöße durch Eis usw. völlig geschützt. Beim Niederlegen eines Bockes wird der Ring *f* am Kettenende desselben an dem Knebel *g* der am folgenden Bock befindlichen kurzen Kette befestigt. Auf diese Weise sind dann alle liegenden Böcke durch Ketten miteinander verbunden bis zum Blindbock (Mauerwelle) des linken Pfeilers.

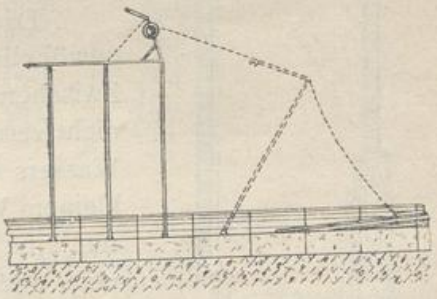


Abb. 436.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Aufrichten der Böcke. Zunächst wird mit der auf dem linken Landpfeiler stehenden Winde die Kette des ersten Bockes so weit aufgewunden, daß er senkrecht steht; dann werden die Klauen der zugehörigen Brückentafel auf die Welle des linkseitigen Blindbockes gehoben und hierauf die Nadellehne aufgelegt. Dann folgen in gleicher Weise die übrigen Böcke (Abb. 436).

Die Nadeln bestehen aus Lärchenholz[1]) und haben (im Schiffsdurchlaß) eine Breite und Dicke von etwa 9 bis 10 cm bei mittlerer, 10 bis 13 cm bei großer Stauhöhe. Sie sind oben mit einem Handgriffe versehen. An der Oder und Fulda ist die größte Stärke nur an der durch den Wasserdruck meist belasteten Stelle vorhanden, nach den Enden sind die Nadeln abgeschwächt, zur Verminderung des Gewichts, an anderen Flüssen geht die Nadelstärke gleichmäßig durch. Die größten Nadeln, welche bei 2,60 m Stauhöhe im Schiffsdurchlaß vorkommen, besitzen bei 4,5 m Länge (einschließlich Handgriff) und 9,6 · 13 cm größter Stärke ein Gewicht von 36 kg, so daß sie noch von einem Arbeiter ohne zu große Anstrengung getragen werden können; jedoch betrachtet man dies etwa als die zulässige Grenze. Die Höhe des Bockes über dem Lager ist dabei 4,4 m, die obere Breite 1,45 m und die Breite der Brückentafel 1,1 m (die Breite der Tafeln und der Böcke ist bei anderen kanalisierten Flüssen meistens etwas geringer).

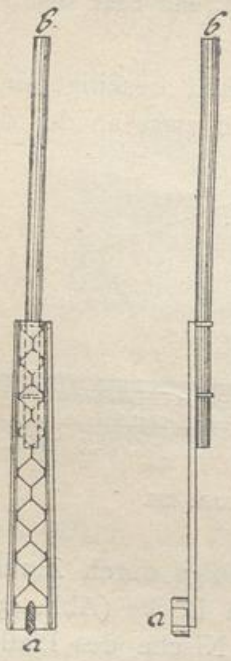


Abb. 437.

Dichtung der Nadelwand. Bei der gewöhnlichen Einstellung der Nadeln lassen sich Zwischenräume zwischen den einzelnen Nadeln nicht vermeiden, so daß ein merklicher Teil des Wassers durch die Fugen dringt. Dies ist bei kleinem Wasser in Flüssen, die dann überhaupt nur eine geringe Wassermenge führen, mißlich; man würde den nötigen Stau dann nicht halten können. Deshalb müssen die Nadeln bei kleinem Wasser nachträglich besonders eng aneinandergerückt werden. Dies würde sich am Kopfe der Nadeln nur unvollkommen ausführen lassen. Es bedarf vielmehr dazu eines besonderen Werkzeuges, des Nadelrückers, mit dem man die Verschiebung am Nadelfuße bewirkt (Abb. 437). Er besteht aus einem Hebel b, dessen unterer breiter, aus Eisenwerk bestehender Teil einen Keil a trägt. Der Hebel wird auf der Oberwasserseite an der Nadelwand so heruntergeführt,

[1]) Am Main und an der Fulda wird Tannenholz vom Schwarzwald, an der Ems Pitchpineholz verwendet.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

daß der Keil in die Fuge zwischen zwei benachbarte Nadeln zu sitzen kommt. Durch Bewegen des Handgriffes *b* nach links und rechts erfolgt sodann ein Verschieben des Nadelfußes, bis er hart an der Nachbarnadel anliegt oder auch bis die Fuge, in der der Keil sitzt, zum Einsetzen einer neuen Nadel genügend ausgeweitet ist. Hierdurch wird in der Regel eine hinreichende Dichtung erzielt. Eine noch weitergehende sehr wirksame Dichtung kann durch das Einwerfen einer durchfeuchteten Mischung von Sägespänen und Steinkohlenasche in das Oberwasser (dicht oberhalb der Nadelwand) erzielt werden.

Stauregelung durch ausrückbare Nadeln (Abb. 438 und 439). Wenn bei allen, auch den geringen Schwankungen der Stauhöhe die Regelung des Stauspiegels durch Ziehen und Wieder-

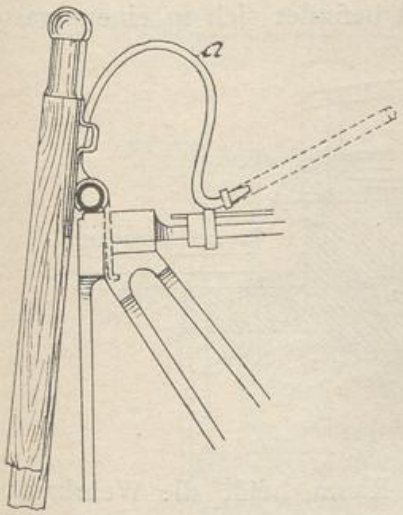


Abb. 438.

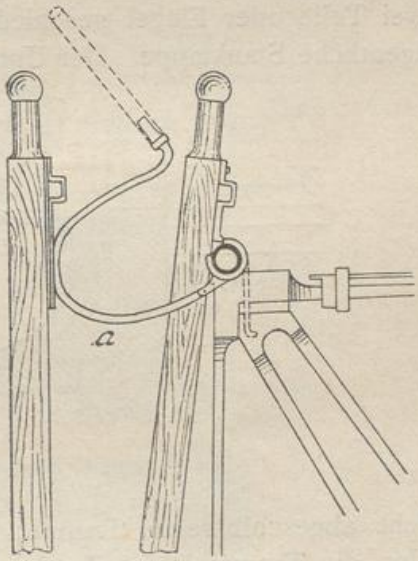


Abb. 439.

einsetzen von Nadeln bewirkt werden soll, so macht dies sehr viel Arbeit. Es brechen dabei auch häufig Nadeln infolge der plötzlichen starken Beanspruchung durch die Strömung beim Anschlagen gegen den Wehrrücken. Daher zieht man es vor (an der Fulda und Ems), eine Anzahl Nadeln ausrückbar anzuordnen, und zwar auf jede Bockentfernung etwa eine. Eine solche Nadel (Freinadel) hat keinen Haken; sie lehnt sich einfach gegen die Nadellehne; dagegen greift anderseits der Ausrücker *a* (ein eiserner Bügel mit zwei runden Klauen) um die Nadellehne hinter der Freinadel (Abb. 438). Er ist geschweift gebogen und hat am Ende einen Dorn, über den ein Hebel (eisernes Rohr) gesteckt werden kann (punktiert); wird der Hebel nach oberstrom umgelegt, so drückt der Bügel die Nadel nach vorn aus der Nadelwand, während sie unten im Anschlag bleibt (Abb. 439); dadurch entsteht ein Schlitz in der Nadelwand von Nadelbreite, durch den das Wasser fließen kann. Soll der Schlitz wieder geschlossen werden, so

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wird der Bügel mit dem Hebel wieder zurückgelegt. Der Haken der Nachbarnadel ist der Deutlichkeit wegen nur punktiert gezeichnet.

11. Klappenwehre. Trommelwehr. Klappenwehre bestehen in ihrem beweglichen Teil aus hölzernen oder eisernen Tafeln (Klappen), die zwischen hölzernen oder steinernen Bauteilen eingebaut sind, sich meistens um eine wagerechte Achse drehen und die Wehröffnung abschließen. Die Drehachse kann an der oberen, an der unteren Kante oder in der Mitte der Klappe liegen. Bei den Klappenwehren wird zweckmäßig der Druck des Oberwassers zum Öffnen und Schließen der Wehröffnung benutzt.

Das Trommelwehr ist auch ein Klappenwehr. Die wagerechte Achse liegt in der Mitte der Klappe; sie wird durch die Achse in zwei Teile oder Flügel geschieden (Abb. 440). Der Oberflügel ist die eigentliche Stauklappe. Der Unterflügel befindet sich in einem wasser-

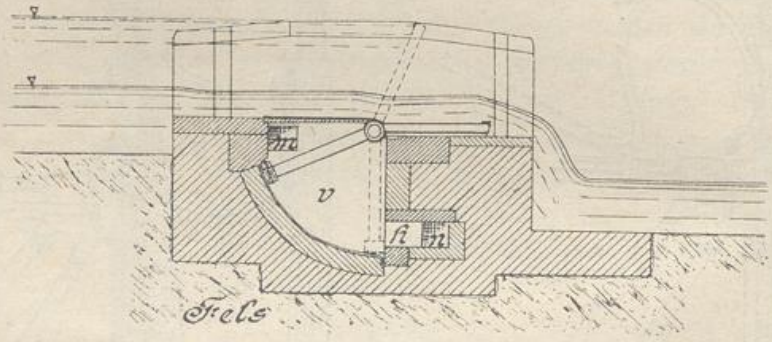


Abb. 440.

dicht abgeschlossenen Raume; dieser Raum heißt die Wehrkammer oder die Trommel; in ihr kann sich der Unterflügel bewegen. Die Wehrkammer besteht aus der zylindrischen Vorkammer v und der rechteckigen Hinterkammer h; in diese Kammern münden die zwei Kanäle m und n, die durch Schützen oder Ventile bald mit dem Oberwasser und bald mit dem Unterwasser in Verbindung gesetzt werden können. Die Regelung der Verbindung geschieht von einem Pfeiler aus durch einen Stellhebel. Wird der Kanal m mit dem Oberwasser, dagegen der Kanal n mit dem Unterwasser in Verbindung gesetzt, so wird durch den vom Oberwasser wirkenden Überdruck die Klappe aufgerichtet (wie in Abb. 440 punktiert); geschieht die Verbindung umgekehrt, nämlich n mit dem Oberwasser und m mit dem Unterwasser, so wird die Klappe gesenkt (in Abb. 440 ausgezogen). Der Unterflügel muß ein wenig höher sein als der Oberflügel, damit beim Aufrichten der vom Oberwasser auf den Unterflügel wirkende Druck den Gegendruck übertrifft, den der Oberflügel im Oberwasser selbst erfährt.

Abb. 440 ist von dem Trommelwehr im Mühlgraben zu Oppeln entnommen, das 10 m weit, in einem festen Überfallwehr eingebaut ist.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Einen Trommelwehrverschluß von ähnlicher Einrichtung hat der 10 m weite Schiffsdurchlaß des Spree-Wehres bei Charlottenburg erhalten und die 12 m weiten Floßrinnen an den Wehren des kanalisierten Mains.

12. Walzenwehre. Der bewegliche Teil dieser Wehre besteht in einer hohlen Walze aus starkem Eisenblech (mit innerer Versteifung); sie dient dazu, die ganze frei zu machende Wehröffnung zwischen den Uferpfeilern vom Wehrrücken bis zum Stauspiegel abzuschließen. Abb. 441 stellt einen Querschnitt des Walzenwehres bei Brahnau in der Unterbrahe dar (Regierungsbezirk Bromberg).[1]) Die Weite des Wehres zwischen den

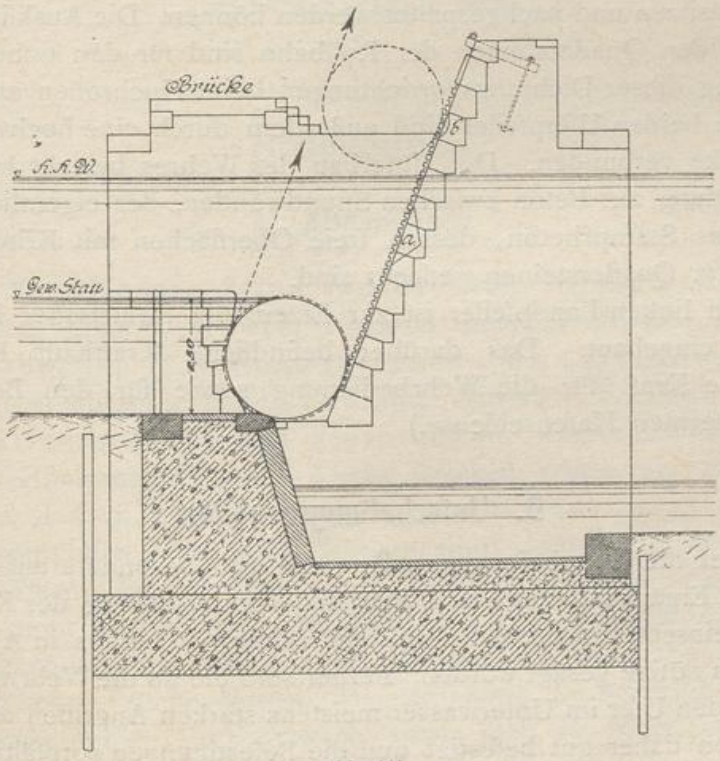


Abb. 441.

Uferpfeilern beträgt 22 m; die Walze ist 2 m länger, da sie jederseits in eine Nische des Pfeilermauerwerkes 1 m tief eingreift. Nach oberstrom legt sich die Walze gegen den Anschlag der Nische, der zugleich zur Dichtung dient. Die Walze hat einen Durchmesser von 2,5 m. Wenn die Öffnung bei vorkommenden Anschwellungen oder wegen Eisgang frei gemacht werden muß, wird die Walze an beiden Enden je auf einer schrägen verankerten Zahnstange nach oben gerollt, zu

[1]) Dieses Wehr ist an Stelle eines vorhandenen Nadelwehres erbaut, das die Anstauung der Brahe für den mit ihr in Verbindung stehenden Weichsel-Binnenhafen Brahemünde bewirkt. Letzterer ist mit dem Außenhafen und der Weichsel durch eine Schleuse verbunden. Der Wehrverschluß ist von der Brückenbauanstalt Gustavsburg bei Mainz nach ihrem Patent ausgeführt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

welchem Zwecke die Walze jederseits mit einem entsprechenden Zahnkranz versehen ist, dessen Zähne in die Zahnstange eingreifen. Der Antrieb findet von der einen Seite durch ein Windewerk statt (mittels elektrischer Kraft), das an einer um die Walze gelegten Kette angreift und sie mit dieser hochrollt; am anderen Ende der Walze greift ebenso eine andere Kette (Rückhaltkette) an. Die Walze kann bis über den höchsten Wasserstand hochgerollt und festgestellt werden. Die Dichtung der niedergelassenen Walze gegen den Wehrrücken geschieht durch einen dreikantigen Holzbalken, der längs an der Walze befestigt ist; ferner gegen die Nischenanschläge durch Hanfgurte, die ebenfalls an der Walze festsitzen und nachgespannt werden können. Die Ausklinkungen *a* und *b* in den Quadersteinen der Rollbahn sind für den unbehinderten Durchgang dieser Dichtungsvorrichtungen beim Hochrollen angeordnet.

Die beiden Uferpfeiler sind außerdem durch eine hochwasserfreie Laufbrücke verbunden. Der Unterbau des Wehres besteht hinsichtlich der Gründung aus Beton zwischen Spundwänden, der eigentliche Wehrkörper aus Stampfbeton, dessen freie Oberflächen mit Klinkermauerwerk bezw. Quadersteinen gedeckt sind.

(Am linken Landpfeiler ist zur Erzeugung elektrischer Kraft eine Turbine eingebaut. Das darüber befindliche Krafthaus liefert die elektrische Kraft für die Wehrbedienung sowie für den Betrieb der 2 km entfernten Hafenschleuse.)

D. Unterhaltungsarbeiten.

Über die Unterhaltungsarbeiten, die sich besonders auf die Erhaltung und Ergänzung des Sturzbettes und die Ausfüllung der Kolkungen durch Steinschüttungen und dergl. erstrecken, ist bereits in Abschn. 23, S. 317 das nötige gesagt worden. Ferner sind die an die Wehrwangen anschließenden Ufer im Unterwasser meistens starken Angriffen ausgesetzt; sie müssen daher gut befestigt und die Befestigungen sorgfältig ergänzt werden; besonders bezieht sich dies auf den Böschungsfuß und die anschließende Sohle. Befestigungen mit Steinschüttungen, Senkfaschinen oder Sinkstücken kommen hier häufig in Frage. Daß die Holzteile bei hölzernen Wehren, zumal bei beweglichen Wehren, soweit die beweglichen Teile aus Holz sind, öfter ergänzt werden müssen, bedarf keiner weiteren Hervorhebung. Bei Nadelwehren spielt auch die Ergänzung zerbrochener Nadeln eine große Rolle. Die Nachfugung des Mauerwerkes und die Ergänzung ausgewitterter Steine bei den Wehrpfeilern kommt wie bei Schiffsschleusen vor.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 26.

Brückenbau.

A. Allgemeines.

1. Verschiedene Arten von Brücken. Hinsichtlich der überzuführenden Verkehrswege über Gewässer unterscheidet man Straßen-(Wege-)brücken, Eisenbahnbrücken und Brückenkanäle,[1]) nach dem zu überbrückenden Gewässer: Kanal-, Graben-, Bach-, Fluß-, Strombrücken und Flutbrücken. Letztere sind Brücken über Flut(Hochwasser-)läufe. Kleine Brücken nennt man Durchlässe. Außerdem sind zu nennen: Fußgängerbrücken oder Stege; dies sind Wegebrücken, die nicht fahrbar sind; ferner Leinpfad- oder Treidelbrücken, die im Zuge eines Leinpfades liegen und meistens ebenfalls nicht fahrbar sind. Notbrücken sind Brücken, die nur zur vorübergehenden Benutzung, z. B. während des Um- oder Neubaues der eigentlichen Brücke dienen. Die Mittellinie der Brücke in Richtung des überzuführenden Verkehrsweges nennt man die Brückenachse.

Nach der Hauptanordnung unterscheidet man feste und bewegliche Brücken, nach der Richtung gerade und schiefe Brücken. Schief sind Brücken, wenn ihre Achse nicht rechtwinklig, sondern schief zur Richtung des Wasserlaufes gerichtet ist. Nach dem Baustoffe unterscheidet man steinerne, hölzerne und eiserne Brücken.

2. Hauptbestandteile der Brücken. Die Brücke besteht aus dem Überbau und dem Unterbau; der Überbau trägt die Fahrbahn (oder die etwaigen Fußwege). An den Seiten wird die Fahrbahn begrenzt durch das Geländer; ist dieses von Stein, so heißt es Brüstung. Die geringste Breite einer Fahrbrücke zwischen den Geländern ist

[1]) Über Brückenkanal (Überführung eines Schiffahrtskanals) siehe Abschn. 22, Seite 298.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

3,50 m (bei Feldwegen), bei Verkehrswegen beträgt sie 4 bis 6 m, bei Kunststraßen 7 bis 9 m. Fußwegbrücken haben eine Breite von etwa 2 m.

Der Überbau kann fest oder beweglich sein; letzteres kommt besonders bei Schiffahrtsstraßen vor. Eine Brücke mit ganz oder teilweise beweglichem Überbau nennt man eine bewegliche Brücke, die übrigen Brücken sind feste Brücken. Eine Brücke hat eine oder mehrere Öffnungen; diese werden durch die Pfeiler abgeteilt. Die Pfeiler bilden den Unterbau.

Lichtweite einer Brückenöffnung nennt man die Weite zwischen den Pfeilern, Stützweite (besonders bei Balkenbrücken)[1]) die Weite

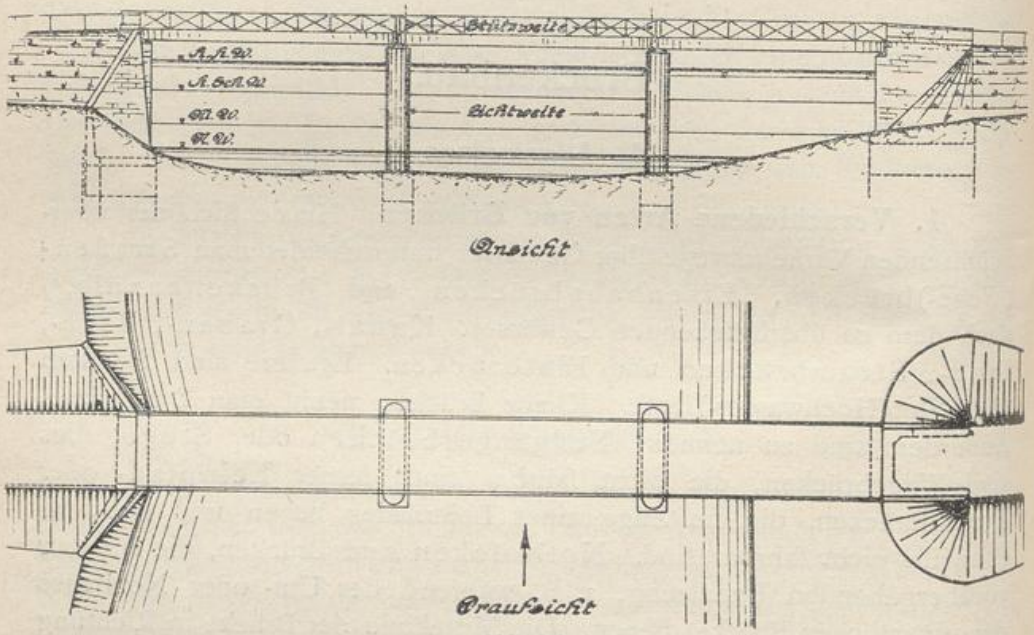


Abb. 442.

zwischen den Stützpunkten des Überbaues (Abb. 442); die Stützweite ist größer als die Lichtweite. Spannweite bei gewölbten Brücken ist die Lichtweite zwischen den Gewölbanfängern (Kämpfern).[2]) Brücken mit einer Öffnung haben zwei Pfeiler, nämlich jederseits einen Landpfeiler (Uferpfeiler, Widerlager, Endpfeiler). Brücken mit mehreren Öffnungen haben zwischen den Landpfeilern einen oder mehrere Zwischenpfeiler (Abb. 442). Ist nur ein Zwischenpfeiler vorhanden, so nennt man ihn Mittelpfeiler. Brückenpfeiler, die aus

[1]) Unter Balkenbrücken sind hier allgemein alle Brücken verstanden, deren Überbau wagerecht aufliegt und die mithin nur einen senkrechten Druck auf die Auflager ausüben (keine Bogenbrücken).

[2]) Gemeinhin spricht man auch bei Balkenbrücken von Spannweite und meint damit meistens die Lichtweite (bisweilen aber auch die Stützweite).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Holz bestehen, nennt man Joche. Zum besseren Anschluß der Landpfeiler an die Uferböschung dienen die Flügel. Sie bilden mit der Brückenachse entweder einen schiefen Winkel und heißen dann Schrägflügel (Abb. 442 links) oder sind gleichlaufend mit ihr und heißen dann gerade oder Längsflügel (Abb. 442 rechts). Die an die Brücke anschließenden beiderseitigen Wegestücke nennt man die Zufahrten. Sie haben in der Regel Steigung nach der Brücke und heißen dann Rampen. An Längsflügel wird die Rampenböschung jederseits mit Böschungskegeln angeschlossen, die ihrer Steilheit wegen meistens abgepflastert werden müssen (Abb. 442 rechts). Fallen die Zwischenpfeiler in den eigentlichen Flußquerschnitt, so nennt man sie Strompfeiler; fallen sie in den Flut- oder Hochwasserquerschnitt, so heißen sie Flutpfeiler. Die Öffnungen, mit denen der Flußquerschnitt überbrückt wird, heißen Stromöffnungen; diejenigen, mit denen der Flut- oder Hochwasserquerschnitt überbrückt wird, Flutöffnungen (Vorlandsöffnungen).

3. Der Durchflußquerschnitt einer Brücke wird oben durch die Linie des höchsten Hochwassers begrenzt. Bei einer Brücke, die mehrere Öffnungen hat, versteht man unter Durchflußquerschnitt die Summe der Durchflußquerschnitte der einzelnen Öffnungen.

Eine Brücke muß möglichst einen so großen Durchflußquerschnitt haben, daß seine Fläche der Fläche des maßgebenden Hochwasserquerschnittes des Gewässers (bei H. H. W.) gleichkommt.[1]) Trotzdem entsteht bei großem Hochwasser infolge eines gewissen Durchflußwiderstandes der Öffnungen oberhalb der Brücke ein gewisser Stau (z. B. von 10 bis 20 cm Höhe, bisweilen auch mehr); dieser treibt das Wasser mit großer Geschwindigkeit durch die Brückenöffnungen (Staustrom); infolgedessen finden in den Öffnungen leicht Vertiefungen der Sohle statt. Die Gründung der Brückenpfeiler muß daher besonders sorgfältig geschützt werden, z. B. durch tiefreichende Spundwände, durch an diese anschließende Steinschüttungen (Steinwürfe) und dergl. Bei Gebirgsflüssen mit starkem Gefälle muß die Sohle der Öffnungen oft ganz mit Pflaster zwischen Pfahlreihen oder sog. Herdmauern versehen werden. Die Flutöffnungen und deren Vorländer müssen zur Verminderung des Staues von Durchflußhindernissen (Baum- und Strauchwuchs) gut freigehalten werden. Aber auch jeder Brückenpfeiler an sich verursacht mit seiner nach oberstrom gerichteten Stirn einen gewissen Stau und eine Geschwindigkeitsvermehrung längs seinen

[1]) Der Flächeninhalt des maßgebenden Hochwasserquerschnittes ist in den schiffbaren Flüssen und Strömen meistens streckenweise (entsprechend der Wassermenge und dem Gefälle) festgesetzt, ebenso auch die Mindestbreite dieses Querschnittes, welche meistens gleichbedeutend ist mit der Hochwasserabflußbreite, vergl. Strombau, S. 185.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Seiten. Einerseits zur Ermäßigung der Stauwirkung, anderseits zum besseren Schutze des Pfeilers gegen Eisgang erhält die Pfeilerstirn nach oberstrom einen abgerundeten oder zugeschärften Vorkopf, der aus Werksteinen besteht oder mit solchen verblendet ist. Solche Vorköpfe werden meistens auch nach unterstrom angewendet, um die Wirbelbildung zu ermäßigen, die bei starken Pfeilern größerer Strombrücken oft erheblich ist (Abb. 442).

Bei der Höhenlage der Brücke über dem höchsten Hochwasser wird folgendes berücksichtigt:

Bei Balkenbrücken (vergl. Fußvermerk 1, S. 386) muß die Unterkante des Überbaues mindestens 0,5 bis 1 m über H. H. W. liegen, damit treibende Gegenstände nicht etwa gegen die Brücke stoßen, und mindestens 4 m über dem höchsten schiffbaren Wasserstande. (Die Schornsteine der Dampfschiffe werden bei der Durchfahrt umgelegt.) Bei steinernen Bogenbrücken mit flachen Bögen (Stichbögen, Segmentbögen) soll H. H. W. in der Regel höchstens bis zu den Kämpfern (Gewölbanfängern) reichen; bei Halbkreisbögen kann H. H. W. bis zu $^2/_3$ der Pfeilhöhe über dem Kämpfer reichen. Von Bedeutung bei der Bemessung der Bogenhöhe über H. W. ist auch die verbleibende Wasserspiegelbreite, nämlich mit Rücksicht auf die Schiffahrt oder treibende Gegenstände (Baumstämme und dergl.).

Die Gründung der Brückenpfeiler erfolgt je nachdem auf Beton zwischen Spundwänden, ferner auf Pfahlrost, Beton auf Pfählen, Brunnen oder Preßluftkasten (vergl. Abschn. 14, Gründungen).

B. Feste Brücken.

a) Holzbrücken.

Unter Holzbrücken werden hier verstanden Brücken, die hölzernen Überbau und hölzernen Unterbau, aber auch solche, die hölzernen Überbau und steinernen Unterbau haben.

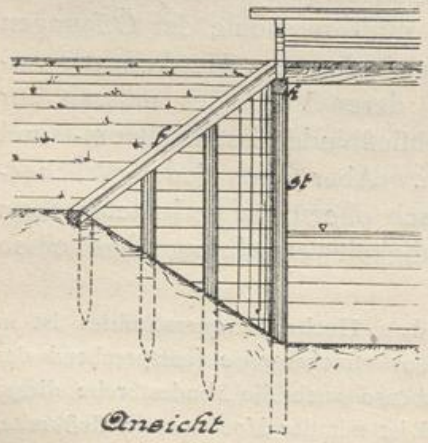
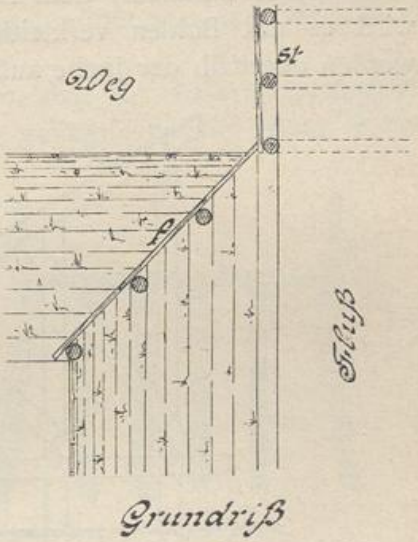


Abb. 443.

4. Brücken mit hölzernem Überbau und hölzernem Unterbau. Der Unterbau besteht aus den Land- oder Uferjochen und außerdem, wenn mehrere Öffnungen vorhanden sind, aus den Zwischen- oder Mitteljochen.

Ein Uferjoch (Abb. 443 und 444) besteht aus der Stirnwand (Widerlager) *st* und den Flügeln *f*. Stirnwand und Flügel sind Bohlwände; d. h. hinter eingerammte Pfähle sind Bohlen gesetzt und ge-

nagelt, und mit Erde hinterfüllt. Die Pfähle sind oben verholmt. Der Holm *h* der Stirnwand trägt die Balken. Die Flügel sind meistens Schrägflügel und daher ihre Holme zum Anschluß an die Böschung der Brückenrampe geneigt (Abb. 443); es kommen aber auch Längsflügel vor.



Grundriß

Abb. 444.

Die Zwischenjoche bestehen meistens aus einer einfachen Pfahlreihe (einfaches Joch) (Abb. 445), bisweilen aber (bei größeren Strombrücken) auch aus einer zweifachen oder dreifachen Pfahlreihe (zusammengesetztes Joch).

Die beiden äußeren Pfähle eines einfachen Joches werden zwecks größerer Steifigkeit meistens geneigt eingerammt, die übrigen senkrecht. Oben werden die Pfähle mit dem Holm *h* verbunden, in welchen sie verzapft sind. Gegen Schwankungen und Verschiebung durch Wasserdruck und Eisgang werden die Pfähle jederseits mit Zangen *z* und zwei sich kreuzenden, in die Zangen versetzten Streben *st* verbunden. Bei kleinen Brücken werden an Stelle der Zangen und Streben nur zwei schräge Kreuzzangen angewendet.

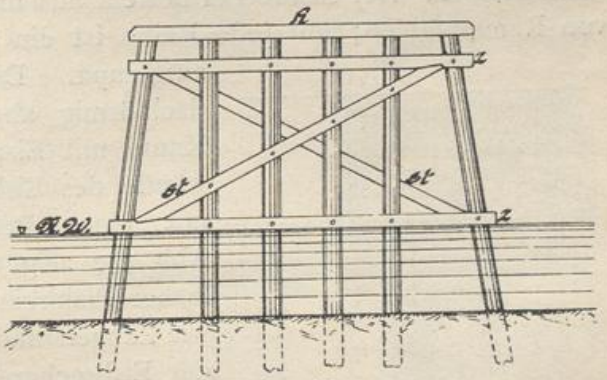


Abb. 445.

Über N. W. faulen die Pfähle mit der Zeit. Einzelne besonders schlechte Pfähle werden dann durch Aufpfropfen ergänzt (vergl. S. 121, Abb. 125). Sind alle Pfähle angefault, unter N.W. aber (wie meistens) noch tüchtig, so wird auf die Stümpfe ein Holm h^1 aufgezapft (Abb. 446) (Unterjoch). Auf den Holm des Unterjoches werden die Pfähle des Oberjoches aufgesetzt und eingezapft. Das Oberjoch erhält dann Holm, Zangen

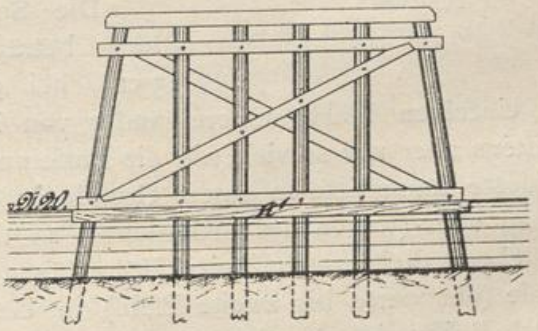


Abb. 446.

und Streben wie in Abb. 445. Das ganze Joch (Abb. 446) heißt dann ein aufgesetztes Joch. Ist das Joch starkem Eisgange oder bei vorhandener Schiffahrt dem Einsetzen der Bootshaken ausgesetzt, so wird es mit Bohlen verkleidet. In Strömen mit starkem Eisgange werden oberhalb der Joche außerdem Eisbrecher (Eisböcke) angeordnet

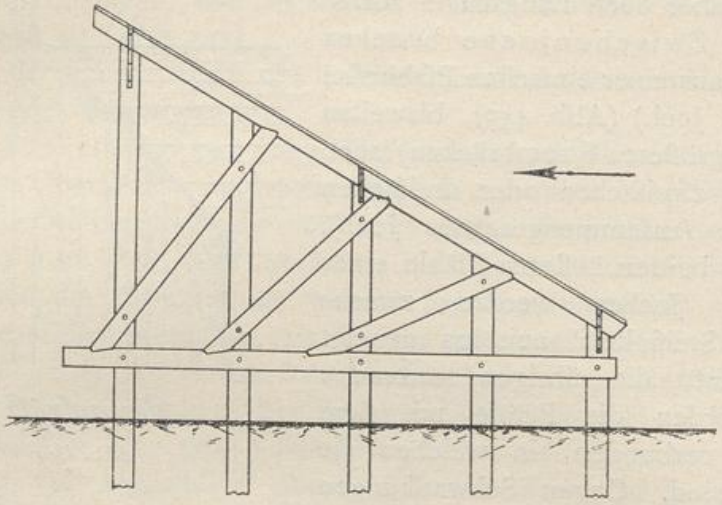


Abb. 447.

(Abb. 447). Zwischen dem Eisbrecher und dem Joch muß ein Zwischenraum bleiben. Der Eisbrecher besteht aus einer oder mehreren Reihen von Rammpfählen; auf jede Reihe ist ein schräg ansteigender Holm aufgezapft. Die Holme werden oben dachförmig abgeschrägt und die scharfe Kante mit Eisen bekleidet. Die Seitenwände des Eisbrechers werden meistens mit einer Bohlenbekleidung versehen. Abb. 447 zeigt einen Eisbrecher mit einfacher Pfahlreihe und breitem Holm, sowie Zangen und Streben. Die Anordnung der Eisbrecher ist im einzelnen sehr verschieden.

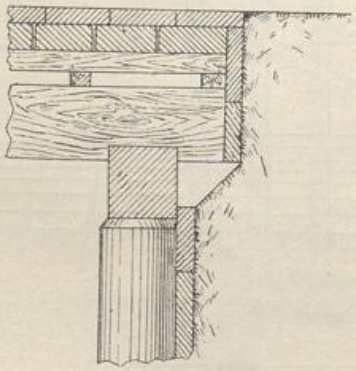


Abb. 448.

Die Stärke der Jochpfähle einer Brücke beträgt bei 3 m freier Länge etwa 25 cm, bei 4 m 30 cm, die Entfernung der einzelnen Pfähle untereinander von Mitte zu Mitte 1 bis 1,5 m, meistens aber nur so viel, wie die Entfernung der Brückenbalken. Die geringste Rammtiefe in gutem Grunde ist etwa 2 bis 2,5 m, bei Uferjochen aber (wegen des Erddruckes) so tief, wie die Pfähle frei hervorstehen. Bei großer freier Höhe (über 3 m) wird eine Anzahl der Pfähle (der vierte bis zweite Pfahl) in das Erdreich hinein verankert (vergl. Bohlwerke, Abschn. 27).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Brückenbalken werden auf den Holm der Joche etwa 2 bis 3 cm tief eingekämmt. Bei den Landjochen müssen die Balkenköpfe, um das Nachstürzen des Bodens zu verhindern, mit Bohlen bekleidet werden (Abb. 448). Die Balkenenden läßt man 0,15 bis 0,30 m über den Holm landwärts hervorstehen.

Die Fahrbahn besteht aus dem über die Balken genagelten Bohlenbelage. Bei schwachem Verkehr genügt einfacher Belag (8 bis

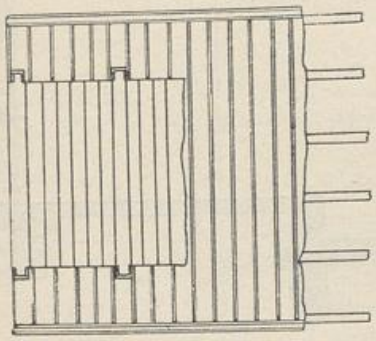


Abb. 449.

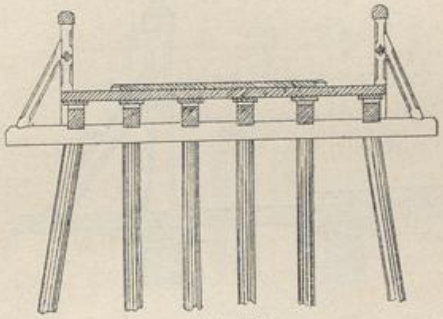


Abb. 450.

12 cm stark). Bei stärkerem Verkehr ist doppelter Bohlenbelag notwendig (Abb. 448 bis 450). Der obere Bohlenbelag, der schwächer als der untere sein kann (5 bis 8 cm stark, der untere 8 bis 10 cm), wird nur in der Breite der eigentlichen Fahrbahn aufgebracht (Abb. 449 und 450). Alle 2 bis 3 m läßt man eine Oberbelagsbohle jederseits um 15 bis 20 cm vorstehen, damit etwa abgeglittene Räder wieder auf die Fahrbahn gelangen können (Radstege). Der Unterbelag wird nicht dicht, sondern mit Fugen (1 cm) verlegt, damit Luftzutritt stattfindet und die Bohlen nicht stocken. Die geringste Breite des Oberbelages ist etwa 2,50 m, meistens aber mehr. Der Oberbelag nutzt sich durch den Verkehr mit der Zeit ab und wird dann erneuert, der Unterbelag erst nach längerer Zeit, wenn er angefault ist.

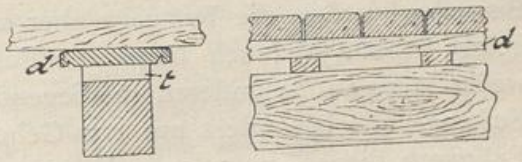


Abb. 451.

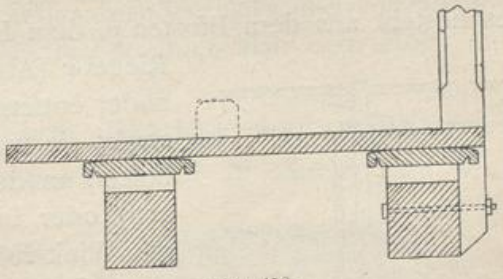


Abb. 452.

Die Belagsbohlen sollen möglichst nicht unmittelbar auf den Balken liegen, sondern zunächst auf Deckbohlen *d* (Abb. 451), welche zur Trockenhaltung der Balken dienen und zweckmäßig mit Wassernasen zur Ableitung des Wassers versehen sind. Unter den Deckbohlen liegen in je 0,30 bis 0,50 m Entfernung Luftklötzchen *t*, um den Luft-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zutritt zu der Oberseite des Balkens zu ermöglichen. Die Deckbohlen sind etwa 5 cm stark, 35 bis 40 cm breit (je nach der Balkenbreite), die Luftklötzchen 4 cm stark und 5 bis 8 cm breit.

Die Fußwege jederseits der eigentlichen Fahrbahn liegen bei einfachem Bohlenbelage in gleicher Höhe mit diesem (Abb. 452). Die Fahrbahn wird von dem Fußwege bisweilen jederseits durch einen

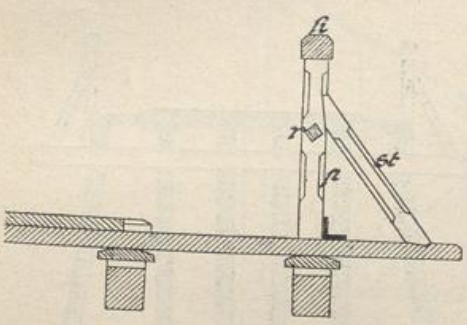


Abb. 453.

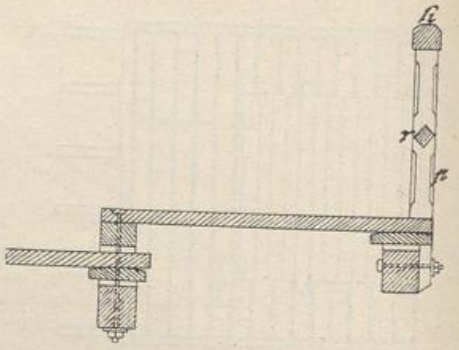


Abb. 454.

Schramm- oder Streifbalken abgegrenzt (in Abb. 452 punktiert). Bei doppeltem Bohlenbelage liegt der Fußweg in der Regel tiefer (Abb. 453). Bisweilen werden die Fußwege aber auch höher als die Fahrbahn angelegt (Abb. 454) (auch liegen die Fußwegbohlen in diesem Falle bisweilen längs auf besonderen querliegenden Lagerhölzern). Ganz schmale Fußwege, die besonders nur zum Gehen des Wagenführers neben dem Fuhrwerk dienen, nennt man Kutscherstege (etwa 0,50 m breit).

Das Geländer ist 1 bis 1,10 m über dem Bohlenbelag hoch; es besteht aus dem Pfosten *p*, dem Holm oder Handleiste *h* und dem Riegel *r* (Abb. 453). Die 1,5 bis 2 m voneinander entfernten Pfosten sind etwa 15 · 15 cm stark; sie werden entweder durch Schraubenbolzen an den Tragbalken befestigt (Abb. 452, 454) oder in dem Bohlenbelage verzapft und mit Winkelbändern angeschlossen, sowie mit einer Strebe *st* versteift (Abb. 453). Die betreffende Belagsbohle ist dann für die Strebe verlängert. Gegen die Jochholme wird das Geländer fast immer verstrebt (Abb. 450). Die Geländerholme werden etwa 15 · 15 cm, die Riegel 10 · 10 cm und die Streben 10 · 15 cm stark gemacht. Die Stöße des Holmes werden über einem Pfosten angeordnet. Die Holme werden zweckmäßig mit Eisenzeug an den Pfosten befestigt, z. B. wie in Abb. 455.

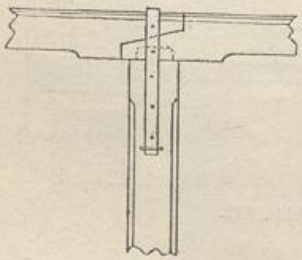


Abb. 455.

Die Tragbalken liegen in 0,80 bis 1 m Entfernung von Mitte zu Mitte. Zur Erzielung größerer Tragfähigkeit ist ihre Höhe in der Regel größer als die Breite. Das zweckmäßigste Verhältnis der Breite

zur Höhe ist 0,7 der letzteren. Die Querschnittsabmessungen der Balken richten sich nach ihrer Entfernung und nach der vorkommenden größten Brückenbelastung.

Die Querschnitte werden bei größeren Brücken besonders berechnet. Auf die Rechnungsweise kann hier nicht näher eingegangen werden.

Maßgebende hohe Belastungen sind: Menschengedränge, dessen Last man zu 400 kg auf 1 qm Brückenbahn annimmt, und anderseits Wagenlast, nämlich

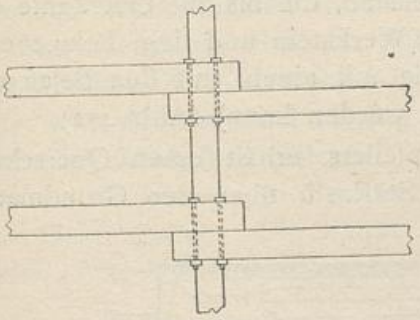


Abb. 456.

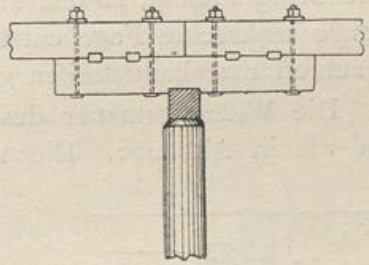


Abb. 457.

ein leichter, ein mittelschwerer oder ein schwerer Wagen in beladenem Zustande. Einen leichten Wagen nimmt man an zu 3000 kg (60 Ztr.), einen mittelschweren 5000 kg (100 Ztr.), einen schweren 10 000 kg (200 Ztr.). In Betracht gezogen bei der Belastung wird der Druck der unmittelbar über dem Balken stehenden Räder bei ungünstigster Stellung. Die Stützweite einfacher Balken nimmt man bis zu 5 m, höchstens 6 m, weil darüber hinaus die Balkenstärken dann zu groß werden. Stärken (Höhen) über 35 cm kommen kaum vor, gewöhnlich nicht über 30 cm.

Reicht die Länge der Balken nicht aus, um mehrere Brückenöffnungen zu überdecken, so werden die Balkenenden zweier benachbarter Öffnungen auf den Jochen nebeneinandergelegt und verschraubt (Abb. 456), oder sie werden auf einem Sattelholz über dem Holm gestoßen und verbolzt (Abb. 457).

5. Brücken mit hölzernem Überbau und steinernem Unterbau. Der hölzerne Überbau ist hierbei im allgemeinen nicht

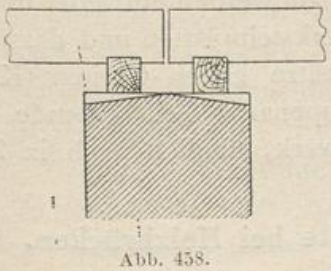


Abb. 458.

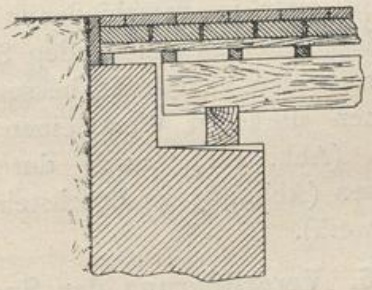


Abb. 459.

abweichend von dem unter Ziff. 4 beschriebenen; nur ergeben sich einige Abweichungen bei der Auflagerung der Balken. Die Balken ruhen auf sog. Mauerschwellen (Abb. 458 und 459). Die Mauer unter

der Schwelle erhält eine Abwässerung (ausgenommen gerade unter jedem Balkenauflager). Die Mauerschwellen sind etwa 15 · 15 cm stark. Der Abschluß der Landauflager gegen das Erdreich wird durch eine kleine Schutzmauer bewirkt, welche die letzte überreichende Bohle des Belages entweder unmittelbar trägt, oder man läßt auch die Deckbohle und einen Luftklotz mit auf die Mauer reichen (Abb. 459). Wenn der anschließende Weg gepflastert ist, deckt man die Schutzmauer auch mit einer Werksteinschwelle ab, die bis zur Oberkante des Bohlenbelages reicht, so daß zwischen Werkstein und dem Belage eine schmale senkrechte Fuge entsteht (die mit einem auf den Belag verschraubten Eisenbandstreifen gedeckt werden kann) (Abb. 472).

Die Widerlagsmauer des Landpfeilers erhält einen Querschnitt etwa wie in Abb. 460. Die untere Stärke b über der Grundmauer

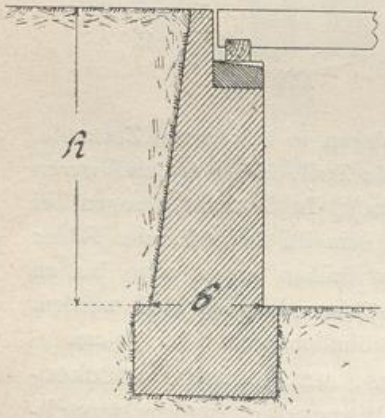


Abb. 460.

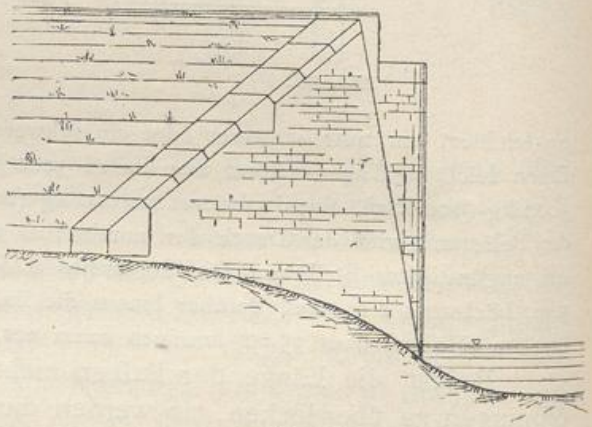


Abb. 461.

hängt von der Höhe h ab. Unter gewöhnlichen Verhältnissen ist b etwa $= {}^1/_3\, h$; bei von Hochwasser gelegentlich durchfeuchteter Hinterfüllung nimmt man die mittlere Mauerstärke $= {}^1/_3\, h$. Die schräge Rückenfläche wird, besonders bei Ziegelmauerwerk, in der Regel abgetreppt oder in verschiedenen Absätzen ausgeführt. Die an die Widerlagsmauer anschließenden Schrägflügel werden entweder mit einer Ziegelrollschicht abgedeckt, besser mit Werksteinplatten und dazwischen einzelnen stärkeren Werksteinen zur Stütze gegen Gleiten (Knotensteine) (Abb. 461), auch durch treppenartig einbindende Rollschichten (Abb. 483 in Bruchsteinmauerwerk, ähnlich auch in Ziegelmauerwerk).

6. Vergrößerung der Spannweite bei Holzbrücken.

I. Sattelhölzer. Durch Unterlegen von Sattelhölzern unter die Balkenauflager (Abb. 457) werden die Stützpunkte für die freischwebenden Balken näher aneinandergerückt. Die Sattelhölzer werden mit den Balken verschraubt, meistens außerdem verdübelt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

II. Verzahnte und verdübelte Träger. Wenn bei großer Spannweite Sattelhölzer nicht mehr genügen, so werden die Tragbalken dadurch verstärkt, daß zwei Balken übereinandergelegt und fest miteinander zu einem Träger verbunden werden, nämlich durch Verzahnung (Abb. 462) oder durch Verdübelung (Abb. 463), außerdem in beiden Fällen durch Verbolzung (vergl. auch Abschn. Zimmerarbeiten, Abb. 109 und 110). Man verstärkt entweder jeden einzelnen Brückenbalken in dieser Weise, häufiger aber legt man nur an die Außenseiten über der Fahrbahn je einen solchen verzahnten oder verdübelten Träger. In der Mitte quer unter beiden Trägern hängt man dann einen Unterzug an; über diesen werden die gewöhnlichen Brückenbalken gelegt. Jeder Brückenbalken hat dann 3 Stützpunkte. Es können so Spannweiten von 8 bis 10 m und mehr leicht überbrückt werden. Die Zähne eines verzahnten Trägers erhalten in beiden Trägerhälften entgegengesetzte Richtung. Um einen festeren

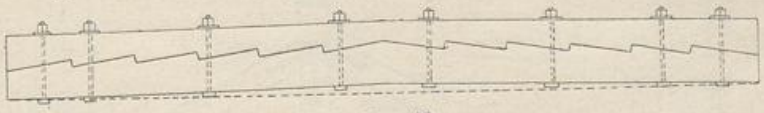


Abb. 462.

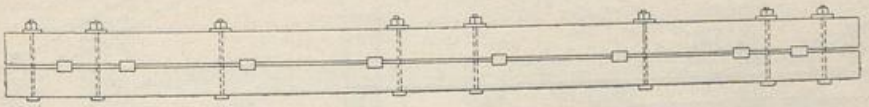


Abb. 463.

Anschluß zu erzielen, werden öfters zwischen die Zähne noch Keile aus hartem Holz getrieben. In der Mitte erhält der Träger meist eine Überhöhung (Abb. 462). Verdübelte Träger sind leichter herzustellen als verzahnte Träger und ergeben weniger Abfall bei der Bearbeitung. Man gewinnt etwas an Trägerhöhe und daher an Tragfähigkeit, wenn man in der Mitte zwischen beiden Hölzern eine Fuge beläßt (Abb. 463). Dadurch wird auch der Luftzutritt ermöglicht und die Dauer des Trägers verlängert. Die Dübel werden aus hartem Holz (Eichenholz) hergestellt. Die Entfernung der Dübel, welche von den Auflagern nach der Mitte hin in der Regel zunimmt, beträgt etwa 0,5 bis 1 m, die Stärke der Schraubenbolzen 1,5 bis 2,5 cm. Oft wird die Entfernung der Dübel durchweg gleich der Höhe des Trägers angenommen. Werden Schrägdübel angewendet, so erhalten sie in jeder Balkenhälfte entgegengesetzte Neigung. Verzahnte und verdübelte Träger werden, um ihre Dauer zu verlängern, öfters mit Brettern verkleidet. Luftfugen zwischen diesen müssen aber belassen werden.

III. Hängewerke. Sie werden bei größeren Spannweiten angewendet zur Zwischenstützung der Brückenbalken durch Aufhängung an Stelle verzahnter oder verdübelter Träger, und zwar dienen zur Zwischenstütze aufgehängte Unterzüge. Man unterscheidet nach der Zahl

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Zwischenstützpunkte das einfache und das doppelte Hängewerk (vergl. die allgemeine Anordnung Abb. 464 und 465). Das einfache Hängewerk (Abb. 464) besteht aus der Hängesäule *h*, den beiden Streben *s* und dem Spannbalken *b*. Das doppelte Hängewerk

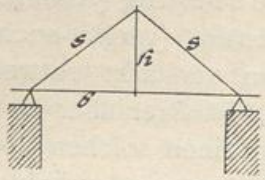


Abb. 464.

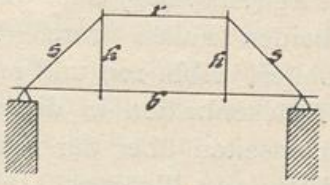


Abb. 465.

(Abb. 465) hat außer den Streben *s* und dem Spannbalken *b* zwei Hängesäulen *h* und einen Spannriegel *r*. An jeder Seite der Fahrbahn wird ein Hängewerk aufgestellt. An jeder Hängesäule hängt ein

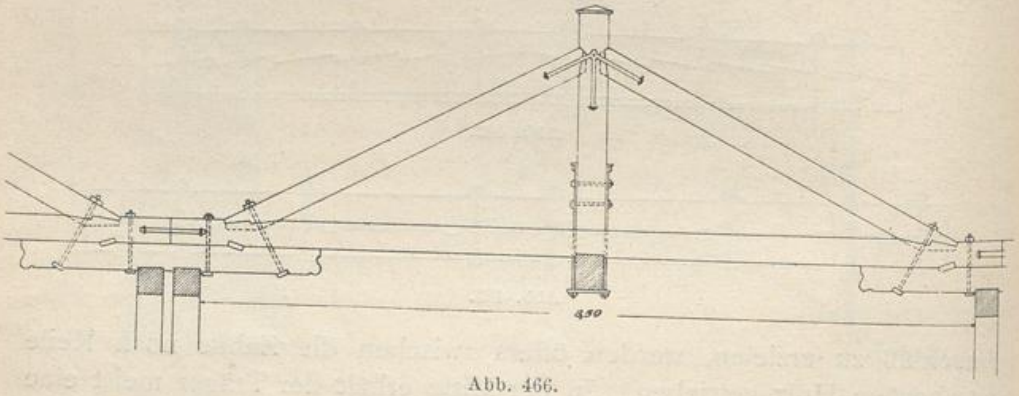


Abb. 466.

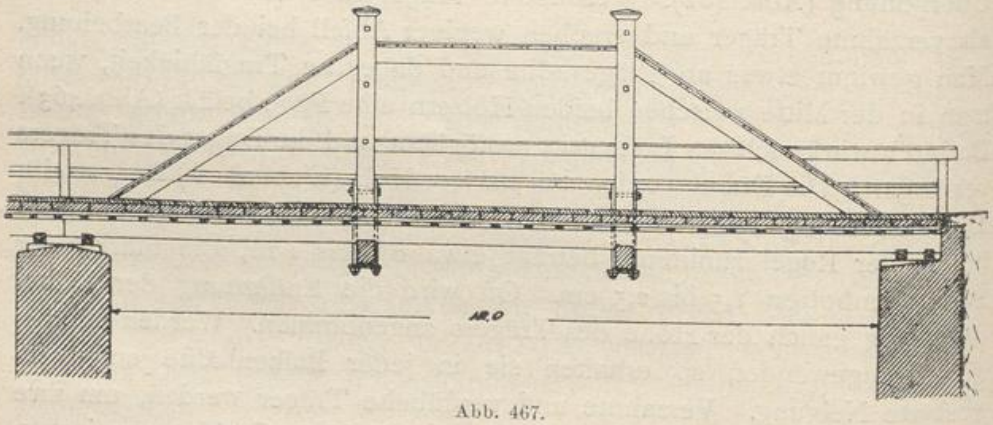


Abb. 467.

Unterzug, über welchen die Balken gelegt werden (Abb. 466 und 467). Die Verbindung der Streben mit dem Spannbalken geschieht mit einfacher oder doppelter Versatzung (Abb. 466), außerdem mit Schraubenbolzen. Unter den Spannbalken wird zur Vergrößerung der Stützweite oft noch jederseits ein Sattelholz gelegt (Abb. 466), das mit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ihm verschraubt und verdübelt wird. Mit der Hängesäule werden die Streben ebenfalls durch Versatzung und Zapfen verbunden (Abb. 466), außerdem möglichst mit Eisenzeug, ebenso der Spannriegel mit der Hängesäule. Die Mittellinien der Streben und der Hängesäule beim einfachen Hängewerk, sowie der Strebe, der Hängesäule und des Spannriegels beim doppelten Hängewerke müssen sich in einem Punkte schneiden.

Die Hängesäule ist beim doppelten Hängewerk häufig doppelt (aus zwei Hölzern bestehend) angeordnet (Abb. 467 und 468), dann umgreift sie den Spannriegel und die Strebe; diese beiden werden dann

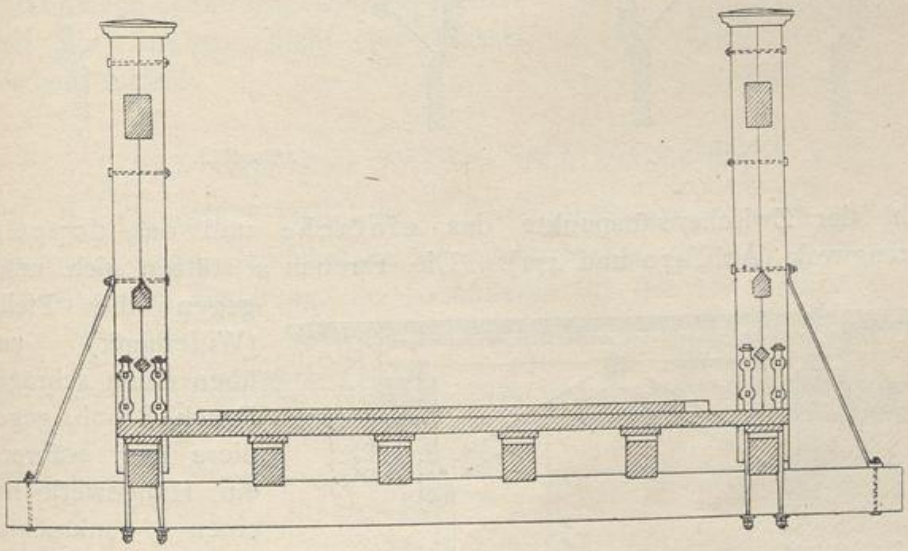


Abb. 468.

mit ihrem Hirnholz stumpf gegeneinandergestoßen. Anstatt der Hängesäule kann auch eine eiserne Stange angewendet werden, die den Unterzug trägt. Sie hängt dann an einem gußeisernen Schuh, in welchem Strebe und Spannriegel stumpf aneinanderstoßen.

Die Hängewerke müssen seitlich abgesteift werden. Am einfachsten geschieht dies wie in Abb. 468 durch eiserne Streben, die sich gegen den verlängerten Unterzug stützen. In Abb. 466 beim einfachen Hängewerk muß man sich eine ebensolche Absteifung denken. Geländerholme (Abb. 467) werden in die Streben und die Hängesäulen nur leicht verzapft. Spannriegel und Streben werden gegen Nässe zweck-

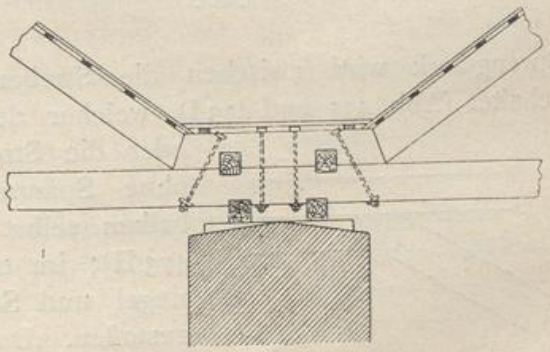


Abb. 469.

mäßig durch Deckbretter auf Luftklötzchen gedeckt (Abb. 467). Die Streben werden bisweilen nicht in den Spannbalken versetzt, sondern stumpf gegen ein besonderes aufgesatteltes Holz über dem Spannbalken gestoßen, das mit ihm verschraubt und verdübelt ist (Abb. 469).

IV. Sprengwerke. Bei ihnen geschieht die Zwischenstützung durch Sprengung (Steifung) von unten. Man unterscheidet nach der

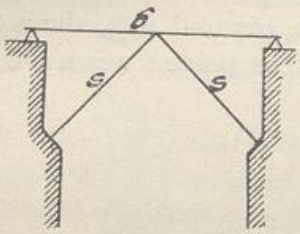


Abb. 470.

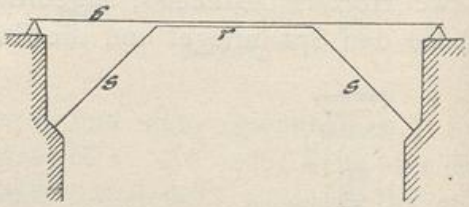


Abb. 471.

Zahl der Zwischenstützpunkte das einfache und das doppelte Sprengwerk (Abb. 470 und 471). Die Streben s stützen sich unten gegen die Pfeiler (Widerlager) und üben einen schrägen Druck (Schub) gegen diese aus, während ein Hängewerk nur einen senkrechten Druck auf das Widerlager ausübt. Beim einfachen Sprengwerk wird ein Unterzug von zwei Streben (jederseits der Fahrbahn) durch Aufklauung umfaßt und gestützt (Abb. 472). Beim doppelten Sprengwerk wird zwischen die Streben ein Spannriegel r geschaltet (Abb. 471 und 473 I), welcher den Brückenbalken unterstützt, oder die Streben werden unmittelbar — ohne Spannriegel — in die Brückenbalken selbst versatzt und verzapft (Abb. 473 II); im ersteren Falle werden Spannriegel und Strebe stumpf gegeneinandergestoßen. Das doppelte Sprengwerk wird entweder unter jedem Brückenbalken an-

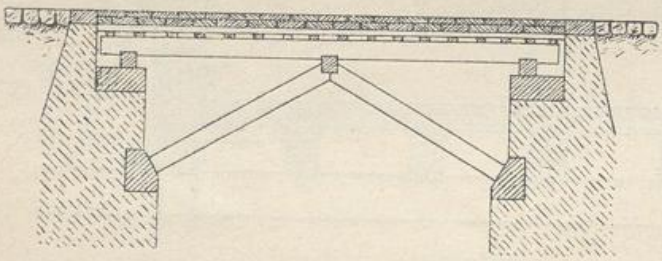


Abb. 472.

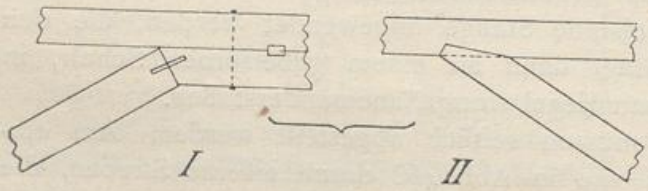


Abb. 473.

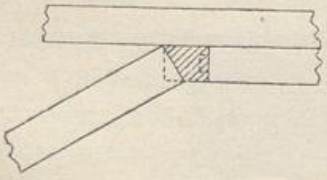


Abb. 474.

geordnet oder je eines jederseits der Fahrbahn. In diesem Falle muß zwischen Strebe und Spannriegel ein Unterzug eingeschaltet werden (Abb. 474) (besser wird er aber auf den Spannriegel gelegt). Die Streben werden an ihrem Fußlager zweckmäßig in eiserne Schuhe gesetzt, die auf dem Mauerwerk mit Steinschrauben befestigt werden (Abb. 475). Bei Hochwasser führenden Gewässern können Sprengwerkbrücken selten angewendet werden, weil die Streben nicht ins Wasser tauchen dürfen.

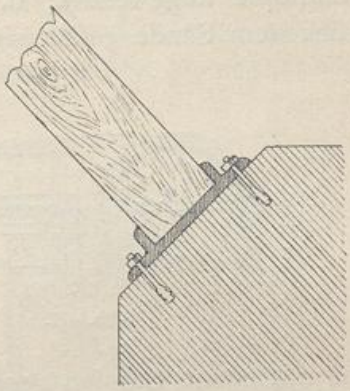


Abb. 475.

b) Steinerne Brücken und Durchlässe.

7. Gewölbte Brücken. Über Gewölbemauerwerk und die Benennungen der Gewölbeteile siehe unter Maurerarbeiten, S. 104 Ziff. 7. Zur leichteren Einübung, im besonderen für Brücken wird Abb. 476

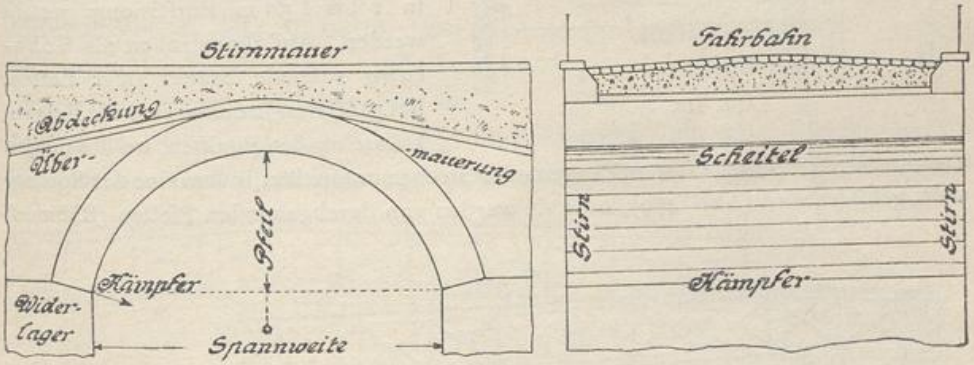


Abb. 476.

beigefügt. Zu beachten ist darin auch die Übermauerung des Gewölbes, die für seine Standsicherheit wesentlich ist, und die Abdeckung, die es gegen Durchnässung schützen soll, ferner die Stirnmauern, welche die Überschüttung und die Fahrbahn seitlich einschließen und die Deckplatte mit dem Geländer (oder die Brüstung) tragen.

Bei der Ausführung der Gewölbe werden diese durch Lehrgerüste so lange unterstützt, bis der Schluß des Gewölbes erfolgt ist. Die Lehrgerüste werden beseitigt, wenn der Mörtel hinreichend erhärtet ist. Die Beseitigung des Lehrgerüstes (das Ausrüsten) muß langsam und sorgfältig erfolgen, damit ein allmähliches (kein plötzliches) Setzen des Gewölbes stattfindet. Zu dem Zweck erhalten die Lehrbögen oder die Gerüste Unterlagen von Keilen (Doppelkeilen),

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die allmählich herausgeschlagen werden. Anstatt der Keile werden auch Sandtöpfe angewendet; d. s. topfartige eiserne Untersätze, die mit trockenem Sande gefüllt sind. Der Topf hat unten seitlich ein Loch,

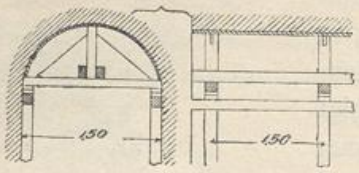


Abb. 477.

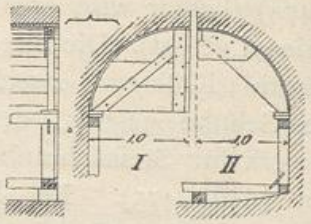


Abb. 478.

das mit einem Stopfen geschlossen ist. Den Sand läßt man nach Beseitigung des Stopfens allmählich herausrinnen. Auch werden anstatt dessen Schrauben verwendet, auf denen das Lehrgerüst steht und die allmählich zurückgedreht werden.

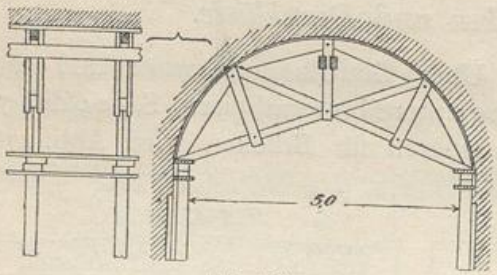
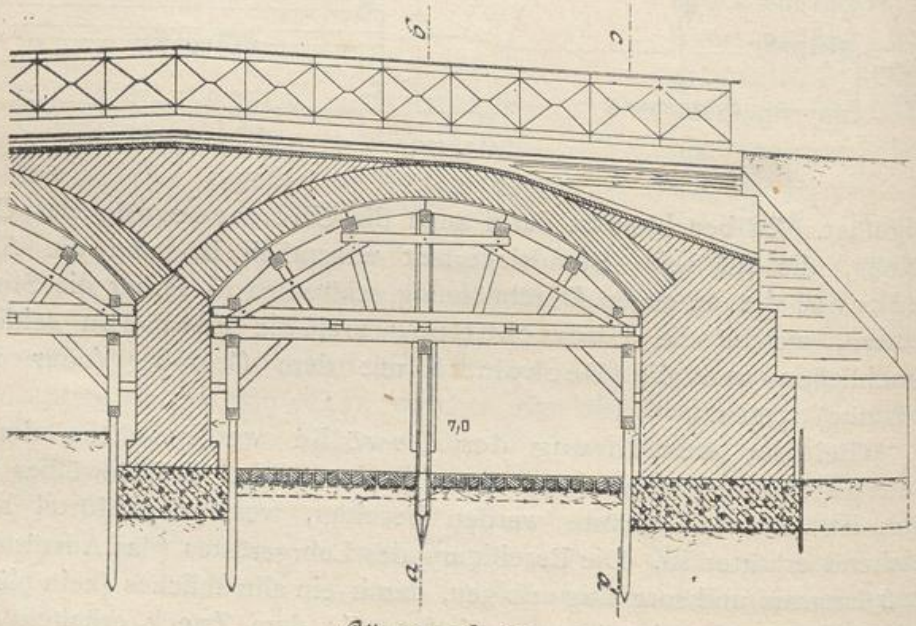


Abb. 479.

Für kleinere Gewölbe dienen als Lehrgerüste Bohlenscheiben und Felgenkränze (Abb. 477 und 478), die in 1 bis 1,50 m Entfernung gestellt werden. Auf ihnen ruhen als Schalung schmale Bretter oder Latten. Bei größeren Brücken sind die Felgenkränze an den Punkten, wo die Felgen zusammentreffen, durch Pfosten, Zangen oder Streben unterstützt, indem eine Art Sprengwerk gebildet wird (Abb. 479), oder sie werden von durchgehenden Pfetten (Rahmen)

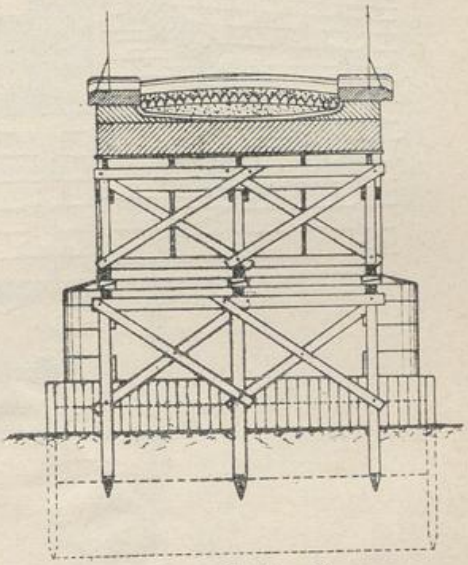


Längenschnitt

Abb. 480.

unterstützt, die auf Stielen, und diese auf Schwellen und Pfählen ruhen (Abb. 480 und 481). Für Zangen, Streben und Kopfbänder muß gesorgt sein.

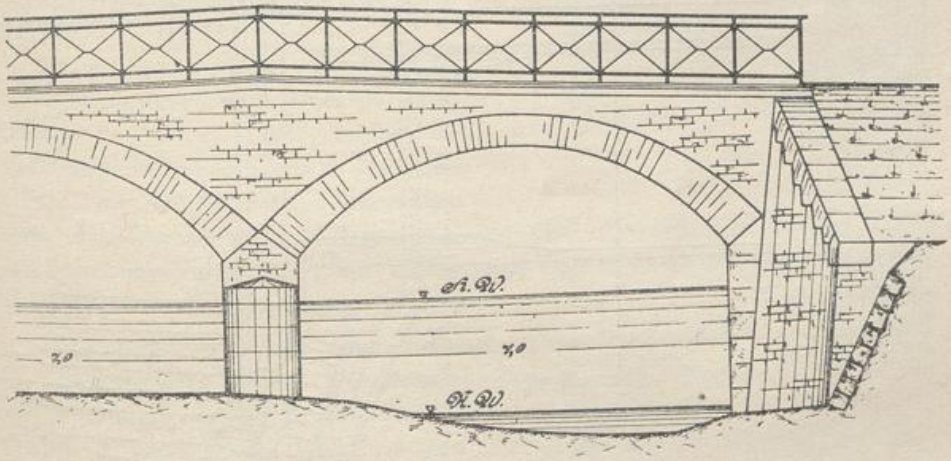
Die Anordnung der Lehrgerüste ist im übrigen sehr verschieden. Es kann hier nicht näher darauf eingegangen werden. Das Gerüst in Abb. 480 und 481 wird ohne weitere Erläuterung verständlich sein. In Lehrgerüsten für Brücken, die über schiffbare Wasserstraßen führen, müssen Öffnungen für die Schiffahrt freigelassen werden; diese werden meistens sprengwerkartig überbaut.



Querschnitt a-b

Abb. 481.

Gewölbte Brücken können aus Bruchsteinmauerwerk, Ziegelsteinmauerwerk oder Stampfbeton hergestellt werden. Die Gewölbestärke ist für Spannweiten von etwa 1,5 m bei Ziegelsteinen 0,25 m, bei Bruchsteinen 0,40 m; im übrigen wird sie meistens durch besondere Berechnung ermittelt. Bei ein und derselben Spannweite ist die Gewölbestärke in Stampfbeton geringer als in Ziegelstein, und in Ziegelstein etwas geringer als in Bruchstein. Bei Stichbögen mit großen Spannweiten wird die Stärke im Scheitel des Gewölbes geringer genommen als die Stärke im Kämpfer,



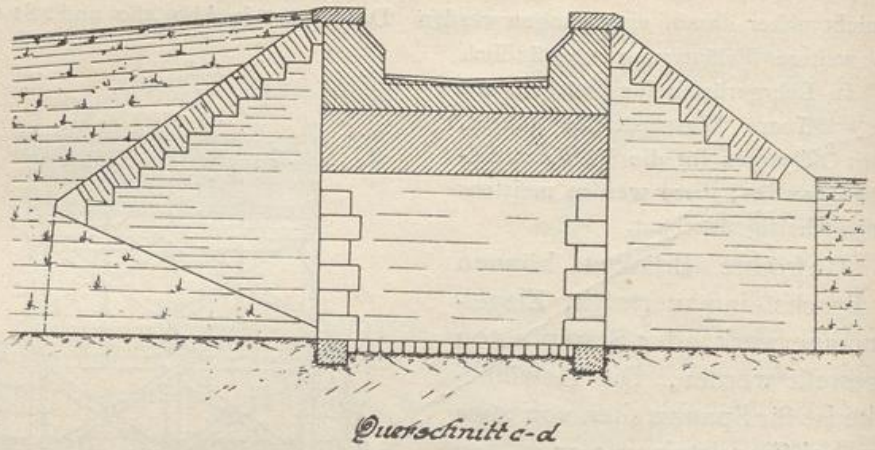
Ansicht

Abb. 482.

in welchem nämlich die Pressung am stärksten ist (Abb. 482). Bei Ziegelbögen wird an der Stirn die Kämpferstärke gleichmäßig durchgeführt. Gegen Feuchtigkeit wird auf das Gewölbe und die anschließende Übermauerung als Abdeckung eine Ziegelflachschicht in

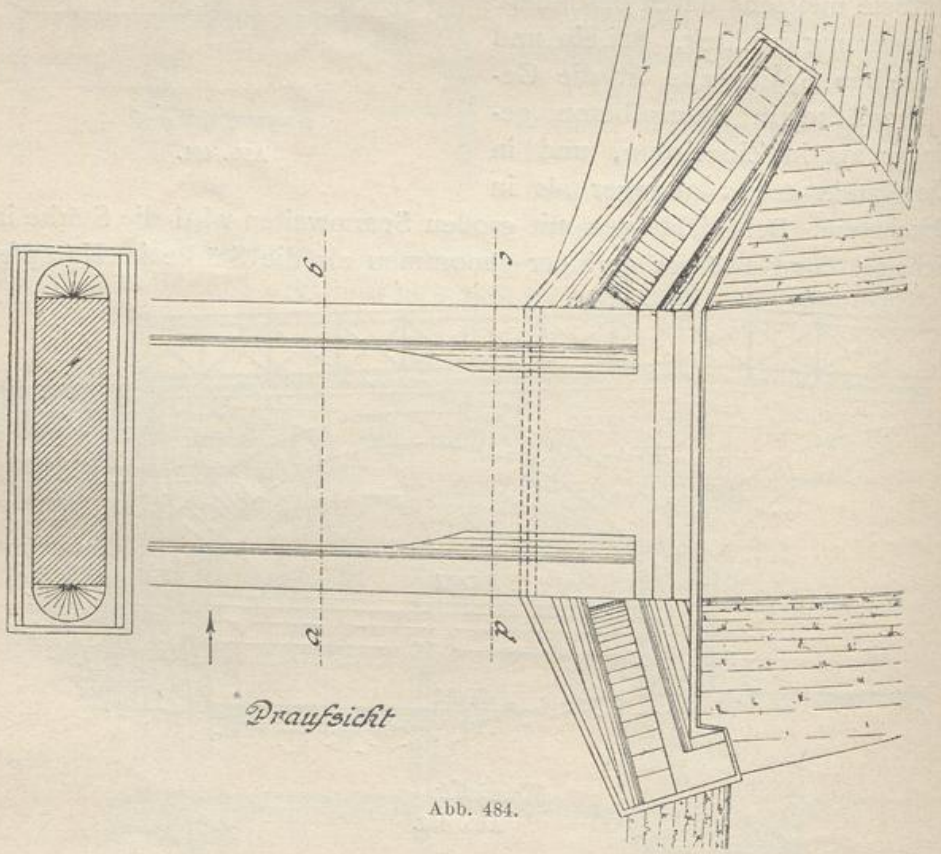
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Mörtel aufgebracht und mit Mörtel abgeglichen. Darüber kommt ein 10 bis 15 mm starker Asphaltüberzug entweder von Gußasphalt oder von



Querschnitt c-d

Abb. 483.



Draufsicht

Abb. 484.

Asphaltfilzplatten; diese werden an den Rändern übereinandergelegt und durch Überfahren mit einem heißen Eisen aneinandergeklebt.

Abb. 480 bis 485 stellen eine gewölbte Brücke aus Bruchsteinmauerwerk dar mit 2 Öffnungen je von 7 m Spannweite, nämlich eine Stromöffnung und eine

Flutöffnung. Die Brücke ist eine Wegebrücke über einen Gebirgsbach.[1]) Das Pfeilverhältnis der Bögen ist $^1/_4$. Die Kämpfer liegen 0,80 m über dem Bachhochwasser, die Brückenbreite zwischen den Geländern beträgt 4,25 m, zwischen den Stirnen 4,65 m, die Steigung der Brückenfahrbahn jederseits beträgt 1 : 20. Die Fahrbahn ist wie die Zufahrten chaussiert.

Gründung. Der Baugrund besteht aus grobkörnigem, steinigem Bachkies, der sehr tragfähig, aber auch sehr wasserdurchlässig ist. Weil das Mauern des Grundkörpers im Trockenen nicht anging, zumal Spundwände nicht dichtschließend hätten gerammt werden können, ist der Grundkörper durch Schüttung von Zementbeton (1 : 3 : 5) zwischen eingerammten Pfahlwänden hergestellt, und zwar am Mittelpfeiler und an der Wasserseite der Widerlager mit buchenen Pfahlwänden 12 cm stark (Tannenholz wäre bei dem steinigen Boden unter der Ramme gespalten). Auf der Rückseite der Widerlager sind Bohlen von nur 4 cm Stärke leicht eingerammt worden, die während der Ausschachtung gegen die Vorderwand abgesteift wurden. Die Pfahllänge der stärkeren Pfahlwand wurde so bemessen, daß mäßige Anschwellungen die Gründungsarbeiten nicht zu unterbrechen brauchten. Die Pfähle wurden später, nachdem sie dem Lehrgerüst mit zur Stütze gedient hatten, in Höhe des Erdbodens bezw. des Niedrigwassers abgeschnitten. Eiserne Pfahlschuhe konnten wegen des steinigen Bodens beim Rammen nicht entbehrt werden. Der Betonkörper ist 0,80 m hoch.

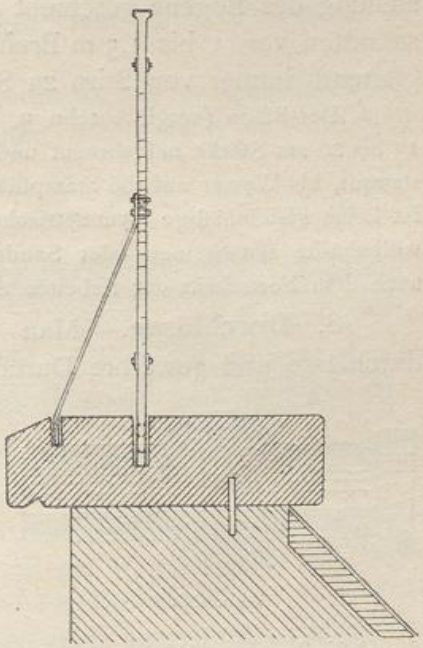


Abb. 485.

Das aufgehende Mauerwerk besteht aus Grauwackebruchsteinen in Traßkalkmörtel (1 : 1 : 2). Die Steine der Außenflächen sind hammerrecht bearbeitet und mit Zementmörtel verfugt bezw. verstrichen. Die Vorköpfe des Mittelpfeilers sind über dem Grundabsatz mit Werksteinen (Basaltlava) ausgeführt; mit Werksteinen sind auch die Kanten der Widerlager im Bereiche des Eisangriffes eingefaßt.

Die Bögen sind aus Grauwackeschiefer in Traßkalkmörtel 1 : 1 : 2 gewölbt. Scheitelstärke 0,50 m, Kämpferstärke 0,74 m. Die Entwässerung unter der Fahrbahn erfolgt von der Brückenmitte über die Gewölbe nach den Widerlagern hin. Die Abdeckung des Gewölbes und der Übermauerung besteht aus einer Ziegelflachschicht in Zementmörtel, auf welcher eine 1 cm starke Schicht von Gußasphalt aufgebracht ist.

Die Abdeckplatten auf den Stirnmauern bestehen aus Werkstein (Basaltlava). Das eiserne Geländer ist in die Deckplatte eingesetzt und eingebleit.

---

[1]) Die Brücke führt über den Elzbach bei Moselkern (Rheinprovinz) nahe oberhalb der Mündung in die Mosel.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Flügel der Widerlager sind mit einer Rollschicht von ausgesuchten Grauwackeschiefersteinen abgedeckt, die mit Zementmörtel verfugt sind; nur die unteren Ecken sind mit Fußsteinen von Werkstein (Basaltlava) gedeckt.[1])

Die Bachsohle in der Stromöffnung ist mit Rücksicht auf die starke Strömung abgepflastert und die Fugen des Pflasters mit Zementmörtel ausgegossen. Das Pflaster ist durch zwei Herdmauern eingefaßt, die in Beton hergestellt sind.

Die Bögen der Betonbrücken bestehen entweder aus gewöhnlichem Stampfbeton oder aus Stampfbeton mit Eiseneinlage (Eisenbeton). Die Ausführung geschieht meist durch besondere mit diesen Arbeiten vertraute Unternehmer und Arbeiter. Die Eisenbetonbögen können schwächer sein als gewöhnliche Stampfbetonbögen. Die Herstellung des Bogens geschieht auf glatter Schalung, in einzelnen Abschnitten von 1 bis 1,5 m Breite, gleichzeitig an beiden Kämpfern beginnend, immer von Stirn zu Stirn durchgehend.

Der Beton (vergl. Abschn. 9, S. 110) wird in einzelnen Lagen von nicht über 15 bis 20 cm Stärke aufgebracht und mit Eisen- oder Holzstampfen so lange gestampft, bis Wasser auf die Stampffläche tritt (oder, wie man sagt, bis sie schwitzt). Ist keine gleichmäßige (symmetrische) Ausführung möglich, so ist die andere Gewölbehälfte mit Steinen oder Sandsäcken entsprechend zu belasten, die dann je nach dem Fortschritt der Arbeiten zu entfernen sind.

8. Durchlässe. Man unterscheidet Rohrdurchlässe, Plattendurchlässe und gewölbte Durchlässe. Entsprechend der Richtung des

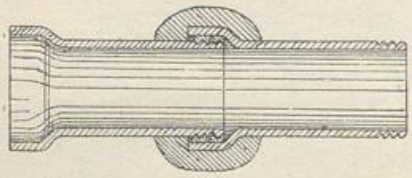


Abb. 486.

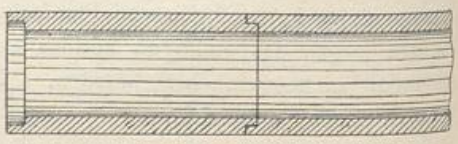


Abb. 487.

durchfließenden Wassers nennt man das eine Ende des Durchlasses den Einlauf oder das Oberhaupt, das andere Ende den Auslauf oder das Unterhaupt.

a) Rohrdurchlässe. Sie bestehen entweder aus glasierten Tonrohren, häufiger aber aus Zement- und Eisenrohren. Glasierte Tonrohre kommen bis zu einem Durchmesser von 0,50 m (höchstens 0,60 m) vor. Jedes Rohrstück hat an einem Ende eine Muffe, an dem anderen außen schraubenartige Rillen (Abb. 486). Beim Verlegen werden die Rohre um Muffenlänge ineinandergeschoben. Die dann verbleibende Länge eines Rohres (von Muffenstirn zu Muffenstirn) heißt die Baulänge des Rohres. Die Dichtung geschieht durch Eintreiben von geteertem Hanfstrick und Umpacken der Verbindungsstelle mit feuchtem Ton. Zementrohre (vergl. Abschn. Baustofflehre S. 26

[1]) Die etwas unregelmäßige Gestaltung der rechtseitigen Flügel ergab sich aus den örtlichen Verhältnissen. Die linkseitigen Flügel, die hier nicht gezeichnet sind, sind regelmäßig und gleichartig (wie Abb. 442 links).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ziff. 15). Sie bestehen entweder aus reinem Zementstampfbeton oder aus Stampfbeton mit Eiseneinlage (Monierrohre, Eisenbetonrohre). In letzterem Falle können die Wandstärken schwächer sein. Eisenbetonrohre sind zäher und brechen weniger leicht bei starker Belastung und vorkommenden Versackungen des Untergrundes. Die Verbindung der Rohrstücke geschieht auf verschiedene Weise:

1. mit Muffen bei Rohren bis zu 0,50 m Lichtweite (besonders bei Eisenbetonrohren). Die Dichtung in den Muffen wird mit Ton bewirkt;
2. mit Falz (Abb. 487);
3. mit stumpfem Stoß bei größeren Rohrweiten als 0,50 m.

Die Dichtung im Falle 2 und 3 geschieht durch Vergießen und Verstreichen mit Zement.

Innen kreisrund, werden die Zementrohre bis zu 0,80, höchstens 1 m Durchmesser angeliefert; sie erhalten unten dann oft eine abgeplattete ebene Grundfläche (wie in Abb. 488), oder wenn sie außen ganz rund bleiben, wird unter jeden Stoß ein wiegenartiger Lagerstuhl aus Eisenbeton gelegt. Bei größeren Lichthöhen als 1 m werden Zementrohre oft mit eiförmigem Querschnitt angewendet (Abb. 488), allerdings weniger für Durchlässe als für Entwässerungskanäle. Die Eiform wird aus 4 Mittelpunkten gezeichnet. Gußeiserne Rohre kommen höchstens mit einem lichten Durchmesser bis etwa 1 m vor. Sie haben an einem Ende eine Muffe, am anderen Ende einen verstärkten Rand (Abb. 489). Die Dichtung erfolgt durch Teerstrick, auf welchen ungeteerter Strick so aufgetrieben wird, daß die halbe Muffenlänge ausgefüllt ist. Der übrige Raum wird mit Blei vergossen, das nach dem Erkalten fest eingestemmt werden muß. Die Rohre erhalten als Schutz gegen Rost einen Anstrich von heißem Steinkohlenteer oder Asphalt.

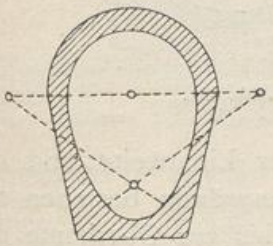


Abb. 488.

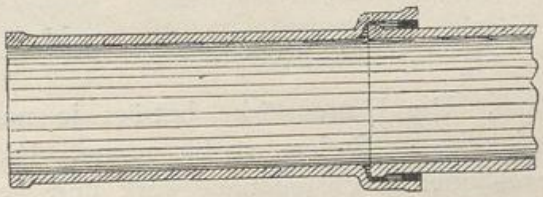


Abb. 489.

Die Stirnen der Rohrdurchlässe werden in Mauerwerk gefaßt, bei kleineren Rohrweiten aber auch einfach in Steinpackung (Trockenmauerwerk) oder Kopfrasen gesetzt. Am Ausfluß ist die Sohle durch Pflaster zu sichern. Bei größeren Rohrweiten und bei stärkeren Gefällen und Wassermengen erhalten die Rohrdurchlässe ordnungsmäßige

Häupter (einfache Stirnmauer oder Stirnmauer mit Flügeln) wie die Plattendurchlässe zu b.

Anstatt eines Rohres mit großem Durchmesser ist es häufig zweckmäßiger, zwei Rohre nebeneinander mit kleinerem Durchmesser zu verlegen, beide zusammen mit gleichem Durchflußquerschnitt wie das große Rohr.

b) Plattendurchlässe kommen mit einer Lichtweite von 0,30 bis 1 m zur Anwendung, wenn geeignete Steinplatten zur Verfügung

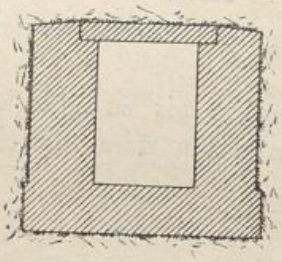


Abb. 490.

Querschnitt

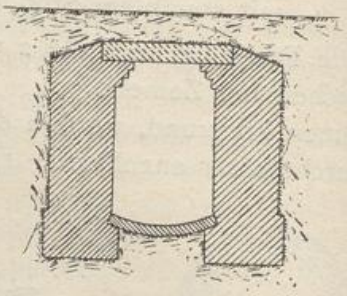


Abb. 491.

stehen. Die Plattenstärke beträgt je nach der Lichtweite und der Festigkeit des Steines 10 bis 20 cm. Die Seitenwände bestehen aus Ziegel- oder Bruchsteinmauerwerk und werden bis zur Oberkante der Platte hochgeführt (Abb. 490). Die Grundmauern werden aus Mauerwerk oder Beton hergestellt. Bei schlechtem Baugrunde und bei Lichtweiten unter 0,60 m wird das Grundmauerwerk durchgehend ausgeführt (Abb. 490), sonst unter jeder Seitenwand besonders (Abb. 491). Dann wird aber die Sohle gepflastert oder mit einem umgekehrten Gewölbe abgedeckt (Abb. 491). Die Stärke der Seitenwände beträgt etwa $^1/_3$ der lichten Höhe. Überschreitet die lichte Weite die Länge der zur Verfügung stehenden Platten (namentlich bei 0,80 m Spannweite und mehr), so werden die Seitenwände für das Plattenauflager ausgekragt (Abb. 491); sollte dies nicht genügen, so wendet man einen sog. Doppeldurchlaß an (Abb. 492). Die Mittelmauer bei diesem kann etwas schwächer sein als die Seitenmauern. Außer dem Sohlenpflaster wird an jedem Stirnende und erforderlichenfalls in der Mitte, bei längeren Bauwerken etwa alle 5 bis 6 m eine Herdmauer hergestellt, 0,5 bis 0,6 m stark (Abb. 493), aus Mauerwerk oder Beton; meistens geht sie bis zur Oberkante des Pflasters. Die Flügel des

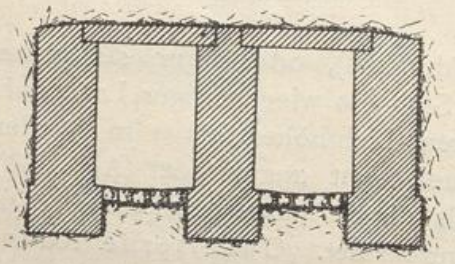


Abb. 492.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Durchlasses werden meistens rechtwinklig zur Achse des Durchlasses gestellt als Querflügel und Böschungskegel angelegt (Abb. 493 I und 494 I). Bei schräger Lage und größerer Höhe des Durchlasses

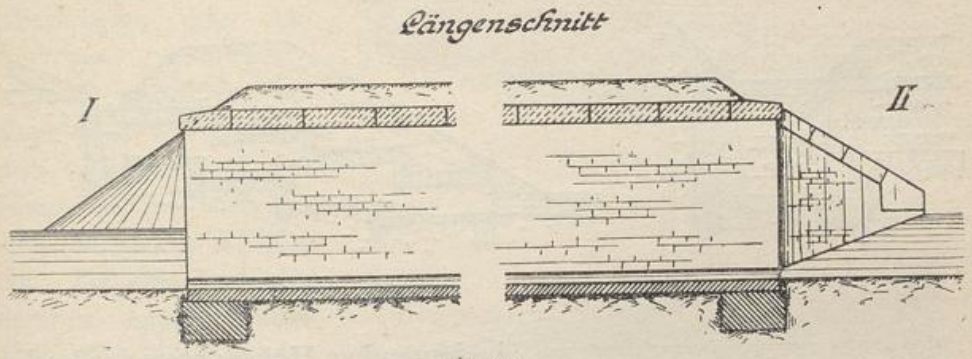


Abb. 493.

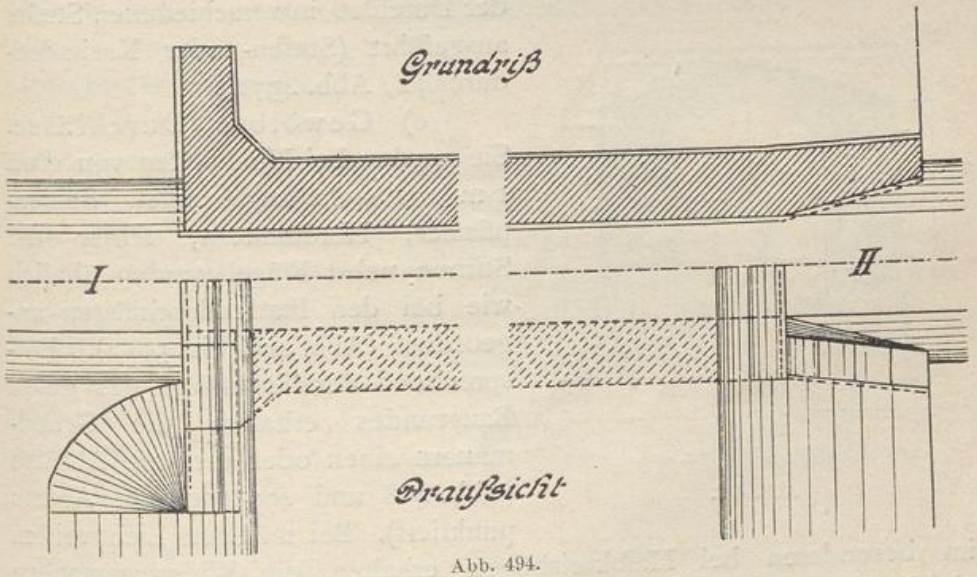


Abb. 494.

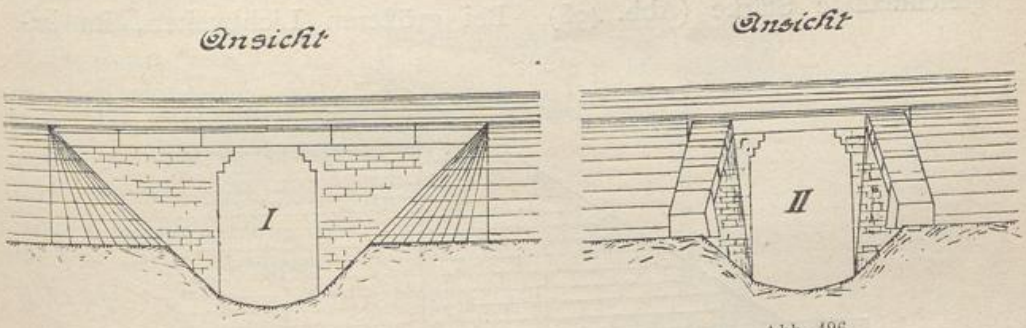


Abb. 495. Abb. 496.

werden jedoch Längsflügel vorgezogen, die zugleich Schrägflügel sind (Abb. 493 II und 494 II). Die Ansicht eines Hauptes bei diesen beiden Anordnungen ergibt sich aus Abb. 495 und 496, der Längenschnitt für beide aus Abb. 493 I und II.

Liegt der Einlauf des Durchlasses erheblich höher als der Auslauf, so wird am Oberhaupt ein Fallkessel angelegt (Abb. 497); bei

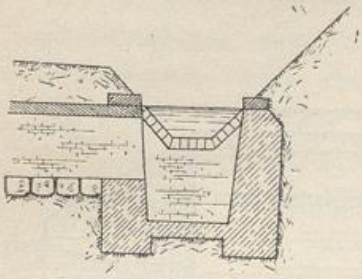


Abb. 497.

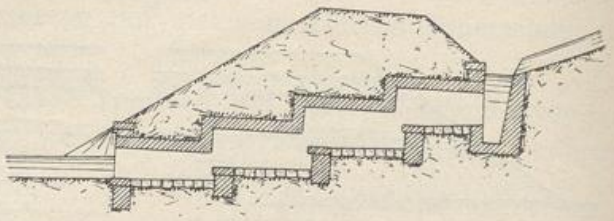
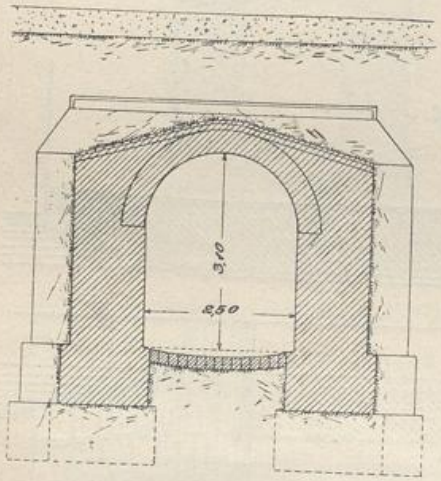


Abb. 497a.

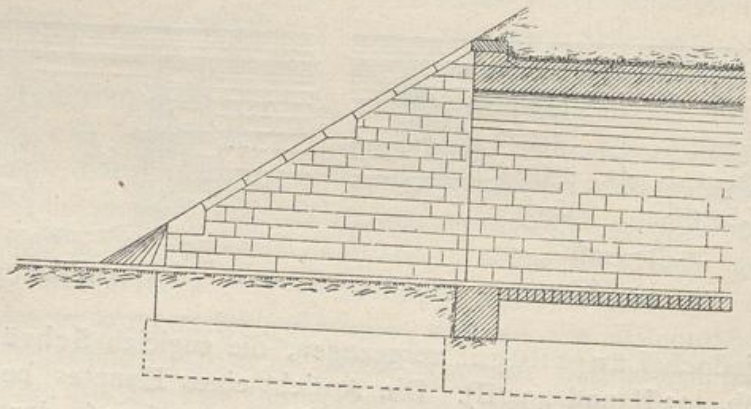
bedeutendem Höhenunterschiede wird der Durchlaß in verschiedenen Stufen ausgeführt (Stufen- oder Kaskadendurchlaß, Abb. 497a).



Querschnitt

Abb. 498.

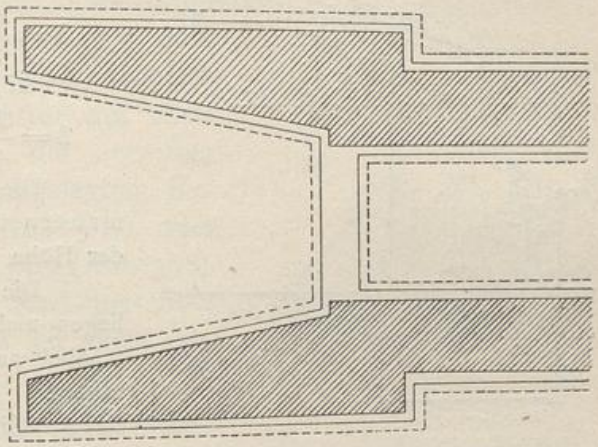
c) Gewölbte Durchlässe. Sie werden bei Lichtweiten von etwa 1 m und mehr angewendet. Sohlenpflaster, Herdmauern, ferner die Stirnen nebst Flügel werden ähnlich wie bei den Plattendurchlässen angeordnet (Abb. 498 bis 501a). Entsprechend der Tiefenlage des guten Baugrundes erhalten die Grundmauern einen oder mehrere Absätze (Abb. 498 und 499; unterer Absatz punktiert). Bei mäßigen Lichtweiten, im besonderen bei Halbkreisbögen erhalten die Widerlagsmauern gleichmäßige Stärke (Abb. 498). Bei größeren Lichtweiten, im be-



Längsschnitt

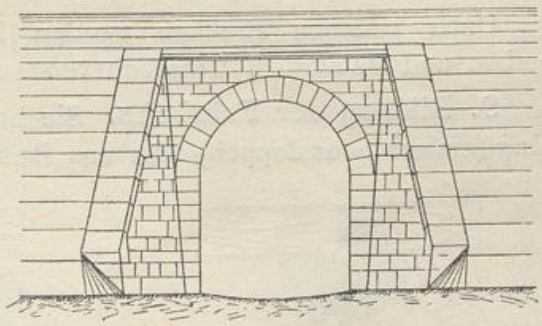
Abb. 499.

sonderen bei Stichbögen erhält das Widerlager unten eine größere Stärke (b^1) als am Kämpfer (b) (Abb. 502). Die Rückenfläche der Mauer erhält dann eine Abschrägung oder Abtreppung (punktiert), letzteres besonders bei Ziegelmauerwerk. Über dem Gewölbe und der Übermauerung wird die Abdeckung wie in Ziff. 7 mit Ziegelflachschicht, darüber Asphalt oder Asphaltfilz (mindestens Asphaltpappe) hergestellt, anstatt der Asphaltdecke bisweilen auch eine 2 bis 3 cm starke Zementschicht aufgebracht. Abb. 498 bis 501a zeigen einen gewölbten Durchlaß von Bruchsteinmauerwerk mit Schichtsteinverblendung und -wölbung; lichte Weite 2,50 m, lichte Höhe 3,10 m, Scheitelstärke 0,40 m.



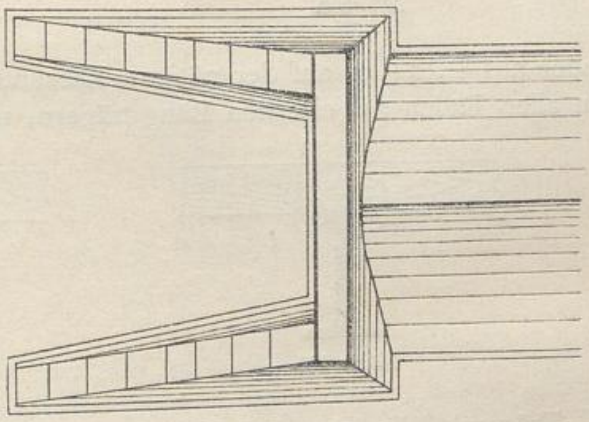
Grundriß.

Abb. 500.



Ansicht.

Abb. 501.



Draufsicht

Abb. 501a.

Die Bogenstärke beträgt, wie bemerkt, für Spannweiten bis zu 1,50 m in Ziegelmauerwerk 0,25 m, bei Bruchsteinmauerwerk 0,40 m. Für größere Spannweiten und Stichbögen ist etwa zu wählen (Abb. 502), wenn d die Bogenstärke im Scheitel und l die Spannweite ist:

$$d = 0{,}24 + \frac{l}{16}$$

(bei Ziegelsteinen abzurunden auf halbe Steine); bei besonders hoher Dammschüttung über dem Gewölbe wird d stärker.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

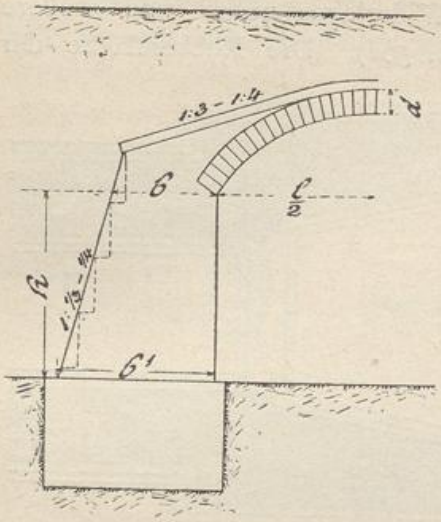


Abb. 502.

Die Widerlagsmauern erhalten etwa eine Stärke:

bei Halbkreisgewölben:

$$b = \frac{l}{4} + 0{,}25; \quad b^1 = b + \frac{h}{4};$$

bei Stichbögen:

$$b = \frac{l}{4} + 0{,}10; \quad b^1 = b + \frac{h}{3}.$$

Die untere Stärke der Flügelmauern beträgt an jeder Stelle etwa $^1/_3$ der Höhe.

Die Deckplatten der Stirnwände liegen nicht unmittelbar auf dem Bogenscheitel auf, sondern sind etwas untermauert. Die Gewölbeabdeckung wird zweckmäßig nach der Unterkante der Deckplatte schräg hochgezogen (Abb. 499).

c) Eiserne Brücken.

Unter eisernen Brücken werden hier Brücken mit eisernem Überbau und steinernem Unterbau verstanden.

9. Bildung der Fahrbahn. Sie besteht entweder aus Bohlenbelag (einfach oder doppelt) oder aus Beschotterung (Chaussierung)

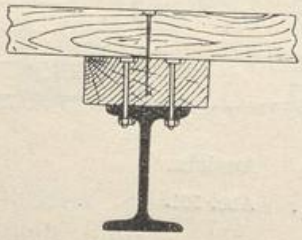


Abb. 503.

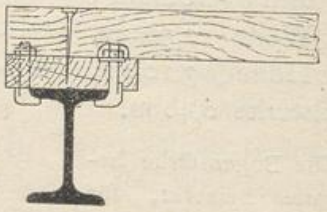


Abb. 504.

oder aus Pflaster auf der nötigen Kiesunterlage. Die Fahrbahn ruht in allen Fällen auf eisernen Längsträgern, nämlich I-Trägern (seltener

Abb. 505.

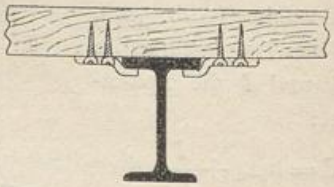


Abb. 506.

⊏-Trägern), die etwa 0,8 bis 1 m von Mitte zu Mitte liegen. Der Bohlenbelag wird entweder auf Längsbohlen genagelt, die mit Schrauben auf den I-Trägern befestigt sind (Abb. 503 und 504), oder

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wird auf die Träger unmittelbar verlegt und dann nach Abb. 505 und 506 befestigt. Der Belag erhält möglichst von der Mitte nach den Seiten ein Gefälle (die Bohlen dann in der Mitte gebogen), die Beschotterung oder die Pflasterung immer. Zunächst ruhen Schotter und Pflaster auf einer eisernen Unterlage, die entweder aus dicht nebeneinandergelegten Belageisen (Zoreseisen, Abb. 507) oder aus Wellblech gebildet wird (Abb. 508). Diese eiserne Unterlage wird quer über die I-Eisen verlegt und an diese angenietet.

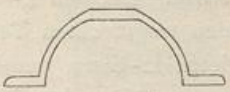


Abb. 507.

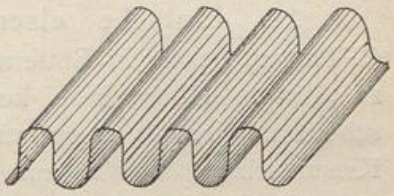


Abb. 508.

Bei manchen größeren Brücken werden auch Buckelplatten verwendet. Dies sind quadratische Eisenblechplatten mit Bauchung nach unten. Die Ränder greifen auf die I-Träger bezw. Zwischenquerträger und sind dort angenietet. Die ganze Trägerteilung muß hierbei auf die Plattengröße eingerichtet sein.

10. Der eiserne Überbau im allgemeinen. Der eiserne Überbau besteht:

I. bei kleineren Brücken (etwa bis 10 m Stützweite) aus einfachen eisernen Längsbalken, I-Walzträgern, welche unmittelbar die

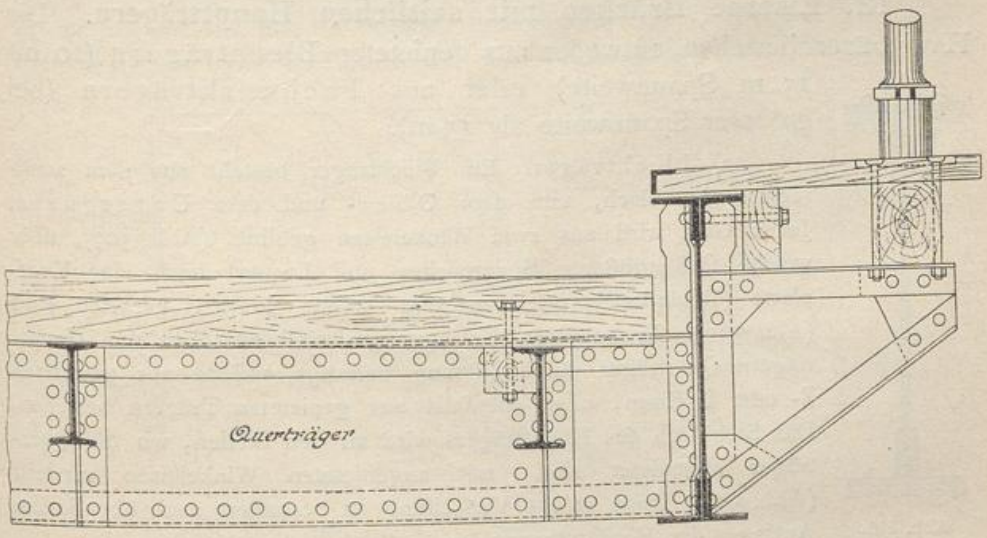


Abb. 509.

Fahrbahn tragen. Sie werden bis zu einer Höhe von 50 cm gewalzt

II. bei größeren Brücken (über 10 m) aus zwei seitlich gelegten Hauptträgern, die durch Querträger in gewissen Abständen verbunden sind (Abb. 509). Die Fahrbahn selbst ruht auf Längsträgern (Zwischenträger, Fahrbahnträger), die von Querträger zu Querträger reichen und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

an ihnen durch Anschlußwinkel und Nietung befestigt sind. Die Hauptträger haben verschiedene Gestalt und Anordnung.

Anm. Bei den I- und [-Eisen nennt man den senkrechten Teil Steg, die beiden wagerechten Teile Flansch; bei den außerdem im Brückenbau viel verwendeten L-Eisen nennt man jeden Teil Schenkel. Über die Querschnittsabmessungen (Normalprofile) dieser gebräuchlichsten Walzeisen und die Gewichte je lfd. m siehe die Tafel im Anhang.

11. Einfache eiserne Balkenbrücken. Die Walzträger (I-Träger) liegen in Entfernungen etwa von 0,80 bis 1,1 m von Mitte zu Mitte. Über diese kommt entweder Bohlenbelag, ferner Beschotterung 20 bis 25 cm stark oder Pflaster mit 15 bis 20 cm starker Kiesunterlage, beides auf untergelegten Belageisen oder Wellblech (oder Buckelplatten). Die Beschotterung oder das Pflaster werden an den Seiten der Unterlage durch angenietete Randeisen ([-Eisen) zusammengehalten. Das Erdreich am Widerlager wird durch eine kleine sich über dem Auflager erhebende Schutzmauer begrenzt (ähnlich wie bei Holzbrücken, Ziff. 5); sie erhält meistens eine Werksteinabdeckung. Die Brückenträger ruhen an den Pfeilern auf eingemauerten Werksteinen (Auflagersteine); bei größerer Stützweite erhalten die Träger an jedem Ende über dem Auflagerstein noch eine gußeiserne Lagerplatte (Gleitlager) (Abb. 511). Weiteres über die Lagerplatte siehe unter Ziff. 12.

12. Eiserne Brücken mit seitlichen Hauptträgern. Die Hauptträger bestehen entweder aus genieteten Blechträgern (10 bis 15 m Spannweite) oder aus Fachwerkträgern (bei größerer Spannweite als 15 m).

Abb. 510.

a) Blechträger. Ein Blechträger besteht aus dem senkrechten Stehblech, und dem Ober- und dem Untergurte. Jeder Gurt wird aus zwei Winkeleisen gebildet (Abb. 509), über welche (bei größeren Spannweiten und Lasten) noch eine Kopfplatte (Deckplatte) oder mehrere solche Platten genietet sind (Abb. 510). In gewissen Entfernungen sind zwischen den Hauptträgern Querträger durch Nietung befestigt, welche aus gewalzten I- oder [-Eisen, oder ebenfalls aus genieteten Trägern bestehen. Das Stehblech des Hauptträgers wird an den Stellen, wo die Querträger angenietet sind, mit angenieteten Winkeleisen versteift (Abb. 509). Eine solche Versteifung ist besonders auch über jedem Auflager des Hauptträgers nötig.

Die Hauptträger ruhen auf sog. Gleitlagern. Ein solches Lager besteht aus einer gut abgehobelten gußstählernen Platte mit seitlich höher stehenden Rändern. Sie ruht auf einem Quaderstein auf und greift mit einer unteren Querrippe in einen ausgestemmten Falz des Steines (Abb. 511). Zwischen Platte und Stein befindet sich aber ein Zwischenraum, der mit Zement (15 mm stark) ausgegossen wird. Das eine Auflager ist das feste Auflager (Abb. 511); an jedem Rand der Platte ist innen ein Vorsprung, der in eine entsprechende Ausklinkung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

des Trägerfußes greift. Das andere Auflager ist das bewegliche Auflager; hier fehlen die Vorsprünge. Der eiserne Träger, der sich in seiner Länge bei Wärme etwas ausdehnt und bei Kälte zusammenzieht, kann also über der Platte des beweglichen Lagers etwas gleiten (Gleitlager). Die Lagerfläche ist schwach gewölbt (Abb. 511), oft auch ganz eben.

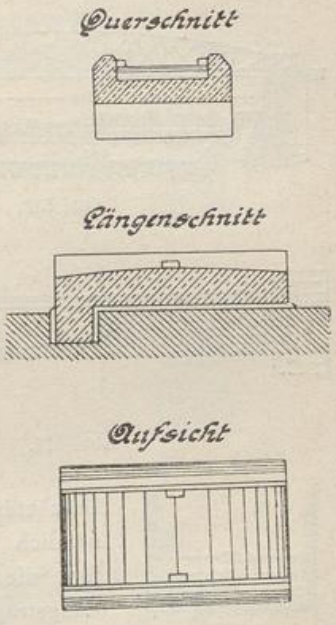


Abb. 511.

b) Fachwerkträger. Sie kommen als Hauptträger bei größeren Spannweiten als etwa 15 m zur Anwendung. Ein Fachwerkträger besteht aus dem Obergurt, dem Untergurt und den Füllungsgliedern; letztere sind senkrechte Stäbe (Vertikalen) und schräggestellte Stäbe (Diagonalen). Auf die Querschnittsgestaltung dieser Teile im einzelnen kann hier nicht näher eingegangen werden. Hinsichtlich der Linie der Gurtungen unterscheidet man (Abb. 512) Fachwerkträger mit geraden Gurten (Parallelträger siehe I, Trapezträger siehe II), Träger mit teilweise gekrümmten Gurten (z. B. Parabelträger siehe III, Halbparabelträger siehe IV und sonstige Anordnungen, deren Darstellung hier zu weit führen würde). Die Lager dieser Träger sind meistens anders beschaffen als die erwähnten einfachen Gleitlager. Die Anordnung der Fahrbahn ist im allgemeinen die im vorigen beschriebene mit Querträgern und Längszwischenträgern. Die Untergurte der beiden Hauptträger (zu a und b) sind in

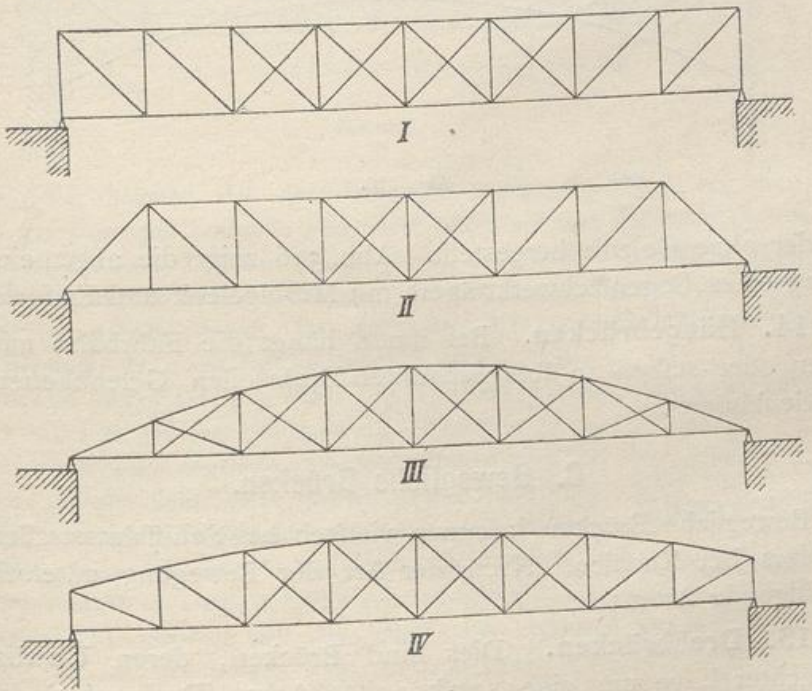


Abb. 512.

jedem Querträgerfelde unter der Fahrbahn mit wagerechten, gekreuzten Zugbändern (Diagonalen) gegenseitig verbunden, die zusammen mit den Querträgern eine Versteifung gegen seitlichen Winddruck bilden. Man nennt diese Versteifung den unteren Windverband. Bei hohen Hauptträgern (etwa über 5 m) werden auch die Obergurte in einigen Feldern durch wagerechte Quersteifen und Diagonalen verbunden (oberer Windverband).

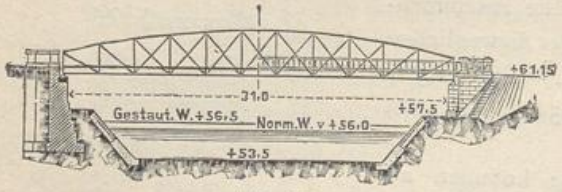


Abb. 513.

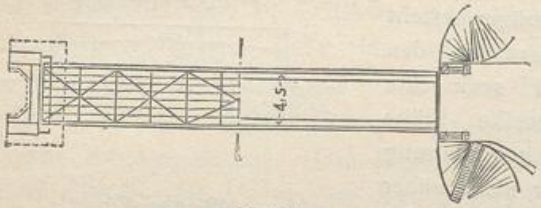


Abb. 514.

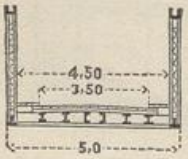


Abb. 515.

Abb. 513, 514, 515 zeigen eine Wegebrücke über den Dortmund-Ems-Kanal (bei Sülsen). Die Hauptträger sind Halbparabelträger, die eine lichte Brückenbreite von 4,50 m freilassen (Querschnitt Abb. 515), nämlich 3,50 m für die Fahrbahn und 0,50 m jederseits für die Fußwege. Bohlenbelag mit Quergefälle auf Längsträgern. Die Querträgeranordnung mit dem unteren Windverband ist aus dem Grundriß (Abb. 514 links) ersichtlich.

13. Eiserne Bogenbrücken. Sie können aus vollwandigen Blechträgern oder aus Fachwerkträgern gebildet werden. Die Bögen werden

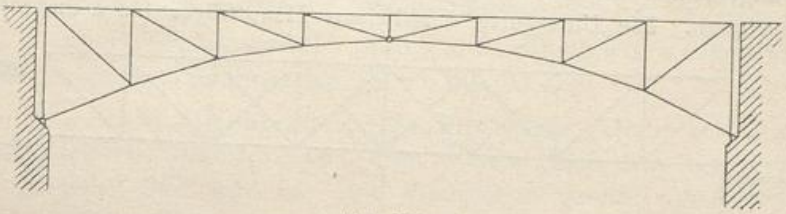


Abb. 516.

mit oder ohne Gelenk hergestellt. Abb. 516 zeigt die allgemeine Gestaltung eines Bogenfachwerkträgers mit Mittelgelenk und Endgelenken.

14. Hängebrücken. Bei ihnen hängt die Fahrbahn mit Zugstangen oder -stäben an übergespannten Drahtseilen, Gelenkketten oder Stabgelenkbögen.

C. Bewegliche Brücken.

Bewegliche Brücken kommen vielfach bei Schiffahrtsstraßen vor, besonders bei Kanälen. Nach der Art der Bewegung unterscheidet man folgende Arten:

15. Drehbrücken. Dies sind Brücken, deren Überbau in wagerechter Lage um eine senkrechte Achse (Drehzapfen) drehbar

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ist. Sie haben zwei Arme. Es gibt gleicharmige und ungleicharmige Drehbrücken.

Die gleicharmige Drehbrücke (nach Schwedlerscher Art, Abb. 517) hat einen runden Mittelpfeiler und zwei Endpfeiler, also zwei Drehöffnungen. Auf

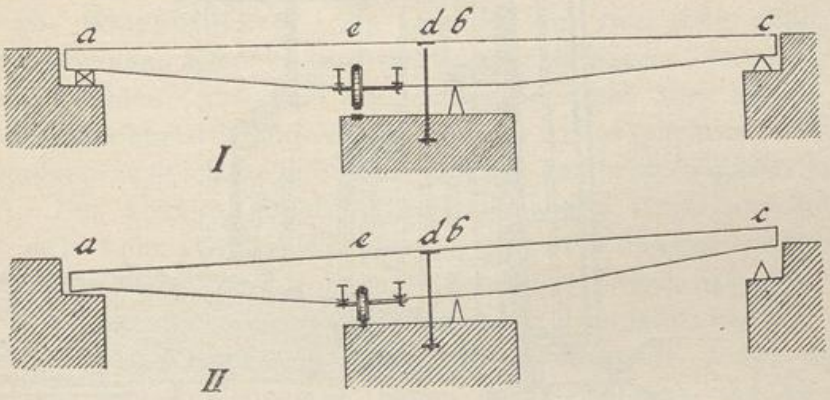


Abb. 517.

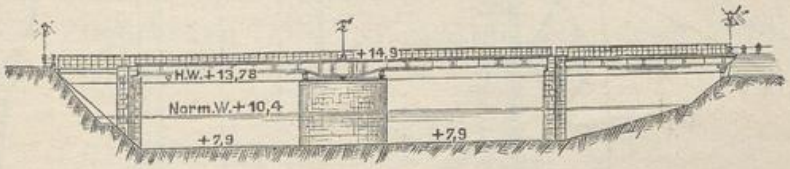


Abb. 518.

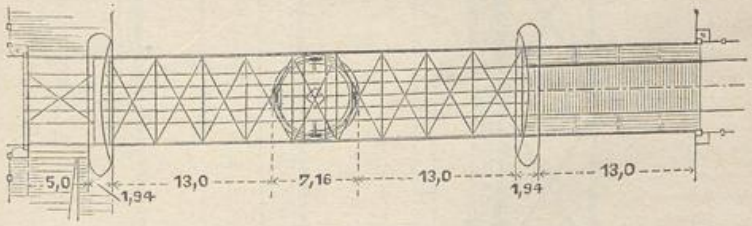


Abb. 519.

dem Mittelpfeiler befindet sich der senkrechte Drehzapfen bei d, auf dem die Brücke im geschlossenen Zustande aber nicht lastet, sondern nur beim Drehen.

Geschlossener Zustand (Abb. 517 I). Die Brücke (eigentlich jeder der beiden Hauptträger der Brücke) hat zwei Endauflager, nämlich bei a und c, und ein Mittelauflager bei b. Das Auflager bei a ist beweglich (fortnehmbar) und wird beseitigt, wenn die Brücke geöffnet werden soll.

Zustand beim Öffnen (Abb. 517 II). Das Auflager bei a ist beseitigt, die Brücke hat sich auf den Drehzapfen d gesenkt und von den Lagern bei b und c abgehoben, zugleich aber mittels des Rades e sich auf eine Laufschiene gesetzt, so daß die Brücke also nur bei d und e aufliegt und so gedreht werden kann. Gegen seitliche Schwankungen beim Drehen sind beiderseits vom Drehzapfen noch andere Laufräder angebracht (in Abb. 517 nicht sichtbar), die ebenfalls auf der kreisförmig geführten Laufschiene laufen.

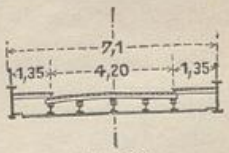


Abb. 520.

Abb. 518 bis 520 zeigen eine Straßen-Drehbrücke (bei Meppen über die Hase). Die Hauptträger usw. sind Blechträger. Doppelter Bohlenbelag.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

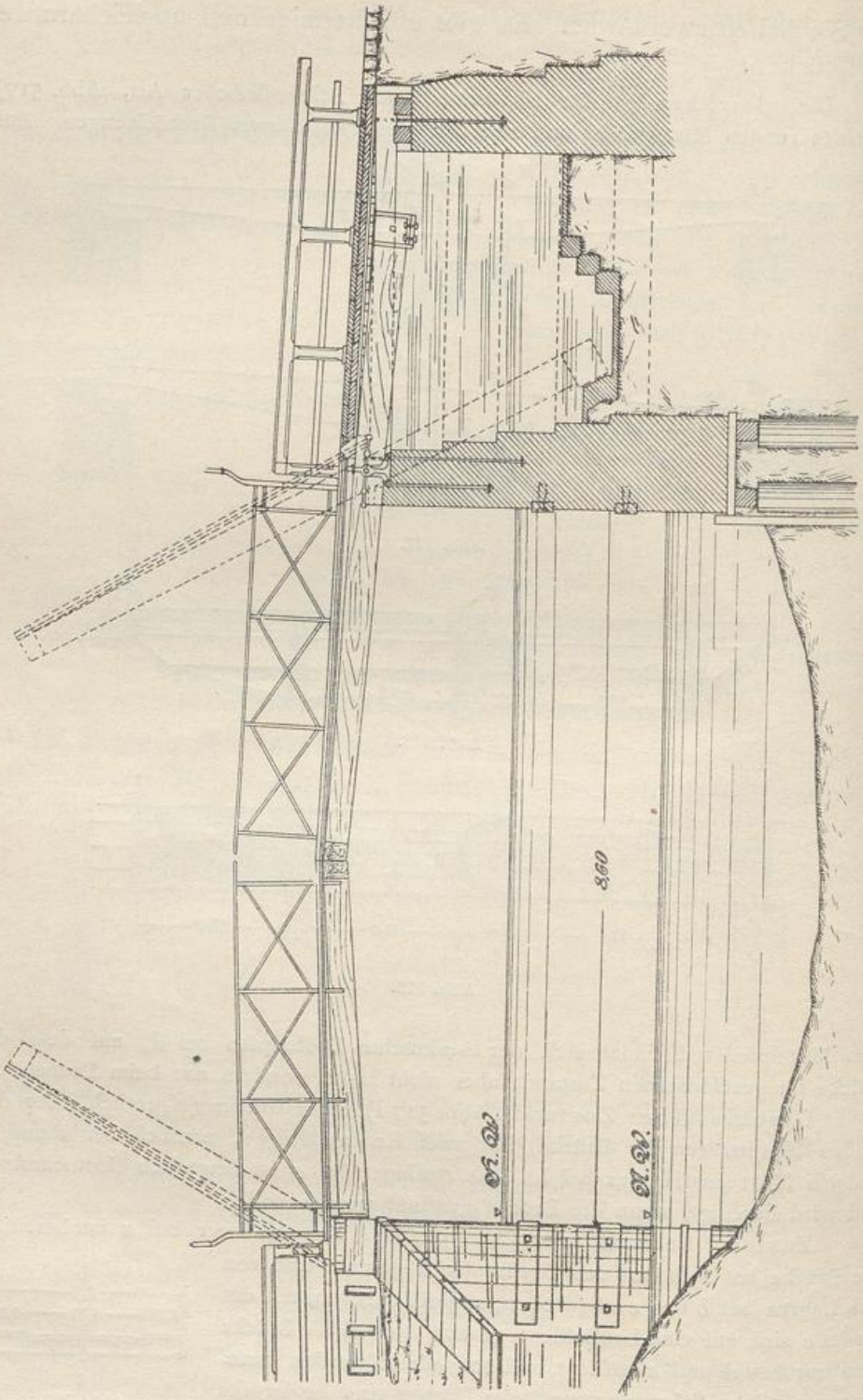


Abb. 521.

Die Bewegung der Brücke erfolgt von Hand mittels Stockschlüssels und Zahnrad.

Die ungleicharmige Drehbrücke hat meistens nur eine Öffnung. Der größere Arm bildet den Überbau für diese; der Drehzapfen mit Zubehör

befindet sich auf einem Uferpfeiler oder einer Ufermauer; der kürzere Arm, der nur zum Gewichtsausgleich dient und am Ende stark belastet ist, ragt im geschlossenen Zustande auf das Ufer.

Die Bewegung der Drehbrücken geschieht auch zuweilen mit Druckwasser oder elektrisch.

16. Klappbrücken. Sie bestehen aus zwei etwas geneigt zueinanderliegenden Klappen, die sich in geschlossenem Zustande gegeneinanderstemmen (Abb. 521). Jede Klappe dreht sich beim Öffnen am Auflager hebelartig um eine wagerechte Achse (punktierte Stellung). Der vordere, zugleich längere Arm trägt die Fahrbahn (meistens Bohlenbelag). Der kürzere hintere Arm trägt hinten Gegengewichte und senkt sich beim Öffnen in einen gegen Hochwasser dicht abgeschlossenen Keller. In Abb. 521[1]) wird das Öffnen mit der Hand an einem mit dem Geländer verbundenen Handgriff bewirkt. Zum Feststellen der Klappen in geschlossenem Zustande dienen eiserne Riegel auf dem Bohlenbelage (neben den Geländern), die über die zwischen beiden Klappen befindliche Schlagfuge greifen.

17. Zugbrücken (Abb. 522) sind Brücken, deren Fahrbahntafel an einem Auflagerende sich um eine wagerechte Achse dreht und am

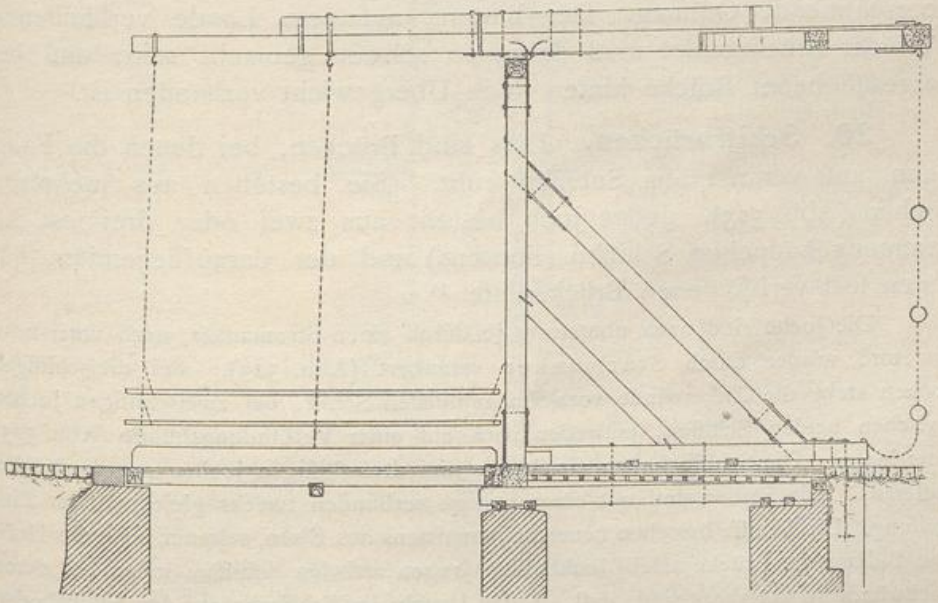


Abb. 522.

anderen Ende vermittels eines hochliegenden wagebalkenartigen Zugbaumes mit Ketten hochgezogen wird, während der Zugbaum hinten niedergezogen wird. Sie können einflüglig sein (etwa bis 6 m) oder zweiflüglig (über 6 m Spannweite). Der Zugbaum ruht drehbar auf

[1]) Abb. 521 stellt den Querschnitt (bezw. Ansicht) einer Klappbrücke über den Schleusenkanal der Havel in Rathenow dar.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

einem torartigen Gerüst, das landwärts verstrebt und verankert ist. Der Zugbaum besteht aus zwei sog. Ruten (über jeder Seite der Fahrbahn eine), welche hinten durch Balken verbunden, versteift und mit Gegengewichten beschwert sind. Die Gegengewichte bestehen größtenteils aus eisernen Kugeln, die an der hinteren Zugkette angebracht sind und sich beim Aufzug nacheinander auf den Boden setzen, so daß das beim Aufzug eintretende Übergewicht vermindert wird. Die Zugbäume und der Toraufbau werden neuerdings vielfach in Eisen ausgeführt. Bei zweiflügligen Zugbrücken werden die beiden Klappen etwas mit Steigung gegeneinander angeordnet, so daß sie sich ähnlich wie die Klappbrücken (Abb. 521) gegeneinanderstemmen.

18. Hubbrücken sind Brücken, bei denen die Fahrbahntafel senkrecht gehoben wird, und zwar entweder die Fahrbahn nebst den Hauptträgern oder nur die Fahrbahn allein, falls sie tiefer liegt als die Hauptträger.

19. Roll- und Schiebebrücken. Die Brückentafel wird bei ihnen wagerecht auf Rollen verschoben, so daß die Öffnung frei wird. Die verschiebbare Tafel muß hierbei natürlich größer sein als die zu überspannende Öffnung. Der hintere, auf dem Lande verbleibende Teil der Brückentafel muß dabei so schwer gemacht sein, daß bei vorgeschobener Brücke hinten noch Übergewicht vorhanden ist.

20. Schiffbrücken. Dies sind Brücken, bei denen die Fahrbahn auf verankerten Schiffen ruht. Sie bestehen aus mehreren Jochen (Abb. 523). Jedes Joch besteht aus zwei oder drei fest zusammengekuppelten Schiffen (Pontons) und der daraufliegenden, mit ihnen fest verbundenen Brückentafel.[1])

Die Joche sind nach oberstrom je durch einen Stromanker, nach unterstrom hin und wieder durch Sturmanker verankert (Abb. 523). Bei dreischiffigen Jochen steht die Ankerwinde vorn im mittelsten Schiff, bei zweischiffigen Jochen zwischen beiden Schiffen, entweder vorn auf einer Verbindungsbühne (Abb. 523) oder hinten. Die Schiffe haben ein Steuer (bei dreischiffigen Jochen nur die beiden äußeren). Die Steuer sind mit einer Stange verbunden zwecks gleichmäßiger Einstellung. Die Schiffe bestehen neuerdings meistens aus Eisen, seltener noch aus Holz. Die Balken der Brückentafel (Jochbalken) ruhen auf den Schiffen, indem sie durch Jochwände so unterbaut sind, daß sie den Druck der Fahrbahn auf den Schiffsboden gleichmäßig übertragen (Abb. 524). Die äußeren und der mittlere Brückenbalken sind mit den Schiffsduchten[2]) durch Eisenzeug fest aber lösbar verbunden. Die Schiffe

---

[1]) Der Ausdruck Joch hat hier mit Pfahlwerk nichts zu tun. Die Schiffbrücken sind nicht zahlreich; am Rhein bestehen solche bei Koblenz, Köln, Mülheim und Wesel. In Köln sind alle Joche zweischiffig, bei den anderen Brücken im allgemeinen dreischiffig, mit Ausnahme einzelner Ausfahr- und Fülljoche.

[2]) Dies sind feste wagerechte Steifhölzer im Schiffe von Bord zu Bord reichend und verankert.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

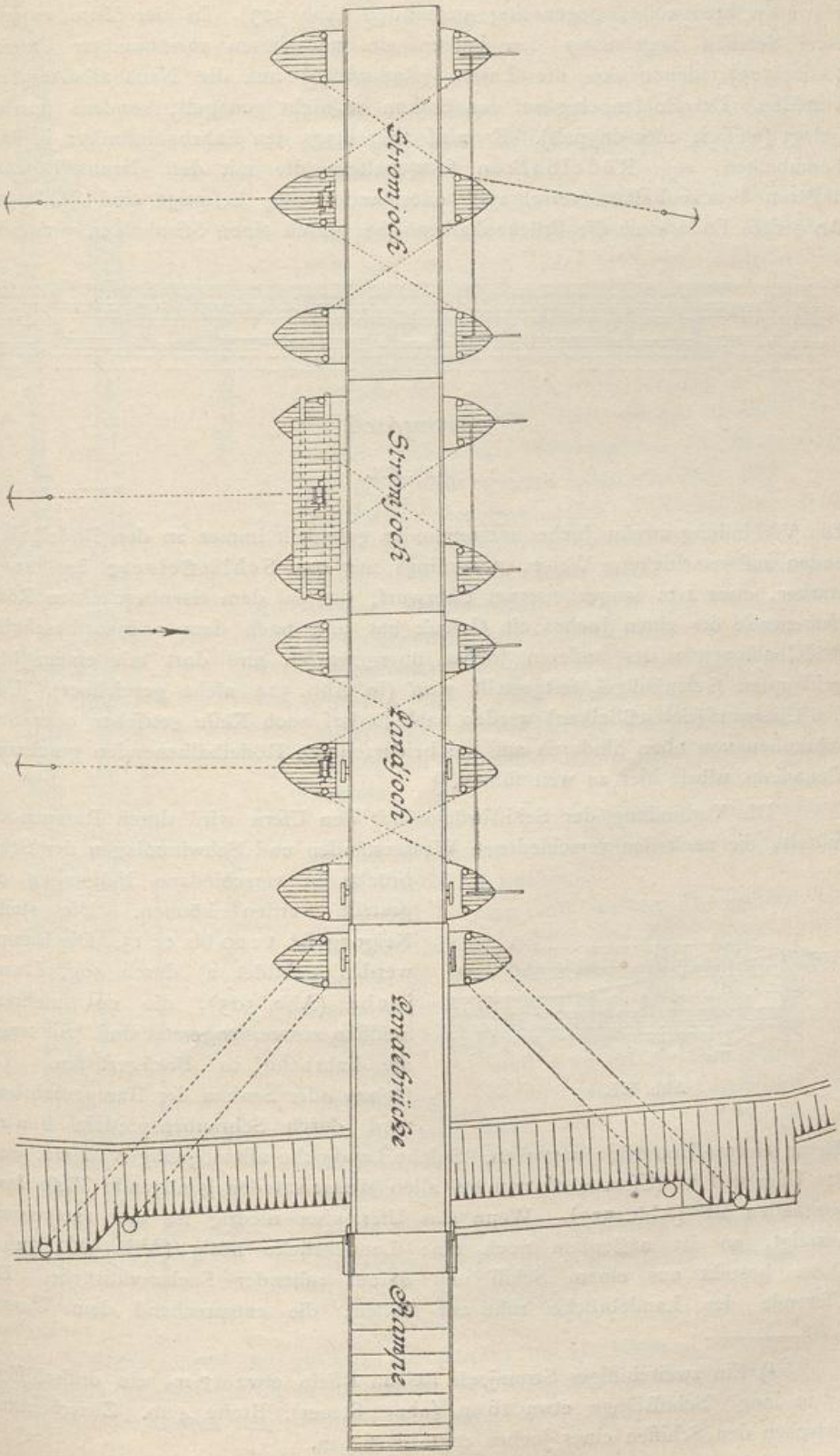
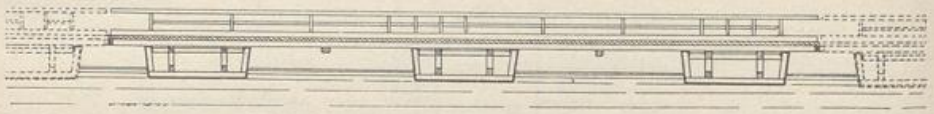


Abb. 523.

haben starke Poller. Die Schiffe eines Joches sind an den Pollern mit Ketten, bisweilen kreuzweise, gegenseitig verbunden (Abb. 523). In der Mitte zwischen zwei Schiffen liegt unter den Balken ein mit diesen verschraubter Unterzug (Abb. 523), damit sich die Lasten (Raddrücke) auf die Nachbarbalken mitverteilen. Der Bohlenbelag auf den Balken ist nicht genagelt, sondern nur aufgelegt (einfach oder doppelt). Er wird aber längs den Fahrbahnrändern je durch Saumbalken, sog. Rödelbalken festgehalten, die mit den darunterliegenden äußeren Brückenbalken verschraubt oder anderweitig befestigt sind (Abb. 524). An jedem Ende sind die Brückenbalken quer durch einen Stirnbalken verbunden.



Stromjoch.

Abb. 524.

Die Verbindung zweier Joche untereinander geschieht immer an den Rödelbalkenenden auf verschiedene Weise, neuerdings mit sog. Schließeisen; das ist ein starker, etwa 1 m langer eiserner Überwurf, der auf dem eisenbeschuhten Rödelbalkenende des einen Joches ein Gelenk hat und nach dem ebenso beschuhten Rödelbalkenende des anderen Joches übergeworfen und dort mit einem übergeklappten Gelenkbügel festgestellt wird (in Abb. 524 nicht gezeichnet). Unter den Überwurf (Schließbalken) werden nach Bedarf noch Keile getrieben oder Stellschrauben von oben hindurch auf die beiderseitigen Rödelbalkenenden geschraubt. Genaueres würde hier zu weit führen.[1])

Die Verbindung der Schiffbrücke mit den Ufern wird durch Rampen vermittelt, die nach den verschiedenen Wasserständen und Schwimmlagen der Schiffbrücke in verschiedene Neigungen eingestellt werden können. Die steilste Neigung ist 1 : 20 bis 1 : 15. Die Rampen werden gebildet a) durch sog. Landjoche (Abb. 525), die aus mehreren Schiffen zusammengesetzt sind. Sie tragen die Fahrbahn in Bockgerüsten. Das Heben oder Senken der Rampenfahrbahn wird durch Schraubenspindeln bewirkt, die an eiserne Unterzüge angreifen. Solche Landjoche allein genügen hierzu, wenn das Ufer steil ist (Ufermauer) und bei allen Wasserständen genügende Tiefe davor vorhanden ist (Abb. 525). Wenn das Ufer aber niedrig ist und rampenartig ansteigt, so ist außerdem noch eine Landebrücke nötig (Abb. 526, 526a). Diese besteht aus einem Schiff und darauf ruhender Fachwerkbrücke. Das Uferende der Landebrücke ruht auf Rollen, die entsprechend dem Wasser-

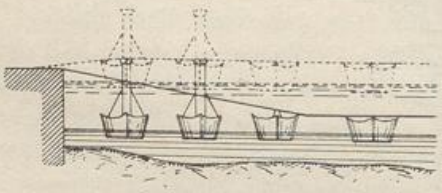


Abb. 525.

[1]) Ein zweischiffiges Stromjoch ist am Rhein etwa 17 m, ein dreischiffiges 27 m lang. Schiffslänge etwa 16 m (ohne Steuer), Breite 4 m. Zwischenraum zwischen den Schiffen eines Joches etwa bis 6,5 m.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

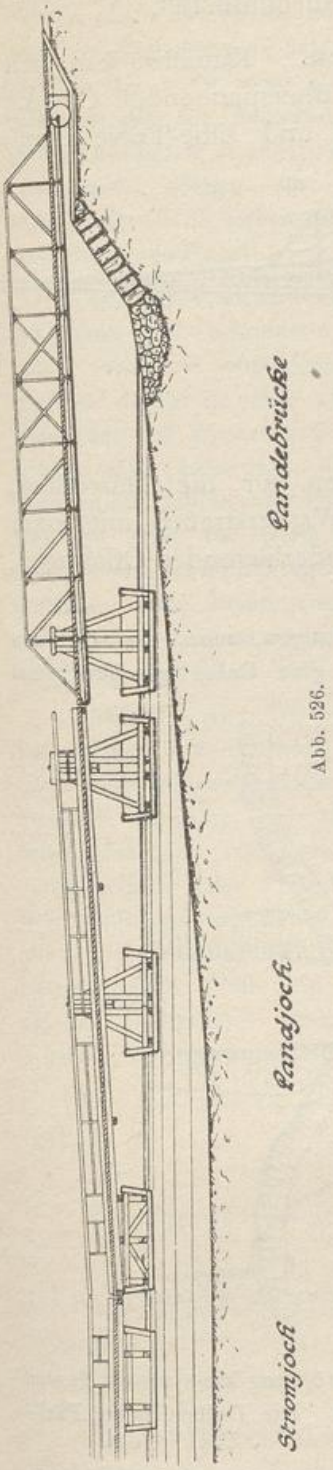


Abb. 526.

wechsel auf der Uferrampe, und zwar auf einem Schienengleis verschoben werden können. Abb. 526a zeigt die Landebrücke und das anschließende Landjoch bei höherem Wasserstande. Die Auffahrt von der Uferrampe auf die Landebrücke ist durch einen niedrigen Rollwagen (Landungswagen) und eine keilförmige Holzpritsche vermittelt.[1])

Das Öffnen der Schiffbrücke zur Durchfahrt von Schiffen und Flößen geschieht in der Weise, daß man ein Joch (oder mehrere), nachdem die Rödelbalkenverbindungen gelöst sind, an der Ankerkette stromab treiben läßt und seitlich hinter ein Nachbarjoch legt. Zu dem Zweck gibt man nämlich dem Ausfahrjoch, sobald es aus der Brücke gesackt ist, eine schräge Gierstellung[2]) durch Drehen der Steuerruder. Es treibt dann schräg abwärts gierend hinter das feste Joch. Das Einfahren geschieht durch Anwinden der Kette unter entgegengesetzter Gierstellung entweder von Hand oder mit Maschinenkraft. Bei Strömen mit starkem Schiffsverkehr sind in der Regel mehrere nebeneinanderliegende Joche zum Ausfahren mit Maschinenkraft eingerichtet (Dampf, Gaskraft, Benzinmotor usw.). Sie haben dann meistens zwei Ankerketten, die zur Herbeiführung der Gierstellung verschieden angewunden oder nachgelassen werden können.

Über die zu beobachtenden Schiffahrtszeichen bei der Durchfahrt durch Schiffbrücken vergl. S. 58 im I. Teil dieses Buches.

Bei Eisgang und starkem Hochwasser wird die Schiffbrücke gelöst; die Joche werden dann einzeln in den nächsten Sicherheitshafen oder einen besonderen Schiffbrückenhafen abgeschleppt. Schiffbrücken sind für starken Schiffsverkehr sehr hinderlich. Sie sind aber oft als Notbrücken sehr zweckmäßig, können dann aber einfacher und leichter eingerichtet sein; als Schiffe können dann u. U. Baggerprahme und dergl. genommen werden.

21. Landebrücken. Über Landebrücken für die Schiffahrt siehe den Abschn. 30, Fähren.

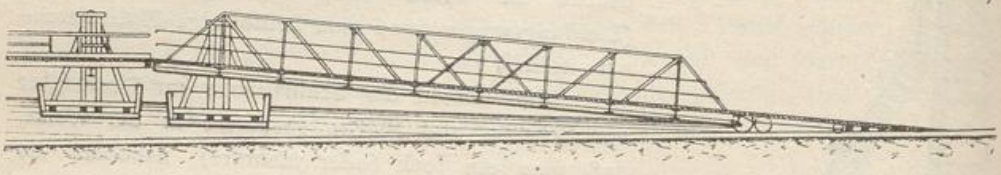
[1]) Entsprechend der größeren Strombreite bei Hochwasser muß die Schiffbrücke in solchem Falle durch Eingliedern von Hilfsjochen verlängert werden.

[2]) Über Gieren vergl. Abschn. 30, Fähren.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

D. Hilfsvorkehrungen für Brückendurchfahrten.[1])

22. Durchfahrten bei Kanalbrücken. Kanalbrücken mit einer großen, den ganzen Kanalquerschnitt überspannenden Öffnung (wie im Dortmund-Ems-Kanal, Teltow-Kanal und Elbe-Trave-Kanal)



Landebrücke

Abb. 526a.

bedürfen keiner besonderen Hilfsvorkehrungen für die Durchfahrt, anders die zahlreichen Kanalbrücken älterer Wasserstraßen mit einer engen Öffnung oder mit zwei solchen nebeneinanderliegenden Öffnungen, die durch einen Mittelpfeiler getrennt sind.

Die Mittelpfeiler bei Brücken mit zwei Öffnungen, zumal die hölzernen Mittelpfeiler, werden oberhalb und unterhalb durch eine Dalbe geschützt; bei

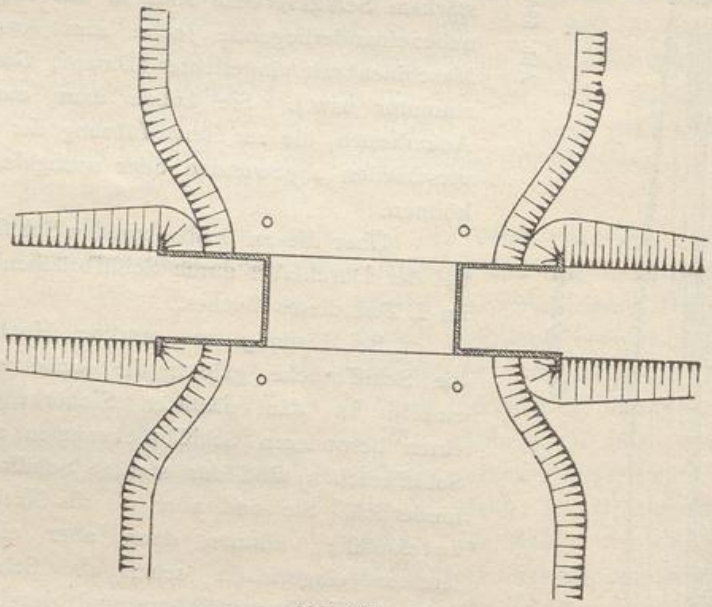


Abb. 527.

untergeordneten Kanälen und Flüssen ohne merkliche Strömung kann anstatt dessen je ein Prellpfahl gesetzt werden (vergl. S. 359, Ziff. 26). Die Dalben (oder Prell-

[1]) Zu den nachstehenden Ausführungen, Ziff. 22 und 23, ist die Druckschrift des Strombaudirektors der Verwaltung der Märkischen Wasserstraßen benutzt worden, betreffend die Schleuseneinfahrten und die Anwendung von Leitwänden, Dalben und Prellpfählen vor Schleusen und Brücken; 1900.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

pfähle) sind so weit vom Pfeiler abzurücken, daß sie mit Sicherheit den Stoß des Schiffes allein aufnehmen und daß das Schiff, wenn es an ihm vorübergefahren ist, die richtige Führung hat, um den Pfeiler selbst nicht mehr zu treffen. Dasselbe gilt für steinerne Mittelpfeiler, besonders von geringen Abmessungen, ebenso für etwaige Mittelpfeiler bei Sicherheitstoren (z. B. am Oder-Spree-Kanal).

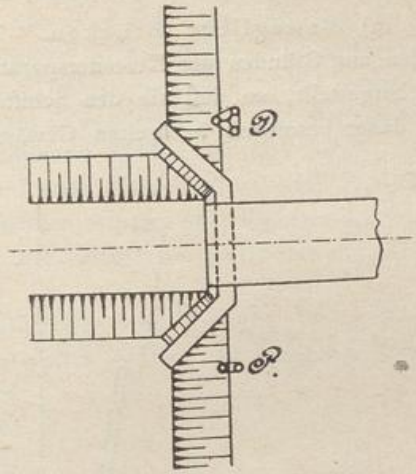


Abb. 528.

An den Landpfeilern ist nur dann ein besonderer Schutz nötig, wenn sie weit vorspringen, so daß durch sie eine erhebliche Verengung der Wasserstraße hervorgerufen wird (Abb. 527), und zwar dann durch Dalben oder Prellpfähle. Dasselbe trifft zu, wenn an den Landpfeilern Leinpfadstege in der üblichen Weise herumgeführt oder auf eisernen eingemauerten Trägern ausgekragt sind (Abb. 528).

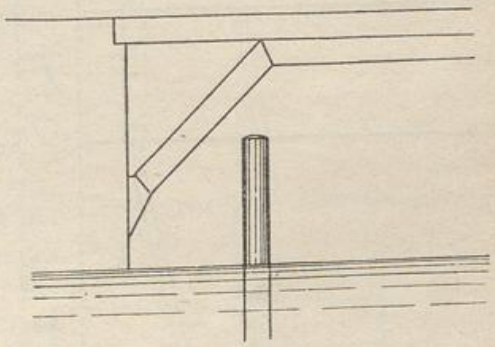


Abb. 529.

Schutz der Überbauten. Bei eisernen und hölzernen Brücken mit mäßiger Durchfahrtshöhe müssen bisweilen einzelne tief unter die Brückenfahrbahn reichende Bauteile durch Dalben oder Prellpfähle vor Beschädigungen geschützt werden (Abb. 529). Bei gewölbten Brücken treten ähnliche Fälle ein; es wird die bei Hochwasser einzuhaltende Fahrwasserbreite durch Dalben oder Pfähle begrenzt, so daß die Schiffe nicht an das Gewölbe stoßen (Abb. 530).

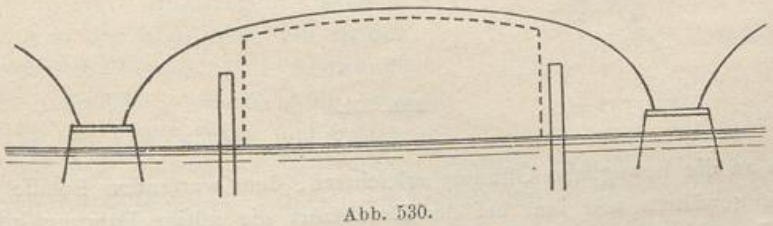


Abb. 530.

23. Durchfahrten bei Flußbrücken. Die Durchfahrtsöffnungen liegen öfters in einer für die Schiffahrt ungünstigen Richtung oder an ungünstigen Stellen, wie z. B. in scharfen Krümmungen, oder sind im Verhältnis zur Breite der Wasserstraße sehr klein, so daß die Schiffe der nötigen Führung entbehren, besonders

wenn heftiger Wind die Fahrt erschwert. Es werden dann vor den Durchfahrtsöffnungen Leitwände, Dalben und Prellpfähle notwendig.

a) Bewegliche Brücken. Die Durchfahrtsöffnungen dieser Brücken werden aus Gründen der Kostenersparung und leichten Bedienung immer ziemlich eng hergestellt, so daß sie den Schiffen oft nur geringen Spielraum lassen; es sind daher besonders in breiten Gewässern Vorkehrungen nötig, die das Heran-

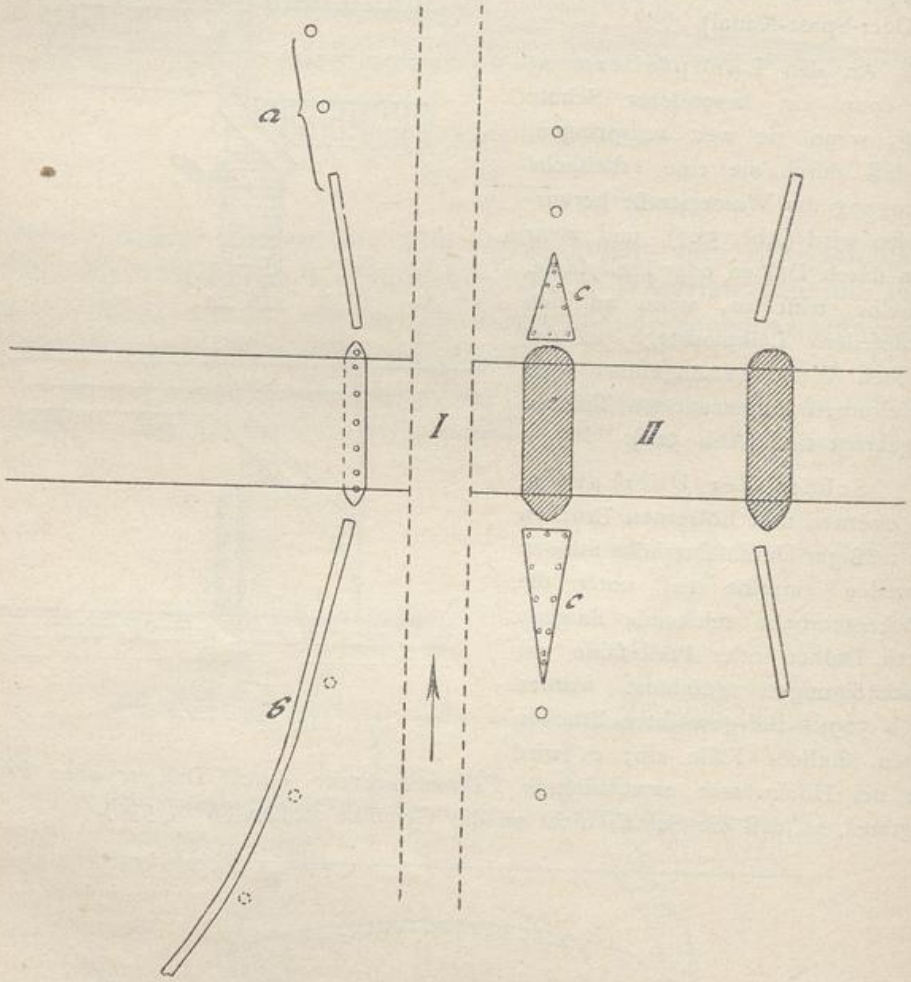


Abb. 531.

kommen an die bewegliche Öffnung erleichtern, dem wartenden Schiffe eine Anlegestelle gewähren und ihm bei der Durchfahrt die nötige Führung geben. Zu diesem Zwecke wendet man (wenn im Flusse starker Eisgang nicht vorherrscht) Leitwände, Dalben und Prellpfähle an. Bei beweglichen Brücken, besonders mit hölzernen Pfeilern, findet man die Anordnung wie bei Abb. 531, *a*, nämlich zunächst der Brücke ein Leitwerk (mit senkrechten Pfählen), dessen Länge etwa $^1/_4$ bis $^1/_2$ der Schiffslänge beträgt (Neigung zur Fahrrichtung etwa 1 : 6 bis 1 : 10), außerdem noch ein oder zwei Dalben (oder für kleinere Fahrzeuge Prellpfähle). Bei sehr ungünstiger Lage der Brücke zur Stromrichtung, ferner bei sehr breiten Flüssen

(und Seen) müssen die Vorkehrungen umfangreicher sein, namentlich auch um den bei heftigen ungünstigen Winden kreuzenden Segelschiffen das Herankommen an die Brücke zu ermöglichen. Es werden zu diesem Zweck nach Abb. 531, *b* sehr lange Leitwände angewendet (oft 100 m lang und mehr), deren Unterhaltung aber kostspielig ist. Besser ist eine Reihe von Dalben (punktiert). Bei steinernen Pfeilern werden oft Leitwände von dreieckigem Grundrisse (Abb. 531, *c*) hergestellt, namentlich wenn die benachbarte Brückenöffnung *II* für niedrige Schiffe (ohne Masten) benutzt werden soll. Außerdem sind noch einige Dalben oder Prellpfähle nötig, um dem auf den Brückenaufzug wartenden Schiffe einen sicheren Liegeplatz zu geben. Zum Schutze der Fahrzeuge ist die Längsseite der Pfeiler mit einigen Streichbohlen zu bekleiden.

b) Feste Brücken. Durchfahrtsöffnungen von geringer Weite müssen ähnlich wie bei beweglichen Brücken ausgerüstet werden. In manchen Wasserstraßen, wo gesegelt wird (z. B. in den Märkischen Wasserstraßen), müssen außerdem möglichst Vorkehrungen vorhanden sein, die das Legen und Setzen der Masten vor und hinter der Brücke erleichtern. Nach dem allgemeinen Fortfall der Mastkrane (infolge Einführung der Schleppschiffahrt) fahren die Schiffer nur noch mit kleinem Maste, den sie selbst ohne Kranhilfe aufstellen und legen können. Zur Erleichterung dieser Arbeit sind vor und hinter der festen Brücke Leitwände mit Laufstegen erforderlich (Leinpfade), an denen der Schiffer, namentlich bei schlechtem Wetter, das Schiff befestigen kann, um mit Ruhe den Mast zu legen (Abb. 532). Vom Laufstege aus zieht er dann das Schiff durch die Brücke, befestigt es von neuem und stellt den Mast wieder auf In der Regel sind diese Einrichtungen nur auf einem Ufer nötig, bei ungünstiger Lage zur herrschenden Windrichtung, bei widriger Strömung und großem Verkehr können sie aber auch auf beiden Seiten erforderlich werden. Die Leitwände müssen im Grundriß eine Neigung von 1:6 bis 1:10 zur Fahrrichtung und beiderseits eine Länge von mindestens $^3/_4$ Schiffslänge erhalten. Vor die Enden, wenn diese in freiem, tiefem Wasser liegen, kommen zur Erleichterung der Einfahrt im Abstande von $^1/_2$ Schiffslänge noch Dalben zu stehen. Reichen die Leitwände bis zum Ufer, so stellen sie die Fortsetzung des Leinpfades dar, was in vielen Fällen sich empfiehlt.

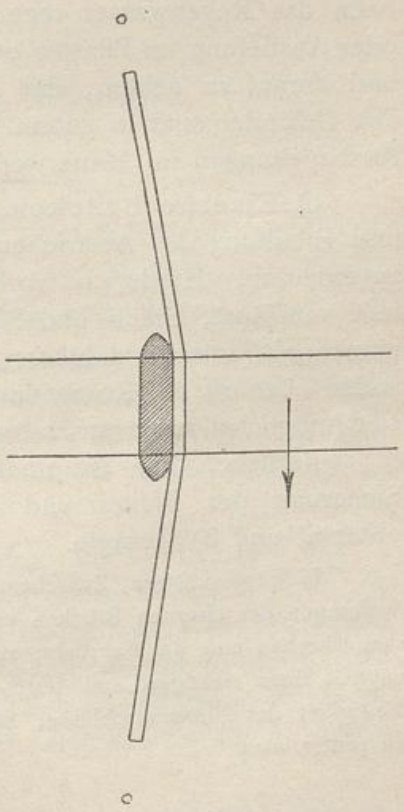


Abb. 532.

E. Unterhaltung der Brücken.

a) Holzbrücken. Besonders ist darauf zu achten, daß der Anstrich (Teer, Karbolineum, Öl) rechtzeitig erneuert, schadhafte Holzteile, namentlich der Bohlenbelag rechtzeitig ersetzt, etwa gelockerte

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schrauben angezogen werden, die Abwässerung der Fahrbahn ordnungsmäßig ist usw.

b) Steinerne Brücken. Wenn die Ausfugung des Mauerwerks ausgewittert ist, so sind die Fugen auszukratzen und neu auszufugen. Schadhafte Steine sind herauszunehmen oder auszustemmen und durch neue zu ersetzen. Die Flußsohle an den Pfeilern ist öfters, namentlich nach einem größeren Hochwasser abzupeilen; zeigen sich größere Austiefungen, so sind sie durch Steinschüttungen auszufüllen. Bei dem Gewölbe ist zu untersuchen, ob sich feuchte Stellen zeigen, die auf Undichtheit der Abdeckung schließen lassen. Sind solche Undichtheiten vorhanden, so ist die betreffende Stelle der Gewölbeabdeckung freizulegen und abzudichten. Damit auf der Brückenfahrbahn das Regenwasser regelrecht abfließen kann, ist jede Senkung oder Austiefung im Pflaster oder der Chaussierung sofort zu beseitigen und darauf zu achten, daß die Wölbung der Straße erhalten bleibt. Die Geländer sind in gutem Anstrich zu erhalten. Größere Risse und Ausbauchungen im Mauerwerk erfordern in der Regel Umbauten.

c) Eiserne Brücken. Bei eisernen Brücken ist auf eine tadellose Erhaltung des Anstriches zu achten; dieser ist alle 4 bis 5 Jahre zu erneuern. Hierbei ist vorher eine gründliche Reinigung der Eisenteile von Rost, Staub und Schmutz vorzunehmen. Der Rost ist nicht immer als solcher sichtbar; Blasen oder Abblätterungen im Anstrich lassen aber oft auf Rostbildung schließen. Schadhaft gewordene Niete sind möglichst rasch auszustemmen und auszuwechseln.

Bezüglich der Unterhaltung und Entwässerung der Fahrbahn, Sicherung der Pfeiler und Unterhaltung des Mauerwerks gilt das unter a) und b) Gesagte.

In regelmäßigen Zwischenräumen sind nach Vorschrift amtliche Untersuchungen der eisernen Brücken vorzunehmen; sie haben sich auf das Mauerwerk, den Überbau und die Fahrbahn zu erstrecken; z. B. sind die Auflagersteine bezüglich ihrer richtigen und festen Lage zu untersuchen, beim Überbau ist die Festigkeit der Nietenanschlüsse, ferner der Anstrich und der Zustand der Lager zu prüfen usw.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 27.

Ladestellen, Häfen, Bauhöfe.

A. Allgemeines.

a) Ladestellen (Ladeufer, Ablagen, Werften)[1]) sind Uferstrecken, die zum Anlegen und zum Be- und Entladen von Schiffen benutzt werden und meistens dazu künstlich hergerichtet sind.

b) Verkehrshäfen sind eine zusammenhängende Folge oder Gruppe von Ladestellen, sei es, daß diese sich am Ufer der Wasserstraße selbst hinziehen oder ein besonderes Becken umgeben. Die Einrichtung und Ausrüstung der Ladeufer ist bei Ladestellen und bei Häfen nicht wesentlich verschieden.

c) Über die Einteilung der Häfen in Verkehrs- und in Sicherheitshäfen ist bereits im I. Teil dieses Buches, S. 86 das Nötige mitgeteilt worden (Sicherheitshäfen bilden immer ein besonderes Becken, Verkehrshäfen nicht immer). Außerdem gibt es noch Floßhäfen, einfache Liegehäfen und Bauhofhäfen. Nach der Wasserstraße kann man die Häfen auch einteilen in Fluß- und in Kanalhäfen.

Vorbedingungen für ein gutes Ladeufer zu a) und b) sind genügende Wassertiefe und Steilheit des Ufers, damit die beladenen Schiffe möglichst nahe an die Uferkante heranfahren können und die aus- und einzuladenden Güter keine zu großen Wege zu machen haben. Dies ist namentlich auch dann nötig, wenn künstliche Ladevorrichtungen, wie Krane und dergl., auf dem Ufer aufgestellt sind.

---

[1]) Der Ausdruck Werft für Ladeufer ist rheinisch; sonst versteht man unter Werft eine Schiffsbauanstalt (Schiffswerft). Beiden Begriffen ist gemeinsam die Vorstellung eines künstlich hergerichteten Ufers.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Befestigungen, die für Ladeufer in Frage kommen, sind im allgemeinen dieselben, wie für steilere Ufer überhaupt. Hinsichtlich der Steilheit kann man die Ladeufer einteilen in:

1. Schrägufer: Böschung 1 : 2, 1 : 1,5 bis 1 : 1, höchstens 1 : $^1/_2$;
2. Steilufer: steiler als 1 : $^1/_2$, und zwar senkrecht oder mit steiler Neigung, etwa 1 : $^1/_{10}$;
3. Schrägufer mit steilen Aufsätzen oder Vorbauten.

Die Ladeufer müssen außer mit den etwaigen besonderen Ladevorrichtungen mit Vorrichtungen zum Festmachen der Schiffe versehen sein. Die Zugänglichkeit aus den Schiffen und Booten auf das Ufer muß durch Treppen oder Rampen vermittelt werden.

Wenn am Ladeufer Güter von den Schiffen unmittelbar auf die Eisenbahn übergeladen werden sollen und umgekehrt (Umschlag), so werden Eisenbahngleise an dem Ladeufer entlang geführt. Im übrigen werden die Güter für gewöhnlich durch Fuhrwerk an- oder abgefahren; daher müssen die Zufuhrwege zum Ufer, sowie die Fahrwege längs dem Ufer (Ladestraßen) fest sein. Meistens werden sie gepflastert. Da die Güter aus den Schiffen häufig schneller ausgeladen werden müssen, als sie abgefahren werden können, anderseits da die vom Lande kommenden Güter häufig früher angefahren werden müssen, ehe ein Schiff zur Stelle ist, so müssen solche Güter inzwischen lagern. Dazu müssen geeignete Lagerplätze vorhanden sein; für Güter aber, die nur im Trockenen lagern dürfen, werden Lagerschuppen, Lagerhäuser (Werfthallen, Speicher) errichtet. Zollschuppen nennt man Lagerschuppen, wenn sie unter Überwachung und Verschluß der Steuerverwaltung stehen, weil darin aus dem Auslande kommende Güter untergebracht werden, die erst noch verzollt werden müssen.

B. Schräge Ladeufer.

1. Schrägufer mit Steinbekleidung (am Rhein Schrägwerft). Die Böschungsneigung ist in der Regel 1 : 1, oder 1 : 1,25, bei größerer

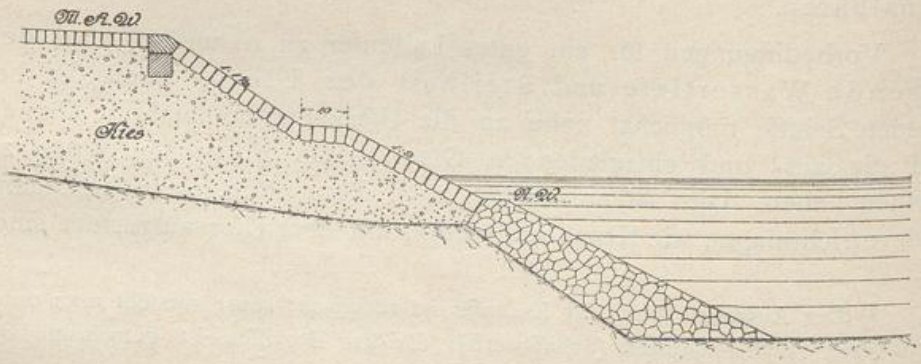


Abb. 533.

Höhe 1 : 1,5, aber auch 1 : 2 (Abb. 533 bis 538). Bei der Wahl der Böschung kommt es auf die Standfähigkeit des Hinterfüllungsbodens, die Höhe des Ufers und den vorkommenden Wasserwechsel an, da bei Hochwasser die Hinterfüllung durchnäßt wird und trotzdem stand-

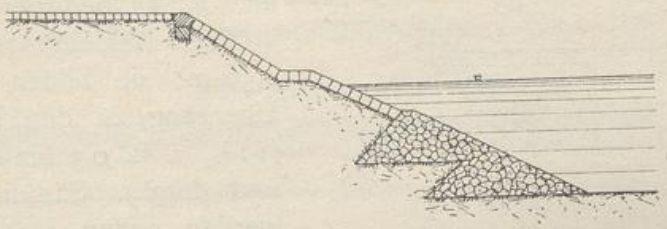


Abb. 534.

fähig bleiben muß (dies ist besonders wichtig für das erste Hochwasser nach dem Bau). Die Befestigung besteht in Steinpackung (Pflaster 30 bis 35 cm stark), Werksteinplatten-Bekleidung, auch Klinkermauerwerk (z. B. 1 Rollschicht, darunter entweder 2 Flachschichten oder Betonbettung). Alle diese Stein-Bekleidungen erhalten eine Kies- oder Schotterunterbettung, mindestens 10 bis 20 cm stark. Sie stützen sich bei Flüssen unten entweder gegen einen Steinwurf von Senksteinen (Abb. 533 und 534) oder gegen eine Pfahlwand (Abb. 535), auch eine Spundwand[1]) (Abb. 536). Bei Kanalhäfen wird die Stütze öfters durch eine kleine Bohlwand gebildet (Abb. 537). Die Steinwürfe werden, wenn das ganze Ufer vorgeschüttet wird, in Staffeln ausgeführt (Abb. 534), wenn es abgebaggert wird dagegen als einfache Stein-

Abb. 535.

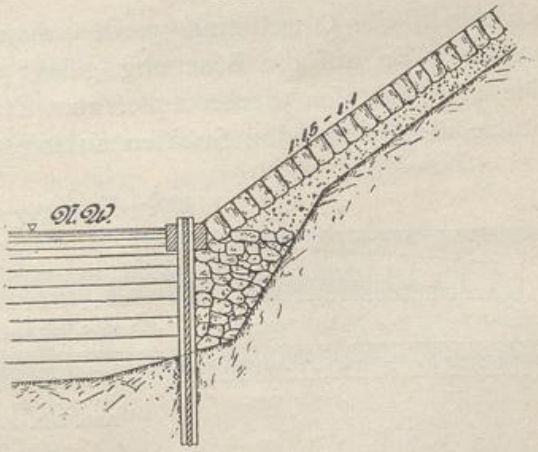


Abb. 536.

[1]) Unter Pfahlwand versteht man eine Reihe dicht nebeneinander eingeschlagener Pfähle, namentlich auch Rundholzpfähle. Sie muß wegen der vorkommenden Fugen mit Steinen hinterpackt werden. (Abb. 535: stromstaatlicher Winterhafen bei Glogau an der Oder; gepflasterte Böschung auf Kiesbettung und Ziegelschotter 1 : 1,5; Pfahlwand von Rundpfählen; dahinter Steinpackung.)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

schüttung (Abb. 533)[1]). In Kanälen, deren Haltungen trockengelegt werden können, werden die Steinbekleidungen der Ladestellen oft zur Sohle hinabgeführt (Abb. 538) (auch bei Flußhafenbecken, falls sie beim Bau im Trockenen ausgehoben werden). Steilere Schrägufer als 1 : 1 bedürfen meistens größerer Bekleidungsstärken als 0,30 m; sie bilden dann den Übergang zu den Ufermauern (1 : ½ z. B. 0,5 bis 0,7 m stark und dergl.). Sämtliche Fugen werden außen am besten mit Mörtel (Zement- oder Traßmörtel) verstrichen; das einfache Verzwicken genügt meistens nicht auf die Dauer gegen Ausspülungen. In der Böschung des Schrägufers werden an einzelnen Stellen Treppen, mindestens in Entfernungen von Schiffslänge, aus Werksteinstufen zwischen Werksteinwangen angelegt (Abb. 539). Außerhalb der Ortschaften werden manchmal auch Holztreppen verwendet, die auf die Böschung gelegt und geeignet befestigt werden. Die Treppenstufen dienen außer zum Ersteigen der Böschung auch zur Stütze für die aus den Schiffen auszulegenden Gangdielen. Sind diese

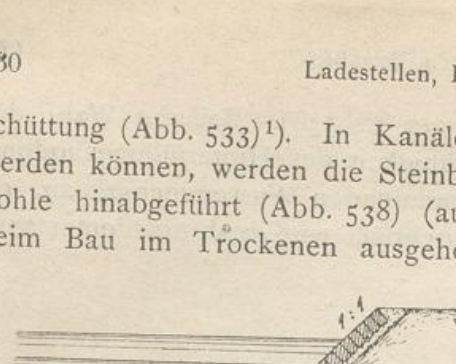


Abb. 537.

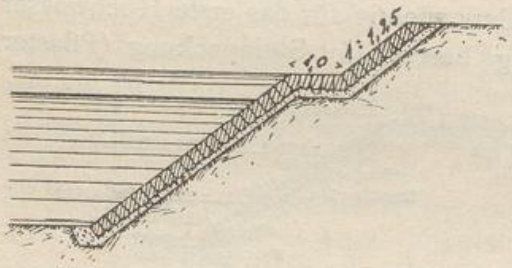


Abb. 538.

Abb. 539.

(wie es besonders bei niedrigem Wasserstande vorkommt) sehr lang, so werden sie von den Schiffern in der Mitte durch Holzjoche unterstützt, die sie aus Stangen zusammenbinden. Zu diesem Zwecke empfiehlt sich auch die Anlegung einer Berme (Abb. 533 und 538), die im

[1]) Abb. 533 und 534, 539 und 540 zeigen die Schrägwerften in Köln. Die ganze Anschüttung bezw. Hinterfüllung besteht aus Rheinkies. Eine Kiesbettung für das Pflaster ist daher nicht besonders gezeichnet. Die obere Uferkante ist mit einem Werkstein eingefaßt, der auf einer niedrigen Ziegelmauer ruht. Alle Fugen des Schrägpflasters sind mit Zementmörtel verfugt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

übrigen bei hohen Ufern auch die Standfähigkeit erhöht. Auf den Gangdielen wird die Ladung hinausgetragen, je nachdem in einzelnen Stücken oder in Säcken, oder gekarrt, je nach der Beschaffenheit der Ladung (Traggut, Karrgut). Das Ersteigen steiler Treppen mit Ladung ist bei hohen Schrägufern, wie sie namentlich an Strömen vorkommen, mühevoll und mit der Karre überhaupt nicht möglich. Die Krone der

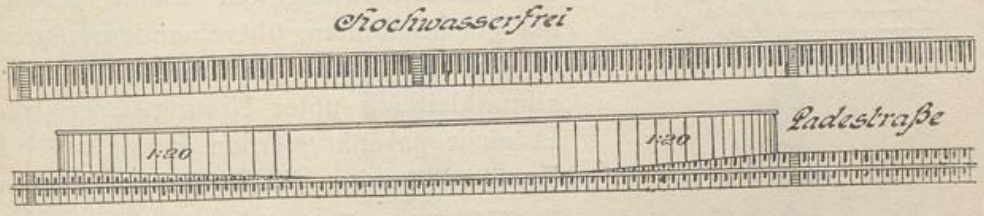


Abb. 540.

Ladestelle wird daher höchstens auf Mittelhochwasser gelegt. Von der Ladestraße führen alsdann Rampen nach der hochwasserfreien Uferkrone (Abb. 539). Im schrägen Ladeufer selbst werden außerdem noch Rampen vorgesehen. Entweder wird eine Längsrampe am Ende des Schrägufers angelegt, oder es wird etwas über M. W. in halber Breite der Ladestraße eine breite Berme angeordnet, von welcher jederseits Rampen nach der eigentlichen Krone der Ladestelle (Ladestraße) aufsteigen (Abb. 540).

2. Schrägufer mit Packwerksbefestigung. Hierüber siehe unter Strombau, S. 250, Abb. 271 III. Diese Ladeuferbefestigung kommt nur an östlichen Flüssen bei ländlichen Ladestellen vor, besonders wenn sie im Zusammenhange mit dem Stromausbau ausgeführt wird. Eine solche Befestigung muß sorgfältig unterhalten werden, da sie leicht versackt und verrottet.

C. Steile Ladeufer.

3. Bohlwerke (Uferschälungen).[1]) Ein Bohlwerk besteht aus einer Reihe von eingerammten Pfählen, die etwa 1,2 m von Mitte zu Mitte entfernt stehen und mit Bohlen hinterkleidet werden. Das Bohlwerk wird hinterfüllt und die Hinterfüllungserde in Lagen festgestampft.

Die Bohlwerkspfähle bestehen meistens aus Rundholz, seltener aus Kantholz. Bei Rundholz beträgt die mittlere Stärke der Pfähle, bei Kantholz die durchgehende Stärke in cm (annähernd):

bei 2,0 bis 2,5 m freier Höhe Rundholz 27, Kantholz 22/27,
„ 3,0 „ 3,5 „ „ „ „ 30, „ 25/30,
„ 4,0 „ 5,0 „ „ „ „ 35, „ 25/32.

[1]) Für Bohlwerk wird bisweilen auch Bollwerk geschrieben; letzterer Ausdruck hat meist eine allgemeinere Bedeutung. Bohlwerke und bohlwerkartige Befestigungen werden auch mit dem allgemeinen Namen Uferschälungen bezeichnet.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

a) Einfaches Bohlwerk (Abb. 541). Es wird angewendet, wenn die freistehende Länge der Pfähle über dem festen Grunde nicht mehr als etwa 3 m beträgt. Die Pfähle werden bei festem Boden so tief gerammt, als sie frei hervorstehen (bei weniger festem Boden natürlich tiefer). Die Hinterkleidung der Pfähle besteht aus gut besäumten, übereinandergesetzten Bohlen (7 bis 10 cm stark). Für die Hinterkleidung unter Niedrigwasser (falls es nicht gesenkt werden kann, wie bei Kanälen) werden die Bohlen in Tafeln zusammengesetzt, diese hinter die Pfähle gestellt und mit der Handramme etwas niedergerammt. Die Tafeln bestehen aus wagerechten, gleich langen Bohlen, die hinten durch übergenagelte Querleisten verbunden sind (Abb. 542). Die unterste Bohle erhält eine schneidenartige Schrägung. Eine Tafel reicht über 2 bis 3 Pfahlfelder, die Enden passen auf Pfahlmitte. Die Tafeln werden vorübergehend abgesteift und möglichst bald hinterfüllt. Über Wasser dagegen werden die Hinterkleidungsbohlen einzeln aufeinandergesetzt und an die Pfähle genagelt. Der Rand der obersten Bohle wird zu besserer Abwässerung zweckmäßig abgeschrägt. Hinter die Fugen der Bohlen (sowohl bei den Tafeln wie bei den Einzelbohlen) werden zu größerer Dichtheit Deckleisten aus Schwarten, besser aber Zinkblechstreifen, 6 bis 10 cm breit, genagelt (Abb. 543). Die Stöße der einzelnen Bohlen werden öfters versetzt. Die Stärke der Bohlen in der unteren Hälfte ist meist größer als in der oberen (z. B. 10 und 8 cm). Die Pfähle können sowohl aus Rundholz, wie auch aus Kantholz bestehen. Rundholzpfähle müssen hinten fluchtrecht abgebeilt werden. Der Holm ist zur besseren Abwässerung oben abgeschrägt, abgerundet oder wenigstens

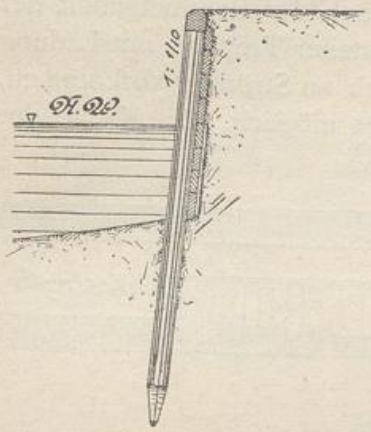


Abb. 541.

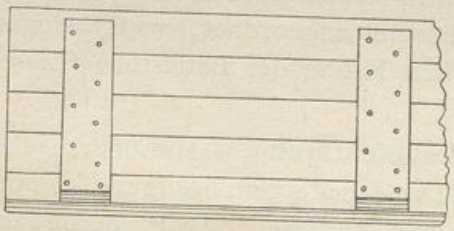


Abb. 542.

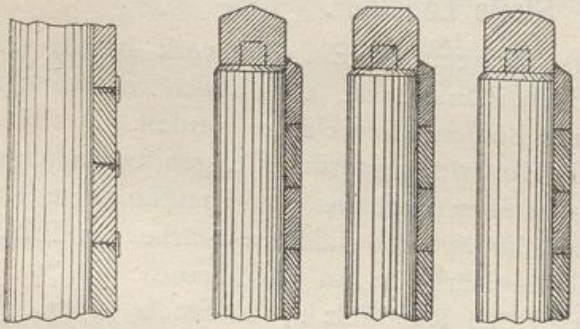


Abb. 543.

Abb. 544.

an den Kanten gebrochen (Abb. 544). Er wird an jedem zweiten bis vierten Pfahl mit einem Eisenbügel überlegt (Abb. 545), der an dem Pfahl vorn und hinten ein Stück heruntergeführt und durch Nägel und Krampen befestigt wird. Ein solcher Bügel kommt namentlich auch über jeden Stoß des Holmes (Abb. 546, 547). Unter dem Bügel wird zweckmäßig noch ein Zink- oder Eisenblech zur Überdeckung der

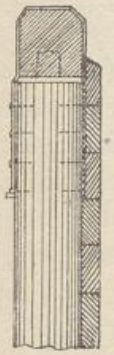


Abb. 545.

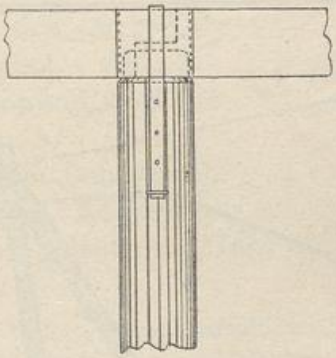


Abb. 546.

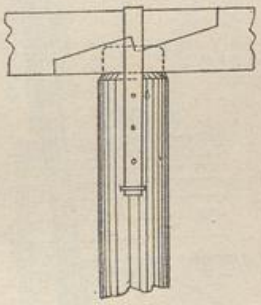


Abb. 547.

Stoßfuge angebracht zwecks Abhaltung der Feuchtigkeit (Abb. 546). Der Druck des Hinterfüllungsbodens wird durch den Widerstand der Pfähle, den sie im Erdboden erfahren, und durch ihre Steifheit aufgenommen. Dicht hinter die Bohlen wird möglichst fetter Boden, besonders Lehm gebracht (etwa 0,5 bis 1 m stark); anstatt dessen ist aber auch die Hinterfüllung mit grobem Kies zu empfehlen; nicht vorteilhaft aber ist feiner Sand, da dieser durch die Fugen rinnt, auch nicht gewöhnliche Erde, die die Fäulnis des Holzes beschleunigt.

b) Verankertes Bohlwerk, Bohlwerk mit Spundwand. Wenn die freie Pfahllänge über 3 m beträgt, und anderseits wenn die Wassertiefe bei N. W. an dem Bohlwerk erheblicher ist, so treten andere Sicherungen hinzu. Da die Pfähle dem Erddruck nicht widerstehen würden, muß eine Verankerung des Bohlwerks eintreten. In der Regel wird je nach der freien Pfahlhöhe und anderseits nach der Festigkeit des Grundes jeder vierte, dritte oder zweite Bohlwerkspfahl mit einem eisernen Anker (Rundeisen) nach hinten verankert. Der Anker, mindestens etwa 3 cm stark und 5 m lang, wird durch einen eingerammten Ankerpfahl oder besser

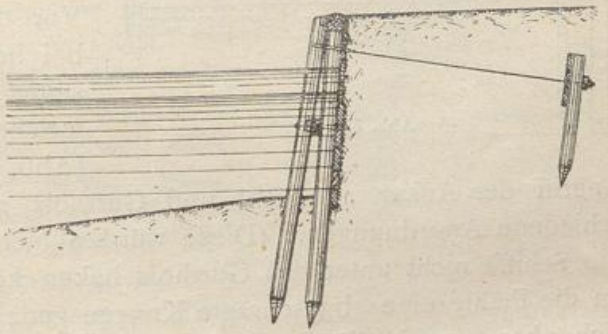


Abb. 548.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

durch ein Paar solcher Pfähle gehalten. In letzterem Falle greift der Anker an einem Querholz an, das hinter den beiden Ankerpfählen angebracht ist (Abb. 549, 550). Der Widerstand der Ankerpfähle wird bisweilen noch durch eine Bohlentafel verstärkt (Abb. 548), die gegen die festgestampfte Hinterfüllungserde drückt. Häufiger aber erhält jeder Ankerpfahl einen eingerammten Strebepfahl, mit dem er verbolzt

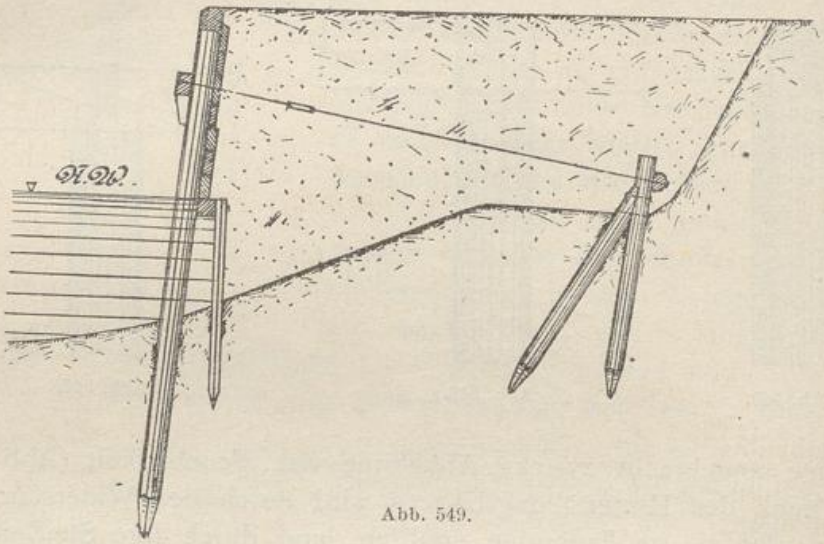


Abb. 549.

wird (Abb. 549). An Stelle der Ankerpfähle wird bisweilen auch nur eine gußeiserne Platte, neuerdings auch eine Eisenbetonplatte (Monierplatte) angewendet. Die Anker sind immer nach dem Wasser hin steigend angeordnet, da die Ankerpfähle nicht hoch aus dem gewachsenen Boden oder über N. W. hervorragen dürfen. Vor die Bohlwerkspfähle wird bei hohen Bohlwerken wasserseitig ein Gurtholz gelegt, an welches die Anker angreifen (Abb. 549 und 550). Für den Angriff der Anker an Pfahl und Gurtholz gibt es im einzelnen verschiedene Anordnungen. (Diese würden hier zu weit führen.) Damit die Schiffe nicht unter das Gurtholz haken können, wird unter dieses an die Pfähle eine abgeschrägte Knagge genagelt. Öfters empfiehlt es sich aber, vor das Bohlwerk Reibpfähle (Vorsetzpfähle) einzurammen, damit die Schiffe sich nicht auf das Gurtholz aufsetzen können (Abb. 548). In diesem Falle kommt vor jedem verankerten Bohlwerkspfahl ein Reibpfahl zu stehen, der mit dem Anker umfaßt wird. Das Gurtholz wird dann tiefer zwischen Bohlwerkspfahl und Reibpfahl gelegt. Auch bei geringerer Bohlwerkshöhe kann bisweilen eine Ver-

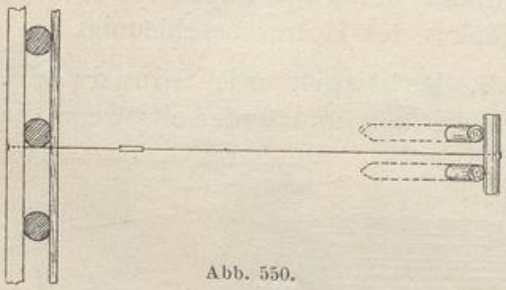


Abb. 550.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ankerung nötig werden, z. B. wenn die Hinterfüllung aus stark schiebendem Boden besteht, z. B. Baggerboden, der anfangs etwas breiig ist. Bei größerer Wassertiefe wird an Stelle der unteren Bohlentafeln eine möglichst dichte Spundwand gerammt (Abb. 549). An diese wird ein starkes Gurtholz gebolzt, das sich gegen die Bohlwerkspfähle lehnt. Auf das Gurtholz der Spundwand wird die Bohlung aufgesetzt.

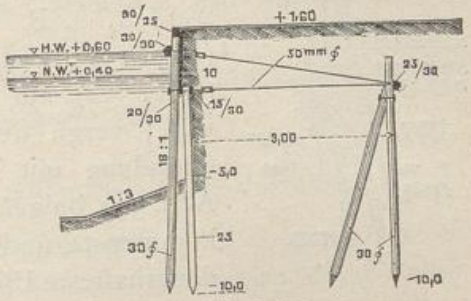


Abb. 551.

Bei sehr hohen Bohlwerken werden an jedem Ankerpfahl zwei Anker in verschiedener Höhe nach dem Bohlwerk geführt (Abb. 551).

Da die über Niedrigwasser befindlichen Teile der hölzernen Bohlwerke nach etwa 15 bis 20 Jahren abgängig werden, so werden neuerdings auch Bohlwerke oder Uferschälungen ausgeführt, bei denen auf die Spundwand eiserne Pfosten aufgesetzt und nach hinten verankert werden, zwischen die eisernen Pfosten kommen Eisenbetonplatten. Abb. 552 und 553 zeigen solche Uferschälungen.[1]) In Abb. 552 ist die unter N. W. befindliche Spundwand senkrecht, in Abb. 553 1 : 1/8 geneigt. Sie ist mit einem ⊓-Eisen überholmt. Darüber befinden sich, mit Anschlußwinkeln angenietet, Pfosten von I-Eisen in Abständen von 2 m; zwischen ihnen sind Monierplatten eingesetzt, deren Stärke von unten nach oben von 12 auf 7 cm abnimmt. Jeder Pfosten ist landwärts an einer Monierplatte doppelt verankert. Bei Abb. 553 ist an jedem zehnten Ständer ein Schiffsring angebracht, der mit einem dritten Anker verankert ist. Werden hölzerne Bohlwerke, wie in Abb. 549, über N. W. abgängig, so können die Bohlwerkspfähle in N. W.-Höhe abgeschnitten und mit einem ⊓-Eisen überholmt werden; auf das ⊓-Eisen werden dann eiserne Pfosten nebst Monierplatten, wie dies in Abb. 552 und 553 über der Spundwand geschehen ist, gesetzt und verankert.

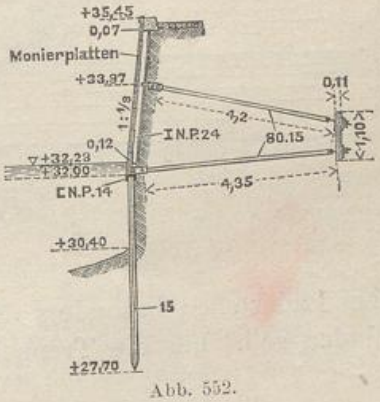


Abb. 552.

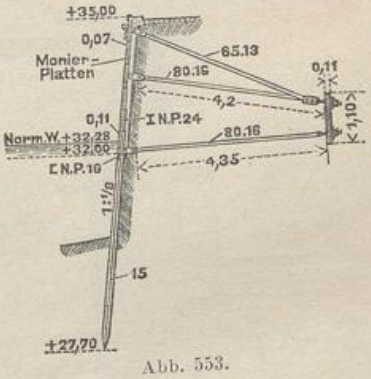


Abb. 553.

Bei stärkerem Schiffsverkehr kommen vor solche Uferschälungen Reibpfähle.

[1]) Diese Uferschälungen befinden sich in Berlin am Spreekanal (zwischen Waisenbrücke und Stadtschleuse).

4. Ufermauern (Kaimauern).[1]) Seltener sind sie vorn ganz senkrecht, meistens haben sie eine steile Neigung $1 : 1/10$ und dergl. Ufermauern müssen meistens künstlich gegründet werden, z. B. auf Beton zwischen Spundwänden (Abb. 154), Pfahlrost (Abb. 162), Beton auf Pfählen (Abb. 554), auf Stein- und Kiesschüttung (Abb. 158) usw.; vergl. den Abschn. Gründungen. Für die Gründung mit Beton auf Pfählen wird ergänzend Abb. 554 beigefügt.[2]) Ufermauern bilden das vollkommenste und dauerhafteste Ladeufer, sowie die dauerhafteste Uferbefestigung überhaupt. Sie werden

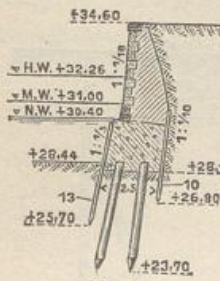


Abb. 554.

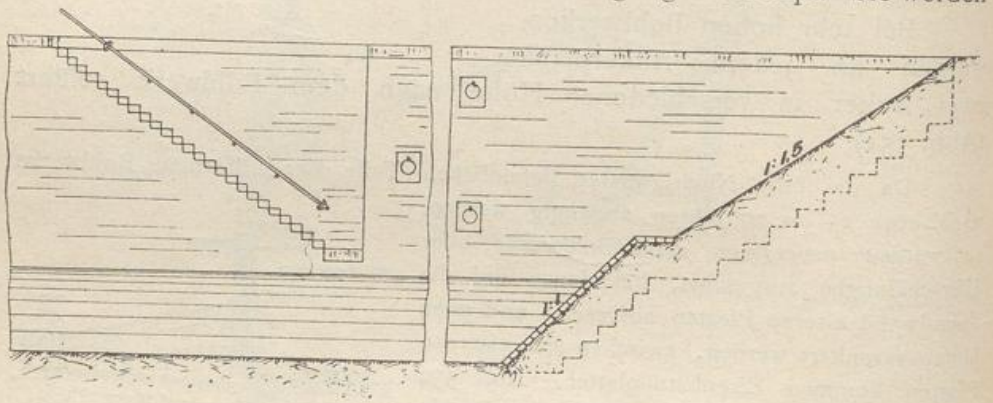


Abb. 555.

bei Ladestellen besonders da ausgeführt, wo eine Kranverladung stattfinden soll. Für die Treppen, die etwa von M. W. zur Ufermauer hinaufführen, werden 0,80 m tiefe Nischen angelegt (Abb. 555, 556) (Hafen bei Kassel). Zwischen zwei Treppen, die auf Schiffslänge angeordnet werden, wird öfters eine eiserne Leiter in einem Mauerfalz (Leiterfalz) befestigt. Abb. 555 rechts zeigt den Anschluß und Eingriff der Ufermauer in

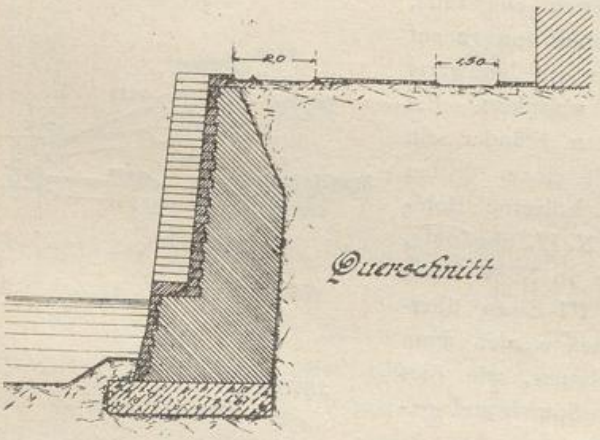


Abb. 556.

[1]) Kai oder Kaje ist holländisch-niederdeutsch und bedeutet (ursprünglich Steindamm am Ufer) jetzt ein durch eine Mauer befestigtes Ufer.

[2]) Ufermauer am Kupfergraben in Berlin. Über dem Beton Ziegelmauerwerk mit Werksteinverblendung, die dunklen Steine Granit, die helleren Sandstein.

das Schrägufer des Hafens mit Abtreppung der Grundmauer. Die mittlere Stärke der Ufermauern für Ladeufer beträgt in der Regel $\frac{1}{2,5}$ der freistehenden Mauerhöhe. (Der Querschnitt Abb. 556 zeigt keine Spundwände, weil die Ausführung der Betongründung im Trockenen erfolgte und fester Boden vorlag.) Die Krone der Ufermauern wird in der Regel durch eine Werksteinabdeckung gebildet.

D. Schrägufer mit steilen Aufsätzen oder Vorbauten.

5. Schrägufer mit steilen Aufsätzen. Um die Uferkrone den Schiffen näher zu bringen, wird auf das Schrägufer (dessen Oberkante in diesem Falle tiefer als das Ufer liegt) eine Mauer aufgesetzt (Abb. 557) (Hafen von Herne, Dortmund-Ems-Kanal). Anstatt einer Mauer wird bisweilen auch ein niedriges Bohlwerk hinter das Schrägufer gesetzt.

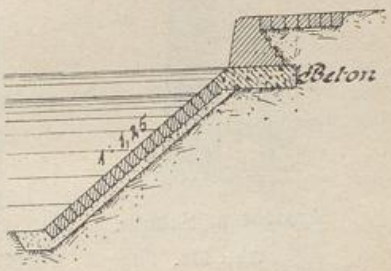


Abb. 557.

6. Schrägufer mit Vorbauten. Zum Zwecke der Kranentladung werden, wenn feste Krane angewendet werden sollen, in gewissen Entfernungen (Schiffslänge) gemauerte Kranpfeiler vorgebaut, über die ganze Böschung greifend. Wenn fahrbare Krane angewendet werden, wird das Schrägufer mit einer durchgehenden Holzbühne auf Pfählen überbaut, auf welcher die Krangleise laufen, auch Eisenbahn- oder Kippwagengleise, wenn die Entladung mit Rutschen, Trichtern und dergl. von den Wagen aus geschieht. Die Verladeeinrichtung wird den Schiffen durch solche Bühnen also näher gebracht, als bei einem gewöhnlichen Schrägufer der Fall ist.

E. Ausrüstung der Ladeufer.

Über die Ausrüstung mit Rampen, Treppen und Leiterfalzen ist im vorigen bereits besprochen worden.

7. Haltepfähle, Schiffsringe, Schiffshalter[1]) werden längs dem Ladeufer meistens in Entfernungen von Schiffslängen verteilt.

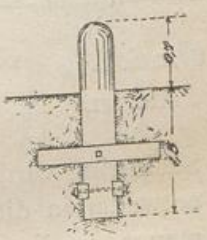


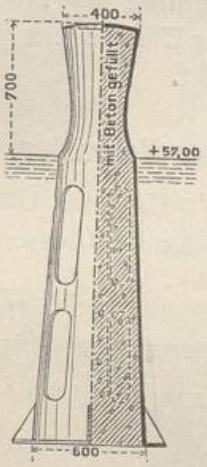
Abb. 558.

Haltepfähle (Anbindepfähle, Poller) aus Holz (Abb. 558), etwa 0,70 m über der Erde hoch, werden in der Regel am Ufer der Schiffahrtskanäle und an gewöhnlichen Schiffsliegeplätzen ausgeführt; sie sind etwa 0,30 bis 0,40 m stark und reichen 1,50 m tief in die Erde, mit

[1]) Am Rhein und seinen Nebenflüssen sagt man anstatt dessen Märpfähle, Märringe, Märbügel. Mären heißt ein Schiff festmachen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

angeschraubten Kreuzhölzern versehen. Poller von Eisen (innen hohl) werden zweckmäßig mit Beton gefüllt (Dortmund-Ems-Kanal) (Abb. 559). Eiserne Hafenpoller erhalten ein besonderes Grundmauerwerk, meistens einen Betonklotz (Abb. 560).[1]) Sie sind meistens nur etwa 0,50 m



Ansicht u. Schnitt.

Abb. 559.

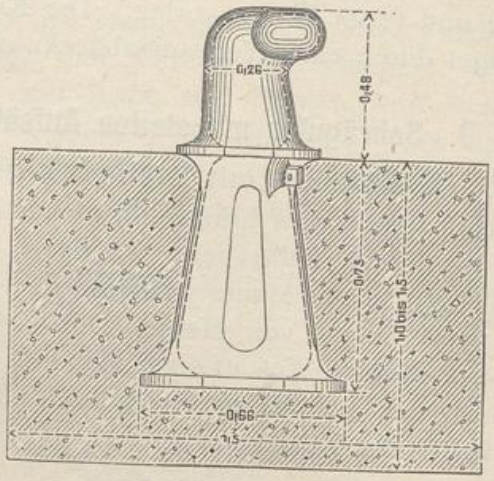
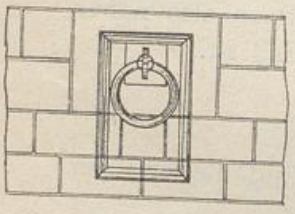


Abb. 560.

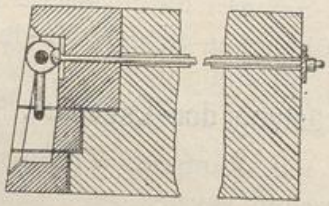
hoch und haben zweckmäßig am Kopf einen Seitenwulst. Eisenpoller (oft zwei nebeneinander) werden bisweilen auch auf die Mauerabdeckung gesetzt; sie haben dann eine breite eiserne Grundplatte, die im Mauerwerk verankert ist.

Schiffsringe (Anlegeringe) werden entweder auf der Deckplatte der Ladeufer liegend oder an dem Ladeufer hängend angebracht. Der



Ansicht

Abb. 561.



Querschnitt

Abb. 562.

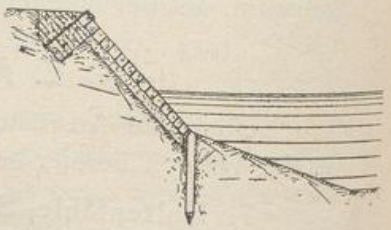


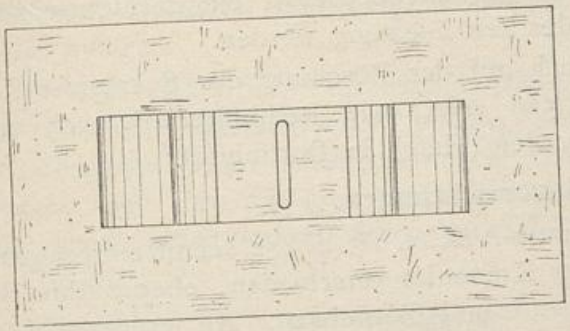
Abb. 563.

Schiffsring wird immer tief in das Mauerwerk verankert (Abb. 561, 562), entweder in die Ufermauer hinein oder, wenn er außerhalb einer Ufermauer zu liegen kommt, z. B. bei einem Schrägufer, so wird er in einem besonderen Beton- oder Mauerklotz (mindestens 1 cbm) verankert (Abb. 563). Hängende Schiffsringe liegen in der Nische eines Werksteines (Abb. 561), oder in einem eingemauerten gußeisernen Kasten.

[1]) Hafenpoller vom Dortmund-Ems-Kanal.

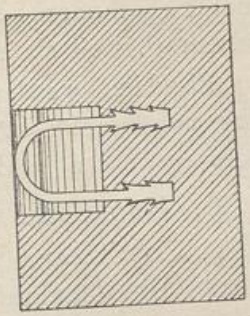
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schiffshalter (Haltebügel) sind senkrechte eiserne Bügel oder Dollen, die an der Vorderseite der Ufer- oder Schleusenmauer in



Ansicht

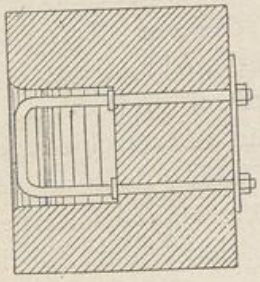
Abb. 564.



Querschnitt

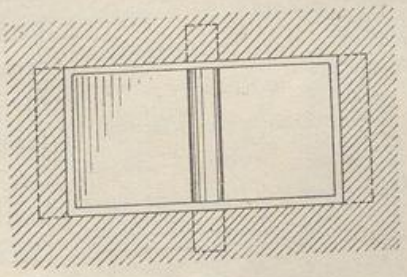
Abb. 565.

einem gehöhlten Werkstein (Abb. 564, 565, 566), oder in einem gußeisernen Kasten (Abb. 567, 568) eingesetzt und fest verankert sind.



Querschnitt

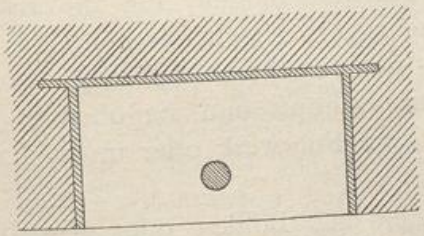
Abb. 566.



Ansicht

Abb. 567.

(Bisweilen sind zwei Bügel gekreuzt, einer senkrecht, einer wagerecht.) Bootshaken können besonders bequem an Schiffshaltern angreifen, auch



Grundriß

Abb. 568.

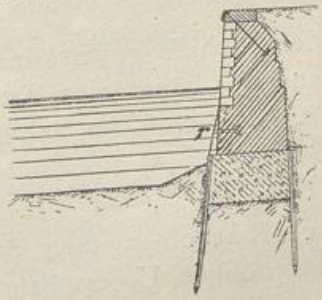


Abb. 569.

Taue durchgezogen werden für ein vorübergehendes Anholen. Zum eigentlichen Festlegen dienen die Ringe. Schiffshalter wechseln daher mit Ringen ab, oft je in verschiedener Höhe.

8. Reibhölzer sind Kanthölzer mit abgerundeten Kanten, die bei manchen Ufermauern an der Vorderfläche von der Krone bis N. W.,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bisweilen auch tiefer, hinabreichen und in gewissen Entfernungen (5 m und dergl.) verteilt und befestigt sind, um die Schiffe und die Mauer zu schonen. Sie müssen auswechselbar eingerichtet sein (angeschraubt), weil sie mit der Zeit abgängig werden.

Bisweilen werden auch auf der Böschung der Schrägufer Reibhölzer angebracht. Abb. 569 zeigt, wie Reibhölzer (*r*) auch unter Wasser manchmal nötig werden (Hafen in Dortmund).

9. Künstliche Ladevorrichtungen.

a) Über Krane ist unter Abschn. 18, S. 172 schon einiges gesagt worden. Die Tragkraft der Krane ist verschieden, ebenso ihre Bau- und Betriebsart. An größeren Ladestellen und Häfen befinden sich in der Regel mehrere Krane, z. B. (fahrbare oder feste) von 1,5 t (30 Ztr.), 2 t (40 Ztr.), 2,5 t (50 Ztr.) bis 4 t (80 Ztr.) Tragkraft, ferner mindestens ein fester, besonders schwerer Kran von 10 t (200 Ztr.) und mehr (Kesselkran, d. h. für Dampfkessel und dergl. schwere Lasten). Für die verschiedenen Arten der Ladung bilden dann an der Krankette geeignete Haken, eiserne Kübel, Greifer und dergl. ein Zubehör der Kranverladung. Die fahrbaren Dampfkrane haben meistens einen geschlossenen Maschinenraum (Abb. 570).

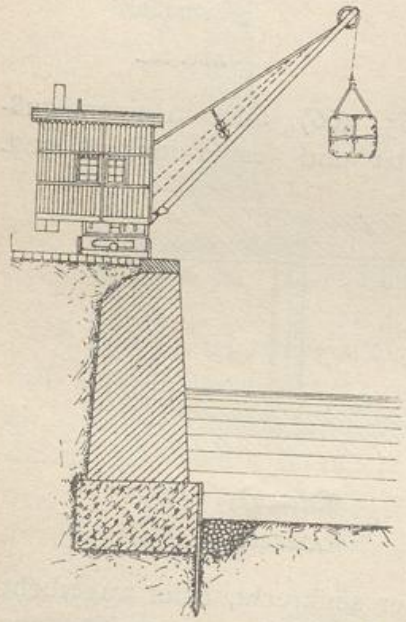


Abb. 570.

b) Elevatoren (Getreideheber) nennt man kranartige Vorrichtungen für Körnerladungen, die die Ladung aus dem Schiffe gewissermaßen ausbaggern (Becherwerke). An dem Kranausleger hängt eine Art Eimer- oder Becherkette, die in Rohren geführt ist, unten im Schiffe Ladung schöpft und sie oben in eine Rinne (oder Rohr) ausschüttet, die zum Fuhrwerk oder in ein Lagerhaus führt.

c) Rutschen oder Schüttrinnen aus Bohlen oder Eisenblech mit der nötigen Unterstützung dienen zum Beladen der Schiffe mit Kohlen oder Erzen. Die Anfuhr geschieht mit Schiebkarren, Gleiskippwagen oder Eisenbahnwagen.

d) Trichter, desgl. wie c).

e) Ladebühnen, vergl. S. 437, Ziff. 6.

f) Ladebrücken sind hohe Brückengerüste, meist aus Eisen, die quer zum Ladeufer stehen und von dem etwas erhöhten Lagerplatze oder Bahndamm hoch über den Uferverkehr hinweg bis über

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

das Schiff führen, also über die Uferkante vorspringen. Das Verladen von ihnen geschieht je nachdem mit Rutschen, Trichtern, Kübeln an Ketten oder Seilzügen und dergl. Erzkrane sind den Ladebrücken ähnliche Anlagen.

g) Kohlenkipper sind sehr große eiserne Trichter am Ende eines zum Ufer querstehenden hohen, brückenartig untermauerten Eisenbahngleises. Der Eisenbahnwagen kann mitsamt dem letzten Gleisstück nach vorn um eine Drehachse gekippt werden, so daß er seinen ganzen Inhalt vorkopf durch den Trichter in das Schiff schüttet.

F. Häfen.

10. Verkehrs- und Sicherheitshäfen. Hier sind Häfen gemeint, die ein besonderes Becken (neben der durchgehenden Wasserstraße) bilden, sei es, daß sie als Verkehrshäfen mit Ladeufern umgeben sind, oder als Sicherheitshäfen nur durch hochwasserfreie Ufer oder Dämme gegen den Hochwasserstrom und Eisgang gesichert sind. Die Hafenbecken haben die verschiedensten Formen, je nach der Zweckmäßigkeit bezüglich des Verkehrs und des Liegens der Schiffe; häufig sind die Formen lediglich dadurch hervorgerufen, daß bereits vorhandene Wasserflächen, wie Buchten, Lachen, Altwasser für Hafenzwecke ausgebaut sind. Am häufigsten sind langgestreckte, schlauchartige Vierecke, die aber auch etwas gekrümmt und sonst unregelmäßig gestaltet sein können. Der Hafen kann auch mehrere Teilbecken umfassen, die miteinander verbunden sind; die Teilbecken haben dann bisweilen verschiedene Benutzung, z. B. als Stückguthafen, Holzhafen, Petroleumhafen, Kohlenhafen, Zollhafen usf. Die Ladeuferlänge (Kailänge) eines Hafenbeckens wird dadurch bisweilen vermehrt, daß ein zungenartiger Vorsprung (Zungenkai) in das Becken hineinragt, ein oder mehrere Schiffslängen lang, auf beiden Seiten benutzbar zum Anlegen und Laden. Bei Verkehrshäfen sind die Ufer im wesentlichen wie die beschriebenen Ladeufer gestaltet und ausgerüstet. Bei Sicherheitshäfen (falls sie nicht zugleich Verkehrshäfen sind) sind die Ufer in der Regel nur geböscht und berast. Sie haben aber Vorrichtungen zum sicheren Anlegen der Schiffe (Haltepfähle, Schiffsringe und dergl.). Die Uferböschung ist meistens flach (etwa 1 : 2, 1 : 2,5 bis 1 : 3), ohne weitere Befestigung als Berasung, nebst den nötigen Bermen. Besonders befestigt ist aber in der Regel der Hafendamm an seiner Außenböschung und immer am Kopfe, weil er dem Hochwasserstrome und dem Eisgang ausgesetzt ist. Die Außenböschung des Hafendammes, soweit sie unbefestigt ist, ist 1 : 3.

Als Beispiel eines einfachen Sicherheitshafens diene der Hafen bei Trappönen (Ostpr.) (Abb. 571, 572). Als Hafen ist ein alter Stromarm ausgebaut,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der erweitert, vertieft und gegen Strom und Eisgang durch einen Schutzdamm gesichert ist, welcher an das höhere Gelände anschließt. Die Dammböschungen

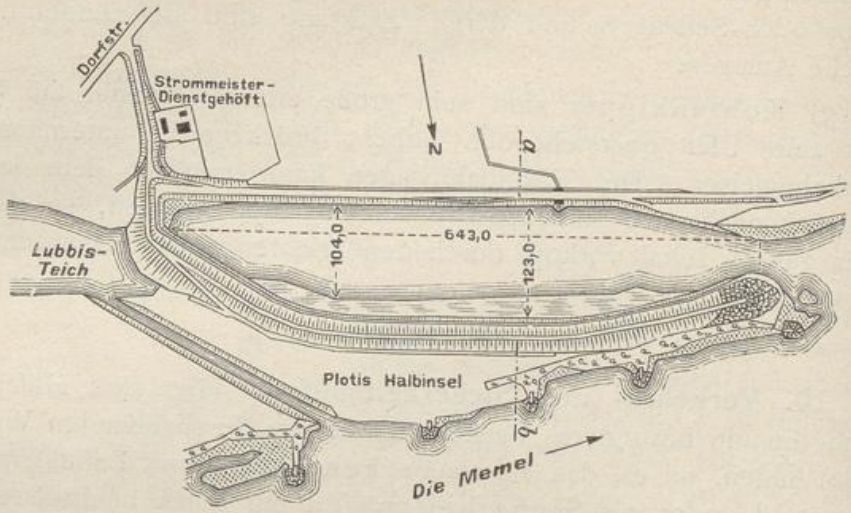
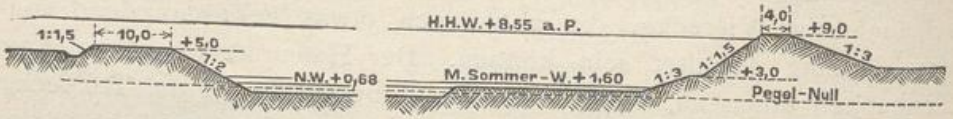


Abb. 571.

sind nur mit Rasen bekleidet, der Kopf des Dammes ist unter Wasser durch Packwerk, darüber durch Pflaster und Steinschüttung befestigt.

Bei größeren Sicherheitshäfen ist Eisenbahnanschluß erwünscht, damit die Ladung der Schiffe, die bei Frost unvermutet in den Hafen



Schnitt a—b.

Abb. 572.

gehen müssen, auf die Bahn umgeladen und abgefahren werden kann.

Hafeneinfahrt. Die Hafeneinfahrt aller Flußhäfen muß stromabgerichtet in die Wasserstraße münden aus folgenden Gründen:

a) die Schiffe können aus dem Flusse nur stromaufgerichtet in die Hafeneinfahrt gelangen; denn sie würden andernfalls bei der Einfahrt durch den Strom herumgeschlagen werden und abtreiben;

b) ein Schiff, das nicht stromaufgerichtet, sondern z. B. quergerichtet in den Hafen ginge, würde die durchgehende Schiffahrt behindern.

Abb. 573 zeigt einen Verkehrshafen mit Eisenbahnanschluß (Hafen der kanalisierten Fulda bei Kassel). Er dient für den Umschlag der Güter vom Schiff auf die Eisenbahn und umgekehrt, für den Ortsverkehr von und zum Schiff und als Sicherheitshafen. Das Becken ist überall hochwasserfrei eingefaßt. Die Ufer sind im allgemeinen Schrägufer, unter der Berme $1 \cdot 1$ gepflastert, über der Berme $1 : 1^1/_2$ berast, mit Ausnahme der 120 m langen Strecke, wo der fahrbare Kran k

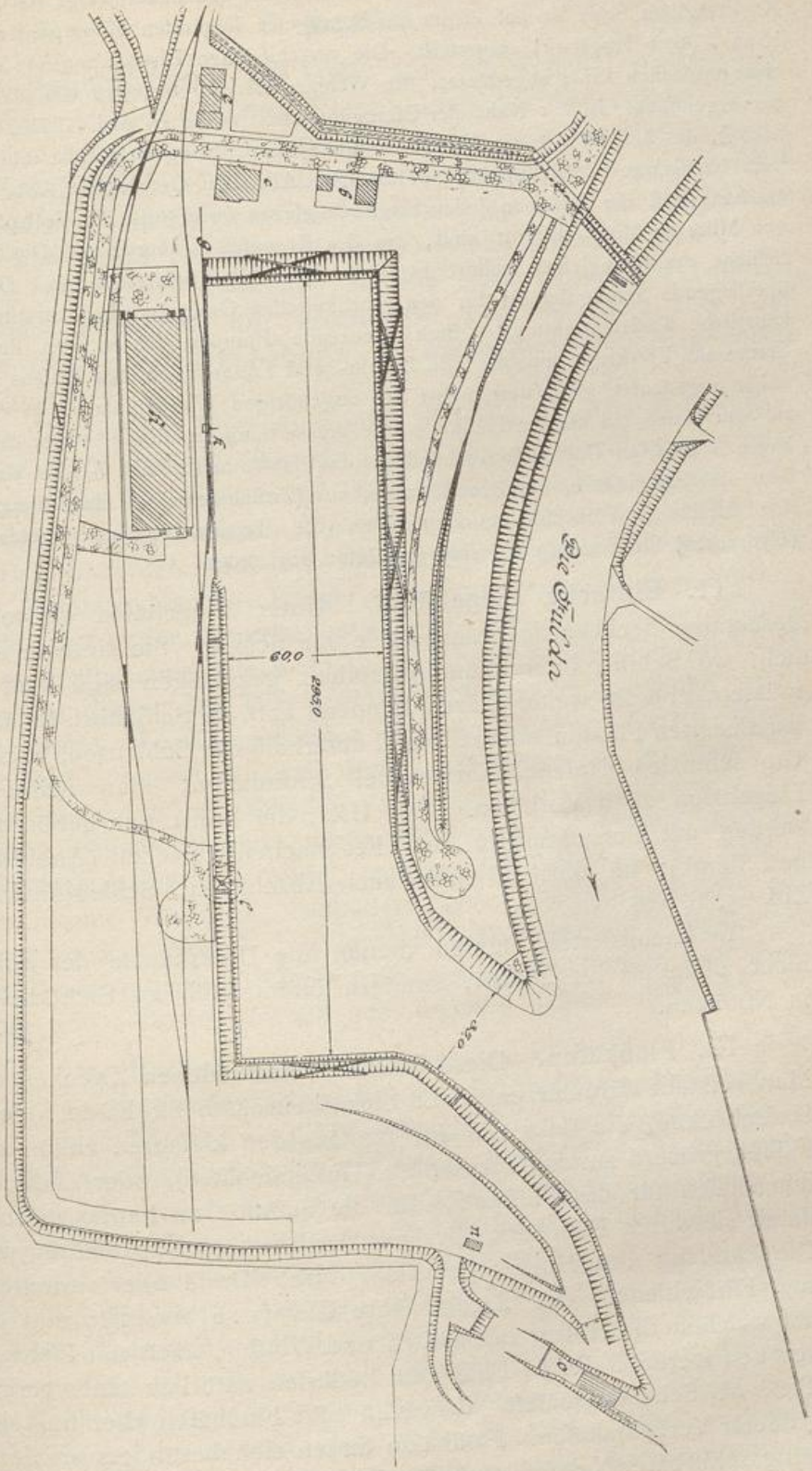


Abb. 573.

(2,5 t Tragkraft) sich bewegt. Hier befindet sich eine Ufermauer (vergl. Abb. 555, 556). An derselben Seite ist auf einem im Schrägufer liegenden Mauerpfeiler ein fester Kran *l* (10 t Tragkraft) aufgestellt. Die verschiedenen Eisenbahngleise sind je mit einer einfachen Linie angedeutet, die Weichen und Kreuzungen wie üblich stärker hervorgehoben. In der Nähe der Ufermauer steht zwischen den Gleisen ein Lagerhaus *h*, das ähnlich wie ein Eisenbahngüterschuppen eingerichtet ist und eine zollfreie Niederlage (Zollschuppen) mit umfaßt. Aus dem Querschnitt Abb. 556 ist zu ersehen, daß die Schienen jedes Eisenbahngleises (wie stets bei Vollspur) 1,50 m von Mitte zu Mitte entfernt sind, die des Krangleises aber 2 m. Die landseitige Schiene des Krangleises gehört zugleich einem Eisenbahngleise an. Das gegenüberliegende Schrägufer ist für den gewöhnlichen Ortsladeverkehr bestimmt (ohne künstliche Ladeeinrichtung). Sich kreuzende Rampen führen von der unteren Berme zur Uferkrone hinauf. Die Zufuhr- und Ladestraßen des Hafens sind, wie näher angedeutet, gepflastert, nebst den zugehörigen Wendeplätzen. Weiter gehört zu dem Hafen ein kleiner Helling *o* der Wasserbauinspektion. Außer dem Lagerhause *h* sind an Gebäuden vorhanden: das Hafenmeisterhaus *b*, das Kranwärterhaus mit Schmiede *e*, ein Beamtenwohnhaus (Zollbeamter) *c*, ein Schuppen *n* für den Helling. Verschiedene Zapfstellen für Trinkwasser und Schlauchhähne (Hydranten) für Feuersgefahr sind im Hafen vorhanden.

11. Einfache Liegehäfen. Unter Liegehäfen versteht man geräumige beckenartige Liegeplätze für Schiffe. Sie sind da erforderlich, wo Schiffe öfters zum Aufenthalt gezwungen sind und warten müssen, ehe sie weiter fahren können, z. B. in Schiffahrtskanälen und kanalisierten Flüssen oberhalb und unterhalb der Schleusen, auch außen vor schmalen Hafeneinfahrten bei Stromhäfen; man nennt solche Liegehäfen dann Vorhäfen. Die Ufer, die meist nur geböscht sind, werden mit Vorrichtungen zum Festmachen versehen (Anbindepfähle und dergl.); im übrigen siehe auch Abschn. 24, Schleuseneinfahrten Ziff. 25, S. 358.

In kanalisierten Flüssen dienen die Unterkanäle der Schleusen nicht allein als Liegehäfen, sondern öfters auch als Sicherheitshäfen in Notfällen.

12. Floßhäfen. Diese können verschiedenen Zwecken dienen. Man versteht darunter entweder Sicherheitshäfen für Flöße, oder auch Hafenbecken, die dazu dienen, um aus den kleineren ankommenden Flößen größere zusammenzustellen (Umbindehäfen), oder endlich Landungshäfen für das Floßholz, um die Stämme zu Lande zu schaffen, damit sie durch Fuhrwerk oder mit der Eisenbahn abgefahren werden. Die Landung des Holzes geschieht durch Krane oder vermittels der sog. Floßschleifen, d. s. flachgeneigte Ufer (1 : 6 bis 1 : 10 und dergl.), auf welchen die Hölzer mit Ketten und Winden, auch mit Pferden aufgezogen werden. Reine Floßhäfen bedürfen natürlich einer geringeren Tiefe als Schiffahrtshäfen. Bisweilen sind Floßhäfen aber nur ein Teil größerer Verkehrshäfen. Floßhäfen finden sich besonders an der Mündung schiffbarer Nebenflüsse oder Schiffahrtskanäle in den Hauptstrom.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

G. Bauhöfe.

13. Bauhofhäfen. Die Häfen sind ein Zubehör der Bauhöfe und Schiffsbauanstalten (Schiffswerften), die an der Wasserstraße liegen. Sie bestehen entweder in besonderen, meist kleineren Hafenbecken, oder sind Teile größerer Hafenbecken (die im übrigen Verkehrs- oder Sicherheitshäfen sein können); bisweilen sind sie auch nur Liegeplätze an der Wasserstraße vor Schiffsbauanstalten und Bauhofanlagen.

Die Ufer der Bauhofhäfen sind je nach Umständen befestigt oder einfach geböscht. Ein wesentlicher Teil des Ufers aber, der Helling oder die Aufschleppe, ist immer besonders hergerichtet (vergl. Ziff. 14).

Von besonderer Bedeutung sind hier die stromstaatlichen Bauhöfe. Sie sind entweder für den Bedarf der ganzen Strombau- oder Kanalverwaltung eingerichtet und haben dann einen bedeutenden Umfang, oder für umfangreichere Wasserbauämter und sind dann kleiner. Auf diesen Bauhöfen wird die Instandsetzung sämtlicher Fahrzeuge (Schiffe, Prahme, Nachen, Bagger, Schwimmkrane, Taucherschächte, Peilschiffe usw.) der Strombauverwaltung oder bestimmter Bezirke, sowie auch der zugehörigen Maschinen und Geräte bewirkt; auch werden dort die an der Wasserstraße in Vorrat zu haltenden neuen, auch zeitweise überzähligen alten Geräte (Winden, Ketten, Taue, Dammbalken, Notschützen und dergl.) untergebracht, im Hafen oft auch die in Winterruhe gehenden Fahrzeuge.

Zum Bauhof gehören außer dem Hafen mit Helling und den Arbeitsplätzen mehrere Gebäude, nämlich das Wohnhaus des Bauhofaufsehers oder Wächters, besonders aber Werkstattsgebäude und Schuppen, z. B. Schmiede, Schlosserei und Dreherei, Zimmer- und sonstige Arbeitsschuppen, Geräteschuppen, Bootsschuppen und dergl. Am Ufer sind außerdem oft ein oder mehrere Krane aufgestellt.

14. Der Helling. Er ist eine geneigte Ebene mit der Neigung 1 : 8 bis 1 : 12, durchschnittlich also 1 : 10. Er dient zum Aufziehen der Schiffe aus dem Wasser, wenn sie untersucht oder ausgebessert werden sollen und zum Wiederablassen der Schiffe nach fertiger Ausbesserung. Es werden auf dem Helling auch neu gebaute Schiffe abgelassen (von Stapel gelassen). Die Neigung des Hellings erstreckt sich gleichmäßig von der Arbeitsebene des Bauhofes (Schiffsbauanstalt) bis etwa 1 m unter N. W. und mehr. Die Arbeitsebene des Bauhofes ist meistens ganz oder doch annähernd hochwasserfrei. Die Breite des Hellings ist verschieden, je nachdem die Fahrzeuge auf ihm quer oder längs aufgeschleppt werden. Man nennt den Helling im ersten Falle einen Querhelling, im zweiten einen Längshelling. Die Flußschiffe werden im allgemeinen quer aufgeschleppt, nur kleinere Fahrzeuge

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(kleinere Prahme, Boote, kleinere Dampfboote und dergl.) werden längs aufgeschleppt.

Ein gut eingerichteter Helling hat Schienengleise, die auf ihm längs in der Neigung liegen und bis unter den Wasserspiegel reichen. Auf ihnen werden Aufschleppwagen aufgezogen oder abgelassen, und zwar für jedes Gleis ein Wagen, der nicht viel breiter als das Gleis und etwas länger als die größte Schiffsbreite ist (Abb. 574, 575). Die Schienengleise sind bei einem Querhelling etwa 5 bis 7 m von Mitte zu Mitte entfernt. Der Längshelling dagegen hat nur ein Schienengleis. Die Spurweite der Gleise bei einem Querhelling beträgt je nachdem etwa 0,40 bis 1,20 m, bei einem Längshelling 1,50 m und mehr; dementsprechend verschieden ist dann auch die Breite der Aufschleppwagen. Diese werden an Ketten oder Drahtseilen unter das bereitliegende Schiff abgelassen, so daß die landseitige Bodenkante des Schiffes anstößt (Abb. 574); dann wird jeder Wagen am Schiffsbord festgemacht. Darauf werden die Wagen nebst dem sich auf diese aufsetzenden Schiffe an den Ketten oder Seilen vermittels gleichmäßig angedrehter Erdwinden und Flaschenzüge hochgezogen, je eine Winde für jedes Gleis. Oben angekommen, wird das Schiff, wenn seine Ausbesserung länger dauert, unterklotzt, nötigenfalls auch über Streckbalken auf der Arbeitsebene weiter landwärts verschoben, so daß die Aufschleppwagen für einen anderen Aufzug wieder frei werden. Neue Schiffe werden am oberen Ende des Hellings auf Stapeln (Aufklotzungen) erbaut und für den Stapellauf auf die Wagen gesetzt, die dann unter den Wasserspiegel abgelassen werden, bis das Schiff schwimmt. Die Aufschleppwagen haben meistens eine flach geneigte Oberfläche (Abb. 574). Die Schiffe müssen dann aber, oben angekommen, erst aufgerichtet werden, was mühevoll und oft nicht ungefährlich ist. Besser sind daher Wagen mit ganz wagerechter Bühne (Abb. 579). Die Gleise müssen eine feste Grundlage haben; diese besteht entweder aus Balken, die auf eingerammten Pfählen ruhen, oder aus einem Betonbett, und zwar ruht entweder jede Schiene auf einem Betonbett oder beide Schienen auf einem gemeinsamen Betonkörper (Abb. 578). Der gewöhnliche hölzerne Schleppwagen besteht meistens aus vier Längsbalken, von denen je ein Paar die Rollenreihe einer Schiene umfaßt. Beide Paare sind gegenseitig verbunden und versteift. Hölzerne Wagen erhalten zwischen den Balken Ballast, damit, wenn sie in das Wasser fahren, dem Auftrieb

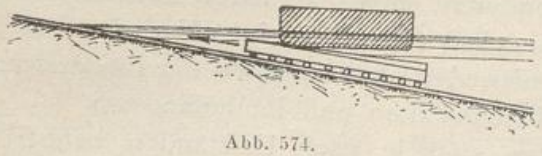


Abb. 574.

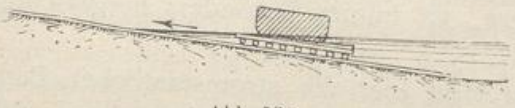


Abb. 575.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

so entgegengewirkt wird; sonst würden sie leicht von den Schienen kommen. Anderseits gibt es auch eiserne Wagen, die mit Holzaufklotzungen versehen sind (Abb. 579).

Abb. 576 bis 579 beziehen sich auf den stromstaatlichen Bauhof der Elbstrombauverwaltung in Magdeburg. Der Lageplan Abb. 576 zeigt die acht Gleise

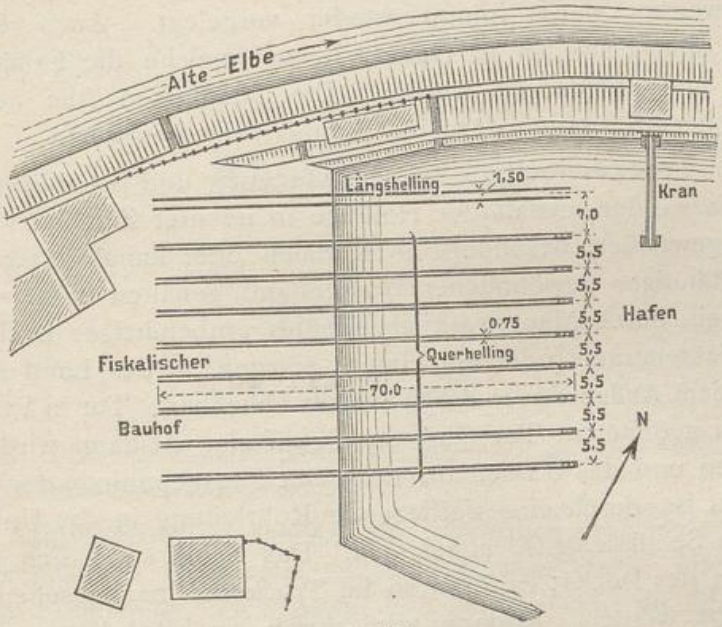


Abb. 576.

des Querhellings (0,75 m Spurweite) und ein Gleis des Längshellings (1,50 m Spurweite). Die Schienen jedes Gleises sind durch eiserne Querschwellen verbunden;

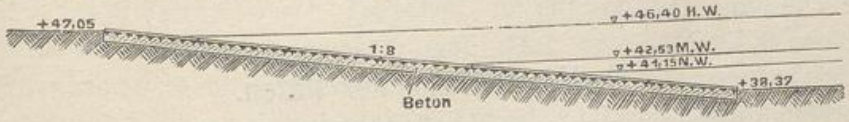


Abb. 577.

sie ruhen auf einem Betonbett. Abb. 578 zeigt einen Durchschnitt durch das Längshellingsgleis (die eingeklammerten Maße beziehen sich auf die Querhellingsgleise). Die Wagen sind, um in jeder Lage stillgestellt werden zu können, mit einer Fangvorrichtung (Sperrklinke) versehen. Zur Aufnahme der Sperrklinke liegt in der Mittelachse der Gleise eine Zahnstange.

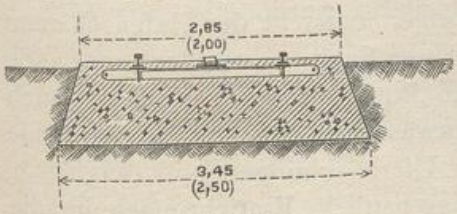


Abb. 578.

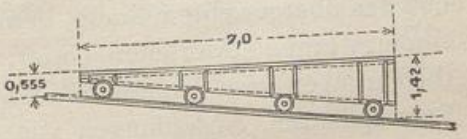


Abb. 579.

Die Winden zum Aufwinden der Wagen werden auf größeren Schiffswerften auch mit Dampfkraft oder elektrisch gleichmäßig angetrieben.

Es gibt auch kleinere Hellinge, einfache schiefe Ebenen ohne künstliche Einrichtung. Auf ihnen können kleinere Fahrzeuge längs aufgezogen werden, indem Balken oder Bohlen längs in der Neigung gestreckt und dem aufzuziehenden Fahrzeuge hölzerne Walzen vorgelegt werden, auf welchen der Aufzug geschieht. Die hinten abgelaufenen Walzen werden dann immer wieder vorgelegt. Auch besondere Schlitten sind bisweilen in Gebrauch, auf welche die Fahrzeuge genommen und aufgezogen werden. Die Gleitbalken (die anstatt der Schienen liegen) werden dazu mit Schmierseife bestrichen.

15. Trockendocks. Zur Untersuchung und Instandsetzung der Flußschiffe werden anstatt der Hellinge in neuerer Zeit auch Trockendocks angewendet, besonders an Kanälen oder kanalisierten Flüssen, wo ein ständiger gewöhnlicher Wasserstand gehalten wird. Trockendock ist ein durch Mauerwerk eingefaßtes grubenartiges Becken, das, an der Wasserstraße (oder am Hafen) gelegen, in das Land einspringt und mit dem Außenwasser durch ein verschließbares Tor in Verbindung steht. Bei geöffnetem Tor fährt das Schiff ein. Alsdann wird das Tor geschlossen und das Wasser aus dem Dock ausgepumpt oder, wo dies angebracht ist, durch eine tiefliegende Rohrleitung in das Unterwasser der nahen Schiffsschleuse abgelassen. Das Schiff setzt sich dann auf den Boden des Docks; es kann so im Trockenen nachgesehen und instandgesetzt werden. Alsdann wird durch eine Rohrleitung (Umlauf) wieder Wasser in das Dock gelassen, so daß das Schiff aufschwimmt, das Tor wird geöffnet, und das Schiff schwimmt hinaus. Ein solches Trockendock befindet sich bei Münster (Dortmund-Ems-Kanal) und in Oppeln (an der Oder).

H. Unterhaltung der Häfen.

Hafenbecken verschlammen mit der Zeit. Zur Erhaltung der Tiefe muß daher nach Verlauf einiger Jahre gebaggert werden. Bei Hafenbecken, die mit dem Strome in Verbindung stehen, verschlammt die Hafeneinfahrt am meisten (vergl. Strombau, S. 196 unten) durch Hochwasserschlick, auch treibenden Sand. Im übrigen entsteht der Hafenschlamm auch aus übergewehtem Staub, dem aus den Fahrzeugen oder vom Lande unbefugt hineingeworfenen Unrat, dem Borkeabfall von Flößen, durch Ablagerungen von einmündenden Entwässerungskanälen, verrottende Wasserpflanzen, Abspülungen von den Uferböschungen und dergl.)

Daß die Uferbefestigungen, sonstige bauliche Einrichtungen und die Betriebsanlagen der Häfen sorgfältig unterhalten und bei auftretenden Schäden instandgesetzt werden müssen, versteht sich von selbst. Die geeignete Zeit dazu, besonders bei Kanalhäfen, ist die winterliche Schiffahrtssperre (vergl. S. 303 unter F.), wenn nicht besondere Dringlichkeit vorliegt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 28.

Deichbau.

A. Allgemeines.

Anm. Über die deichrechtlichen Bestimmungen und über Deichverwaltung vergl. I. Teil dieses Buches S. 36 bis 45.

1. **Allgemeines.** Deiche sind künstlich angelegte Dämme, welche Landflächen gegen steigendes Wasser schützen. Hier handelt es sich um Flußdeiche. (Außerdem gibt es Seedeiche an den Meeresküsten.) Ganz niedrige Deiche nennt man Verwallungen.

a) Nach der Höhe der Wasserstände, welche durch die Deiche abgehalten (gekehrt) werden, unterscheidet man:

hochwasserfreie Deiche, deren Krone über dem bekannten höchsten Hochwasser liegt. Man nennt sie auch Winterdeiche (manche Winterdeiche sind nur nahezu hochwasserfrei);

nicht hochwasserfreie Deiche, deren Krone niedriger als das höchste Hochwasser liegt, die daher zeitweise überströmt werden. Man nennt sie auch Sommerdeiche, weil sie im allgemeinen nur während der Zeit des Pflanzenwuchses die eingedeichte Niederung schützen sollen. Bei den meisten Flüssen ereignen sich nämlich im Sommer die geringeren Hochwasser; bei allen trifft dies aber nicht zu, z. B. an der Oder und an vielen ihrer Nebenflüsse; bei diesen kommen die größten Hochwasser gerade im Sommer vor.

b) Nach der Lage der Stromrichtung unterscheidet man (Abb. 580):

den Stromdeich (*St*), der sich längs zum Strome hinzieht;

den Querdeich (*Q*), der vom Stromdeich abschwenkend sich quer über Land bis zum Höhenanschluß erstreckt. (Tritt die Höhe näher an den Strom, so ist ein Querdeich meistens nicht vorhanden.)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der Rück- oder Rückstaudeich (*R*) ist ein Querdeich, der von dem Stromdeich abschwenkend sich längs einem Nebenflusse hinzieht.

Schardeich nennt man einen Deich, der dicht an den Strom

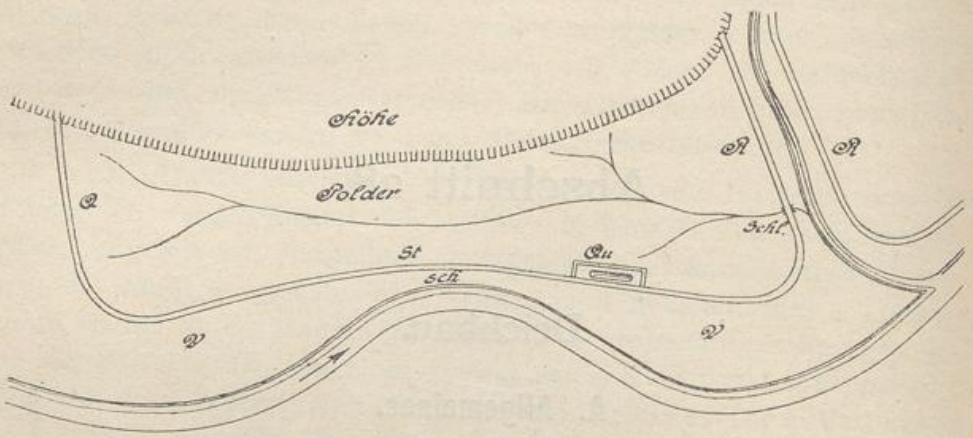


Abb. 580.

— ohne Vorland — herantritt. Man sagt auch: ein solcher Deich liegt schar[1]) (bei *sch*, Abb. 580).

c) Vorland (*V*) ist das Land außendeichs, also besonders das Land zwischen Deich und Fluß.

Binnenland ist das Land binnendeichs, also das eingedeichte Land. Das von einem Deichzuge eingedeichte Binnenland nennt man einen Polder. Es gibt je nach der Höhe der Deiche Winterpolder und Sommerpolder (vergl. die Deiche unter a). Die eingedeichten Polder sind umschlossen einerseits von der Höhe (d. i. das über Hochwasser gelegene Land), anderseits von dem an die Höhe flußauf- und -abwärts anschließenden Deiche. Es gibt aber auch Deiche (Abb. 581), welche sich nur mit dem oberen Ende an die Höhe oder an einen vorhandenen Deich anschließen, nach unten aber in dem Vorlande aufhören. Sie werden vom Hochwasser hinterstaut. Man nennt sie Flügeldeiche (*F*) oder Leitdeiche. Sie sollen nur die Strömung vom Binnenlande abhalten.

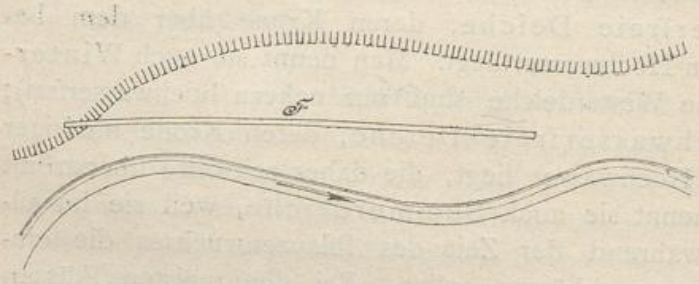


Abb. 581.

[1]) Schar oder schaar ist holländisch und niederdeutsch; es bedeutet knapp (dicht herantretend).

d) Binnendeiche sind Deiche, welche die eingedeichte Niederung in einzelne Abteilungen teilen. Diese Abteilungen nennt man Binnenpolder. Binnen- und sonstige Deiche aber, welche keinen Zweck mehr haben, auch nicht mehr unterhalten werden, heißen Schlafdeiche.

Quelldeich ist ein niedriger Binnendeich, der um eine quellige Vertiefung des Polders angelegt ist (*Qu* in Abb. 580). Die von ihm eingeschlossene Fläche nennt man einen Quellpolder.

B. Abmessungen und Ausführung der Deiche.

2. Hochwasserfreie Deiche. Die Krone (Kappe) dieser Deiche liegt mindestens 0,6 bis 1 m über dem höchsten bekannten Hochwasserstande (Abb. 582). Diese Kronenhöhe ist nötig mit Rücksicht

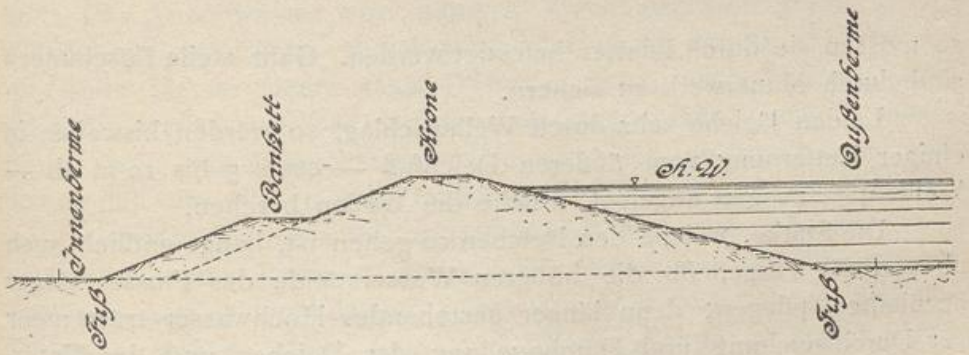


Abb. 582.

auf Wellenschlag, Eisversetzungen und die Ermöglichung einer sicheren Deichverteidigung (stete Betretbarkeit der Deichkrone), sowie zu größerer Stärke des Deichkörpers. Die Abmessungen des Deichquerschnittes müssen etwa folgende sein:

Kronenbreite mindestens 2 m, möglichst 2,5 bis 4 m, so daß die Krone zur Erleichterung der Deichverteidigung befahrbar ist; Außenböschung 1 : 2,5 bis 1 : 4, meistens 1 : 3, Innenböschung 1 : 2 bis 1 : 2,5. Je höher der Deich ist, anderseits auch je schlechter (magerer, sandiger) die Deicherde ist, desto flacher müssen die Außen- und Innenböschungen sein. Die Außenböschung ist meistens flacher als die Innenböschung mit Rücksicht auf Wellenschlag und Strömung. Ist die Deicherde schlecht, so sind bei großem Hochwasser am inneren Deichfuß Sickerungen zu befürchten, welche zu Rutschungen führen können (Abb. 583), ebenso, wenn der Untergrund sandig ist. In diesem Falle muß dann auch die Innenböschung möglichst flach gemacht werden (1 : 3 bis 1 : 4), oder man ordnet eine Verstärkungsberme an (Bankett, Fußdeich, Abb. 582), 2 bis 3 m breit, 2 bis 2,5 m unter der Deichkrone liegend. Längs dem inneren und

dem äußeren Deichfuß muß ein Schutzstreifen von mindestens 1 bis 5 m Breite stets berast gehalten werden. Diese Schutzstreifen nennt man Innenberme und Außenberme. Die Außenberme ist meistens breiter, bisweilen 5 bis 10 m.[1])

Die Deichböschungen, ebenso die Krone, müssen stets gut berast sein (vergl. Erdarbeiten, S. 55, Ziff. 13). Dient die Krone aber als Weg, so ist sie mit Kies zu befestigen. Können die Böschungen wegen Platzmangels, z. B. bei Ortschaften, nur steil angelegt werden,

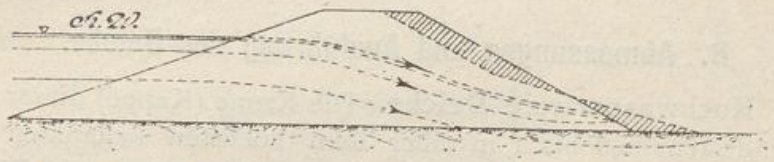


Abb. 583.

so müssen sie durch Pflaster befestigt werden. Ganz steile Böschungen sind durch Mauerwerk zu sichern.

Leiden Deiche sehr durch Wellenschlag, so werden bisweilen in einiger Entfernung vom äußeren Deichfuß — etwa 5 bis 10 m ab — Weidenpflanzungen angelegt, welche die Wellen brechen.

Die Stärke, welche den Deichen zu geben ist, hängt endlich auch ab von der Frage, ob die höheren Wasserstände des Flusses länger anzuhalten pflegen; denn länger anstehendes Hochwasser trägt mehr zur Durchweichung und Durchquellung des Deiches und des Untergrundes bei als schnell vorübergehende Anschwellungen. Bei kleineren Flüssen, im Oberlauf der Ströme und in den oberen Nebenflüssen, besonders in Gebirgsflüssen, gehen Hochwasserwellen schneller vorüber; daher findet man dort oft schwächer angelegte Deiche als am Mittel- und Unterlauf der Ströme. Kronenbreiten aber unter 1,5 m, Innen- und Außenböschungen unter 1 : 2 sind nirgends als zweckmäßig zu bezeichnen, es sei denn bei ganz niedrigen Verwallungen.

3. Nicht hochwasserfreie Deiche (Sommerdeiche). Die Krone soll 0,3 bis 0,5 m über demjenigen höchsten Wasserstande liegen, welcher sicher abgehalten werden soll. Kronenbreite mindestens 1,5 bis 2,5 m. Da die Krone der Überströmung ausgesetzt ist, muß sie, ebenso wie die Böschungen, sorgfältig berast gehalten werden. Die Überströmung findet entweder über die ganze Deichkrone statt; dann muß die ganze Innenböschung sehr flach sein, mindestens 1 : 5, oder sie findet auf einer absichtlich niedriger angelegten Strecke der Deichkrone statt, welche man Überlauf nennt. Die Krone des Überlaufes

[1]) Die Mindestbreite nach dem Normal-Deichstatut ist 1 m für die Innenberme und 3,75 m für die Außenberme (vergl. I. Teil des Buches S. 39, § 19a und § 20a).

ist auf die Höhe des abzuhaltenden Wasserstandes zu legen, also 0,3 bis 0,5 m unter Deichkrone. Dann erhält nur die Überlaufstrecke eine flache Innenböschung 1 : 5 bis 1 : 10, der übrige Deich aber die gewöhnliche Innenböschung. Die Außenböschung wird angelegt wie bei den hochwasserfreien Deichen. Die Krone des Überlaufes muß gepflastert werden, auch seine Innenböschung, wenn sie steiler ist als 1 : 5. Durch die Überströmung des Überlaufes soll der Polder vorerst so weit gefüllt werden, daß, wenn bei weiterem Steigen des Außenwassers schließlich die ganze Deichkrone überströmt wird, im Polder schon hinreichendes Gegenwasser vorhanden ist. Die Länge des Überlaufes beträgt oft 100 m und mehr.

4. Druckwasser. Quelldeiche. Erhebt sich das Außenwasser bedeutend über der eingedeichten Niederung, so kommen im Binnenlande, besonders in Vertiefungen nahe dem Deiche, vielfach Quellungen vor. Das Außenwasser wird nämlich durch den Untergrund in dem Polder emporgedrückt, zumal wenn der Grund sandig ist. Das aufquellende Wasser nennt man Druckwasser, auch Qualm-, Quell- oder Kuwerwasser. Das Druckwasser steigt dann noch bedeutend nach, wenn das Außenwasser schon zu fallen anfängt. Das Druckwasser füllt oft weite Flächen, manchmal den Boden des ganzen Polders an; es ist dem Pflanzenwuchs sehr schädlich und kann die ganze Ernte vernichten. Man kann es einschränken, wenn man um die einzelnen quelligen Stellen Quelldeiche anlegt (*Qu* Abb. 580). Diese brauchen nur eine geringe Höhe über dem Binnengelände zu haben, etwa 0,5 bis 1,5 m. Das Druckwasser steigt dann im Quellpolder auf, bis sein Gegendruck genügt, um dem Aufquellen das Gleichgewicht zu halten. Läuft aber doch etwas Wasser über den Quelldeich, so kann es in Gräben im Binnenlande unschädlich abgeleitet werden.

Die Krone der Quelldeiche macht man 0,5 bis 1,5 m breit (je nach der Höhe), die Böschungen 1 : 2. Die Krone erhält einzelne Überlaufstellen, die etwa 0,20 bis 0,30 m unter Krone liegen.

5. Ausführung der Deiche. Über die Ausführung ist schon unter Abschn. 6, Erdarbeiten, S. 53 das nötigste gesagt worden. Zur Deicherde eignet sich guter bindiger Boden, d. i. Lehm mit Sand vermischt, am besten. Die Entnahmestellen (Schacht- oder Püttgruben) müssen dementsprechend ausgesucht werden. Kann man aber nicht durchgängig geeigneten Boden erhalten, sondern an einer Stelle z. B. nur Lehm und an der anderen Stelle nur Sand, so müssen beide Bodenarten bei der Ablagerung, d. h. beim Abstürzen aus den Fördergefäßen untermischt werden. Findet sich an derselben Entnahmestelle Lehm und Sand in getrennten Schichten vor, so kann die Vermischung schon beim Einladen in die Fördergefäße geschehen. Steht aber überhaupt nur sandiger Boden zur Verfügung, so empfiehlt es sich, in der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Mitte des Deichkörpers einen senkrechten Tonkern, etwa 0,5 bis 1 m breit, herzustellen, der 0,5 bis 1 m in den Untergrund reicht (Abb. 584), oder auch unter der Mutterbodenschicht der Außenböschung gleichlaufend mit dieser eine etwa 0,3 m bis 0,5 m starke Tonschicht (rechtwinklig gemessen) mit Eingriff in den Untergrund anzulegen (Abb. 585), oder den Deichkörper sehr breit mit flachen Böschungen auszuführen und innen ein Bankett (Berme) anzulegen; vergl. auch Abb. 308, 309 und 311 betreffend die Dichtung von Aufträgen bei Schiffahrtskanälen.

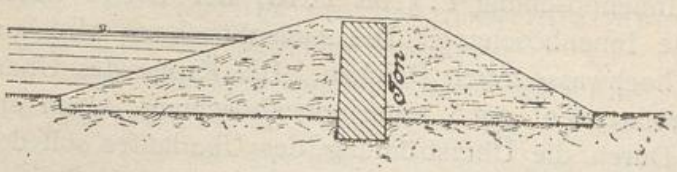


Abb. 584.

Abb. 585.

Die Schachtgruben werden möglichst in das Vorland gelegt, weil das Land dort weniger wertvoll ist, und weil die Gruben dort allmählich verschlämmen. Sie werden höchstens 1 m tief gemacht und müssen mindestens 10 m vom äußeren Deichfuße entfernt sein. Können sie jedoch nicht anders als im Binnenlande angelegt werden, so müssen sie mindestens 75 m vom inneren Deichfuße entfernt sein mit Rücksicht auf Druckwasser (wie denn überhaupt alle künstlichen Vertiefungen, Gräben und dergl. 75 m vom inneren Deichfuße entfernt sein sollen; vergl. die Vorschriften § 19b des Normal-Deichstatuts S. 39 im I. Teil des Buches).

6. Binnenentwässerung. Deichschleusen. Die Wasserableitung aus dem Binnenlande nach dem Flusse darf durch die Deiche nicht behindert werden. Die Durchlässe, welche im Deiche angelegt werden, nennt man Deichschleusen oder Siele (*Schl* in Abb. 580). Sie liegen in der Regel im Zuge von Entwässerungsgräben. Für gewöhnlich stehen die Schleusen offen, bei Hochwasser müssen sie aber geschlossen werden. Je nach der Menge des abzuführenden Binnenwassers werden die Schleusen verschieden weit gebaut. Man unterscheidet den mittleren Teil der Schleuse, das Außen- und das Binnenhaupt. Am einfachsten sind Rohrdurchlässe von eisernen oder Zementbetonrohren, außen aber immer mit eisernem Kopfstück. An diesem sitzt eine eiserne Klappe (Abb. 586), welche oben ein Scharnier hat. Für gewöhnlich ist die Klappe aufgezogen und vermittels einer kurzen Kette angehakt (punktiert). Bei drohendem Hochwasser wird die Klappe herabgelassen und durch den Druck des Außenwassers angepreßt, so daß sie dicht schließt. Zum besseren Schluß ist die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Anschlagfläche der Rohrmündung schräg nach außen geneigt (durch einen Gummiring um diese wird die Dichtung bisweilen noch befördert). Zum besseren Anschluß an die äußere Deichböschung erhält die Rohrschleuse meistens ein gemauertes Außenhaupt, welches das Durchquellen längs dem Rohrkörper verhindert, oft außerdem auch ein gemauertes Binnenhaupt (Abb. 586). Bei größeren Binnenwassermengen

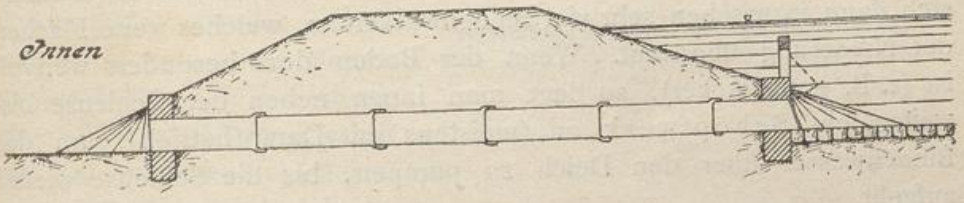


Abb. 586.

werden mehrere Rohre nebeneinander angeordnet, welche an der Außenböschung in einem gemeinsamen gemauerten Haupte endigen. Dieses erhält dann meistens eine gemeinsame viereckige, eiserne oder hölzerne (eichene) Klappe mit oberer Drehachse. Die Klappe wird ebenso gehandhabt wie im vorigen Falle. Ist die Klappe besonders schwer, so ist eine Winde zum Aufzuge nötig. Die Grabensohle vor dem Außenhaupt wird gepflastert.

Bei sehr erheblichen Binnenwassermengen werden gemauerte, meistens überwölbte Deichschleusen angeordnet. Sie schließen sich im Außen- und Binnenhaupt mit Flügelmauern an die Deichböschungen an (Abb. 587). Diese Schleusen erhalten an der Außenseite eine eiserne oder hölzerne (eichene) Tür, die für gewöhnlich offen steht, bei Hochwasser aber geschlossen und durch den Wasserdruck dicht angedrückt wird. Bei ganz weiten Schleusen reichen die Mauern des mittleren Teiles oft bis zur Deichkrone; sie tragen dann meistens eine hölzerne oder eiserne Brücke. Der Hochwasserverschluß wird durch Stemmtore, wie bei Schiffsschleusen, bewirkt; vergl. S. 322, Abb. 341, in welcher die Überbrückung fortgelassen ist. Es gibt auch größere solche Schleusen mit mehreren kleineren Öffnungen, die mit Schützen geschlossen werden. Alle größeren Schleusen haben an dem Außen- und dem Binnenhaupt Dammfalze (Abb. 587 und 341), in welche Dammbalken eingelegt werden können zu dem Zweck, um bei Instandsetzungen die Schleusensohle trocken legen zu können. Die Damm-

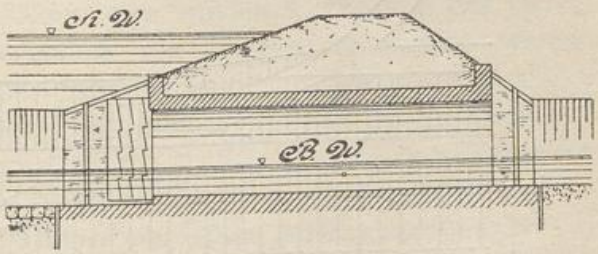


Abb. 587.

balken müssen manchmal aber auch bei Hochwasser eingebracht werden, wenn der Torverschluß gefährdet erscheint.

Das Binnenwasser eines Polders wird in Gräben abgeleitet (Abb. 580). Der Hauptgraben wird durch die Deichschleuse nach außen geführt. In den Hauptgraben münden die Nebengräben. Bei einer Hochwasseranschwellung dauert es oft sehr lange, bis das Außenwasser so weit fällt, daß die Schleuse sich wieder öffnet. Es sammelt sich dann inzwischen sehr viel Binnenwasser an, welches weite Flächen der Niederung überstaut. Wenn der Boden dort besonders wertvoll ist (z. B. guter Acker), so legt man innen neben der Schleuse bisweilen ein Schöpfwerk an (meistens mit Dampfbetrieb), um das Binnenwasser über den Deich zu pumpen, bis die Schleuse wieder aufgeht.

Das Binnenwasser besteht a) aus dem gewöhnlich zufließenden Wasser (Höhen- und Grundwasser), b) dem Regen- und Tauwasser und c) dem Druckwasser (letzteres bei anstehendem Hochwasser im Flusse).

(In manchen Gegenden befinden sich in den Deichen auch Einlaßschleusen; sie dienen dazu, um schlickhaltiges Außenwasser zur Düngung in die Niederung einzulassen.)

7. Deichrampen, Deichtore. Wege, welche den Deich kreuzen, müssen möglichst ganz über die Krone geführt werden, ohne in

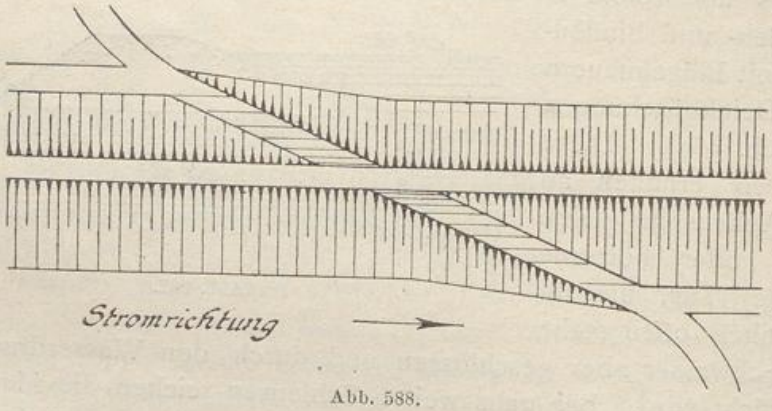


Abb. 588.

diese einzuschneiden. Die dazu nötigen Rampen müssen außen längs zum Deiche — stromab fallend — angelegt werden (Abb. 588). Meistens, besonders aber bei Fußwegen ist dies leicht ausführbar. Bei Fahrwegen in der Nähe von Ortschaften ergeben sich daraus aber oft Schwierigkeiten. Für diese werden daher notgedrungen im Deiche Einschnitte gemacht, d. h. Lücken gelassen, welche mit Mauerwerk eingefaßt werden, etwa 3 bis 5 m weit, sog. Deichtore, Deichlücken, Durchfahrten (Abb. 589). Die Mauern er-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

halten zwei Paar Dammfalze. Bei Hochwasser wird die Öffnung mit Dammbalken zugesetzt und zwischen diese fette Erde oder Mist eingestampft. Erde wird außerdem noch auf der Binnenseite gegen die Dammbalken geschüttet und gestampft. Niedrige Deichlücken (bis 1 m unter Krone) werden oft auch ohne Mauerwerk gelassen. Die Schließung geschieht anstatt Dammbalken mit Bohlen, die sich gegen eingeschlagene Pfähle lehnen. Zwischen und hinter die Bohlen kommt Mist und gestampfte Erde.

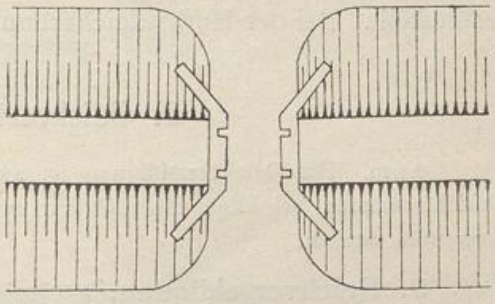


Abb. 589.

C. Unterhaltung der Deiche.

8. Unterhaltung der Deiche. Deichschauen. Im Laufe der Zeit stellen sich bei den Deichen mancherlei Mängel ein, besonders wenn sie schlecht beaufsichtigt werden: z. B. es verkümmert der Rasen an einzelnen Stellen, oder er wird durch Wellenschlag beschädigt; die Deichkrone wird an Wegeübergängen muldenartig ausgefahren; Grundstücksbesitzer fahren oder ackern den Schutzstreifen an; Sträucher und Bäume entstehen am Deichfuße und sogar auf den Böschungen; Mäuse, Maulwürfe, wilde Kaninchen wühlen Löcher in den Deichkörper; die Bauwerke, besonders die Schleusenverschlüsse werden schadhaft und abgängig; bei Schardeichen wird der Deichfuß durch Uferabbrüche gefährdet. Alle diese Mängel müssen sorgsam beseitigt werden. Der Rasen ist vom Unkraut zu befreien und bei Fehlstellen durch Ansäen oder Aufbringen von Flach- bezw. Kopfrasen zu erneuern; die Maulwurfs- usw. Löcher und Gänge müssen zugestampft und erforderlichenfalls vorher aufgegraben und verfüllt werden; Mulden in der Deichkrone sind wieder auszufüllen, Wegeübergänge möglichst zu pflastern; die Schutzstreifen sind durch Prell-, Schutzsteine oder Schranken zu sichern; Sträucher und Bäume sind zu beseitigen; denn sie beschatten und verderben so den Rasen, geben bei Hochwasser zu Strudeln und Auskolkungen Veranlassung und durch ihre Wurzeln, besonders wenn die Bäume durch Sturm bewegt werden, zur Entstehung von Wasseradern. Die Uferabbrüche bei Schardeichen müssen Deckwerke erhalten.

Zur Aufsicht über die Unterhaltung der Deiche werden Deichschauen abgehalten (befinden sich im Polder größere Binnengräben, dann auch Grabenschauen), einmal im Frühjahr, das andere Mal im Herbst. Bei Verbandsdeichen nehmen an der Schau teil: der Deich-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

hauptmann, der Deichinspektor, einzelne Verordnete des Deichamtes, ferner die Dammeister und die Deichschöffen in ihren Bezirken.[1])

Bei der Frühjahrsdeichschau werden die vorhandenen Mängel festgestellt. Bei der Herbstdeichschau wird geprüft, ob sie beseitigt sind.

D. Deichverteidigung.

Anm. Die Deichverteidigung ist ausführlicher behandelt, weil die Stromaufsichtsbeamten bei allgemeiner Gefahr zur Unterstützung der Deichbehörden mit verwendet werden.

9. Deichverteidigung.[2]) Bei Hochwasser liegt Deichbruchgefahr vor:

a) wenn das Wasser über die Krone zu laufen droht;
b) wenn an der Innenböschung sich Sickerungen oder Quellungen zeigen, besonders wenn dadurch Risse und Rutschungen entstehen;
c) wenn bei Schardeichen außen Kolke entstehen;
d) wenn Schleusen- und Deichtorverschlüsse undicht werden;
e) Schäden entstehen ferner (die u. U. zum Bruche beitragen können), wenn die Außenböschung durch Wellenschlag leidet.

Es ist der Zweck der Deichverteidigung, diese Gefahren und Schäden abzuwenden.

a) Gegen Überlauf muß die Deichkrone an der gefährdeten Stelle schleunigst aufgekadet, d. h. erhöht werden.[3]) Die Aufkadung geschieht mit den Mitteln, welche gerade zur Hand sind; sie kann bis zur Höhe von 0,6, zur Not bis 1 m bewirkt werden und wird möglichst nahe an der Außenkante ausgeführt. Es wird entweder eine einfache Brettwand aufgestellt, nämlich es werden ein bis zwei Bretter oder Bohlen hochkantig übereinander an eingetriebene Pfähle leicht angenagelt (diese etwa 1,5 m voneinander entfernt); wasserseitig von den Brettern wird Erde, Rasen oder Mist geschüttet und festgestampft (Abb. 590); oder es werden zwei solche Brettwände aufgestellt. Zwischen beide Wände wird guter Boden gefüllt und festgestampft (Abb. 591); oder es wird

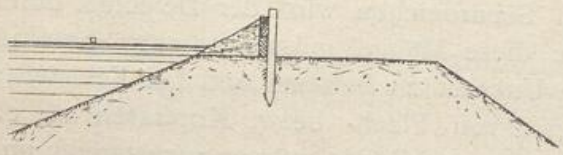


Abb. 590.

[1]) Vergl. Normal-Deichstatut § 46 im I. Teil des Buches S 42.

[2]) Über die Bewachung der Deiche und die Anordnung der Deichverteidigung bei Hochwasser- und Eisgang siehe unter „Naturalhilfsleistungen" im Normal-Deichstatut im I. Teil dieses Buches (S 43) und Deichgesetz § 25 (S. 38).

[3]) Falls nämlich die Erhöhung zulässig ist, was bei Sommerdeichen und manchen nicht ganz hochwasserfreien Deichen oft nicht der Fall ist.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

eine Reihe von Sandsäcken gelegt, erforderlichenfalls mehrere Lagen übereinander, und wasserseitig Erde oder Mist davor gestampft. Letzteres Mittel ist das einfachste und schnellste (Abb. 592).

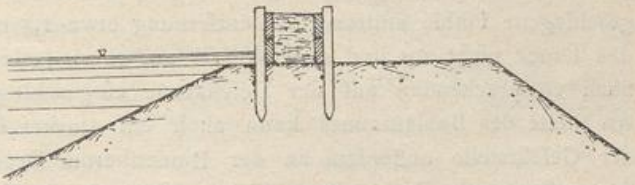


Abb. 591.

In großen Notfällen, wenn kein anderes Mittel zur Hand ist, kann gegen geringen Überlauf Boden an der Innenkante der Krone abgestochen und zur Aufhöhung an der Außenkante verwendet werden.

Abb. 592.

b) Durchnässungs-, Durchquellungs- und Rutschungsgefahr. Diese Gefahr tritt meistens ein, wenn das Hochwasser lange anhält, besonders aber in den Deichstrecken, welche mit schlechtem, sandigem Boden erbaut sind, sandigen Untergrund haben oder schlecht ausgeführt sind. In Abb. 583 ist zu ersehen, wie die Wasserfäden in dem durchtränkten Deichkörper verlaufen. Daraus ergibt sich, daß der Fuß der Innenböschung immer am meisten der Durchnässung ausgesetzt ist.

I. Sickerungen. Ohne daß stärkere Quellen aufzutreten brauchen, wird die Innenböschung in solchen Fällen unten naß und suppig; wird nicht sogleich

Abb. 593.

eingeschritten, so entstehen oberhalb Längsrisse (gleichlaufend zur Kronenkante) und schließlich Rutschungen, welche bei weiterem Fortschritt auch die Krone angreifen (Abb. 594). Bei hinlänglich durch Rutschungen geschwächtem Deichkörper erfolgt dann plötzlich der Bruch. Sobald daher die Innenböschung an irgend einer Stelle (besonders unten) anfängt suppig zu werden, muß mit allen geeigneten Mitteln eingeschritten werden, welche gerade zur Hand sind. Am besten sind Sandsäcke, welche dicht nebeneinander auf die suppigen Stellen gelegt werden, erforderlichenfalls in mehreren Reihen nebeneinander (Abb. 593). Sie bieten gegen das weitere Auseinanderrinnen einen kräftigen Gegendruck und dichten zugleich. (Vorteilhaft ist es, in solchen Fällen auch vor Legen der Sandsäcke dünne Lagen von Mist, Matten, Planen oder Segel auf der Böschung auszubreiten, so daß eine geschlossenere Drucklage zustande kommt.) Rinnt dann auch fortwährend etwas klares Wasser heraus, so ist das nicht gefährlich; trübes Wasser dagegen zeigt weitere gefährliche Veränderungen im Deichkörper an. Der untersten Reihe der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

am Deichfuß aufgelegten Sandsäcke muß in der Regel Halt gegen den Schub der oberen Sandsackreihen gegeben werden. Die geschieht durch eine Stützwand, nämlich eine Reihe hochkantig stehender Bohlen, welche sich gegen fest eingeschlagene Pfähle stützen (Pfahlentfernung etwa 1,5 m). Halten auch die Pfähle den Druck nicht aus und steht Wasser an, so sind sie an ihren Köpfen mit Draht nach entsprechenden auf der Deichkrone eingeschlagenen Pfählen zu verankern. An Stelle des Bohlenzaunes kann auch ein starker Flechtzaun treten. Tritt bei der Gefahrstelle außerdem an der Binnenberme Druckwasser auf, so muß hier der auftreibende Boden in größerer Breite durch Beschwerung und möglichste Dichtung gehalten werden. Dies geschieht am besten ebenfalls durch Sandsäcke

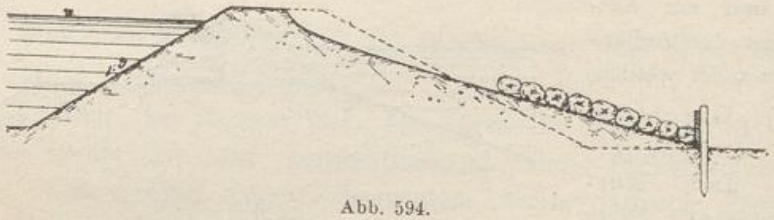


Abb. 594.

oder, falls Wasser ansteht, durch Faschinenlagen, welche längs und quer bewürstet und mit Steinen oder Sanksäcken beschwert werden (Sinklage) oder durch ebenso beschwerte Planen oder Segel.

Sind schon Rutschungen an der Innenböschung des Deiches entstanden, so muß unten eine Stützung, wie in Abb. 594, bewirkt werden; die abgerutschte Erde ist von unten mit Sandsäcken zu bepacken; dann erst sind die Lücken oben mit Sandsäcken auszufüllen und die Fugen zwischen diesen tunlichst mit guter Erde zu dichten. Es kann vorkommen, daß fast der halbe abgerutschte Deichkörper durch solche Packungen ersetzt werden muß. Hat man keine Sandsäcke zur Hand, aber Mist und Steine, so müssen Packungen von Mist, mit Steinen beschwert, an die Stelle treten; weitere Verfüllung muß dann mit Erde geschehen.

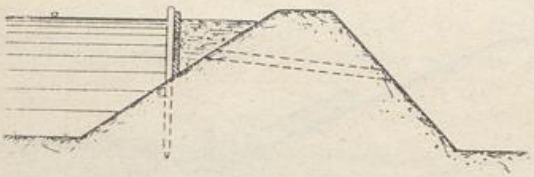


Abb. 595.

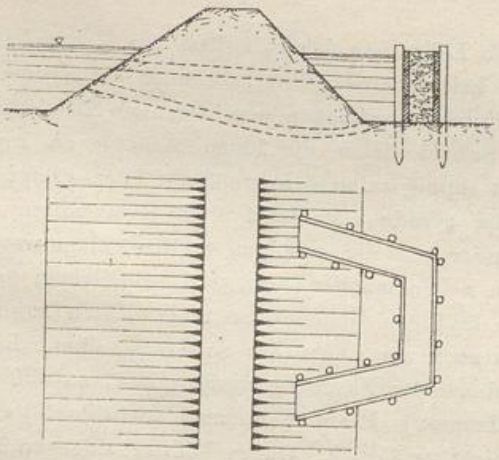


Abb. 596.

II. Quellungen. Führen nicht feinere Sickerungen, sondern sichtbare Quellen die Rutschungsgefahr herbei (z. B. infolge von Mäuse-, Maulwurfs- und Kaninchenlöchern), so ist die Verteidigung zunächst dieselbe, wie vorbeschrieben. Bei sehr starken Quellen jedoch muß man außerdem versuchen, ihren Ursprung an der Außenseite tunlichst zu ermitteln (Strudelbildung) und sie dort zu stopfen suchen durch

Planen, Segelleinwand, welche über die Böschung gelegt und mit Steinen oder Sandsäcken beschwert werden, oder die Quellmündungsstelle wird außen mit versenkten Sandsäcken belegt oder mit Pfählen und hochkantigen Brettern umgrenzt (Abb. 595); innerhalb dieser Umzäunung wird Mist und fetter Boden eingebracht und gestampft. Führt dies nicht zum Ziele, so muß um den inneren Austritt der Quelle (je nachdem am Deichfuß oder auf der Böschung) ein Fangedamm (Quellkade) aus zwei Brettwänden mit Erdfüllung dazwischen errichtet werden (Abb. 596) oder aus Sandsäcken (Abb. 597). Innerhalb des Fangedammes steigt das Wasser an, bis es hinreichenden Gegendruck ausübt.

Abb. 597.

c) Wenn bei Schardeichen der äußere Deichfuß unterkolkt wird und dadurch Rutschungen entstehen, so müssen Sandsäcke oder Senkfaschinen zur Ausfüllung des Kolkes versenkt werden.

d) Undichtwerden der Schleusen und Deichtore. Werden die Verschlüsse dieser Bauwerke undicht, so daß ein Nachgeben befürchtet werden muß, und läßt sich die Undichtheit nicht durch die Einlegung der Dammbalken beschränken, so müssen am Außenhaupt, erforderlichenfalls auch am Binnenhaupt, umfangreiche Sandsackversenkungen oder Packungen vorgenommen werden.

e) Beschädigung der äußeren Deichböschung durch Wellenschlag kommt meistens nur auf bestimmten Strecken vor, wo der Hochwasserspiegel sehr breit, das Vorland nicht mit Bäumen und hohen Sträuchern bewachsen ist und die herrschende Windrichtung quer zur Deichböschung steht. Zur Verteidigung der Rasendecke gegen Wellenschlag werden in Höhe des jeweils vorhandenen Wasserspiegels Faschinen mit Würsten oder Draht durch schräg eingeschlagene Buhnenpfähle oder Hakenpfähle befestigt (Abb. 598), die Faschinen mindestens 30 cm tief unter Wasser greifend. Mangels der Faschinen kann man

Abb. 598.

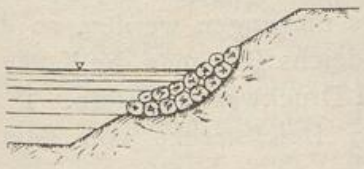


Abb. 599.

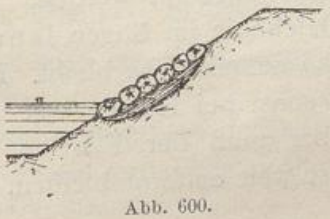


Abb. 600.

auch 10 cm starke Lagen von Schüttstroh oder geflochtenen Matten verwenden, welche mit Würsten, Draht oder angepfählten Strohseilen befestigt werden, ferner auch ausgebreitete Planen oder Segel mit Beschwerung von Sandsäcken oder Steinen. Diese Sicherungen werden mit steigendem oder fallendem Wasser höher oder tiefer gelegt. Sind schon Beschädigungen (sog. Schölungen) entstanden, so wird ihnen durch Aufbringen von Sandsäcken (Abb. 599) oder durch bewürstete

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Buschlagen, die mit Sandsäcken oder Steinen beschwert werden, entgegengewirkt (Abb. 600).

f) Schlußbemerkungen. Der Deich ist unter Aufbietung aller Kräfte mit Mut und Ausdauer solange als irgend möglich und solange es ohne Lebensgefahr geschehen kann, zu verteidigen. Es ist dabei zu beachten, daß plötzlich Umstände eintreten können, durch welche die Gefahr beseitigt wird, z. B. das Brechen eines oberhalb oder gegenüberliegenden Deiches und plötzliches Abfallen des Wassers infolgedessen, auch Eintritt des Fallens überhaupt.

Ist gleichwohl ein Durchbruch uuvermeidlich, so hat der die Arbeiten Leitende zunächst für den Schutz der ihm anvertrauten Menschenleben zu sorgen. Schon bevor der Bruch eintritt, hat er tunlichst jeden einzelnen Mann darüber zu belehren, welchen Weg er einzuschlagen und was er zu tun hat, um sich zu retten, falls der Durchbruch erfolgt, damit nicht durch die Kopflosigkeit der Mannschaft Unglücksfälle eintreten. Durch verabredete Zeichen und Boten (Radfahrer) sind die unterhalb der Bruchstelle arbeitenden Mannschaften sofort von dem Geschehenen in Kenntnis zu setzen, damit sie sich rechtzeitig in Sicherheit bringen können. Gleichzeitig sind die Bewohner etwa bedrohter Gebäude oder ganzer Ortschaften auf das schleunigste von der Gefahr zu benachrichtigen. Die verfügbar gewordene Mannschaft wird dann von neuem in Tätigkeit treten können, um bei dem Rettungswerke Hilfe zu leisten.

Bei allen auszuführenden Arbeiten ist darauf zu halten, daß die größte Ruhe und Ordnung herrscht. Der die Arbeiten Leitende hat die sorgfältige Ausführung der von ihm getroffenen Anordnungen zu überwachen; er hat seine Befehle ruhig und bestimmt zu geben, stets das Ganze im Auge behaltend, darf aber möglichst nicht selbst mit Hand anlegen.

9. Schließung der Deichbrüche. Mit der Schließung der Deichbrüche kann erst nach Ablauf des Hochwassers begonnen werden. Der Bauvorgang entspricht im wesentlichen dem Verfahren bei Neuausführung eines Deiches. Die Deichbrüche sind verschieden lang (30 bis 300 m und mehr). Bei den meisten Brüchen entsteht eine mehr oder weniger tiefe Auskolkung an der Bruchstelle (oft 8 bis 10 m tief unter Gelände). Ist der Kolk nicht tief, so kann der neue Deichkörper durch den Kolk hindurch an der alten Stelle erbaut und der Kolk dann zugefüllt werden. Tiefe Kolke dagegen müssen mit der neuen Deichlinie im Bogen landwärts umgangen werden, so daß der Kolk also außendeichs bleibt. Binnendeichs läßt man die Kolke nicht, weil sie sonst bei Hochwasser zu viel Druckwasser liefern. In jedem Falle aber muß der Fuß der neuen Deichstrecke von dem Kolk möglichst weit entfernt bleiben.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 29.

Schiffahrtsbetrieb.

Als Zubehör zu diesem Abschnitt betrachte die Ausführungen über Schiffahrtspolizeiverordnungen im I. Teil dieses Buches S. 49 bis 71.

Unter Segelschiffen in allgemeiner Bedeutung werden auch zu Tal treibende Schiffe verstanden, unter Dampfschiffen auch Motorboote, unter Booten desgl. alle ähnlichen Fahrzeuge (Handkähne, Nachen, Flieger, Jollen usw.).

Bug ist der vorderste Teil des Schiffes.

Heck ist der hinterste Teil des Schiffes.[1])

Steuerbord ist die rechte Seite des Schiffes und bedeutet zugleich rechts in der Fahrrichtung.

Backbord ist die linke Seite des Schiffes und bedeutet zugleich links in der Fahrrichtung.

Luv ist die Windseite (d. i. wo der Wind herkommt).

Lee ist die Unterwindseite (d. i. wo der Wind hingeht).

Top ist die oberste Spitze einer Stange, besonders des Mastes (Masttop).

A. Fortbewegung der Schiffe.

Schiffsgefäße können fortbewegt werden durch Rudern, Zutaltreiben, Segeln, Treideln, durch eigene Triebkraft und durch Schleppen.

1. Rudern. Hierunter versteht man die Fortbewegung sowohl mit Riemen wie mit dem Stoßruder.

Der Riemen (Stange, die unten in ein breites Blatt übergeht) wird viel bei Booten angewendet (Bootsriemen), bei größeren Fahrzeugen nur aushilfsweise und auf kurzen Strecken (Schiffsriemen). Der Riemen liegt beim Gebrauch auf dem Bord in einer drehbaren eisernen

[1]) Zur Bezeichnung der Richtung sagt man für Bug auch Steven, für Heck Hintersteven; doch ist Steven nur ein Teil des Buges oder Heckes, wenn nämlich beide scharf gebaut sind. Auch sagt man zu Bug und Heck Vorderkaffe und Hinterkaffe (östliche Wasserstraßen), besonders wenn beide stumpf gebaut sind. (Weiteres darüber siehe in Abschn. 31, Schiffbau.)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Gabel oder zwischen zwei hölzernen oder eisernen Dollen. Große Riemen, die zum Steuern hinten, u. U. auch vorn verwendet werden, nennt man Streich- oder Blattruder.

Das Stoßruder (Ruder, Staken) wird bei mäßiger und geringer Tiefe viel bei Booten angewendet, bei größeren Fahrzeugen nur aushilfsweise und auf kurzen Strecken, jedoch immer beim Abstoßen. Das Stoßruder besteht aus einer längeren Stange, die unten etwas blattartig verbreitert ist. Am untersten Ende sitzt ein zweizinkiger eiserner Schuh (Sprieß). Die Stange hat oben eine Querkrücke. Schiffe, die mit dem Stoßruder bewegt werden, haben innen längs den Seiten Gangborde, die nur wenig tiefer als der Schiffsbord liegen; die Gangborde schließen sich an das Vorder- und das Hinterdeck an.

2. Das Zutaltreiben ist in Flüssen und Strömen mit lebhafter Strömung für die Talfahrt sehr gebräuchlich. Ein Treibschiff fährt etwas schneller, als das Wasser fließt, in welchem es schwimmt, weil nämlich der Wasserspiegel entsprechend dem Gefälle geneigt ist, also eine schiefe Ebene darstellt, auf welcher das Schiff zugleich etwas gleitet. Es fährt aber auch mit gleichmäßigerer Geschwindigkeit, als das Wasser fließt; denn wenn es aus einer Strecke mit starker Strömung in eine ruhigere Strecke hineinfährt, behält es infolge seiner Beharrung die größere Geschwindigkeit noch einige Zeit bei.

Das Treibschiff wird wie andere Schiffe mit dem Steuerruder gesteuert; seine Steuerfähigkeit ist aber geringer als die der künstlich fortbewegten Schiffe. In Notfällen müssen daher öfters die Fahrbäume (Schorbäume, Schrecke) gebraucht werden, um das Schiff aus einer bedenklichen Richtung schnell herauszudrücken (vergl. Ziff. 8). In sehr tiefem Wasser (besonders bei Hochwasser) können Fahrbäume nicht gebraucht werden. Treibende Schiffe haben für solche Fälle daher am Bug ein großes Blattruder (Riemen) in einer Gabel ausliegen. An dieses fassen im Notfalle ein oder mehrere Mann an und drücken den Bug des Schiffes in die gewünschte Richtung. Zur Beschleunigung und Vermehrung der Steuerfähigkeit werden bei Treibschiffen aushilfsweise auch Riemen, Stoßruder und Segel gebraucht oder kleine Schleppdampfer vorgespannt.

3. Segeln. Das Segeln hat sich durch die Zunahme des Schleppbetriebes sehr vermindert; dennoch aber ist es für sich und zur Aushilfe neben den anderen Fortbewegungsarten noch von ziemlicher Bedeutung. Das Segeln ist am meisten in Gebrauch im Unterlauf der Ströme, auf Seen und seeartigen Erweiterungen der Flüsse, teilweise aber auch auf Kanälen (Märkische und andere östliche Wasserstraßen).

Voller Wind heißt der Wind, der in der Fahrrichtung des Schiffes weht; man sagt dann, das Schiff segelt mit vollem Winde (auch vor dem Winde oder mit dem Winde).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Halber Wind heißt der Wind, der quer (rechtwinklig) zur Fahrrichtung weht; auch den halben Wind betrachtet man als günstig.

Weht der Wind völlig gegen die Fahrrichtung des Schiffes, so sagt man, das Schiff steht gegen den Wind oder in den Wind.

Der Wind, der in einer Richtung zwischen dem halben und dem vollen Winde (oder dem Gegenwinde) weht, nennt man schrägen Wind (von vorn oder von hinten).[1])

Der halbe und der schräge Wind suchen das Fahrzeug quer abzutreiben. Dem Abtriebe, dem die leeren Fahrzeuge ganz besonders ausgesetzt sind, wird dadurch entgegengewirkt, daß am leeseitigen Bord ein bis zwei Schwerter hinabgelassen werden. Schwert ist eine breite flossenartige Bohlentafel, die vom Außenbord an einem Bolzen drehbar herabhängt und mittels einer unten befestigten Kette oder Leine tiefer oder höher eingestellt werden kann.

Wenn Fahrzeuge bei widrigem Winde im stehenden Wasser oder im Flusse stromauf segeln wollen, so müssen sie kreuzen (lavieren), d. h. im Zickzack fahren. Bei der Talfahrt ist dies weniger nötig; man kann sich dann ziemlich aller Winde bedienen, wenn sie nicht gar zu steil von vorn wehen.

Die meisten Flußschiffe (besonders auf den östlichen Wasserstraßen) führen nur einen Mast; selten kommen zwei oder drei Masten vor.[2]) Über dem Vordersteven haben manche Schiffe ein Bugspriet, d. i. eine Rundholzstange, die wagerecht oder etwas schräg aufwärts ausliegt.[3]) Die Masten werden bei den Segelschiffen am Rhein nach den Seiten hin durch Wanten (je zwei oder drei Taue oder Drahtseile) gehalten. Die Zwischenräume zwischen den Wantentauen sind in gewissen Abständen mit wagerechten Leinen (Webeleinen) ausgefüllt, so daß die Wanten zugleich als Strickleitern zum Besteigen der Masten dienen. In der Mittellinie des Schiffes dagegen werden die Masten durch die Stagen (Stagtaue) gehalten. In den östlichen Wasserstraßen sind Wanten nicht üblich, auch Stagtaue nur vorhanden zur Verbindung der Mastspitze mit dem Vordersteven (zur Hilfe beim Niederlegen des Mastes). Am Masttop sitzt der Flaggenkopf, über welchen die Flaggenleinen zum Hissen der Flaggen oder Wimpel laufen.

Man unterscheidet bei Flußschiffen folgende Segelarten:

Das Sprietsegel (Abb. 601) ist am gebräuchlichsten. Es ist rechtwinklig; der Saum der einen Langseite ist am Mast befestigt, und zwar mit einer langen

[1]) Schräger Wind heißt in der Seemannssprache (auch am Rhein) Bagstagwind.

[2]) Bei drei Masten heißt der vorderste der Fockmast, der mittlere der Groß- oder Mittelmast, der hinterste der Besan- oder Achtermast.

[3]) Meistens hängt am Bugspriet nur der Hauptanker.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Leine, die sich um den Mast durch die Saumlöcher des Segels hindurchwindet (hier nicht sichtbar). Der oberste Zipfel der anderen Langseite des Segels ist an der Spriete festgemacht, einer Segelstange, die sich unten in einer Tauschleife gegen den Mast stützt, also in der Diagonale des Segels gestellt ist. Die oberste Sprietspitze und der untere freie Zipfel des Segels werden mit Leinen (Schooten) gehalten, die am Hinterschiff festgemacht und bei großen Segeln mit Flaschenzügen (sog. Blöcken) angezogen oder nachgelassen werden (hier nicht sichtbar).

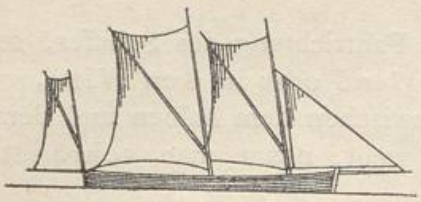


Abb. 601.

Das Gaffelsegel ist trapezförmig (Abb. 602). Der senkrechte Saum der einen Langseite ist wie beim Sprietsegel am Mast befestigt, die obere schmale Seite dagegen an der Gaffel, einer Segelstange, die oben am Mast, schräg aufwärts gerichtet, mittels eines gabelförmigen Bügels gestützt ist. Der obere und der untere freie Zipfel des Segels werden wie beim Sprietsegel durch die Schooten gehalten, welche am Hinterschiff befestigt und gestellt werden. Reicht der untere Zipfel des hinteren Segels sehr weit nach hinten, so erhält es am unteren Saum einen sog. Segelbaum, der den Zipfel und Saum absteift (Abb. 602), ebenso wie das hinterste Sprietsegel (Abb. 601).

Stagsegel sind dreieckige Segel; sie werden meistens vorn geführt und heißen dann Focksegel (Stagfock). Die Langseite des Stagsegels ist am vorderen

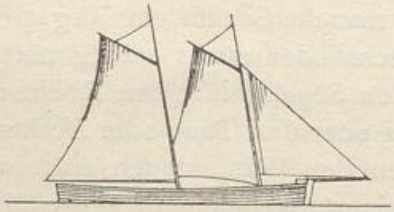


Abb. 602.

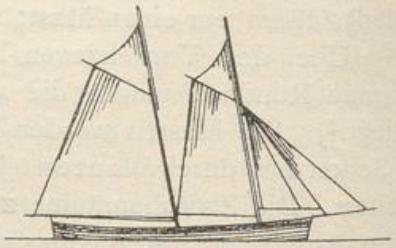


Abb. 603.

Stagtau befestigt (Abb. 601 und 602), der vordere Zipfel am Bugspriet; der andere freie Zipfel wird mit einer Schoote gehalten und gestellt. Der Vollständigkeit wegen sind ferner anzuführen:

Raasegel (Rhein) kommen auf Flußschiffen im allgemeinen wenig vor. Raa ist eine wagerecht am Mast angebrachte Segelstange; an ihr ist der obere wagerechte Saum des viereckigen Segels befestigt, während die beiden freien Zipfel der unteren Seite nach hinten durch die Schooten, nach unten durch die Halsen gehalten werden.

Topsegel ist ein dreieckiges Segel (Abb. 603), das über dem Gaffelsegel bei schwachem Winde gesetzt wird. Der Mast wird am Top zu diesem Zweck durch eine Stange nach oben verlängert.

Man sagt, das Segel wird gehißt, wenn man es vom Deck auf den Mast bringt und dort befestigt; es wird gestrichen, wenn man es samt der Segelstange vom Maste nimmt und an Deck holt; es wird gerefft, indem man bei starkem Winde seine Fläche verkleinert; es

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wird geborgen oder festgemacht, wenn es der Wirkung des Windes entzogen werden soll (zusammengeschnürt).

Die Segel werden aus Segeltuch gefertigt, d. i. ein Gewebe aus Hanf, Flachs oder Baumwolle. Jedes Segel besteht aus einer Anzahl Streifen (Kleider, Blätter), die mit doppelten Nähten aneinandergefügt werden. Man spricht dann z. B. von Achtblattsegeln usf. Der Saum wird ringsherum mit Leinen (Licken) eingefaßt.

Die Stagen- und Wantentaue nennt der Schiffer das stehende Gut, die übrigen Taue (auch Drahtseile), die zum Manövrieren des Schiffes, zum Befestigen und Hissen der Segel dienen, das laufende Gut. Die Takelage des Schiffes umfaßt das stehende und das laufende Gut (also alles Tauwerk), ferner das Rundholz (Masten, Sprieten und dergl.) und die Segel.

Auf vielen Flußschiffen (Schleppschiffen) werden die Masten nicht zum Segeln, sondern als Kran zum Verladen der Güter benutzt. Die Spriete bildet dann den Ausleger des Kranes, der Mast die Kransäule. Am Rhein haben die Masten solcher Schiffe meistens zwei Sprieten, je eine zu jeder Seite des Mastes.

4. Treideln ist das Ziehen der Schiffe vom Lande aus. Das Treideln kann mit Menschen, mit Pferden oder mit elektrischer Kraft geschehen. Am meisten wird das Treideln auf Kanälen angewendet, zum Teil aber auch auf Flüssen, besonders auf Gebirgsflüssen (Mosel, Saar).

Treideln an Flüssen findet nur in der Bergfahrt statt, und zwar mit Pferden. Auf dem Schiffe befindet sich ein Treidelmast (bei größeren Fahrzeugen mit Wanten), der oben eine Rolle trägt. Über diese ist als Treidelseil ein Tau oder Drahtseil geführt, das hinten am Schiffe befestigt ist und vorn schräg nach dem Leinpfad vorausführt. Dort verzweigt sich das Treidelseil in mehrere Stichseile. An jedem Stichseil ist ein Pferd angespannt, bisweilen auch je zwei Pferde nebeneinander. (Zu einem größeren beladenen Schiffe gehören oft sechs Pferde.) Bisweilen werden auch ein bis zwei weitere Schiffe dicht an das getreidelte Schiff gehängt. Die Pferdezahl ist dann geringer, als wenn jedes Schiff einzeln getreidelt würde. Das Treidelseil muß entsprechend der wechselnden Strombreite schnell verlängert oder verkürzt werden können. Zum Steuern gehört große Aufmerksamkeit und Umsicht.

Treideln auf Kanälen. Da hier die Strömung mangelt oder gering ist, so genügen meistens ein bis zwei Pferde für ein Schiff. Die Treidelmasten sind daher schwächer als auf Flüssen, besonders auch, weil wegen der größeren Schmalheit des Gewässers der Zug mehr geradeaus, weniger schräg zur Fahrrichtung erfolgt. Auf Kanälen ist auch das Treideln mit Menschen noch sehr verbreitet. Jeder Schiffs-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zieher ist mit einer besonderen Stichleine an das Treidelseil angeschlossen. Die Schiffszieher gehen hintereinander, vornübergebeugt im Gleichschritt auf einen langen Stock gestützt. Die Fortbewegung ist äußerst langsam und die Arbeit anstrengend.

Der elektrische Schiffszug ist noch nicht lange üblich (neuerdings in größerem Umfange angewendet auf dem Teltowkanal bei Berlin). Auf dem Leinpfad befindet sich ein 1 m-spuriges Schienengleis und eine elektrische Leitung auf eisernen Masten, ähnlich wie bei einer Straßenbahn. Auf dem Gleis fährt eine elektrische Maschine, sog. Treidellokomotive, die mit dem elektrischen Leitungsdrahte durch einen sog. Stromabnehmerbügel stets in Berührung steht. Das 10 mm starke Stahldraht-Treidelseil des Schiffes wird an einem beweglichen Ausleger der Treidellokomotive befestigt. Die Möglichkeit einer jederzeitigen schnellen Verlängerung oder Verkürzung des Treidelseiles ist durch eine ebenfalls elektrisch betriebene, auf der Lokomotive befindliche Aufwickeltrommel sichergestellt, um welche das Seil gewickelt ist. Die Kraftausübung beim elektrischen Schiffszuge ist natürlich erheblich größer als beim Menschen- und Pferdetreidel. Vor dem Fahren oder Schleppen mit Dampfschiffen hat der elektrische Schiffszug u. a. den Vorteil, daß die Kanalböschungen weniger durch Wellenschlag leiden und die Sohle weniger durch Wirbel angegriffen wird.

5. Schiffe mit eigener Triebkraft. Hierzu gehören Dampfschiffe und Motorboote. Zunächst kommen hier Einzeldampfer in Betracht; dies sind Dampfschiffe ohne Anhang; sie können nach ihrem Zweck Personen- oder Frachtdampfer (Güterdampfer) sein. Beide unterscheidet man nach ihrer Bauart in Schraubendampfer und Raddampfer. Die Raddampfer können Seitenrad- oder Hinterraddampfer sein.

Die Schraubendampfer haben meistens nur eine Schraube; es gibt aber auch solche mit zwei Schrauben (Steuerbord- und Backbordschraube). Bei ihnen kann die Wirkung des Steuers bei Wendungen wesentlich unterstützt werden, indem eine Schraube vorwärts und die andere rückwärts gedreht wird. Es gibt auch Raddampfer, bei denen die Räder bei Wendungen nach ungleicher Richtung gedreht werden können.

Zum Halten (Stoppen) und Hemmen werden die Schrauben und Räder immer rückwärts gedreht. Die Hauptkommandos des Schiffsführers eines Dampfschiffes für den Maschinisten sind:

Vorwärts! (langsam voraus! Volldampf voraus!). Stopp! Rückwärts! (langsam zurück! Volldampf zurück!);[1]) während der Fahrt auch: langsam! Volldampf!

Motorboote dienen meistens nur für den Personenverkehr und sind mehr in kleineren Abmessungen gebräuchlich (Petroleum-, Benzin-, Spiritus- und elektrische Motorboote).

---

[1]) Bei zwei Schrauben oder Rädern tritt bei scharfen Wendungen hinzu: Backbord voraus! Steuerbord zurück! und umgekehrt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

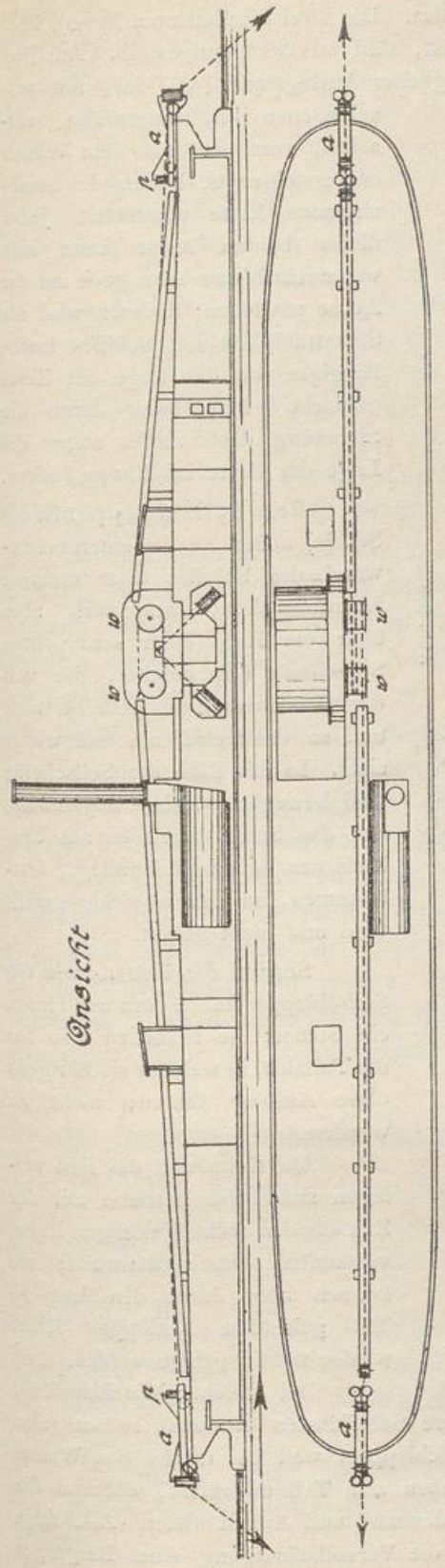


Abb. 604.

6. Schleppen. Beim Schleppen unterscheidet man den Schleppdampfer (Schlepper) und die Schleppschiffe (Anhänge). Ein Schleppzug besteht also aus dem Schlepper und einem oder mehreren Anhängen.

Hinsichtlich der Schlepper unterscheidet man a) freie Schleppdampfer und b) Schleppdampfer, die an einer Leitung fahren (letztere sind selten). Die Schleppdampfer zu a) sind im allgemeinen wie die unter Ziff. 5 beschriebenen Dampfer beschaffen, aber besonders stark zum Schleppen gebaut; die Schleppdampfer zu b) sind entweder Kettendampfer oder Seildampfer (letztere nennt man auch Tauer, den Schleppbetrieb mit ihnen Tauerei). Zum Betriebe der Kettenschleppschifffahrt liegt auf dem Flußgrunde eine Kette, bei der Seilschleppschiffahrt ein Drahtseil. Die Kette oder das Drahtseil sind am Schleppdampfer mehrmals über Trommeln oder Seilscheiben gewunden (Abb. 604 u. 605). Die an Bord befindliche Dampfmaschine versetzt die Trommeln oder Scheiben in Umdrehung, so daß sich die Kette oder das Seil vorn auf- und hinten abwickelt; dadurch wird der Schlepper stromauf gewunden.

Beim Kettenschlepper (Abb. 604) geht die Kette längs

mitten über das Schiff in einer Rinne geführt. Die zwei Windetrommeln (*w*), über welche die Kette mehrmals geschlungen ist, sind an Deck aufgestellt. Am Bug und am Heck befindet sich je ein beweglicher Auslegerarm (*a*), der, mit verschiedenen Führungsrollen versehen, vorn die aus dem Wasser emporsteigende, hinten die herabsinkende Kette unterstützt. Jeder dieser beiden Arme kann sich wagerecht bis zu etwa 90° um die Achse *p* drehen; dadurch wird die Steuerfähigkeit des Schiffes unabhängiger von der Lage der Kette gemacht. Man kann durch die Steuerung des Schiffes sogar die Lage der Kette im Flusse ändern.

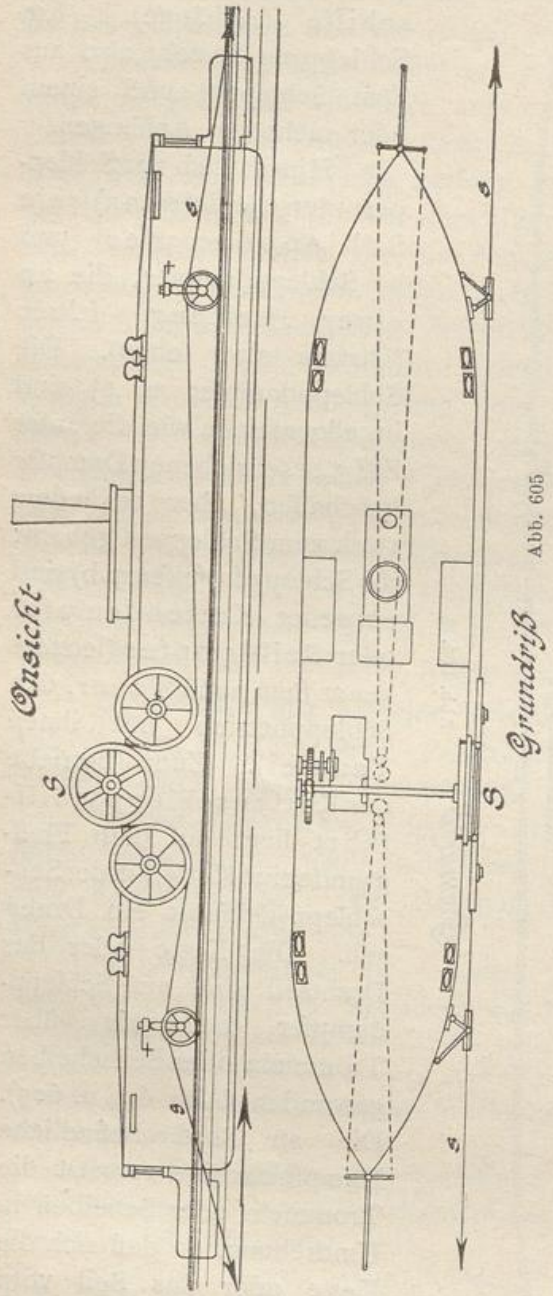


Abb. 605

Beim Seilschlepper ist das Seil (*s*) außen an der einen Seitenwand des Schiffes über mehrere Führungsrollen, besonders aber über die Rille einer senkrechten Seilscheibe (*S*) geleitet, die von der Schiffsmaschine gedreht wird und so das Schiff am Seil weiter zieht. In der Rille der Seilscheibe sind bewegliche Zähne angebracht, die das Seil, soweit es am Umkreis der Seilscheibe anliegt, festklemmen, so daß es sicher gefaßt wird und nicht gleitet.

Sowohl die Ketten- wie die Seilschlepper haben vorn und hinten ein Steuer; sie brauchen also für die Talfahrt, in welcher sie übrigens ohne Anhang fahren, nicht zu wenden.

Die Kette und das Seil verlegen sich beim Betriebe mit der Zeit aus der ordnungmäßigen Lage, versanden auch stellenweise; sie können aber durch den leer zu Tal gehenden Schlepper leicht wieder richtig gelegt werden.

Bei gleicher Maschinenkraft können Leitungsschlepper bedeutend größere Schiffslasten stromauf ziehen (also längere Schleppzüge bewegen) als freie Schlepper, weil bei diesen das Wasser dem Drucke der Radschaufeln oder Schrauben zum Teil ausweicht, während die Kette oder das Seil immer einen festen Widerstand und Anhalt bietet. Allerdings müssen die Leitungsschlepper länger auf die Vervollständigung eines Bergzuges

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

warten, damit es lohnt. In manchen Gebirgsflüssen mit starkem Gefälle und flachem Wasser sind für die Bergfahrt überhaupt nur Leitungsschlepper brauchbar und lohnend.

Eine Kette liegt in folgenden Flußstrecken:

in der Elbe von Melnik in Böhmen bis Niegripp oberhalb Magdeburg (453 km);

in der Saale von Halle bis zur Mündung in die Elbe (104 km);

im Main von Kitzingen (Bayern) bis zur Mündung in den Rhein (285 km, wird aber nur von Offenbach aufwärts benutzt);

im Neckar von Lauffen bis Mannheim (128 km).

Ein Drahtseil liegt in folgenden Flußstrecken:

in den Oderberger Gewässern (Havel-Oderwasserstraße) von Liepe bis Hohensaathen (12 km) zum Schleppen der Flöße;

(im Rhein lag bis vor kurzem ein Drahtseil von Bingen bis Oberkassel bei Bonn [121 km]).

Bezüglich der Verbindung der Anhangschiffe mit dem Schleppdampfer zu einem Zuge gibt es zwei Arten.

a) Auf dem Rhein führt von dem Schleppdampfer nach jedem Anhang ein besonderer Schleppstrang. Dies hat den Vorteil, daß jeder Anhang, selbst aus der Mitte des Schleppzuges, leicht abgeworfen werden kann. (Eine solche Anordnung ist allerdings nur in einer so breiten Wasserstraße tunlich, wo der Schleppzug nicht allzu scharfe Windungen zu durchfahren braucht.)

b) Auf den anderen Wasserstraßen ist nur das vorderste Anhangschiff mit dem Schleppdampfer unmittelbar verbunden, jedes andere ist an das Hinterschiff des vorderen Anhanges angehängt.

Auf der Bergfahrt sucht in beiden Fällen der Führer des Schleppdampfers den Zwischenraum zwischem diesem und dem ersten Anhang möglichst groß zu machen (50 bis 100 m und mehr);[1]) dadurch steigert er die Leistung des Schleppers, weil dieser etwaige stärkere Strömungen zunächst allein durchfährt und die Anhänge erst später hineingelangen, wenn der Schlepper schon wieder in ruhigerem Wasser ist.

B. Steuern, Hemmen, Ankern, Sacken, Verholen, Anlegen.

7. Das Steuer. Zum Steuern dient das bekannte Steuerruder, in selteneren Fällen, besonders bei prahmartigen Fahrzeugen, wird anstattdessen auch ein langes Streichruder (Riemen) angewendet.

Das Steuerruder besteht aus dem Ruderblatt, das mit dem am Heck des Schiffes drehbar angehängten Ruderherzen fest verbunden ist. Der oberste Teil des Ruderherzens ist der Ruderkopf. An ihm

[1]) Dieser Zwischenraum wird bisweilen durch Polizeiverordnungen begrenzt, weil die Schleppzüge sonst allzu lang werden (belästigen z. B. die Querfahrt der Fähren).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

faßt die Ruderpinne, der Hebel oder Helmstock an, mit welchem das Ruder gedreht wird. Die Bauart der Ruder ist im einzelnen verschieden (weiteres darüber siehe in Abschn. 31, Schiffbau).

Ist das Schiff in Fahrt und steht das Ruderblatt nach links (der Steuerhebel also nach rechts), so drückt Vorderwasser auf das Ruderblatt und dreht das Heck nach rechts, den Bug also nach links, umgekehrt ist es, wenn das Ruderblatt nach rechts steht. Der Bug des Schiffes dreht sich also immer nach der Seite, nach welcher das Ruderblatt steht.

Bei der Talfahrt ist das Schiff nur dann steuerfähig, wenn die Geschwindigkeit des Schiffes größer ist als die Stromgeschwindigkeit; bei der Bergfahrt dagegen ist das Schiff auch steuerfähig, wenn es keine Fahrt hat, da der Strom hierbei auf das Ruderblatt drückt.

Der Schiffer sagt, das Schiff geht aus dem Ruder, wenn es dem Steuer nicht gehorcht. Dies geschieht z. B., wenn eine Querströmung auf das Heck und besonders das Ruderblatt wirkt, welche die Wirkung des Vorderwassers aufhebt, z. B. Querströmung vor Buhnenköpfen, Seitenströmung aus einem einmündenden Nebenflusse, Kreisströmung (Nehrung) oder auch, wenn der Bug des Schiffes von einer Querströmung gefaßt wird, die der gewollten Wendung entgegengesetzt ist.

Auf großen Schiffen, auf Dampfschiffen immer, wird zur Handhabung des Steuers an Stelle des Steuerhebels ein Steuerrad verwendet, das am Umkreise mit Handgriffen versehen ist. (Es gibt senkrecht und wagerecht stehende Steuerräder.)[1] Steuerräder haben den Vorteil, daß der Steuermann, der immer hinter dem Steuerrad steht, stets nach dem Bug gewendet bleibt, aber auch weniger Kraft anzuwenden braucht als bei dem gewöhnlichen Hebel. Das Steuerrad kann vom Steuerruder ziemlich entfernt angebracht sein, sogar im Mittel- und Vorderschiff. Von der Welle des Steuerrades gehen dann Kettenzüge längs den beiden Schiffsborden nach dem Steuer. Sie umfassen eine wagerechte Kreis-, Halb- oder Viertelkreisscheibe (in deren Rille anliegend), die auf dem Ruderkopf festsitzt, und drehen die Scheibe, also auch das Ruderblatt nach der gewollten Richtung.

8. Die Fahrbäume (Schorbäume, Schrecke)[2] sind etwa 12 bis 20 cm starke Rundhölzer, die unten einen schmiedeeisernen Schuh mit einer oder zwei kräftigen Spitzen haben; oben haben sie ein kurzes Querholz. Sie dienen zum Abdrücken eines in Fahrt befindlichen Fahrzeuges aus der Fahrrichtung (wenn die Steuerwirkung nicht hinreicht), bisweilen auch zum Hemmen.

---

[1]) Wagerecht sind z. B. die Steuerräder bei großen Rheinschleppschiffen; sie befinden sich im Hinterschiffe, dicht am Steuer.

[2]) Schorbaum sagt man am Rhein, Schreck, Schröck oder Schrick im Osten. Schoren heißt stützen, stemmen; es stammt aus dem Holländischen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der Fahrbaum wird vorn seitwärts voraus schräg gegen Grund gesetzt und ein Tau oben um den Baum nebst Querholz und anderseits um einen Schiffspoller geschlungen; das Schiff hebt sich dann beim Anfahren etwas heraus und wird kräftig zur Seite gedrängt.

Fahrbäume werden auch bei vor Anker liegenden Schiffen seitwärts gesetzt, vorn und hinten, um das Fahrzeug bei Wind oder Querströmung vor weiterer Annäherung an das Ufer zu schützen.

9. Bootshaken sind Stangen, an einem Ende mit einem röhrenförmigen eisernen Schuh versehen, der vorn in einer Spitze und seitlich in einem Haken ausläuft. Die Spitze dient zum Einsetzen des Bootshakens in Hölzer beim Abstoßen (z. B. in Pfähle, Dalben, Leitwände), der Haken zum Heranholen von Booten oder des Schiffes beim Einsetzen in Schiffshalter und dergl.

10. Anker. Ein Anker wird aus bestem Stabeisen geschmiedet; er besteht aus dem Schaft und den Armen. Am aufwärts gekrümmten

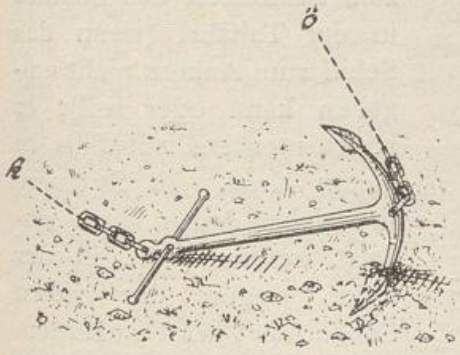


Abb. 606.

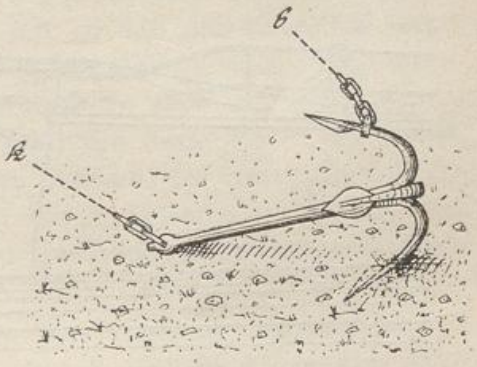


Abb. 607.

Ende jedes Armes sitzt die Schaufel (Flunke, Hand, Pfote), in der Öse des Schaftes am oberen Ende sitzt der Ankerring, an welchem die Ankerkette oder das Tau befestigt wird. Es gibt zweiarmige und vierarmige Anker. Zweiarmig sind alle Anker der Rheinschiffe (nur mit Ausnahme der kleinen Bootsanker, die vierarmig sind); vierarmig sind alle Anker der Schiffe in den östlichen Wasserstraßen.

Der zweiarmige Anker (Abb. 606) hat einen mit dem Schaft fest verbundenen Ankerstock, welcher rechtwinklig zur Ebene der Arme steht. Beim Ankersetzen gräbt sich eine der beiden Schaufeln in die Flußsohle, während sich der Ankerstock breit auflegt. Der Anker wird dazu entsprechend ausgeworfen. Kommt der Stock dagegen steil zu stehen, so schleift der Anker zunächst, bis der Zug der Ankerkette, der zugleich meistens etwas schräg gerichtet ist, den Anker richtig legt. Die vierarmigen Anker (Abb. 607) bedürfen eines Ankerstockes nicht. Bei ihnen greifen zwei Arme zugleich in den Grund ein (in Abb. 607 nur einer, weil der Anker im Beginn des Aufholens gezeichnet ist).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Auf einem größeren Flußschiff müssen folgende Anker vorhanden sein:

Der Haupt- oder Buganker. Er befindet sich vorn und hängt zur Benutzung stets bereit, entweder an einem Bugspriet (Abb. 608 und 609) oder an einem vorn am Bord befindlichen Kran (Davit) (Abb. 610).

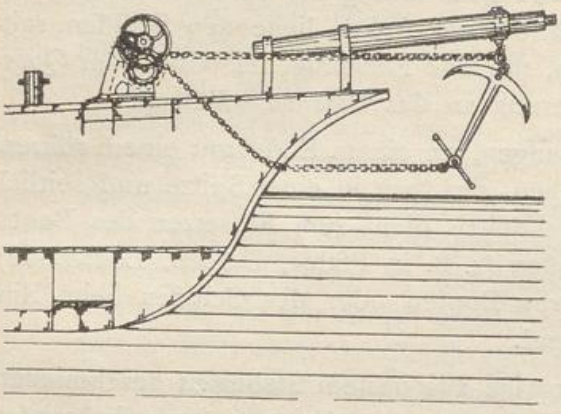


Abb. 608.

Der Notanker ist der zweite Buganker; er ist meistens etwas leichter als der Hauptanker. Er hängt zu steter Bereitschaft ebenfalls in einem Kran (Davit).

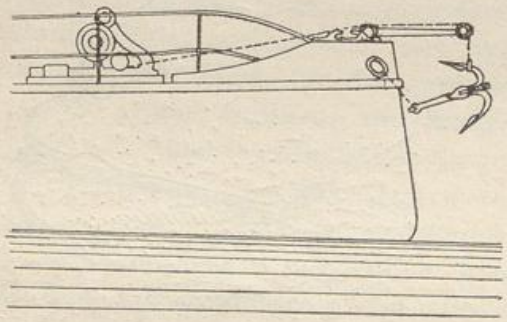


Abb. 609.

Der Heckanker dient zum Festhalten des Schiffes in der Talfahrt (wenn das Schiff zum Ankern nicht umgeben kann oder soll); er hängt meistens ebenfalls in einem Kran. In Strömen, in welchen Anker leicht versetzt werden (z. B. in der Oder wegen der vielen Senkhölzer), wird außerdem noch ein Hecknotanker geführt.

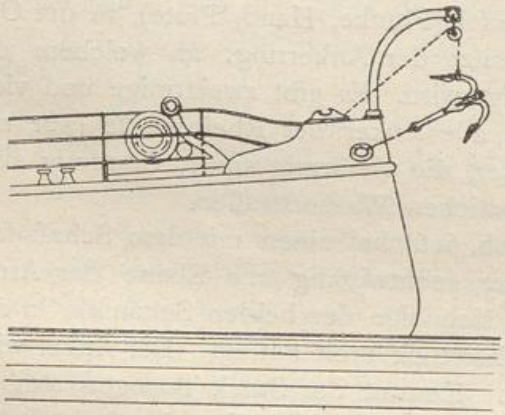


Abb. 610.

Fahranker sind leichtere Anker, die ein Schiff im stillen Wasser festzuhalten vermögen. Sie werden zur Unterstützung der schwereren Anker, z. B in starkem Strome, oder in dringenden Fällen, wenn ein schwerer Anker nicht sofort geworfen werden kann, benutzt.

Landanker (Wallanker) dienen zum Festmachen des Schiffes am Lande; sie werden dort eingehakt, auch durch eingetriebene Pfähle befestigt. Sie sind häufig einarmig und heißen dann Landhaken.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Dragge (Rhein) ist ein kleiner Anker (immer vierarmig); sie wird als Boots- und Rettungsanker benutzt.

11. Ankerketten.

a) Rhein. In Abb. 608 hängt der Buganker klar zum Werfen. Die Hauptkette des Bugankers heißt die Kabelkette (*k* in Abb. 606); sie dient zum Festhalten des Schiffes. Sie geht durch die Bugklüse (runde Öffnung im Bug) zur Ankerwinde (nötigenfalls noch durch eine Deckklüse). Im Ankerkreuz greift an einem besonderen Ring eine zweite schwächere Kette an, die Öhringskette (*ö* in Abb. 606).[1]) Sie geht über eine am Bugspriet (oder Davit) hängende Rolle ebenfalls nach der Ankerwinde, und zwar nach einer zweiten kleineren Trommel derselben. Wird die Öhringskette ganz angewunden, so ist der Anker am Bug vollständig über Wasser hoch genommen (Abb. 608). Beim Ankerwerfen laufen Kabelkette und Öhringskette gleichzeitig ab, bis der Anker faßt und die Kabelkette straff ist; die Öhringskette, die etwas länger als die Kabelkette ist, bleibt schlaffer. Zum Lichten des Ankers wird die Kabelkette angewunden, so daß sich das Schiff heranholt, und die Öhringskette nachgewunden; zuletzt wird die Trommel der Kabelkette gesperrt und die Öhringskette allein angewunden, die den Anker ganz heraushebt; dann wird die letzte Bucht der Kabelkette eingeholt. Bei großen Schiffen müssen der Notanker und der Heckanker ebenfalls stets klar zum Werfen hängen (in Davits); bei kleineren Schiffen sind sie an Bord genommen, haben auch keine Öhringskette.

b) Östliche Wasserstraßen. Der vierarmige Buganker hängt mit seinem Ankerring ebenfalls an der Kabelkette (*k* in Abb. 607), mit einem seiner Arme aber außerdem an der schwächeren sog. Boberkette (*b*) (oder an einem Drahtseil),[2]) die vermittels eines Schraubenringes den Ankerarm faßt. Die Boberkette läuft, wie dies zuvor bei der Öhringskette beschrieben ist, über eine Rolle des Bugspriets oder eines Davits nach der Ankerwinde. Abb. 609 und 610 zeigen den Anker klar zum Werfen. Meistens führt nur die Boberkette zur Ankerwinde (Oder), während die Kabelkette mit einer abgepaßten Länge (ohne Winde) an starken Pollern festgemacht ist; beim Werfen des Ankers läuft dann diese Länge ab. Zum Lichten des Ankers wird alsdann nur die Boberkette angewunden, während die Kabelkette von Hand entsprechend nachgeholt wird.

Bei großen Schiffen (Oder) befinden sich zwei große Anker vorn und zwei dergleichen hinten stets klar, für jeden eine zugehörige Winde.

---

[1]) Öhring bezeichnet den im Öhr des Ankerkreuzes sitzenden Ring (also eigentlich Öhrring).

[2]) Boberkette bedeutet Oberkette.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

12. Ankern. Umgeben. Sacken. Verholen.

a) Die Flußschiffe ankern fast immer mit dem Bug stromauf.[1]) Ein Bergschiff kann daher jederzeit Anker werfen; der Anker darf aber erst fallen, wenn das Schiff keinen Gang mehr hat, damit es nicht auf ihn auflaufen kann. Will ein Talschiff vor Anker gehen, so sagt man: es ankert auf. Die Bewegung, die es ausführt, um aus der Talstellung in die Bergstellung zu kommen, nennt man Umgeben oder Aufdrehen. Hierbei wird das Schiff vermittels des Steuerruders zunächst im Bogen quer oder wenigstens so schräg zum Strome gestellt, daß es nicht auf seinen Anker auflaufen kann; dann fällt der Anker, und das Schiff schlägt durch die Strömung ganz herum. Dampfschiffe geben, wenn der Fluß schmal ist, in derselben Weise um; wo jedoch in Flüssen und Strömen genügend Breite vorhanden ist, schlagen sie auf, d. h. sie fahren unter Steuer im Bogen aus der Talstellung sogleich in die Bergstellung und werfen dann Anker.

b) Das Aufankern der Talschiffe (Segelschiffe) und nachheriges Rückwärtssacken ist meistens vorgeschrieben für die Durchfahrt durch enge Brückenöffnungen oder sonstige Engen, wo Strömung herrscht. Die nötige Langsamkeit beim Sacken wird durch das Schleppen einer schweren langen Kette (Schleppkette) erreicht. Wiewohl beim Durchsacken durch die Enge das Steuerruder vorn (zu Tal) steht, ist es dennoch zum Steuern wirksam, da die Sackbewegung langsamer als die Strömung geschieht; mithin kann die Strömung einen hinreichenden Druck auf das schräggestellte Ruderblatt ausüben. (Steht das Ruderblatt nach links, so wird das Heck dadurch nach rechts gedrückt und umgekehrt.)

An Stelle der Schleppkette wurde früher an kurz genommener Kette ein Anker geschleift. Dieses Ankerschleifen oder vor Anker sacken ist jetzt meistens verboten.

Oberhalb mancher Brücken sind am Ufer besondere Haltepfähle aufgestellt; um diese wird (an Stelle der Schleppkette) ein Tau gelegt, an welchem das Schiff dann durchsackt.

c) In manchen Fällen erscheint das Durchsacken zu langsam und unsicher, z. B. zur Durchfahrt durch die Gerüstöffnungen bei Brückenbauten oder durch Engen bei Schiffahrtsstockungen. In solchen Fällen werden von der Verwaltung oberhalb der Enge dann kleine Dampfer bereit gehalten, welche die an vorgeschriebener Stelle aufgeankerten Fahrzeuge abholen und dann stevenrecht durch die Enge schleppen.

d) Will ein stromauf vor Anker liegendes Schiff die Fahrt zu Tal fortsetzen, so ist vom Heck aus ein Tau (Umhaltetau) ans

---

[1]) Der Heckanker fällt (falls einer vorhanden) zum Stromabankern nur in Notfällen und bei kurzem Aufenthalt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Land zu bringen und dort zu befestigen. Sobald alles zur Abfahrt bereit ist, wird der Anker gelichtet (oder das Festmachetau am Ufer gelöst). Das Schiff wird dann von der Mannschaft am Bug durch Staken vom Ufer gestoßen, während das Umhaltetau so lange festgehalten wird, bis die Wirkung des Stromes die Wendung des Schiffes ganz vollzieht; alsdann wird das Umhaltetau am Lande gelöst und nach dem Schiffe geholt.

e) Ein ankerndes Schiff heißt verteit (Rhein), wenn es Bug- und Heckanker zugleich aus hat, um sich unabhängig von Wind, Strömung und Wellenschlag in der angenommenen Lage zu erhalten. Liegt das Schiff nahe am Ufer, so muß außerdem durch Setzen von Fahrbäumen das Anlaufen ans Ufer verhütet werden.

f) Verholen nennt man die Bewegung eines Schiffes, wenn es sich an einem ausgebrachten Anker oder einem Haltepfahl mittels Kette oder Tau heraufwindet. Das Ausbringen des Ankers geschieht mit einem Boot (Ankernachen).

13. **Das Anlegen** der Flußschiffe an Ladeufer und Landebrücken geschieht ebenfalls der Regel nach stromauf. Zum Festmachen werden Taue oder Drahtseile benutzt, die an Haltepfählen, Pollern, Ankerringen und dergl. befestigt werden.

Wegen des mit dem Wenden verbundenen Zeitverlustes oder aus anderen Gründen müssen bisweilen Dampfschiffe, besonders Personendampfschiffe auf der Talfahrt an Landebrücken doch in der Talstellung anfahren. Sie stoppen dann vor der Anfahrt, schlagen etwas zurück und stellen sich dabei schräg, mit dem Heck näher zur Landebrücke, so daß sie durch den Strom langsam an die Brücke herangieren;[1]) dann wird vom Heck ein Tau ausgeworfen und an dem oberen Brückenpoller festgemacht, darauf ebenso ein anderes Tau an dem unteren Brückenpoller, sobald das Dampfschiff ganz herangegiert oder mit dem Bootshaken oder einem ausgeworfenen Tau herangeholt ist.

C. Wasserbewegung bei schnell fahrenden Schiffen.

14. Einsenkung und Wellen bei schnell fahrenden Schiffen.

Das schnell fahrende Schiff erzeugt vorn die sog. Bugwelle, hinten die Heckwelle, hinter dem Heck eine Wellenfolge, durch welche sich als Längsfurche das Kielwasser zieht (vergl. Abb. 611, in welcher der ursprüngliche Wasserspiegel punktiert ist). Seitlich vom Kielwasser folgen bei sehr schneller Fahrt außerdem brandende Wellen,[2]) die bei der Vorbeifahrt an tief beladenen oder am Ufer liegenden Fahrzeugen diese besonders belästigen, auch Uferabbrüche begünstigen. Das Schiff

[1]) Über Gieren siehe Abschn. 30, Fähren, Ziff. 1.

[2]) Man sagt, eine Welle brandet (bricht sich), wenn sich ihr Kamm überschlägt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

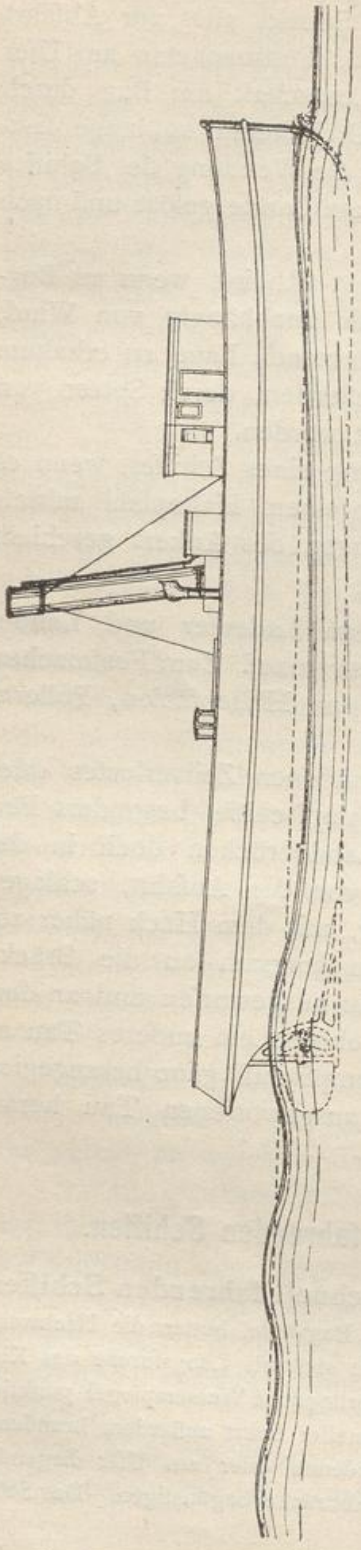


Abb. 611.

verdrängt nämlich bei der Fahrt beständig eine bestimmte Wassermenge, die sich hinter dem Schiff fortwährend wieder ergänzen muß; dies geschieht in der Weise, daß das Wasser von vorn (von der Bugwelle) zu beiden Seiten des Schiffes heftig nach hinten strömt, um die Lücke am Heck wieder auszufüllen. Diese Strömung nennt man die Rückströmung. Sie tritt nicht allein im Wasserspiegel, sondern auch tiefer, selbst unter dem Schiffsboden auf. Dabei entsteht im Wasserspiegel um das Schiff eine merkliche, oft sogar eine erhebliche Senkung. Diese Senkung hört am Heck auf, wo die gegen ruhendes Wasser stoßende Rückströmung die Heckwelle erzeugt. Infolge der Wasserspiegelsenkung längs den Schiffsseiten sinkt nun das ganze Schiff etwas ein, nämlich um den Betrag der mittleren Einsenkung des Wasserspiegels am Schiffe, und zwar um so tiefer, je schneller die Fahrt ist, aber hinten mehr als vorn. Die Rückströmung und die Wasserspiegelsenkung sind bei schnell fahrenden Dampfbooten größer als bei segelnden oder geschleppten Schiffen, weil die Schiffsschraube (Heckrad) das Wasser gewissermaßen nach hinten saugt. Räder werfen außerdem das Wasser nach hinten, die Wellenbewegung hinter dem Schiffe dadurch bedeutend verstärkend.

Infolge der Einsenkung berühren schnell fahrende Schiffe bisweilen den Grund an Stellen, wo nach geschehener Peilung das Fahrwasser noch hätte hinreichen müssen. Kommt ein Schiff durch Grundberührung an solcher Stelle zum Stillstand, so kann es dadurch wieder flott werden, daß der Wasserspiegel um das Schiff sich alsbald wieder hebt; er hebt sich aber auch schon, wenn das Schiff langsamer fährt. Es empfiehlt sich daher, bei reichlichem Tiefgang des Schiffes über bekannte Untiefen langsamer zu fahren. Durch die langsamere Fahrt wird in solchem Falle nicht viel verloren, weil die Rückströmung, die bei schneller Fahrt unter dem Schiffsboden über Untiefen immer besonders stark ist, doch hemmend wirken würde. (Die Untiefe saugt, wie die Schiffer sagen.)

15. Einsenkung und Wellen bei schnell fahrenden Schiffen in Kanälen und schmalen Flüssen. In Kanälen und schmalen Flüssen ist bei schnell fahrenden Schiffen die Bugwelle,[1]) die Rückströmung, die Einsenkung und die Heckwelle größer als in breitem Fahrwasser bei gleicher Geschwindigkeit, weil das verdrängte Wasser bei dem schmalen Querschnitt sich hauptsächlich nur von vorn ergänzen kann; ebenso ist auch die brandende Welle größer, die jederseits am Ufer dem Schiffe folgt. Fährt das Schiff nicht in der Mitte des

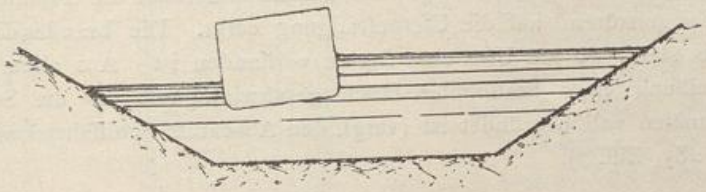


Abb. 612.

Kanals, sondern näher einem Ufer (Abb. 612), so ist die Einsenkung und die Rückströmung an dieser Uferseite größer als an der anderen (wo sich das Wasser breiter ergänzen kann). Infolge des Höhenunterschiedes der beiden Wasserspiegel zu beiden Seiten des Schiffes entsteht ein Überdruck, der das Schiff trotz Steuerns an das nähere Ufer drückt, so daß es dort aufläuft, wenn nicht die Fahrt verlangsamt wird, und zwar läuft der Bug auf, wenn er dem Ufer näher steht als das Heck, im umgekehrten Falle dieses. Fährt das Schiff jedoch langsamer, so ist es steuerfähig wie sonst. Eine häufige Nebenerscheinung der Schiffslage Abb. 612 ist die sog. Krängung des Schiffes, d. h. eine merkliche Querneigung. Die Ursache liegt ebenfalls in dem wesentlichen Unterschied der Einsenkungstiefen an beiden Seiten des Schiffes.

16. Folgen der Einsenkung beim Überholen zweier Schiffe. Überholen sich zwei Schiffe, so erzeugen sie, da beide in der gleichen Richtung fahren, Rückströmungen, die bei beiden die gleiche Richtung haben, sich also in dem Raume zwischen beiden Schiffen verstärken. Mithin entsteht zwischen beiden Schiffen eine besonders starke Einsenkung (Abb. 613). Diese bewirkt trotz entgegengesetzten Steuerns, daß die Schiffe sich einander nähern und außerdem etwas gegeneinander neigen. Wird die Geschwindigkeit nicht vermindert, so kann es zum Zusammenstoßen der Schiffe kommen. Diese Erscheinung, die auch in breiteren Flüssen eintreten kann, ist manchen Schiffsführern lange bekannt (Rhein); jedoch führen sie die Neigung zum Zusammenstoß in solchen Fällen irrtümlich darauf zurück, daß ihrer Meinung nach das größere Schiff (oder der Schleppzug) das kleine ansaugt.

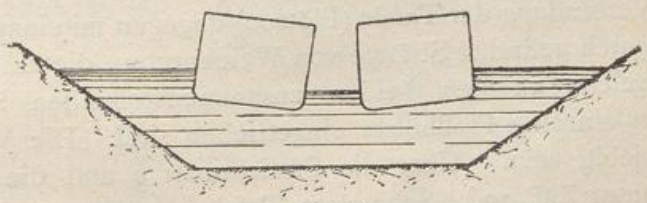


Abb. 613.

[1]) Die Bugwelle liegt bei engem Fahrwasser etwas weiter voraus, zumal bei stumpfem Bug, als dies in Abb. 611 bei scharfem Bug gezeichnet ist.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

17. Wirkung der Rückströmung und der Wellen auf Kanalufer. Fährt das Schiff im Schiffahrtskanal in schneller Fahrt, zumal näher dem Ufer, so greift die Rückströmung das Ufer an, außerdem aber läuft durch die Aufeinanderfolge von Bugwelle, Senkung und Heckwelle das Wasser in die Befestigung der Böschung hinein und wieder heraus; ferner findet während der Einsenkung ein Nachdrängen des Grundwassers aus der Böschung statt, welches umsomehr den Sand ausspült und dadurch die Uferbefestigung beschädigt. Bei großen Schiffsgeschwindigkeiten folgt dem Schiffe außerdem die brandende Welle, die erst recht zerstörend auf die Uferbefestigung wirkt. Die brandende Welle ist da besonders stark, wo am Ufer eine Berme vorhanden ist. Aus allem folgt, daß die Vorschreibung einer bestimmten Höchstgeschwindigkeit für die Schiffahrt in Schiffahrtskanälen voll begründet ist (vergl. den Abschnitt Schiffahrtskanäle S. 279, Abs. c und 285, Ziff. 7).

D. Flößerei.

18. Zusammensetzung der Flöße. Unter Floß versteht man eine schwimmende Lage von untereinander verbundenen Hölzern. Kleine Flöße bilden eine einzige Tafel. Größere Flöße bestehen aus mehreren Tafeln (Gestöre, Plötzen), die miteinander nachgiebig verbunden sind (Abb. 614). Die Floßhölzer sind meistens rohe oder bearbeitete Rundhölzer (Rundholzflöße); es gibt jedoch auch Balken- und Bretterflöße. Die Tafeln werden in der Weise gebildet, daß die Floßhölzer, welche immer längs zur Fahrrichtung liegen, vorn und hinten (bei sehr langen Hölzern auch in der Mitte) durch quer übergelegte Zangenhölzer fest verbunden werden. Diese bestehen meistens aus gespaltenen schwächeren Rundhölzern, auch Schwarten oder Bohlen. Die Art der Verbindung der Zangen mit den Floßhölzern ist verschieden, meistens werden sie genagelt (schmiedeeiserne sog. Floßnägel). Die Verbindung der Tafeln (Plötzen) dagegen miteinander geschieht meistens durch gedrehte Stränge von Weidenruten, die um Pflöcke gelegt werden, welche an den beiden zusammenstoßenden Stirnseiten der Tafeln in einzelne Floßhölzer eingetrieben sind. Die Verbindung muß nachgiebig sein. (Über die Streichruder *s* und die Schrecklöcher *l* siehe unter Ziff. 19.) Schmalere Tafeln werden an Orten, wo die zulässige Floßbreite größer wird, nach Bedarf zu breiteren Tafeln zusammengesetzt, oder es wird die Zahl der Tafeln vermehrt. Die erlaubte Breite und Länge der Flöße ist in den verschiedenen Wasserstraßen je nach den Brücken- und Stromverhältnissen sehr verschieden, oft auch verschieden in verschiedenen Strecken derselben Wasserstraße.

In manchen Strömen (Elbe, Weichsel) werden an beiden Seiten des Floßes sog. Streichbäume mit Weidenrutensträngen nachgiebig befestigt (Abb. 615). Jeder Streichbaum *a* ist außerdem an dem folgenden Streichbaum derselben Seite derart befestigt, daß die Enden beider Bäume sich um einen oder mehrere Meter überdecken. Die Streich-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bäume sollen gewissermaßen als Schutzhölzer oder Puffer beim Anfahren an Brückenpfeiler oder bei Berührung mit sonstigen Hindernissen dienen (Streichruder usw. sind in Abb. 615 fortgelassen).

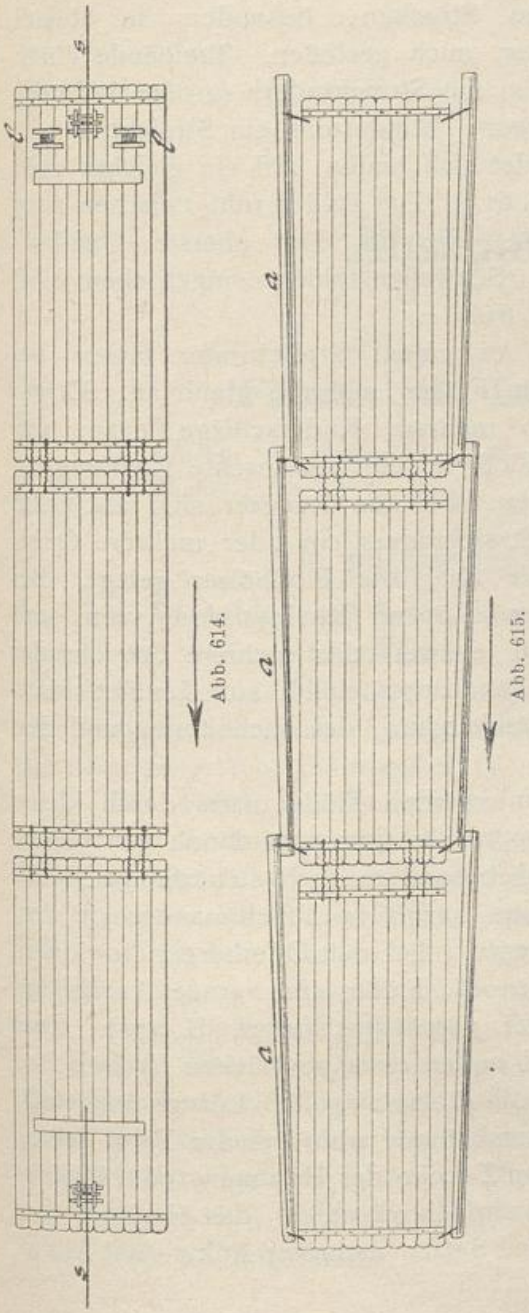


Abb. 614. Abb. 615.

Die vorgeschriebenen Höchstmaße für Flöße betragen:

auf der Oder: Breite oberhalb der Warthemündung 7 m, unterhalb 9,1 m, die Länge auf der Strecke oberhalb Breslau 80 m, unterhalb 120 m;

auf der Elbe: unterhalb der böhmischen Grenze Breite 12,6 m, Länge 130 m;

auf dem Rhein: von Mannheim abwärts Breite 63 m (von Rüdesheim bis St. Goar bei + 1,0 m Mainzer Pegel und weniger nur 56 m). Die Länge ist nicht beschränkt.

Auf den bedeutenderen der Märkischen Wasserstraßen (Spree, Oder-Spree-Kanal, Havel unterhalb der Spreemündung bis Havelberg) Breite 4,60 bis 4,70 m, Havel unterhalb Havelberg 13 m; auf den anderen Wasserstraßen und deren Teilen 2,20 bis 4,39 m. Die Länge der Flöße beträgt 40 bis 120 m.

Auf den meisten Wasserstraßen ist für die Flöße eine Pflichtbemannung vorgeschrieben, zum Teil verschieden für treibende und für geschleppte Flöße.

Anker, Ketten, große und kleine Taue, Staken und Fahrbäume müssen auf größeren Flößen reichlich vorhanden sein; mehrere Boote (besonders auch Ankernachen) müssen mitgeführt werden.

Wo Nebenflüsse mit Floßverkehr in den Strom münden oder wo Wasserstraßen mit Floßverkehr abzweigen, sind in der Regel Umbindeplätze oder Floßhäfen vorhanden, um die Abmessungen der Flöße nach den für die Abzweigung geltenden Bestimmungen einrichten zu können.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

19. Fortbewegung, Steuerung und Hemmung der Flöße.

Die Fortbewegung geschieht durch Zutaltreiben, auch Schleppen, seltener durch Treideln. Aushilfsweise werden manchmal auch kleine Segel gesetzt. Kleinere Flöße werden auf kurzen Strecken, besonders in stillem Wasser, auch gestoßen. Treibende Flöße werden mit Streichrudern (großen Riemen) gesteuert. Mindestens ein Streichruder (*s*) befindet sich hinten und ein gleiches vorn (Abb. 614). Das Ruder ruht zwischen zwei Dollen, die in das oberste Querholz eines Schwellenstuhles eingetrieben sind (Abb. 616).

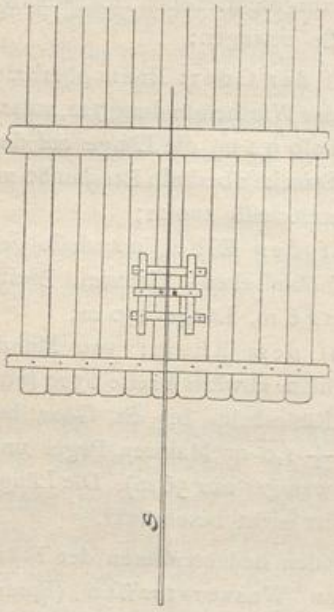


Abb. 616.

An einem Streichruder fassen bei großen Flößen mehrere Mann an. Es gehören mehrere Ruderschläge dazu, um das Floß in die gewünschte Richtung zu bringen. Für die Ruderer sind am Ende des Streichruders ein oder mehrere Querbretter über die Floßhölzer gelegt. Bei großen Flößen (Rhein) sind vorn und hinten je zwei oder mehrere Streichruder nebeneinander. Zum Treideln, das hauptsächlich auf Kanälen stattfindet, haben die Flöße einen Treidelbaum, der nach hinten und den Seiten durch Seile verankert ist.

Auf großen Strömen (Rhein) werden Flöße öfters durch kleine Schleppdampfer zu Tal geschleppt; sie kommen dann nicht allein schneller vorwärts, sondern sind besonders auch steuerfähiger. Für geschleppte Flöße ist daher eine geringere Pflichtmannschaft vorgeschrieben als für nicht geschleppte. Auf den Oderberger Gewässern (Märkische Wasserstraßen) werden die Flöße, eine große Anzahl auf einmal, durch einen Seildampfer geschleppt (vergl. S. 471). Zum Stellen (Halten) der Flöße sind hinten einzelne Lücken (*l*) zwischen den Stämmen angeordnet (und mit übergenagelten Leisten eingefaßt, Abb. 614), in welche lange Schreckbäume während der Fahrt schräg eingelegt sind. Diese werden zum Zwecke des Hemmens oder Haltens aufrecht auf Grund gesetzt. Im übrigen geschieht das Hemmen und Halten auch durch Ausbringen und Setzen mehrerer Anker (mit Ankernachen), z. B. am Rhein.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 30.

Fähren und Landebrücken.

Als Zubehör zu diesem Abschnitt betrachte die Fährpolizeiverordnung im I. Teil des Buches S. 79.

A. Allgemeines über Fähren.

1. Verschiedene Arten von Fähren. Im folgenden handelt es sich um öffentliche Fähren. Dies sind Fähren, denen die Verpflichtung zum Übersetzen für jedermann gegen Entrichtung des tarifmäßigen Fährgeldes obliegt und deren Betrieb unter behördlicher Überwachung steht (Fährpolizei).[1])

Eine Fähre besteht aus dem Fahrzeug (Fährgefäß) nebst Zubehör und den beiderseitigen Landestellen. Die Landestellen müssen einen öffentlichen, d. h. jedermann freistehenden Zugang (bezw. Zufahrt) haben; sie liegen daher meistens im Zuge eines öffentlichen Weges. Die Landestellen sind, wenn das natürliche Ufer nicht dazu geeignet ist, mit besonderen Vorrichtungen zum Landen versehen, z. B. Stege, Ufertreppen, Rampen, Fährbuhnen, Landebrücken u. dergl.

Beim Übersetzen ist das eine Ufer das Abfahrtsufer, das andere das Landeufer. Die Linie, welche beide Landestellen verbindet, heißt die Fährlinie (in den nachfolgenden Abbildungen punktiert). Hinsichtlich der allgemeinen Anordnung unterscheidet man:

I. Freifahrende Fähren. Bei ihnen fährt das Fahrzeug frei, d. h. ohne Leitung hinüber.

---

[1]) Im Gegensatz dazu stehen Wirtschaftsfähren, welche manche Uferanlieger nur zu ihrem wirtschaftlichen Bedarf halten, z. B. wenn sie auf beiden Ufern Grundbesitz haben, und Privatfähren, die auf einer besonderen Berechtigung beruhen, denen aber meistens kein Tarif vorgeschrieben ist. Der Strom- und Schiffahrtspolizei sind aber alle Fähren unterworfen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

II. Leitungsfähren. Bei diesen bewegt sich das Fahrzeug beim Überfahren an einer Leitung. Die Leitung soll das Vertreiben des Fahrzeuges verhindern und die Arbeit des Übersetzens erleichtern, namentlich in Strömen und Flüssen, wo dann die Strömung das an der Leitung befindliche Fahrzeug zum Gieren bringt. Man nennt diese Fähren daher meistens Gierfähren.

Hinsichtlich des überzusetzenden Verkehrs unterscheidet man:

Personenfähren zum Übersetzen von Menschen;

Fuhrwerksfähren. Mit ihnen werden Fuhrwerke, aber auch Zugtiere, Vieh und Menschen übergesetzt.

Hinsichtlich der Art der Fahrzeuge (Fährgefäße) unterscheidet man:

a) Kahnfähre (Nachenfähre, Bootsfähre). Das Fahrzeug ist ein Kahn (Nachen, Boot); sie dient meistens nur zum Übersetzen von Menschen (manchmal auch von Tieren, Handwagen u. dergl.).

b) Prahmfähre. Das Fahrzeug ist ein Prahm (Ponte, Schalde). Sie dient zum Übersetzen von Fuhrwerk mit Zugtieren, Vieh und Menschen. Unter Prahm versteht man hierbei ein breites flaches Fahrzeug, dessen Vorder- und Hinterteil (Kopf, Kaffe)[1]) so eingerichtet ist, daß Fuhrwerk einfahren kann.

c) Brückenfähre (fliegende Brücke). Sie besteht aus zwei gekuppelten Kähnen, auf denen eine mit ihnen fest verbundene Brückentafel als Fahrbahn ruht (ähnlich einem zweischiffigen Schiffbrückenjoch). Sie ist ebenfalls zum Übersetzen von Fuhrwerk mit Zugtieren, Vieh und Menschen bestimmt. Sie bietet mehr Raum für die Überzusetzenden als die Prahmfähre und dient daher meistens für einen größeren Verkehr.

d) Dampffähre. Das Fahrzeug ist ein Dampfschiff. Es dient meistens nur zum Übersetzen von Menschen, ist bisweilen aber auch zum Übersetzen von Fuhrwerk usw. eingerichtet.

Es gibt auch Dampffähren, bei denen das Fahrzeug ein Prahm ist, der mit einem Dampfboot geschleppt oder an einer Leitung mit Dampfkraft hinübergezogen wird.

e) Motorbootfähre. Das Fahrzeug ist ein Motorboot; es dient zum Übersetzen von Menschen.

f) Eisenbahnfähre (Trajekt) ist eine Fähre, mit welcher Eisenbahnwagen oder ganze Züge übergesetzt werden können. Das Fahrzeug (großer langer Prahm) hat zu diesem Zweck auf seinem Deck ein Schienengleis.

B. Freifahrende Fähren.

2. Freie Kahnfähre (Abb. 617). Beim Überfahren über Flüsse mit lebhafter Strömung rudert der Fährmann den Kahn nicht einfach quer hinüber. Er würde aus der Fährlinie dann vertrieben werden.

[1]) Über den Ausdruck Kaffe siehe ferner unter Abschn. 31, Schiffbau, Ziff. 3.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Er stellt den Kahn beim Fahren vielmehr stromauf gerichtet etwas schräg zur Strömung, mit dem Bug dem Landeufer zugeneigt und rudert dabei so viel gegen den Strom, daß er aus der Fährlinie nicht vertrieben wird. Der Kahn wird durch den Seitendruck der Strömung dann von selbst quer nach dem Landeufer getrieben. Man sagt dann: der Kahn giert hinüber.

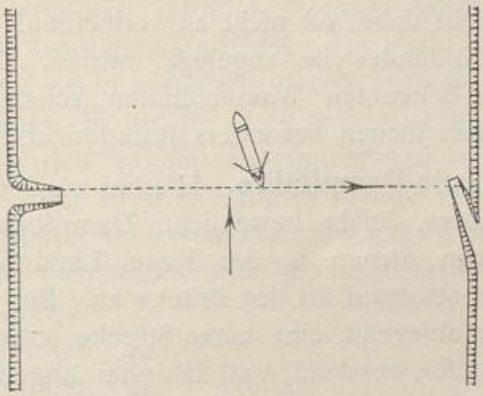
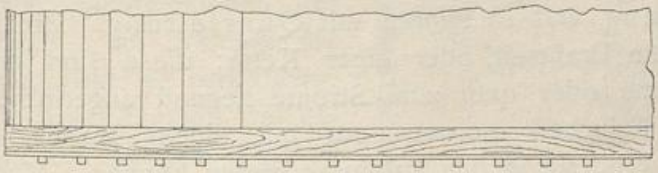


Abb. 617.

Anm. Unter Gieren versteht man allgemein das durch die Strömung bewirkte Quertreiben eines schief zur Stromrichtung gestellten Fahrzeuges.

Ist die Strömung sehr stark, so daß der Kahn trotz des Stromaufruderns und Gierens vertrieben werden würde, so muß der Fährmann zunächst am Abfahrtsufer eine Strecke



Draufsicht

Abb. 619.

Abb. 618.

stromauf rudern (schieben) und dann erst, wie vorbeschrieben, hinübergieren. Bei günstigem Winde wird anstatt der Ruder auch ein Segel gebraucht.

Als Landevorrichtungen für Kahnfähren dienen außer dem natürlichen Ufer Stege, Ufertreppen und Rampen.

3. Freie Prahmfähre (Schiebefähre). Bei dieser wird in der Strömung nach denselben Gesichtspunkten übergefahren wie bei der Kahnfähre, d. h. der Prahm wird gerudert (geschoben) und dabei möglichst zum Gieren gebracht. In manchen Strömen (Oder) werden zur Herbeiführung der Gierstellung des Prahmes und um dem Vertreiben entgegenzuwirken, sog. Schreckruder benutzt (Abb. 618). Diese haben am Schaft einen mit Eisen beschlagenen Absatz, mit welchem das Ruder gegen eiserne Knaggen gesetzt wird, die in einer durchgehenden eisernen Schiene am Unterstrombord des Prahmes festsitzen (Abb. 619). Bisweilen gehört zum Prahm auch ein Streichruder, das an der Abfahrtskaffe in eine einsteckbare Gabel gelegt wird. Zum

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Rudern (Schieben) gehören immer zwei bis drei Männer. Bisweilen wird auch ein Segel gebraucht. In starker Strömung ist das Überfahren sehr beschwerlich, besonders bei höheren Wasserständen; ein Vertreiben ist dabei oft nicht zu vermeiden. Dann muß stromabwärts an einer Notlandestelle angelegt werden. Meistens ist eine solche nach den bekannten Wasserständen schon bestimmt. Als Landevorrichtungen dienen besonders Rampen und Fährbuhnen.

4. Freie Dampffähre. Hierbei werden zur Personenbeförderung meist kleinere, leicht bewegliche Dampfboote benutzt. Als Landevorrichtungen dienen in der Regel Landebrücken. Das Dampfboot legt immer stromauf an der Brücke an. Bei der Abfahrt sackt es, von der Brücke ablegend, eine kurze Strecke stromab, dabei den Bug nach dem Landeufer wendend, und fährt im Bogen so, daß es stromauf gerichtet an der dortigen Landebrücke anlangt. Fährdampfer für Fuhrwerke haben ein breites, starkes Deck, das zur Auffahrt und zum Aufenthalt für Fuhrwerk nebst Zugtieren besonders eingerichtet ist.

C. Fähren mit Leitung.

5. Leitungsfähren im allgemeinen. Man unterscheidet a) Fähren mit Längsleitung und b) Fähren mit Querleitung. Die Leitung besteht in einem Drahtseil oder einer Kette; diese sind entweder längs zum Strome oder quer zum Strome liegend angeordnet. Die Leitungsfähren brauchen meistens nur mit einem Manne bedient werden, zumal wenn sie in der Strömung gieren können. Man nennt sie dann allgemein auch Gierfähren.

a) Das Längsseil (selten Längskette) ist eine größere Strecke oberhalb der Fährstelle mitten im Flußgrunde verankert (Abb. 620).

b) Das Querseil (oder die Querkette) ist oberhalb nahe der Fährstelle auf beiden Ufern befestigt und ist entweder auf den Fußgrund versenkt (Grundseil, Grundkette) (Abb. 624 und 626), so daß die Schiffe darüber hinwegfahren können, oder ist hoch über dem Wasserspiegel ausgespannt, an den Ufern von 2 Masten oder Türmen getragen, so daß Schiffe unter dem Seil hinwegfahren können (hohes Querseil) (Abb. 630, 631).

6. Gierprahm (Gierponte) mit Längsseil[1]) (Abb. 620). Oberstrom von der Fährstelle ist mitten im Strombett ein starkes Drahtseil verankert, das mindestens so lang, als der Strom breit ist. Am unteren Ende des Seiles ist der Fährprahm befestigt. Wenn dieser überfährt, beschreibt er eine Kreisbogenlinie, deren Mittelpunkt in der Ver-

[1]) Früher waren auch Längsketten, langgliedrige Stabketten, vielfach üblich, sind aber jetzt meistens durch Drahtseile ersetzt. Überhaupt stammen die Kettenfähren meistens aus der Zeit, als es noch keine geeigneten Drahtseile gab.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ankerungsstelle des Seiles liegt. Der Prahm pendelt (schwingt) bei der Überfahrt an dem Verankerungspunkt von einem Ufer zum anderen; daher nennt man solche Fähren auch Pendelfähren. Die Stellung des Prahmes ist beim Überfahren schief zur Stromrichtung, nämlich schräg stromauf nach dem Landeufer gerichtet. Der Prahm giert dann hinüber. Die Schiefstellung kann vermittels zweier Zweigseile (Steuerseile, Brittel) geregelt werden, in welche das Längsseil ausläuft. Diese sind an der Oberstromseite des Prahmes angebracht und können nach Bedarf je mit einer auf dem Bord befestigten Winde verkürzt oder verlängert werden. Bei großen schweren Prahmen geht das Längsseil auch durch bis zur Mitte des Prahmbords, wo es befestigt ist. Die Steuerseile können dann kürzer und schwächer sein. Je stärker die Strömung ist, desto steiler gegen die Strömung wird der Prahm eingestellt; dadurch wird der Zug auf das Seil ermäßigt. Bei schwachem Strome werden an der Oberstromseite des Prahmes zwei bis vier Gierbretter (Schwerter) hinabgelassen, um die Fläche, auf welche die Strömung wirkt, zu vergrößern.

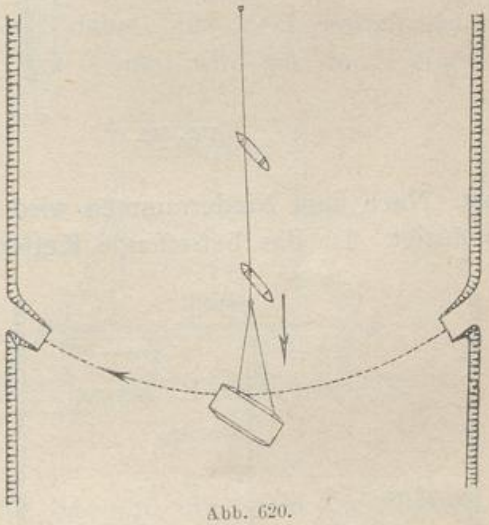


Abb. 620.

Ist das Längsseil wie gewöhnlich in breiten Flüssen sehr lang, so muß es mehreremal unterstützt werden, damit es mit seinem Durchhang (Bucht) nicht auf dem Grunde schleppt. Zur Unterstützung verwendet man Buchtnachen oder Buchtbojen. Buchtnachen (Abb. 620) sind einfache Kähne, die in einer Querbank eine aufrechtstehende Stange tragen. Die Stange hat oben einen Ring oder eine Kettenschlinge zur Aufnahme und Unterstützung des Längsseiles. Dieses hängt zwischen den Buchtnachen etwas durch. Buchtbojen (Abb. 622) sind schwimmende Tonnen aus Eisenblech. Gewöhnlich sind sie in das Längsseil gewissermaßen als Glieder mit eingeschaltet; eine Längsseilstrecke reicht dann immer von Boje zu Boje, zwischen ihnen etwas durchhängend. Die Bojen haben an jeder Stirnseite einen starken Haken, an dem die Öse des Drahtseiles angreift. Die beiden Haken sind im Innern der Boje durch einen Bolzen verbunden. In breiten Strömen mit reger Schiffahrt, z. B. am Rhein, muß das Seil überall so tief hängen, daß zwischen den Bojen Schiffe hindurchfahren können. Das Seil geht in diesem Falle unter den Bojen im ganzen durch und wird an jeder Boje durch zwei Tragketten gehalten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Verankerung des Längsseiles im Flußbett muß sehr sorgfältig sein. Je nach der Stärke des Strömung gehören dazu ein oder mehrere Anker; anstatt dessen ist auch ein eingerammter eichener Pfahl üblich, der mit dem Aufsetzer (Jungfer)[1]) niedergetrieben wird (Abb. 621). Um den Pfahlkopf liegt ein eingelassenes Eisenband mit Ring, an dem vor dem Beginn des Rammens eine Kette befestigt wird, die am anderen Ende ebenfalls einen Ring hat. Nach dem Niederrammen wird das Längsseil an dem Kettenring befestigt. Ist das betreffende Kettenende mit dem Ring schon unter Wasser, so wird es zu dem Zwecke aufgefischt, ebenso, wenn nach dem Verschleiß des Seiles ein neues Seil angebracht werden soll.[2])

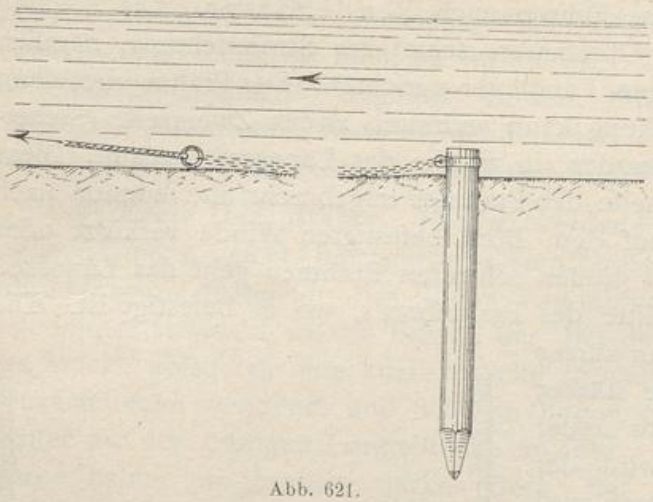


Abb. 621.

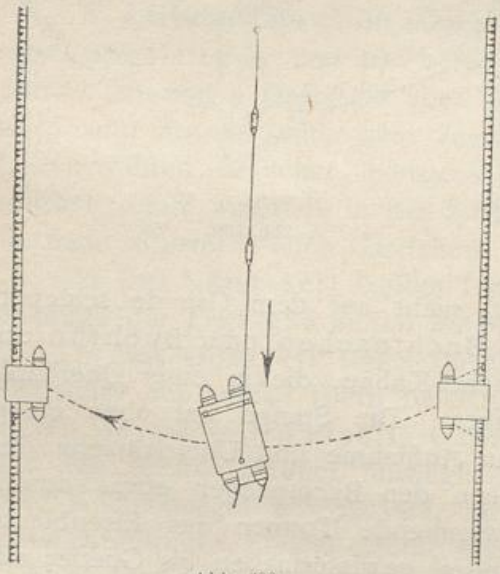


Abb. 622.

7. Gierbrücke mit Längsseil[3]) (Abb. 622, 623). Über die Verankerung und Führung des Längsseiles (Buchtnachen, Buchtbojen) gilt das unter Ziff. 6 Gesagte. Im vorliegenden Falle ist das Seil durch Buchtbojen unterstützt.[4]) Am unteren Ende des Seiles ist die Gierbrücke befestigt. Jedes der beiden Brückenschiffe

[1]) Über Aufsetzer vergl. Rammen, S. 160, bei C.

[2]) Auch bei Schiffbrücken werden solche Ankerpfähle an Stelle der Anker häufig angewendet.

[3]) Hierfür wird besonders häufig die Bezeichnung fliegende Brücke gebraucht; man würde genauer sagen fliegende Brücke mit Längsseil zum Unterschiede von fliegenden Brücken mit Querseil, die ebenfalls vorkommen.

[4]) Über die Bezeichnung des Verankerungspunktes des Längsseiles zu Ziff. 6 und 7 vergl I. Teil dieses Buches, S. 56, Schiffahrtspolizeiverordnung § 27, letzter Absatz.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

hat ein Steuer; die beiden Steuer sind mit einer Stange verbunden, so daß sie stets in gleichem Sinne eingestellt werden. Sie dienen dazu, die Brücke sogleich bei der Abfahrt in die Gierstellung zu drehen und am Ende der Fahrt aus dieser wieder heraus, also mit den Schiffen stromrecht zu drehen. Das Längsseil führt erhöht über die Brückentafel hinweg, indem es durch einen auf dieser in der Oberstromhälfte errichteten hölzernen Aufbau (sog. Portal) unterstützt ist, der quer zu den Schiffen steht (Abb. 622 und 623). Das Hinterende des Seiles ist an der Unterstromseite der Brückentafel an dieser befestigt oder an einem der Schiffe, meistens erhöht an einem Pfosten (oder an einer aufgestellten Winde) (Abb. 623). Die Brücke kann sich um diesen Befestigungspunkt des Seiles drehen und so verschiedene Stellungen einnehmen. Das Seil hat dabei über dem Portalbalken meistens Spielraum zum Gleiten. Dies Gleiten wird oft durch einen kleinen unter dem Seile liegenden Rollwagen (Laufkatze) erleichtert. Der Strom stößt gegen das Blatt der schief gestellten Steuerruder; wenn sie (die Blätter) z. B. nach dem Landeufer gedreht werden (Abb. 622), so dreht sich auch der Bug der Kähne nach dem Landeufer, und zwar so viel, als der Spielraum für das Seil über dem Portalbalken es zuläßt; die Brücke stellt sich also schief zur Stromrichtung und giert zum Landeufer hinüber. Vor dem Landen werden die Steuer entgegengesetzt gedreht. Die Gierbewegung hört dann allmählich auf, so daß die Brücke stromrecht langsam anfährt.

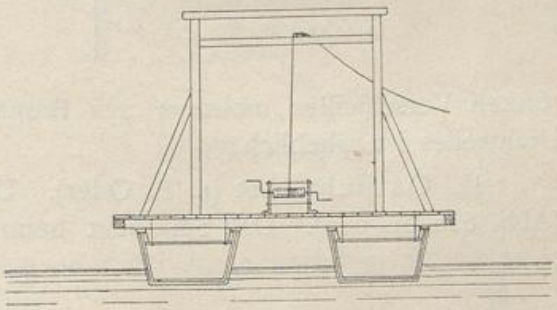


Abb. 623.

8. **Gierprahm mit Grundseil** (oder Grundkette) (Abb. 624 bis 629). Das Querseil ist auf jedem Ufer bei *A* und *B* befestigt; es kann dort nach den jeweiligen Wasserständen verlängert oder verkürzt werden. Es ist mit Durchhang durch das Flußbett geführt, so daß es für gewöhnlich auf dem Grunde aufliegt. An dem einen Ufer (*B*) dient zur Befestigung eine Winde (meistens Erdwinde). Mit ihr wird das Seil (Kette) bei notwendigen Instandsetzungsarbeiten und vor Eintritt des Eisstandes aufgeholt.

I. Rheinische Art (Niederrhein). Grundseil mit Laufrolle (Abb. 624, 625). Unter das Seil greift eine Rolle (Gabelrolle), an ihrem Umfang mit Rille versehen. Am Gabelstiel greifen zwei Steuerseile an, die am Bord des Gierprahms befestigt sind (öfters an erhöhten Pfosten) und wie bei Ziffer 6 mit Winden angewunden oder nachgelassen werden können. Wird dem Prahm durch geeignetes An-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

winden der Steuerseile die Gierstellung gegeben, so giert er hinüber, indem die Rolle, unter dem Seil entlangfahrend, dieses hoch nimmt und hinter dem Prahm wieder sinken läßt, so daß Schiffe über die Bucht des Seiles hinwegfahren können. Die Rollen sind wegen des

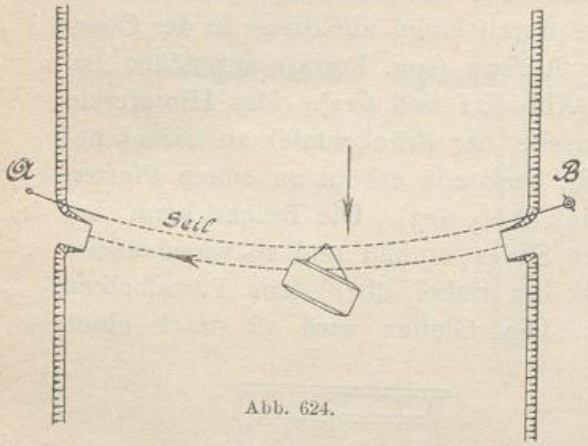


Abb. 624.

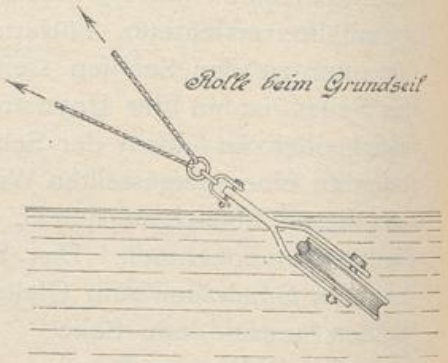


Abb. 625.

starken Verschleißes meistens aus Bronze; auch der Verschleiß des Drahtseiles ist erheblich.

II. Östliche Art (z. B. Oder). Über Bord gelegtes Grundseil (Abb. 626 bis 629). Das Seil liegt beim Fahren über dem Bord des schief gestellten Fährprahms, und zwar über zwei durch Rollen gebildete Lagerstellen (*a* und *b*) (Rollenstühle) (Abb. 627). Der eine Rollenstuhl (*a*) befindet sich vorn in der Mitte des Kaffenbords, der andere (*b*) auf dem Längsbord, etwa um $^1/_3$ der Prahmlänge von der Ecke zurückliegend. Da so der Prahm schief zum Strom liegt, giert er hinüber, indem er unter dem Seil, an den Rollen geführt, hinweggleitet; er holt das Seil vorn auf und läßt es hinten wieder fallen. Zwei ebensolche Rollenstühle (b_1 und a_1) befinden sich für die Rückfahrt in der anderen

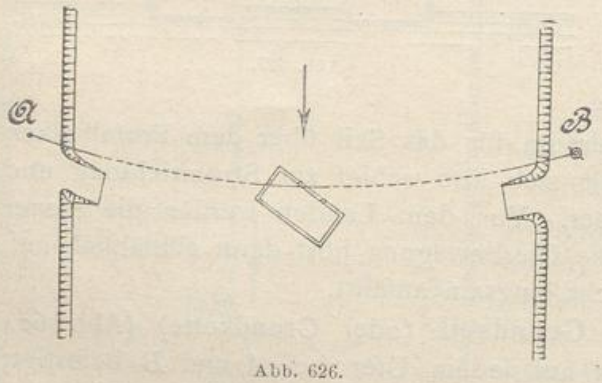


Abb. 626.

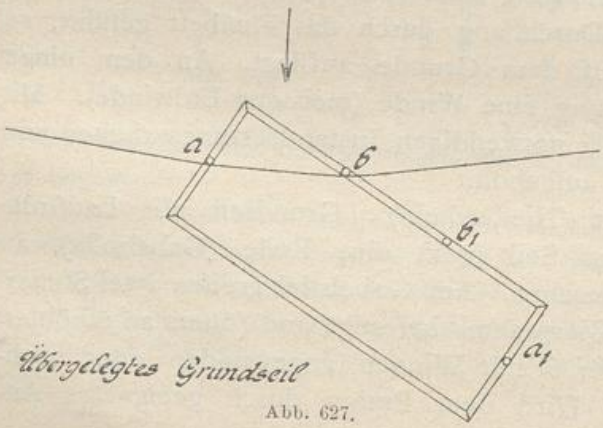
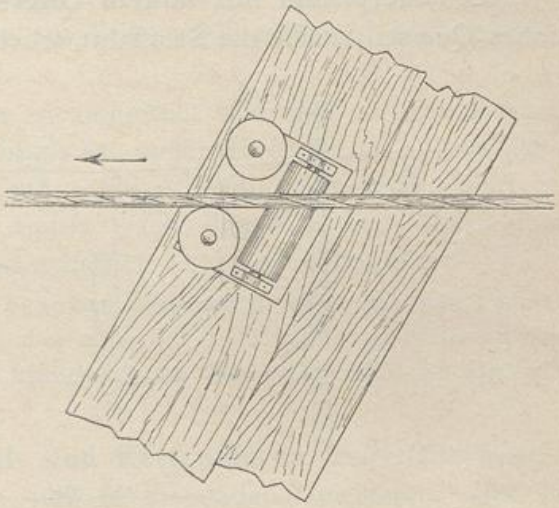


Abb. 627.

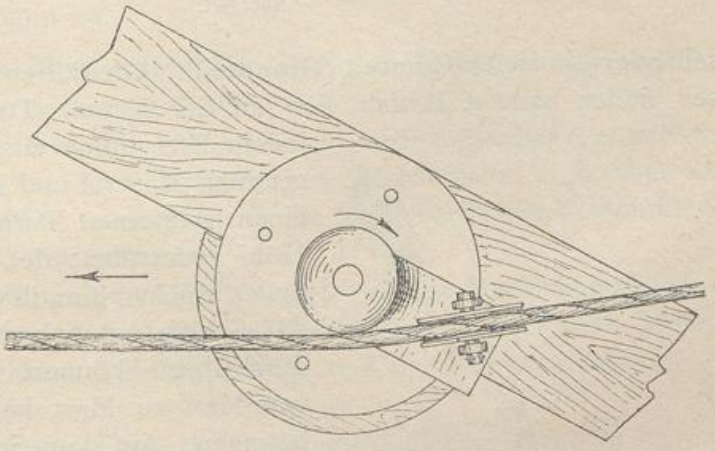
Prahmhälfte. Die Rollenstühle auf dem Bord b und b_1 (Abb. 629) bestehen aus einer Grundscheibe, die auf dem Bord befestigt ist. Im Mittelpunkt derselben steht senkrecht eine drehbare Führungswalze; an ihrer Achse sitzt unten ein verschiebbarer Arm, der eine senkrechte Rolle zur Unterstützung des Seiles trägt; diese Rolle paßt sich vermöge des verschiebbaren Armes der jeweiligen Seillage an. Der Rollenstuhl a (Abb. 628) besteht aus einer viereckigen Grundplatte und 3 Walzen, einer wagerechten zur Unterstützung des Seiles und zwei senkrechten zur seitlichen Führung. Er wird vor der Fahrt auf dem Kaffenbord eingesteckt mit einem an der Grundplatte sitzenden Dorn, und zwar bei a oder bei a_1, je nachdem die Fahrt in Richtung a oder a_1 gehen soll.



Rollenstuhl a

Abb. 628.

Bei Beginn der Fahrt wird das auf dem Grunde liegende Seil mittels Hakenstange emporgehoben und über die Rolle b gelegt; dann wird die Fähre am Seil bis in die Strömung gezogen und nun das Seil auf die Rolle a gebracht, so daß sich die Fähre schräg stellt und giert. Beim Landen wird das Seil von beiden Rollenstühlen abgeworfen oder es bleibt bei b liegen, um für die Rückfahrt auf die andere Rolle b_1 gelegt zu werden. An Stelle des Drahtseiles ist bei diesen Fähren auch häufig eine Kette in Gebrauch (Kettengierfähre).



Rollenstuhl b

Abb. 629.

Diese Fähren (I und II) sind für die Schiffahrt mitunter dadurch etwas lästig, weil an der Fährstelle nicht Anker geworfen oder geschleppt werden dürfen.

9. Gierprahm mit hohem Querseil (Abb. 630 bis 632). Ein hohes Querseil ist für die Schiffahrt erheblich günstiger als ein Längs-

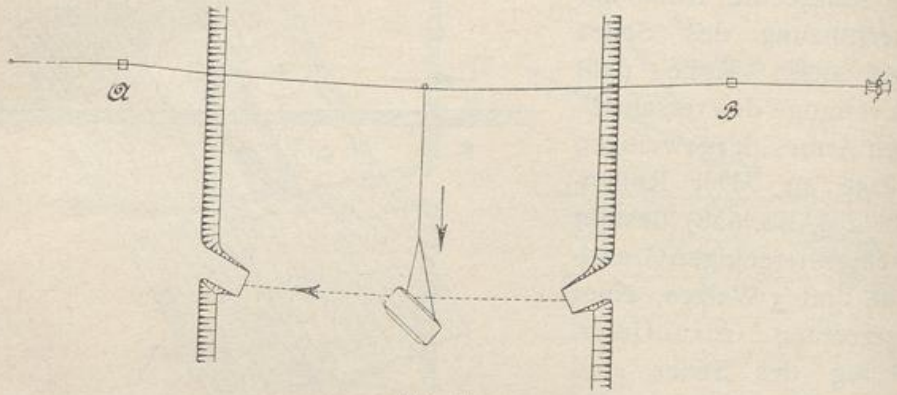


Abb. 630.

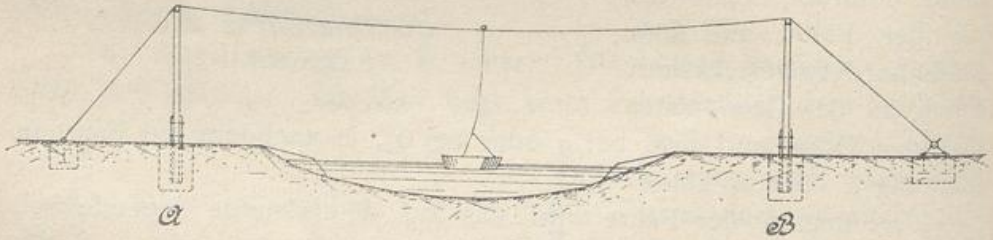


Abb. 631.

seil oder ein tiefes Querseil (Grundseil). Gierfähren mit hohem Querseil finden sich z. B. zahlreich an der Mosel. Das Querseil ist an jedem Ufer durch einen hölzernen oder eisernen Mast (*A* und *B*) (bisweilen auch einen steinernen Turm) von etwa 20 m Höhe unterstützt; der tiefste Punkt des Seiles reicht 18 m über H. Sch. W., so daß Schiffe mit hohem Treidelmast hindurchfahren können. Die Spannweite von Mast zu Mast kann 200 bis 250 m betragen. Auf dem Seil, das nur wenig durchhängt (5 bis 6 m) läuft eine Laufrolle mit Gabel (Abb. 632). Am Gabelstiel ist das Zugseil befestigt, das mit dem Fährprahm in Verbindung steht. Dieses Zugseil teilt sich vor dem Prahm in zwei Steuerseile (Brittel) (Abb. 630), von denen jedes auf dem Prahm mittels einer

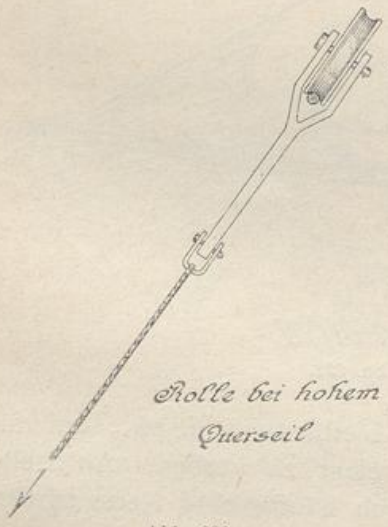


Abb. 632.

Winde nach Bedarf angewunden oder nachgelassen werden kann, so daß der Prahm giert wie bei Ziff. 6 und 8. Beim Gieren läuft die Rolle auf dem hohen Querseil, mit der Fahrt des Prahmes Schritt haltend, bis zum anderen Ufer. Bei starkem Strome (Hochwasser) wird der Prahm zur Strömung möglichst steil gestellt, damit die Seile nicht zu großen Zug erhalten.

Die Fährmasten müssen so aufgestellt sein, daß sie dem Eisstoß nicht ausgesetzt sind und möglichst außer Hochwasser. Kann dies nicht erreicht werden, so erhalten sie erhöhten steinernen Unterbau. Jeder Mast wird von seiner Spitze nach dem Erdboden (besonders nach oberstrom) mit mehreren schrägen Drahtseilen verankert.

Anm. Es gibt auch Gierbrücken (fliegende Brücken) mit hohem Querseil. Das Zugseil greift dann, wie dies unter Ziff. 7 für das Längsseil beschrieben ist, an der Brücke an. Auch die Einrichtung der Gierbrücke selbst ist ganz wie die unter Ziff. 7 beschriebene.

10. Gewöhnliche Seil- und Kettenfähren (keine Gierfähren). Solche werden hauptsächlich nur in stehenden Gewässern oder in Flüssen mit schwachem Strome angewendet. Das Fahrzeug, meistens ein Prahm, liegt während der Fahrt in gleicher Richtung mit der Fährlinie (also nicht schief). Am Oberstrombord sind seitlich zwei senkrechte Rollen mit Rille befestigt, über welche das Grundseil oder die Grundkette gelegt ist. Am Seile oder der Kette wird das Fahrzeug entweder mit Hand weiter gezogen oder mit einer auf dem Bord befestigten Winde weiter gewunden, um deren Trommel das Seil oder die Kette geschlungen ist.

11. Einiges über Fährfahrzeuge und Nebeneinrichtungen. Die Fährfahrzeuge, besonders Kähne und Prahme müssen, damit sie nicht beliebig ausgetauscht werden können, ordnungsmäßig bezeichnet sein. Hierüber sowie über die sonstigen Erfordernisse, z. B. über zu haltende Rettungskähne u. dergl. siehe die fährpolizeilichen Vorschriften Seite 80 im I. Teil dieses Buches.

Fährprahme zeigen in ihrer Bauart einzelne Verschiedenheiten. Sie bestehen meistens aus Holz, werden neuerdings aber auch häufig aus Eisen erbaut, ebenso die Fährkähne und die Fahrzeuge der Gierbrücken.

Gewöhnliche Fährprahme für zwei gewöhnliche Fuhrwerke haben etwa folgende Abmessungen: 14 bis 15 m lang, 3,5 bis 4,0 m breit, 0,80 bis 1,0 m hoch von Unterkante des Bodens bis zum Bord gemessen. Bei voller Belastung ist meistens eine freie Bordhöhe von etwa 25 cm vorgeschrieben. Sind Landeklappen vorhanden, so sind diese etwa bis 1,8 m lang (weiteres in Ziff. 13). Die Fahrbahn liegt meistens dicht über dem Boden des Prahms. Die Fährprahme im Rheingebiet verjüngen sich in der Breite etwas nach den Kopfenden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ihr Bord liegt überall gleich hoch (Abb. 633). Über den Bodenrippen liegen Längshölzer und über diesen die tannenen Querbohlen, welche die Fahrbahn bilden (ungenagelt). Der (meist eichene) Boden ist doppelt, nämlich mit einer sog. Sohle übernagelt. An östlichen Flüssen sind die Prahme meistens vollständig rechteckig. Der Bord an den Kaffenenden liegt meistens tiefer als die Seitenborde (Abb. 634); dies geschieht zur Erleichterung der Einfahrt. Die Querbohlen der Fahrbahn sind hier unmittelbar zwischen die Bodenrippen eingepaßt,

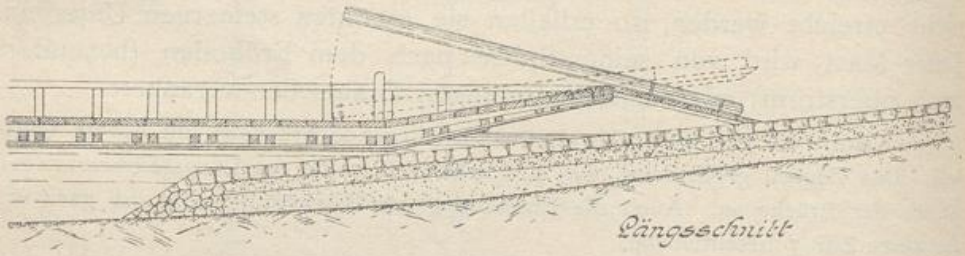


Abb. 633.

über welche also zugleich gefahren wird. Der kieferne Boden ist dicker als der eichene der rheinischen Ponten.

Die Prahme haben meistens Poller, je zwei an beiden Längsseiten in der Nähe der Kaffen oder nur an einer Seite.

Bei den Hochseilfähren (Ziff. 9) wird bei Hochwasser und stärkerer Strömung das Zugseil mit dem unteren Ende (Hanftau ohne Brittel)

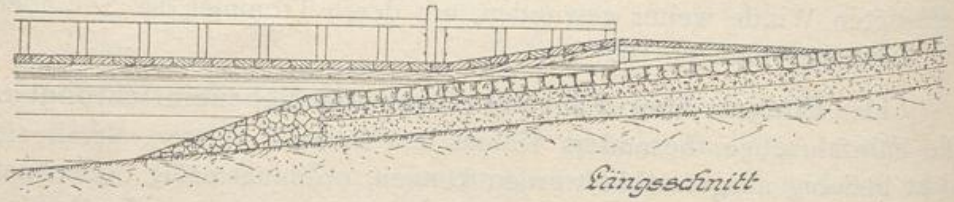


Abb. 634.

um einen Poller geschlungen zwecks steilster Schrägstellung und dabei ein Streichruder gebraucht. Sehr große Prahme (Ponten) für mehrere Fuhrwerke sind am Rhein etwa 20 m lang, 6 m breit, 1,3 m im ganzen hoch. Sie sind von Eisen, und zwar gedeckt. Die Fahrbahn liegt auf dem Deck. In der vorbezeichneten Länge sind die Landeklappen nicht eingerechnet, welche jederseits 3 m lang sind. An jeder Seite ist ein Geländer, an den Kaffen ein Sperrbaum oder eine Sperrkette. Die Stärke der Drahtseile bei Fähren richtet sich nach dem auf sie wirkenden Zuge, d. h. nach der Strömung und der Größe und Art des Fahrzeuges, auch nach der Spannweite (besonders bei Hochseilfähren), besonders aber auch nach dem Verschleiß. Bei breiten Flüssen und Strömen kommen Stärken von etwa 18 bis 25 mm vor. Ähnliches gilt für die Ketten. Über Landeklappen und Landepritschen siehe Ziff. 13.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

D. Landevorrichtungen.

Die Landevorrichtungen müssen so eingerichtet sein, daß das Landen bei den verschiedensten Wasserständen möglich ist. Bei größerem Hochwasser, oft auch schon unter M. H. W. sind jedoch die meisten Fähren außer Betrieb. Zuletzt besteht dann nur noch die Möglichkeit des freihändigen Übersetzens mit Kähnen.

Fährrampen und Fährbuhnen sind besonders für Kahn- und Prahmfähren, Landebrücken für Brückenfähren und für Fährdampfer in Gebrauch.

12. Fährbuhne. Unter Fährbuhne versteht man ein buhnenartiges Bauwerk mit großer Kronenbreite (oft 5 m und mehr), dessen Kopf eine Rampe ist. Die Fährbuhne gehört in der Regel zu einer Buhnengruppe des Stromausbaues. Sie wird in diesem Falle bei Wasserständen über M. W. daher meistens überströmt. Die Fähre kommt dann außer Betrieb oder ist auf einen Notlandeplatz angewiesen. Die Krone, die Seitenböschungen und der rampenartige Kopf sind gepflastert, letzterer bis N. W. hinab. Die Kopfneigung darf bei Fuhrwerksfähren nicht steiler als etwa 1 : 10 bis 1 : 12 sein.

13. Fährrampen. Die Fährrampe hat eine Längsneigung, die einheitlich von der Uferhöhe bis N. W. abfällt. Die Rampe kann längs zum Ufer angelegt sein (Abb. 617 links) oder quer. In beiden Fällen ist sie möglichst stromab geneigt anzuordnen zwecks besserer Anfahrt, damit das Fahrzeug beim Landen nicht gedreht zu werden braucht (Abb. 620, 624). Die Kronenneigung der Fährrampe richtet sich nicht nur nach dem Landverkehr, sondern namentlich auch nach dem landenden Fahrzeug; denn im Bereich des Wasserwechsels muß die Neigung genügend steil sein, damit die Bodenkante des anfahrenden Prahms nicht zu früh auf Grund (Rampenkrone) stößt, d. h. damit zwischen dem Prahm und dem Wasserrande an der Rampe ein möglichst kleiner Zwischenraum verbleibt. Man kann infolgedessen bei Prahmfähren meistens keine flachere Neigung als 1 : 10 bis 1 : 12 erzielen. Der Zwischenraum muß für das Landen ausgefüllt werden. Dies geschieht z. B. durch sog. Landeklappen, von denen sich je eine an dem Vorder- und dem Hinterende des Prahms befindet. Die Klappe ist bei der Fahrt hoch genommen, beim Landen wird sie auf die Fährrampe hinabgelassen (Abb. 633) oder anderseits durch Landepritschen (Landeschlitten oder -wagen) (Abb. 634). Sie haben auf der Fährrampe ihren Platz und werden je nach dem Wasserwechsel vor- oder zurückgeschoben, ähnlich, wie dies auch bei der Landebrücke für die Schiffbrücke (Abb. 526a) zu sehen ist. Die Landeklappe wird bei größerer Länge mit zwei an den Seiten befindlichen Hebebäumen gehandhabt (Abb. 633), die während der Fahrt im Prahm herunter-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gedrückt und an den Prahmwänden oder am Boden durch übergelegte und angehakte Kettenenden befestigt sind; die Klappe ist dann über Wasser hoch genommen (punktiert).[1]) Beim Landen werden die Hebebäume losgemacht, die Klappe wird dann auf die Rampe hinabgelassen und vermittelt die Abfahrt aus dem Prahm auf die Rampe und umgekehrt, allerdings etwas mangelhaft, weil sie eine der Rampe entgegengesetzte Neigung einnimmt, so daß sich zwischen ihr und der Rampe eine starke Einsattlung bildet.

Die Landepritsche (Landeschlitten oder -wagen) vermittelt die Aus- und Einfahrt besser, da ihre Fahrbahn wagerecht oder mit wenig Steigung zwischen dem Prahm und der Rampe sich gut einfügt. Landewagen ist eine Landepritsche, die vorn mit Seitenrädern versehen ist (manchmal auch hinten mit kleineren Rädern; dann gehört dazu noch eine herangeschobene kleinere Pritsche) (Abb. 526a). Der beste Ausgleich findet statt, wenn eine Landeklappe und eine Landepritsche gebraucht wird, auf welche letztere sich die Landeklappe beim Landen vorn auflegt. Die Fährrampen müssen gut gepflastert sein, sowohl auf der Krone wie auf den Seitenböschungen. Sie müssen mit Befestigungsringen (in der Seitenböschung nahe der Krone) zum Festlegen des Fahrzeuges versehen sein. Sind Geländer an der Rampe notwendig, so müssen sie wegen Hochwasser und Eisgang abnehmbar eingerichtet sein (sie kommen selten vor).

Es gibt auch Fährrampen, welche buchtartig in das Ufer eingeschnitten sind, aber nicht bei Gierfähren.

14. Landebrücken im allgemeinen. Landebrücken für Fährschiffe und für Schiffe der durchgehenden Schiffahrt sind nicht wesentlich verschieden.

In Kanälen, Seen und Flüssen mit geringem Wasserwechsel bestehen ständige Landebrücken in der Regel in stegartigen Brückenbauten mit gerammten Pfählen, darüber Holme und Brückenbalken mit Bohlenbelag und Geländer, vorn erforderlichenfalls Prellpfähle zur Anfahrt und zur Befestigung der Fahrzeuge. In Flüssen und sonstigen Gewässern mit größerem Wasserwechsel müssen die Landebrücken hierfür besonders eingerichtet sein. Bisweilen sind hierzu Bockbrücken geeignet, deren Brückentafel auf Unterzügen ruht, die an eingerammten Pfahlböcken mittels Schraubenstangen u. dergl. je nach dem Wasserwechsel hoch oder tief eingestellt werden können (Abb. 635); oder es werden schwimmende Landebrücken angewendet, die verschieden eingerichtet sein können; z. B. können die Böcke, welche die Unterzüge der Brückenbahn tragen, auf Schiffsgefäßen aufgestellt

[1]) Überfahrende dürfen sich nicht auf die Hebebäume setzen, da diese sich manchmal aushaken, hochschlagen und Menschen über Bord werfen können; vergl. im I. Teil dieses Buches S. 83, § 24.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

sein (Abb. 636), ähnlich wie bei der Landrampe einer Schiffbrücke (Abb. 525), oder es kann die eigentliche Brückenbahn aus einer großen schwimmenden Tafel bestehen, z. B. einem Balkenfloß oder einem Floß, das aus einzelnen Kähnen oder Tonnen mit darüberliegender mit ihnen fest verbundener Brückentafel gebildet wird, oder aus einem großen gedeckten Prahm. Die schwimmende Tafel kann sich dann mit dem Wasserwechsel frei heben und senken. Sie wird mit dem Ufer durch einen schwebenden Steg verbunden, welcher das eine Auflager auf der Schwimmtafel und das andere auf dem Ufer hat. Der Verbindungssteg wird bei größerer Länge angemessen verstärkt (seitliche Hauptträger, Hängewerke mit Unterzug). Schwimmbrücken

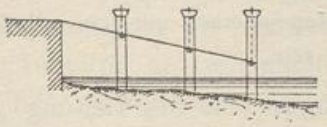


Abb. 635.

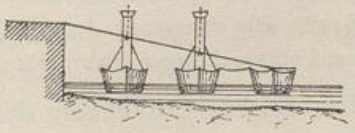


Abb. 636.

werden besonders angewendet, wenn zwischen dem Fahrwasser und dem Ufer eine längere Strecke seichten Wassers vorhanden ist (z. B. bei Buhnenzwischenräumen u. dergl.). Die Schwimmtafel muß natürlich entsprechend festgelegt und verankert sein. Da jedoch bei Landestellen das Fahrwasser in der Regel näher an das Ufer herantritt, zumal die nötige Annäherung durch Baggern erzielt wird, so bestehen die meisten Landebrücken nur aus einer schwebenden Brückentafel, die das eine Auflager auf dem Ufer und das andere auf einem geeigneten Schiffsgefäß hat; man kann sie Landebrücken mit Schwimmauflager nennen. (Weiteres siehe unter Ziff. 16 bis 18.)

Bei allen Landebrücken für starken Menschenverkehr ist auf die Sicherheit der Bauart und besonders auch der Geländer sorgfältig zu achten.

E. Fährbetrieb bei Hochwasser, Eistreiben und drohenden Zusammenstößen.

15. Hochwasser, Eistreiben und andere Gefahr. Solange die Fähren bei Hochwasser und Eistreiben noch in Betrieb sind, erfordern sie besondere Vorsicht, zumal die Leitungsfähren (Gierfähren). Es muß damit gerechnet werden, daß infolge der starken Strömung oder infolge des Druckes antreibender Schollen die Leitung reißt, ferner daß infolge andringender Schollen, falls die Leitung hält, der Oberstrombord des Fahrzeuges unter Wasser gedrückt wird; eine ähnliche Gefahr tritt ein, wenn ein treibendes Schiff oder andere treibende Gegenstände das Fährfahrzeug bedrohen. (Das Reißen eines

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Seiles, besonders eines Querseiles ist übrigens auch zu anderen Zeiten möglich, weil allmählich ein Verschleiß eintritt.)

In der Fährpolizeiverordnung für die Mosel heißt es daher mit gutem Grunde (Teil I des Buches, S. 84):

§ 28. Bei den Gierfähren muß die Verbindung des Fahrzeuges mit dem Fährseil so eingerichtet sein, daß sie bei vorhandener Gefahr, welche treibende Eisschollen, Schiffe usw. herbeiführen könnten, sofort leicht gelöst werden kann, derart, daß das Fahrzeug frei abzuschwimmen vermag, ehe ein Zusammenstoß erfolgt.

§ 29. Wenn bei hohen Wasserständen das Gieren mit der Fähre gefährlich ist, darf das Fährgefäß nur freihändig übergefahren werden. Nötigenfalls wird der Wasserbauinspektor mit der Ortspolizeibehörde für einzelne Fähren einen bestimmten Wasserstand festsetzen und durch dauernde Marken bezeichnen lassen, bis zu welchem das Gieren mit der Fähre zulässig ist.

§ 27. Die Fahrzeuge der Gierfähren müssen jederzeit mit dem vollständigen zur freien Fahrt gehörigen Fahrgerät ausgerüstet sein.

Die leichte Löslichkeit des Fahrzeuges von der Leitung gemäß § 28 kann in verschiedener Weise sichergestellt sein. Bei Seilfähren, an deren Fahrzeug Zweigseile mit Winde angreifen, müssen die Zweigseile an den Winden (ohne sonstige Befestigung) frei ablaufen können. Ist dies nicht der Fall, oder sind die Seile an Pollern oder Haken befestigt, so muß das Seil am Fahrzeug in einem Befestigungstau auslaufen, das in Augenblicken der Gefahr durchgehauen werden kann. Ein Beil soll sich immer auf dem Fahrzeug befinden.

Bei Fähren mit übergelegtem Grundseil (oder Grundketten), Ziff. 8, II, kann das Seil jederzeit leicht und schnell von dem Fahrzeug gehoben werden.

Das freihändige Überfahren mit dem Fahrzeug überhaupt und nach Lösung von der Leitung ist bei tüchtigen Fährleuten nicht gefährlich, auch meistens nicht bei Hochwasser und Eistreiben, aber langwierig und mühevoll, da das Fahrzeug vertrieben wird. Es ist dann Sache eines umsichtigen Fährmannes, den Notlandeplatz richtig zu wählen.

F. Besonderes über Landebrücken.

16. Landebrücken mit Schwimmauflager. Hier sind Landebrücken gemeint, welche aus einem verankerten Schiffsgefäß und einer darauf ruhenden bis zum Ufer reichenden Brückentafel bestehen (Abb. 637 bis 642). Das Schiffsgefäß hebt oder senkt sich mit den wechselnden Wasserständen, während das Landauflager der Brückentafel dauernd (oder nur in bestimmten Grenzen wechselnd) dieselbe Lage behält. Die Brückentafel liegt nur vorübergehend wagerecht; meistens ist sie nach den Wasserständen mehr oder weniger geneigt. Die Landebrücken dienen hauptsächlich zum Anlegen von Personen- und Güterdampfbooten, auch Motorbooten; für letztere sind sie aber

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nur in kleineren Abmessungen in Gebrauch. Landebrücken für großen Verkehr haben manchmal bedeutende Lasten aufzunehmen, namentlich auch Menschengedränge; deswegen muß die Brückentafel stark gebaut und mit einem starken Geländer versehen sein.

Zum Festmachen des anlegenden Schiffes müssen mindestens zwei Poller vorhanden sein, jederseits von der Brückentafel einer. Die anfahrenden Schiffe bringen den Landebrücken erhebliche Stöße bei, und zwar sowohl dem Schiffsgefäß, als auch der Brückentafel und den Auflagern. Die Schiffe haben beim Anlegen oft noch ein wenig Fahrt und üben auf die Brücke einen starken Schub aus. Aus diesem Grunde muß das Brückenschiff ober- und unterstrom mit Ketten nach dem Ufer mehrmals festgelegt sein. Infolge von Wellenbewegungen zerren aber auch die festgelegten Schiffe an der Landebrücke; dieser Beanspruchung müssen ebenfalls die Ketten, die das Brückenschiff mit dem Ufer verbinden, entgegenwirken. Es kommen hier folgende Hauptformen in Betracht:

a) für die größere Schiffahrt. Die Brückentafel reicht etwa bis zur Hälfte des Brückenschiffes. Die Poller zum Festmachen befinden sich auf dem Brückenschiffe. Die Stöße werden zunächst von diesem aufgenommen und übertragen sich dann auf die Brückentafel und das Landauflager (Abb. 637 bis 639);

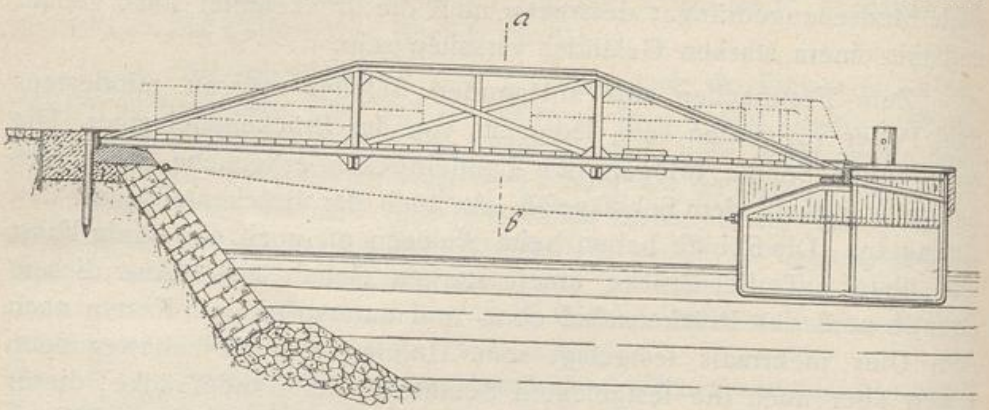
b) für die kleine Schiffahrt (Motorboote, Dampfbarkassen). Die Brückentafel reicht über das Brückenschiff oder den sonstigen Schwimmkörper hinweg. Die Poller sind an der Stirn der beiden Brückenhauptträger angebracht. Das Fahrtschiff legt an der Stirn der Brückentafel an, welche auch unmittelbar die Stöße empfängt (Abb. 640 bis 642).

Bei Eistreiben und größerem Hochwasser werden die Landebrücken in Sicherheit gebracht.

17. Landebrücken für größere Schiffahrt (Abb. 637 bis 639), als Beispiel zu Ziff. 16 (Rhein). Das Brückenschiff besteht aus Eisen. (Hölzerne Brückenschiffe sind nicht mehr üblich.) Es ist meistens ganz gedeckt. Für das Auflager der Brückentafel hat das Brückenschiff einen Ausschnitt in Brückenbreite. Stromseitig ist der Bord mit einer angeschraubten breiten eichenen Schutzplanke versehen. Das eiserne Deck ist in Brückenbreite mit Bohlen belegt, im übrigen besteht es aus Riffelblech. Das Auflager der Brückentafel besteht am einfachsten aus einem aufgeschraubten eichenen Lagerholz mit etwas Wölbung und einer senkrechten Eichenbohle zur Aufnahme der Stöße. Die Brückentafel ist im vorliegenden Falle ganz aus Eisen mit Ausnahme des hölzernen Bohlenbelages. Sie hat als Hauptträger zwei eiserne Hängewerke, an welche zwei eiserne Unterzüge (I-Eisen) an-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gehängt sind; die über diesen liegenden Längs- oder Zwischenträger sind ebenfalls I-Eisen. Sie bilden die eigentlichen Brückenbalken und



Längsschnitt

Abb. 637.

haben hauptsächlich die Stöße aufzunehmen. Das landseitige Auflager der Brücke wird hier durch einen Werkstein mit Wölbung und eine

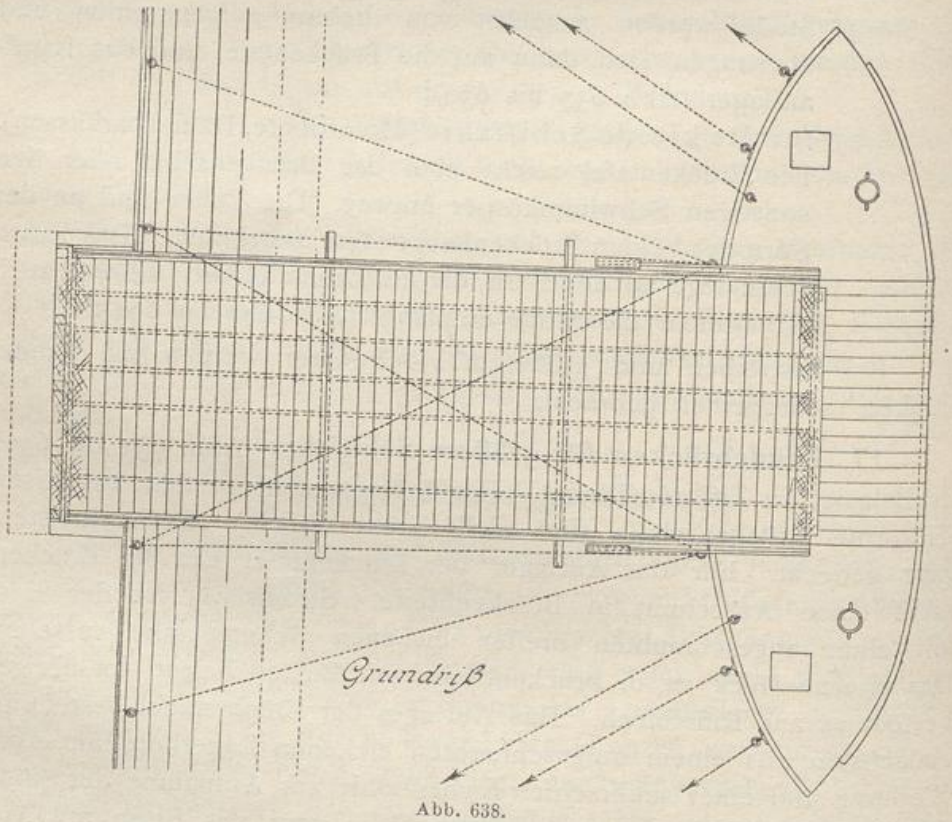
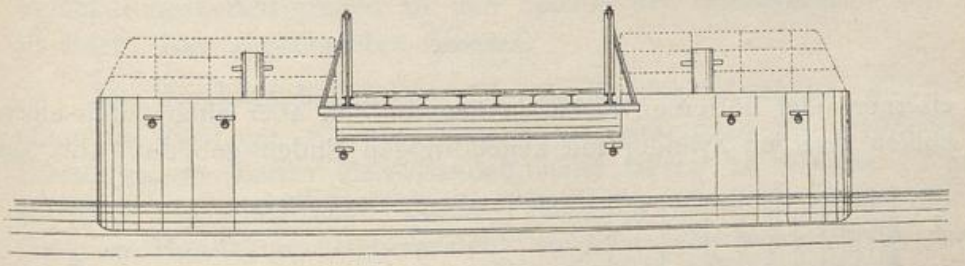


Abb. 638.

senkrechte eichene Stirnbohle gebildet, die an eingerammte Pfähle genagelt ist. Ein Betonklotz, der die Pfähle stützt, verteilt die Stöße auf

das Erdreich. In der Ufermauer (hier Schrägufer $1 : {}^3/_4$) sind verankerte Ringe zur Aufnahme der Befestigungsketten fest angebracht Die Anker der Ringe stecken in Betonklötzen. Am Brückenschiff sind ebenfalls entsprechende Ringe angebracht. Um die Querschwenkungen des Brückenschiffes bei Wellenschlag zu ermäßigen und ihm mehr Steifigkeit zu verleihen, ist an ihm auf jeder Seite der Brückentafel ein Auslegerarm festgenietet oder -geschraubt, dessen Ende ein Gegengewicht trägt. Dieses ist vermittels einer Kette am Obergurt des Hängewerkes befestigt.

Das Brückenschiff ist am landseitigen Bord mit einem Geländer eingefaßt, ebenso sind die Hauptträger der Brücke durch Geländeranschlüsse vervollständigt; diese sind der Deutlichkeit wegen punktiert gezeichnet. Die Fugen an den Enden der Brückentafel bei dem Schiffs- und dem Landauflager sind mit Riffelblechplatten überdeckt.[1])



Querschnitt a-b

Abb. 639.

In neuerer Zeit wird die Brückentafel häufig so gebildet, daß als Hauptträger (an Stelle der Hängewerke) jederseits einfache I-Walzträger (bis 0,50 m hoch) gelegt werden, an welche die I-Unterzüge angehängt werden. Die Brückenbalken sind dann von Holz, da solches die Stöße am besten aufnimmt. Bei kleineren Verhältnissen können auch die Hauptträger, die Unterzüge und Balken von Holz sein, auch werden die Hauptträger durch ein hölzernes Hängewerk ersetzt. Die Befestigungsketten können dabei weniger zahlreich sein. Bei sehr langen Brücken werden die Hauptträger der Brückentafel auch wie bei der Landebrücke der Schiffbrücke in Abb. 526, 526a gebildet, auch kann noch in der Mitte zwischen Brückenschiff und Ufer unter der Brückentafel ein zweites Brückenschiff eingestellt werden. Die Unterstützung muß dann durch einen Bock mit verstellbarem Unterzug be-

[1]) Die mitgeteilte Landebrücke für große Rheindampfschiffe hat 13,5 m Stützweite der Brückentafel, welche eine lichte Breite von 4,5 m hat. Das Brückenschiff ist 15 m lang, 4 m breit und 2,4 m hoch. Es kommen Stützweiten von 20 m und mehr vor; auch zeigen die Auflager manche Verschiedenheiten; dies würde hier zu weit führen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wirkt werden. Bei flach ansteigendem Hochufer kann wie in Abb. 526a das Landauflager mit Rädern versehen werden, die auf Schienengleisen laufen, um das Auflager beim Wasserwechsel verstellen zu können.

18. Landebrücken für kleine Schiffahrt (Abb. 640 bis 642), als Beispiel zu Ziff. 16 (Rhein). Der Schwimmkörper wird durch einen

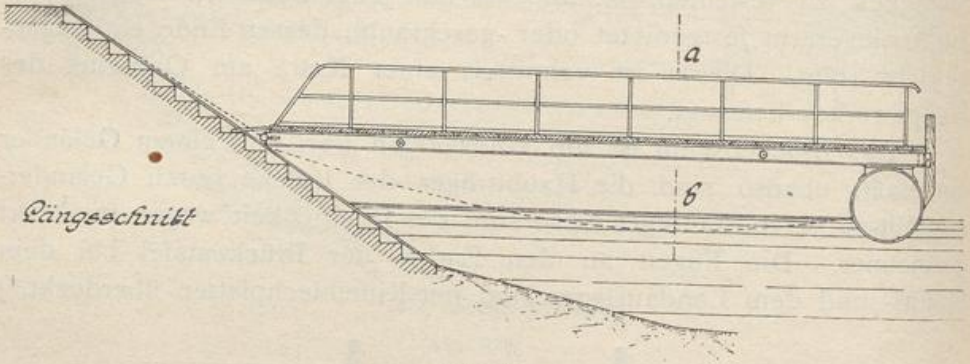


Abb. 640.

eisernen oder hölzernen Kahn, in neuerer Zeit aber auch durch einen hohlen eisernen Zylinder mit kegelförmigen Enden gebildet (Abb. 640

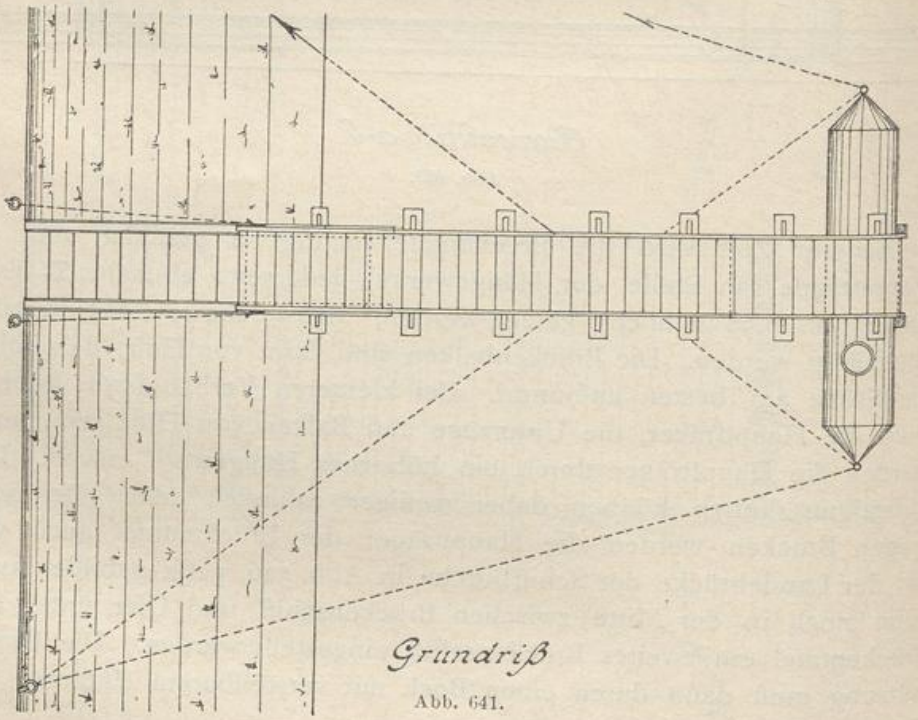
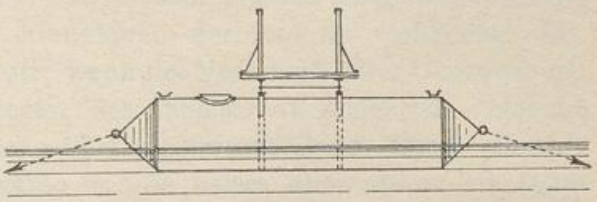


Abb. 641.

bis 642). Die Eisenträger der Brückentafel, von denen meistens nur zwei vorhanden sind, sind in diesem Falle mit dem Zylinder fest und steif verbunden; darüber liegt der Bohlenbelag. Das andere Auflager der Brückenträger ist verstellbar eingerichtet. Die Trägerenden ruhen auf ⊔-Eisen, die geneigt auf der Böschung befestigt sind; die Trägerenden

sind durch Drahtseile gefaßt, welche auf der Uferkrone mit Ringen festgemacht sind. Zwischen den festgeschraubten ⊔-Eisen befinden sich die Stufen einer Ufertreppe. Würde beim Steigen oder Fallen des Wassers sich die Brückentafel zu schräg einstellen, so wird das Landauflager an den Drahtseilen durch Verkürzung oder Verlängerung der Drahtseile höher oder niedriger eingestellt.



Querschnitt a-b

Abb. 642.

An der vorderen Stirn der Brückenträger sind hölzerne Poller von Eichenholz angeschraubt. Oben im Eisenzylinder befindet sich ein Mannloch. Die Verankerungsketten greifen an den Spitzen des Eisenzylinders an, je an einem dazu angebrachten Ringe.[1])

19. Notlandebrücken. Die Stromaufsichtsbeamten kommen öfters in die Lage, für angesetzte Strombefahrungen an bestimmten Uferstellen in kurzer Zeit Landebrücken bauen zu müssen. Dies geschieht am einfachsten durch Festlegung eines Dienstfahrzeuges (größerer Handkahn, Baggerprahm) am Ufer oder wenig davon entfernt. Auf dieses werden Balken bis zum Ufer gelegt und über die Balken Bohlen oder Bretter, letztere nötigenfalls doppelt, und beiderseits der Brückentafel, soweit erforderlich, ein leichtes Geländer angebracht. Werden ähnliche Landebrücken zur Ausschiffung von Menschenmassen bei veranstalteten Festfahrten oder bei sonstigen Gelegenheiten nötig, so muß ihre Sicherheit sorgfältig überwacht werden.

---

[1]) Die Stützweite der Brückentafel ist hier 7 m; diese hat eine lichte Breite von 1 m. Der eiserne Schwimmzylinder hat 1 m Durchmesser und ist 5 m lang von Kegel- zu Kegelspitze.

Abschnitt 31.

Schiffbau.

A. Allgemeines.

1. Einteilung der Schiffe. Im folgenden handelt es sich um Binnenschiffe im Gegensatz zu Seeschiffen. Seeschiffe von kleineren Abmessungen verkehren auch in den Mündungen und im Unterlauf der Ströme.[1])

Einen Übergang von den Binnenschiffen zu den Seeschiffen bilden die Seeleichter, die in hinreichend tiefen Binnenwasserstraßen (z. B. im Dortmund-Ems-Kanal) Ladung nehmen, zum Mündungshafen fahren und dann mit Seedampfern über See nach einem anderen Seehafen geschleppt werden, um dort zu löschen und auch umgekehrt. Dadurch wird die Umladung gespart, welche andernfalls vom Binnenschiff auf ein Seeschiff und umgekehrt nötig werden würde. Die Seeleichter sind natürlich stärker gebaut als gewöhnliche Binnenschiffe.

Man kann die Binnenschiffe einteilen in:

a) Schiffe ohne eigene Triebkraft (Segelschiffe, Treib-, Treidel- und Schleppschiffe)[2]) und

b) Schiffe mit eigener Triebkraft (Dampfschiffe und Motorboote). Über die verschiedenen Arten der Dampfschiffe und Motorboote vergl. den Abschnitt Schiffahrtsbetrieb, S. 468, Ziff. 5.

Ferner kann man unterscheiden Fluß- und Kanalschiffe, falls für letztere eine besondere Bauart angewendet wird.

---

[1]) Auf dem Rhein kommen Seeschiffe in gewöhnlicher Fahrt bis Köln (Rhein-Seedampfer), die größeren haben 1100 t Ladefähigkeit bei 2,75 m Tiefgang, bei größerem Tiefgang (über M. N. W.) mehr, bis 1700 t.

[2]) Für solche Schiffe wird in Ostdeutschland meistens die Bezeichnung Kahn gebraucht (Segelkahn, Schleppkahn usw.), während in diesem Abschnitt unter Kahn immer ein Handkahn (Boot) verstanden wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Binnenschiffe sind entweder offene oder überdeckte Schiffe. Überdeckt heißen sie, wenn sie einen überdeckten Laderaum haben, nämlich entweder eine fortnehmbare Überdeckung (Lukendächer) oder ein festes Deck. In diesem müssen aber auch einzelne verschließbare Luken zum Einnehmen der Ladung vorhanden sein. Verschlußschiffe nennt man sie, wenn der Verschluß unter Überwachung der Steuerbehörde steht wegen des Inhaltes an Zollgütern. Manche Schiffe haben teils ein festes, teils ein fortnehmbares Deck. Sowohl die offenen wie die überdeckten Schiffe haben aber immer ein festes Vorder- und ein festes Hinterdeck, auf welchen sich die Mannschaft bei der Fahrt hauptsächlich aufhält.

Ferner kommen für den Schiffbau noch in Betracht Brückenschiffe (für Schiffbrücken und Anlegebrücken), Prahme (z. B. Fährprahme oder Ponten, Baggerprahme), Wohnschiffe, endlich Boote (Handkähne, Nachen, Gondeln, Flieger, Jollen, Schaluppen und dergl.).

Dem Baustoffe nach unterscheidet man:

Holzschiffe. Dies sind Schiffe, deren Boden und Wände aus Holz bestehen, ebenso die Rippen; jedoch können diese auch aus Eisen bestehen; in neuerer Zeit ist dies sogar häufiger der Fall.

Eisenschiffe. Diese bestehen ganz aus Eisen; auf den östlichen Wasserstraßen besteht ihr Boden aber häufig aus Holz.

Im folgenden handelt es sich hauptsächlich um Schiffe ohne eigene Triebkraft.

2. Der Schiffskörper im allgemeinen. Der Schiffskörper besteht aus dem Gerippe, dem Boden und der seitlichen Beplankung (Außenhaut). Vorn und hinten läuft er in den Bug und das Heck aus. Das Gerippe besteht hauptsächlich aus Querrippen (Spanten). Diese bilden mit ihrem wagerechten Schenkel bisweilen zugleich die Bodenversteifung. Häufiger aber, z. B. bei den Holzschiffen im Osten, hat der Boden besondere Quersteifen (Bodenschwellen), neben welche die Spanten oder Kniee gesetzt werden. Zwei gegenüberliegende Spanten mit der zugehörigen Bodenschwelle nennt man ein Gespant. Bei sehr großen Schiffen, besonders bei eisernen, kommen im Boden auch Längssteifen vor, sog. Kielschweine. Bei einzelnen Gespanten sind die Schiffswände in Höhe des Bordes oder wenig tiefer durch sog. Duchten quer abgesteift; die Duchten sind für die Aussteifung des ganzen Schiffskörpers sehr wichtig. Eine Ducht dient bei Segelschiffen zugleich zur Befestigung des Mastes oder des Treidelbaumes (Mastducht). Das Schiff ist bei einzelnen Duchten durch dichte Querwände, sog. Schotte (Querschott) geteilt.

3. Verschiedene Bildung des Buges. Der Bug zeigt entweder die Stevenform (scharf) (Abb. 643), die Kaffenform (platt)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(Abb. 644 und 645) oder die Löffelform (rund aufgebogen) (Abb. 646). Die vordere Bordspitze des Schiffes nennt man das Maul.

Bei der Stevenform (Abb. 643) ist der Schiffsboden zum Bug hin spitzbogenartig verjüngt; von der Bodenspitze nach dem Maul ist der Steven aufgerichtet, ein starkes eichenes Holz bei Holzschiffen; bei eisernen Schiffen ist der Steven von Eisen. An den Steven sind die Seitenplanken, bei Eisenschiffen die Blechplatten mit entsprechender Biegung angefügt und befestigt. Der Steven ist verschieden geformt, entweder gerade oder etwas gekrümmt, letzteres besonders im untersten Teil.

Abb. 643.

Bei der Kaffenform (Abb. 644) ist der Schiffsboden nach geringer Verjüngung vorn quer abgeschnitten. Von der Querkante des Bodenendes steigt schräg die Kaffe auf. Bei Schiffen ist sie meistens trapezförmig, bei Prahmen mehr rechteckig und breit, bei Handkähnen, falls sie angewendet wird (meistens im Osten), rechteckig und schmal (Abb. 645). Die Kaffenform bei Schiffen kommt nur in den östlichen Wasserstraßen, und zwar meistens bei älteren Schiffen vor. Bei neuen Schiffen wird sie nicht mehr angewendet, weil das Schiff bei der Fahrt dadurch zu viel Widerstand erfährt. Die die Kaffe bildende versteifte Bohlentafel nennt der östliche Schiffbauer das Scharstück. Nicht alle Prahme haben vorn eine Kaffe. Es gibt auch sog. Spitzprahme (Stevenprahme), die vorn, öfters auch hinten in einem Steven endigen.

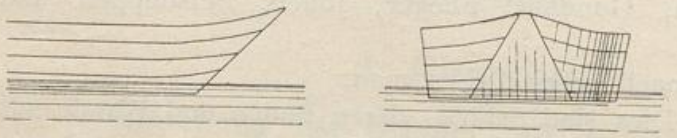


Abb. 644.

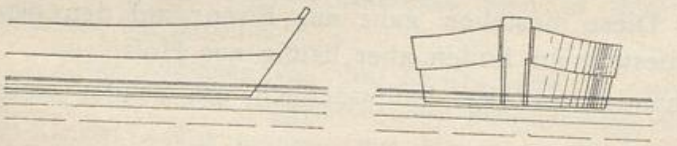


Abb. 645.

Abb. 646.

Bei der Löffelform (Abb. 646) werden die Bodenplanken der hölzernen Schiffe am Bug aufgebogen und mit den gebogenen Seitenplanken oben zum Maule zusammengeführt. Zum Zusammenfassen der oberen Plankenenden dient der sog. Maulklotz oder Maulblock. Die Löffelform kommt besonders bei rheinischen Holzschiffen und Nachen vor, wird jedoch auch bei eisernen Fahrzeugen bisweilen an-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

angewendet. Sie ist zur Begegnung des Wasserwiderstandes bei der Fahrt fast so zweckmäßig wie die Stevenform. Der Bug eiserner Kanalschiffe zeigt ebenfalls bisweilen die Löffelform. Der Bug ist in diesem Falle aber breit (an den Seiten nicht verjüngt), damit eine möglichst große Völligkeit des Schiffes erzielt wird (Dortmund-Ems-Kanal) (Abb. 647).

Abb. 647.

4. Verschiedene Bildung des Heckes nebst dem Steuerruder. Das Heck kann ebenfalls die Steven-, Kaffen- oder Löffelform haben. Die Formen im einzelnen unterscheiden sich vom Bug jedoch dadurch, daß auf das Steuer zugleich Rücksicht zu nehmen ist. Bei einem angehakten Steuer mit einfachem Blatt ist das senkrechte Ruderherz mit Haken an die Ösen des Hinterstevens gehängt, der ebenfalls dann senkrecht ist (z. B. am Rhein bei eisernen Schiffen). Bisweilen ist der Schiffsbord am Heck im Bogen über den Steven vorspringend hinübergebaut (überbautes Heck); dann geht das Ruderherz durch den Überbau hindurch in das Schiff hinein. Dies ist z. B. bei den meisten Dampfschiffen, auch bei rheinischen eisernen Schleppschiffen der Fall (Abb. 648). Bei östlichen Schiffen besteht das Ruder nebst dem Helmstock meistens aus einem festen Stück. Das ganze Ruder ist dann auf der Heckspitze aufgehängt, auf welcher es mit der Wurzel des Helmstockes ruht (Abb. 649). Dort geht durch den Helmstock und ein entsprechendes Loch des Heckes ein senkrechter Bolzen (Steuernagel) hindurch. Der Bolzen hat oben einen Ring zum Herausnehmen. Da bei diesen Steuern das Ruderblatt sehr lang ist und von dem Ruderherzen in der Mitte gefaßt wird, so muß der Hintersteven sehr schräg stehen oder auch hohl gekrümmt sein, um dem Blatte Spielraum zu gewähren. Auch die Kaffenform ist für diese Ruderart geeignet. Bei der Löffelform geht das Ruderherz senkrecht durch den Schiffsboden des Heckes hindurch und wird in ihm entsprechend geführt. Diese Anordnung findet sich besonders bei rheinischen Holzschiffen (Abb. 667), auch bei Kanalschiffen, falls sie die Löffelform haben (Abb. 647).[1])

[1]) In Abb. 647 ist im Hinterschiff die Anordnung eines Steuerrades angedeutet mit den zugehörigen zum Steuer führenden Kettenzügen (vergl. S. 472).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

5. Weiteres über Schiffsformen. Die Seiten des Schiffes sind im Mittelschiff meistens gleichlaufend zueinander; nur am Vorder-

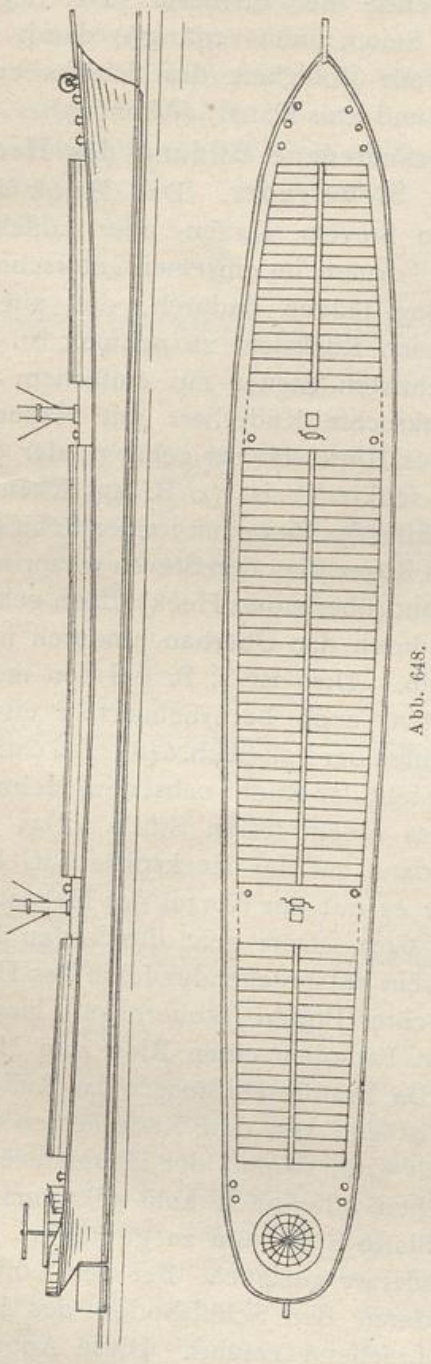


Abb. 648.

Abb. 649.

und Hinterschiff sind sie mehr oder weniger gekrümmt. Die Rheinschiffe haben im Mittelschiff meistens keine gleichlaufenden Seitenwände; die Schiffsbreite des Mittelschiffes verjüngt sich nach hinten vielmehr wesentlich (Abb. 648), ähnlich auch bei manchen Elbschiffen

(Abb. 649). Dies geschieht zur Verminderung des Widerstandes bei der Fahrt. Der Schiffsboden ist im Vorderschiff, auch im Hinterschiff, zu demselben Zweck häufig etwas steigend angeordnet. (Man nennt dies den Sprung des Schiffsbodens.) (Abb. 647, 649). Die Wände der meisten Schiffe sind nicht senkrecht, sondern haben eine gewisse Querneigung, welche man Lehnung nennt; die Schiffsbreite ist dann also in jedem Querschnitt im Bord breiter als im Boden. Die Schiffswand kann dabei im Querschnitt geradlinig, gekrümmt oder etwas winklig sein. Die Ecke im Querschnitt des Schiffes, wo der Boden mit der Seitenwand zusammentrifft, nennt man die Kimmung oder Kimme. Bei Holzschiffen ist die Kimmung scharf, bei eisernen Schiffen meistens abgerundet

B. Holzschiffe.

Die Benennungen der Verbindungsteile bei Holzschiffen sind sehr verschieden, und zwar nicht allein verschieden in verschiedenen Stromgebieten, sondern oft auch in demselben Stromgebiet. Im folgenden werden besonders solche Bezeichnungen gebraucht, die gemeinverständlich sind, andere aber auch erwähnt werden.

Der Holzbau ist bei den Fahrzeugen der Großschiffahrt sehr in Rückgang begriffen.

In Ziff. 6 bis 11 wird der Holzschiffbau mehr unter Berücksichtigung der östlichen Wasserstraßen behandelt. Ergänzungen über den rheinischen Schiffbau finden sich in Ziff. 12.

6. Die Hauptverbindungsteile. Die Bodenplanken der Schiffe sind 8 bis 13 cm stark, aus Kiefern- oder Tannenholz (Abb. 650).

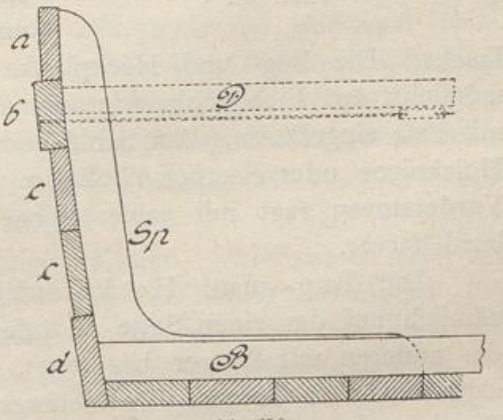


Abb. 650.

Die Seitenplanken sind aus Kiefernholz, seltener aus Eichenholz, und haben verschiedene Benennungen, die einzelnen Planken bisweilen verschiedene Stärke. Sie sind durchschnittlich 8 bis 10 cm stark. Die oberste Planke heißt der Riesbord (*a*), dann folgt die etwas nach außen vortretende Schwelle oder Windlatte (*b*), 10 bis 13 cm stark, darauf die Mittelplanken (*cc*), 8 bis 10 cm, und unten die Diele oder Unterbord (*d*), bisweilen etwas stärker als die Mittelplanken, nämlich 9 bis 11 cm stark.

Die Bodenversteifung wird gebildet durch die Bodenschwellen (Bladen, Blätter, Bodenwrangen) (*B*); dies sind vierkantige Hölzer, die

quer zur Schiffslänge liegen und aus Kiefernholz bestehen. Ihre Stärke richtet sich nach der Breite des Bodens, bei größeren Schiffen etwa 15 · 15 cm stark, bei Prahmen etwa 20 cm breit, 10 cm hoch.

Die Spanten (Wrangen, Kniee, Krümmlinge) (*Sp*) sollen eigentlich aus natürlich gewachsenen Holzknieen bestehen, deren einer Schenkel, etwa 1,5 m lang, sich auf dem Boden neben die Bodenschwelle setzt (Abb. 651), während der aufrechte Schenkel die Seitenplanken stützt. Da natürlich gewachsene Kniee aber jetzt selten sind, so werden die Spanten bisweilen als zugeschnittene Vierkanthölzer auf die Bodenschwellen aufgesetzt und mit diesen unter Einsetzung eines Eckstückes (Knagge) mit beiderseitigen eisernen Laschen möglichst fest und steif verbunden (Abb. 652). Diese Verbindung ist aber immer etwas mangelhaft; bisweilen wechselt daher ein gewachsenes Knie mit einem aufgesetzten Spant. Besser sind eiserne Spanten (vergl. Ziff. 8).

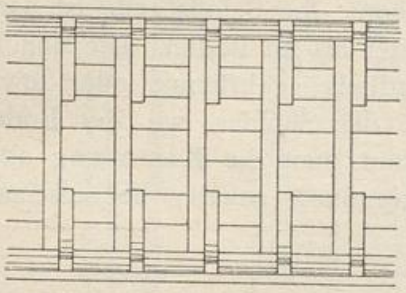


Abb. 651.

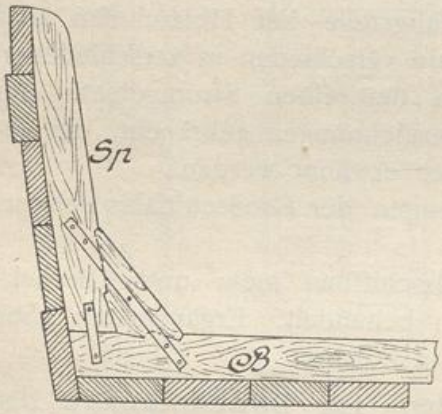


Abb. 652.

Die Steven (Vorder- und Hintersteven) dienen an den Schiffsenden den Planken zum Anschluß und zur Bildung des Buges und des Hecks. Die Bug- und Heckplanken sind gekrümmt; sie bestehen möglichst aus Eichenholz, wie auch der Steven, und werden in diesen mit Falz eingelassen. Am Schiffsboden wird der Steven mittels eines Holzkniees oder eiserner Winkel mit Schraubenbolzen befestigt. Der Vordersteven ragt mit seiner Spitze häufig etwas über den Schiffsbord hervor.

Die Bug- und Heckplanken werden zum Biegen erhitzt, nämlich auf der einen Seite an offenem Feuer heiß gemacht und an der anderen mit Wasser besprengt. Sie sind dann nach der Feuerseite leicht zu biegen. In neuerer Zeit werden die Planken zum Biegen gedämpft, d. h. in einen langgestreckten, verschließbaren eisernen Kasten gelegt und mehrere Stunden mit eingelassenem heißen Wasserdampf gesättigt (falls die Einrichtung dazu vorhanden ist); sie sind dann völlig nachgiebig.

Duchten (Bänke, Gebinde) sind wagerechte Steifen, welche in Entfernungen von 6 bis 7 m in Höhe der Windlatte die gegenüber-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

liegenden Schiffswände gegeneinander abspreizen (*D* in Abb. 650, punktiert). Eine Ducht fällt immer mit einem der Gespante zusammen. Unter der Ducht, in ihrer Mittellinie, liegt ein eiserner Zuganker, der die Seitenplanken faßt und vermittels eines Schraubenschlosses (Rechts- und Linksgewinde) nachgezogen werden kann. Bei kleineren Fahrzeugen wird anstatt dessen je eine kurze Verankerung an beiden Enden der Ducht angebracht.

Schottwände. Sie dienen zur Aussteifung und Schließung des Raumes zwischen einer Ducht und dem zugehörigen Gespant, und zwar als Holzwand aus gespundeten Brettern oder auch als versteifte Eisenblechwand. Kleinere Fahrzeuge haben nur zwei Schottwände, nämlich je eine unter der Ducht des Vorder- und des Hinterschiffes, größere unter jeder Ducht.

7. Verbindung der einzelnen Teile. Nähte nennt man die Fugen zwischen zwei aneinanderstoßenden Planken. Eine Plankenfolge zwischen zwei Nähten, in der Schiffslänge fortgesetzt, nennt man einen Gang, und zwar sowohl an den Seiten, wie am Boden (Seitengang, Bodengang).

Das Fugen oder Säumen ist das Abarbeiten und Verpassen der aneinanderstoßenden Seiten zweier Planken; es muß sorgfältig geschehen, damit eine möglichst dichte Naht entsteht.

Heften ist die gegenseitige Verbindung der aneinanderstoßenden Planken (nur bei großen Schiffen mit starken Planken). Die beiden Bohlen werden mit der Zwinge gegeneinandergepreßt; dann wird ein 25 cm langer, 9 bis 10 mm starker schmiedeeiserner Heftnagel (rund, ohne Kopf) in die vorgebohrte Lochung schräg (mit Aufsetzer) eingetrieben, so daß keine Eisenteile vorstehen; alle 50 cm ein Heftnagel (Elbe). Anderwärts (Oder) werden anstatt dessen sog. Bolzen (Spitzbolzen ohne Kopf, 10 bis 13 mm stark, 40 cm lang) nicht schräg, sondern gerade von der Fugenseite her durch die beiden Hölzer getrieben.

Die Befestigung der Planken sowohl an die Bodenschwellen wie an die Spanten geschieht mit Holznägeln. Diese sind 3 cm stark, aus Akazienholz oder kieniger Kiefer. Die Spanten sind also nur mit Holznägeln mit dem Boden und den Seiten verbunden. Jede Bohle erhält mindestens zwei Nägel. Die Nägel werden nach Vorbohrung von innen eingeschlagen, das ganze Bohrloch ausfüllend, und dann außen verkeilt und glatt abgestochen (Abb. 653).

Mit schmiedeeisernen Nägeln (Spieker, bis 30 cm lang, 10 bis 13 mm stark) wird die unterste Seitenplanke an die anstoßende Bodenplanke genagelt.[1])

[1]) Neuerdings sind die eisernen Nägel und Schrauben, die beim Schiffbau verwendet werden, zu besserem Rostschutz häufig verzinkt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Mit Bolzenschrauben (Kopf und Mutter) werden die Endplanken im Bug und Heck an die Bodenschwellen sowie an Spanten und Steven befestigt. Die vierkantigen Köpfe werden außenseitig ganz eingelassen, die Muttern werden innen aufgeschraubt (auf Unterlagsscheiben). Bevor das Fahrzeug zu Wasser gebracht wird, müssen alle Bolzenschrauben von außen nochmals nachgetrieben und die Muttern nachgezogen werden.

Stöße der Planken eines Ganges. Die Bodenplanken eines Ganges werden fast immer schräg, seltener gerade (stumpf) gegeneinandergestoßen (Abb. 653). Beim schrägen Stoß (Wechsel) (siehe *s*) muß die Schrägung unter zwei bis drei Bodenschwellen hindurchgreifen. Die beiden zu stoßenden Plankenenden werden durch zwei bis vier Stück Bolzenschrauben, 13 bis 15 cm stark, miteinander verbunden. Der gerade Stoß (siehe *g*) liegt immer unter der Mitte einer Bodenschwelle. Dabei wird innen ein Eisenblech, auf die Nachbarplanken übergreifend und vor die Bodenschwelle vorstehend, in die Planken eingelassen und mit Holzschrauben an diese befestigt. Außerdem werden die Plankenenden mit kräftigen Spiekern durch die Bodenschwelle und eine daraufgelegte, entsprechend gelochte Eisenlasche hindurch geheftet. Die Seitenplanken erhalten nur schrägen Stoß. Die Stöße sind in Boden und Seiten so zu setzen, daß zwischen zwei neben- oder übereinanderliegenden Stößen mindestens zwei volle Bohlen durchgehen.

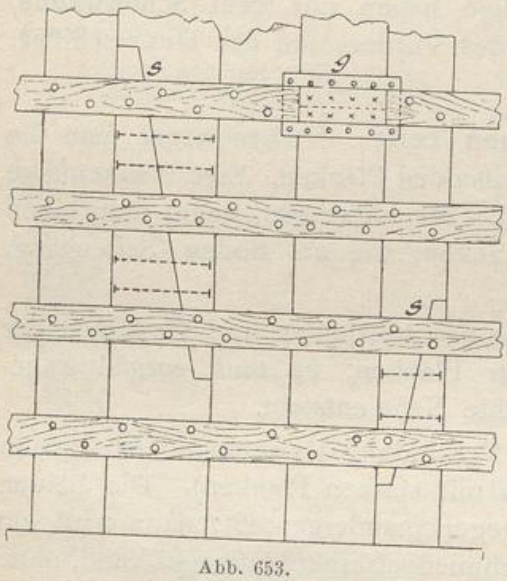


Abb. 653.

Dichten, Kalfatern, Pichen, Teeren. In alle Außenfugen wird geteertes Werg mit dem meißelartigen Dichteisen unter Hammerschlägen eingetrieben. Die erste Werglage wird möglichst tief in die Fuge geschlagen (vorschlagen), das zweite Werg bis etwas unter die Außenkante so fest eingeschlagen, daß es einem Hammerschlage nicht mehr weicht (nachschlagen) und dann überpicht. Das Schiffspech besteht aus einer gekochten Mischung von Pech (Harz) und Holzteer. Zuletzt wird das ganze Fahrzeug innen und außen zweimal geteert. Zur Prüfung der Dichtigkeit von Boden und Unterbordgang wird vor dem Zuwasserlassen das Schiff mit Wasser ausgegossen; an keiner Stelle darf es dann durchsickern.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Spunden. Die Nähte sind im allgemeinen nur dann zu spunden, wenn die Fuge 1 cm breit oder breiter ist, da in so breiter Fuge das Werg nicht halten würde. Häufig kommt das Spunden an den Stößen (Wechseln) vor (Abb. 654, 655); an manchen Flüssen wird es dort stets angewendet. Die Planken werden etwa 4 cm tief ausgestemmt; in die entstehende 6 bis 7 cm breite scharfwandige, glatt ausgearbeitete Rinne wird ein scharf passendes Stück Eichenbrett (Spundholz) eingetrieben, das mit Holzschrauben angeschraubt oder genagelt wird.

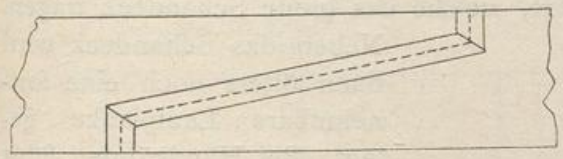


Abb. 654.

Abb. 655.

Die Fuge unter dem Spund ist vorher auszukalfatern. Spund und Bohle werden geteert, vielfach auch ein geteerter Leinwandstreifen dazwischen gelegt. Das Spunden ist auch besonders wichtig für Instandsetzungsarbeiten bei Nähten, die zu klaffen beginnen.

8. Eiserne Spanten. Wegen des allgemeinen Mangels an natürlichen Knieen und wegen der Unvollkommenheit der künstlichen Kniee werden bei Schiffen statt der hölzernen Spanten jetzt fast nur eiserne Spanten, und zwar L-Eisen verwendet, die neben die Bodenschwellen gesetzt werden. Die Winkeleisen werden in der Kimmung entsprechend gekröpft (Abb. 656). Die Randbohle des Bodens (Kimmplanke, Bruhne) wird dann stärker bemessen und abgeschrägt. Sie ist zweckmäßig aus Eichenholz. Der aufrechte Teil des Spants reicht bis zur obersten Bordkante, der untere wagerechte Teil muß mindestens 1 bis 1,5 m lang sein.

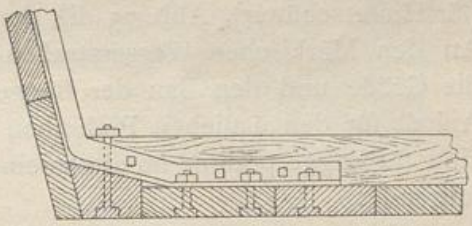


Abb. 656.

Der senkrechte Schenkel des Boden-L-Eisens wird mit der danebenliegenden Bodenschwelle durch Holzschrauben verbunden, der auf dem Boden liegende wagerechte Schenkel mit den Bodenplanken durch drei bis vier Bolzenschrauben. Die Seitenplanken werden durch außen eingesteckte Bolzenschrauben an den Spanten befestigt. (Die Muttern innen, vergl. Abb. 658.) Bezüglich der Bodenbefestigung der Spanten kommt es auch vor, daß nur der senkrechte Schenkel des Winkeleisens Bolzenschrauben erhält, die seitlich durch die Bodenschwellen gehen (Abb. 658). Das Spant ist dann also mit dem Boden nicht unmittelbar verbunden, sondern nur mit der Bodenschwelle.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

9. Schandeck. Unter Schandeck versteht man eine im Querschnitt wagerechte Bordleiste, die um das ganze Schiff geht (*s* in Abb. 657). Nicht alle Fahrzeuge haben ein Schandeck. Es ist bei den Fahrzeugen verschieden breit; mindestens überdeckt es die Bordplanke und den Spantenkopf (*I*), bisweilen auch noch eine aufrechte Randbohle, die innen an die Spanten genagelt oder geschraubt ist (*II*). Bei großer Breite wird das Schandeck als Laufplanke benutzt, z. B. bei Baggerprahmen (Abb. 658). Dann sind an einzelnen Spanten Knaggen oder eiserne Konsolen befestigt, welche das breite Schandeck tragen.

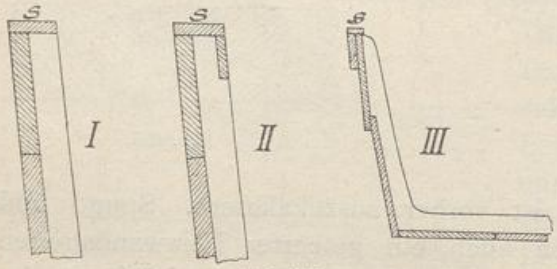


Abb. 657.

Neben das Schandeck wird dann öfters noch eine fortnehmbare Laufplanke gelegt. Bei Handkähnen führt um das Fahrzeug eine Reib- oder Schutzleiste. Das Schandeck überdeckt dann diese nebst der Bordplanke (Abb. 657, *III*); wenn aber Ruderdollen angebracht werden sollen, muß das Schandeck mindestens über die Spantenköpfe verbreitert werden.

10. Prahme.[1]) Über Baggerprahme vergl. den Abschn. Baggerarbeiten, S. 72. Dort zeigt Abb. 76 die Form der Kanalprahme (für Hinterschütter), Abb. 75 die der Flußprahme (für Seitenschütter). An den Märkischen Wasserstraßen gelten besondere Vorschriften für die Größe und den Bau der Baggerprahme;[2]) sie bieten einen guten Anhalt für den östlichen Prahmbau überhaupt. Die nötigsten Angaben sind für Baggerprahme im allgemeinen (für den Holzbau im besonderen) folgende:

Abmessungen. Breite aller Prahme 4 m; Länge für Kanalprahme 7,5 und 9 m, je nach der Größe und Art der Bagger, für Flußprahme 20 m ohne Steuer (die Kanalprahme haben kein Steuer); Außenhöhe der Wände der Kanalprahme 1 m, der Flußprahme 1,20 m. Lehnung der Seitenwände in beiden Fällen 1/10.

Die Kanalprahme haben vorn und hinten eine Kaffe, 1 : 1 geneigt, so breit wie der Prahm (4 m), bei den eisernen Kanalprahmen sind die Kaffen etwas schmaler (vergl. Abb. 76). Die eisernen Flußprahme haben vorn und hinten einen Steven, am Heck ein Steuer.

Baustoffe. Der Boden nebst den Bodenschwellen besteht aus Kiefernholz (selbst wenn die Schiffswände aus Eisen sind. Ein Leck im Holzboden kann jederzeit durch Aufnageln eines Brettstückes leicht gedichtet werden. Die Leckdichtung eiserner Böden sowie das

[1]) Über Fährprahme vergl. den Abschn. Fähren, S. 493, Ziff. 11.

[2]) Druckschrift „Der Baggerbetrieb und der Bau von Baggerprahmen", 1903.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Reinigen und Streichen ist umständlicher. Der hölzerne Boden eines Prahmes hat die gleiche Dauer wie die eisernen Seitenwände und besitzt größere Steifigkeit als ein eiserner Boden.) Die Spanten bestehen stets aus Winkeleisen. Die Seitenwände können bei den Kanalprahmen aus Holz oder Eisen bestehen, bei den Flußprahmen sollen sie nur aus Eisen bestehen.

Boden. Bohlen 8 cm stark. Der an die Ecke (Kimme) stoßende Bodengang (Kimmplanke) und der anstoßende Seitengang sind zweck-

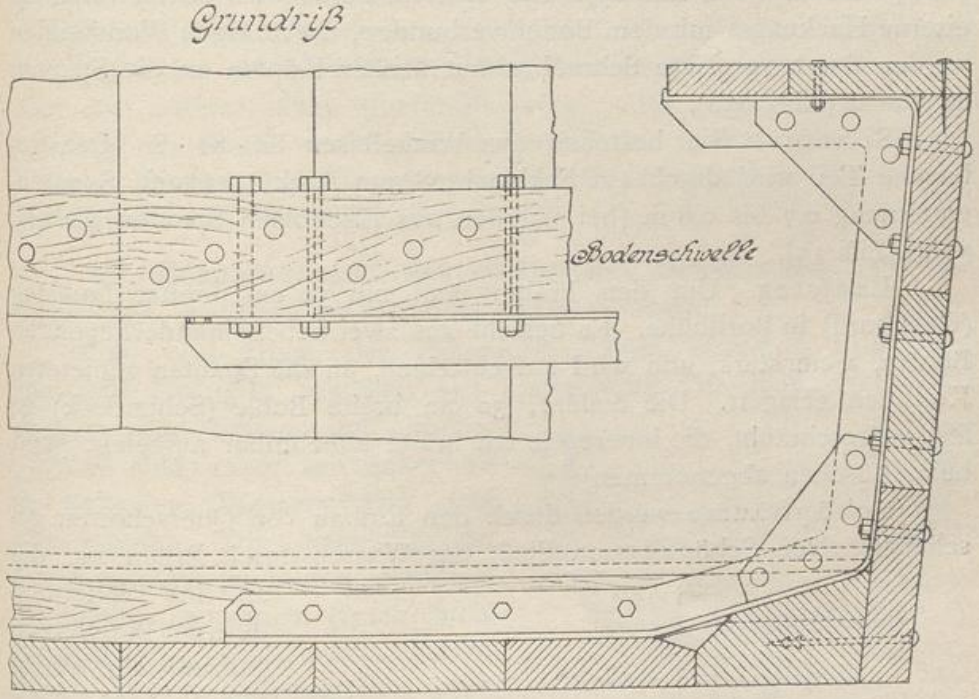


Abb. 658.

mäßig aus Eichenholz, die übrigen aus Kiefernholz herzustellen. Die Kimmplanke ist stärker zu bemessen und abzuschrägen. Die Bohlen des Bodens werden mittels zwei, breitere Bohlen mittels drei verkeilter Holznägel an die Bodenschwellen genagelt (Abb. 658).

Bodenschwellen. 20 cm breit und 10 cm hoch. Diese Breite gestattet ein bequemes Festnageln der Bodenplanken; größere Höhe verringert unnötig den Laderaum.

Einlegeboden. Zum Schutz des Bodens und der Bodenschwellen, sowie zur Erzielung eines glatten Arbeitsbodens wird auf die Bodenschwellen ein 4 cm starker Einlegeboden gestreckt, der in einzelnen Stücken zum Herausnehmen einzurichten ist (in Abb. 658 punktiert). Zu diesem Zwecke werden in ihm eiserne Ringe eingelassen. Der Einlegeboden besteht zweckmäßig aus einem doppelten

Belag, je 2 cm stark mit versetzten Fugen (unten einzelne Querleisten), damit das Durchdringen von Baggergut wirksamer verhindert wird.

Sprung des Bodens. Der Boden wird bei den Kanalprahmen wagerecht gelegt; bei den 20 m langen Flußprahmen erhält er einen Sprung (nach vorn und hinten), welcher durch Aufbiegen der Bodenplanken erzielt wird und dessen Neigung nach vorn und hinten hin gleichmäßig zu verteilen ist.

Seitenwände. Kiefernholz 8 cm stark (oder Eisenblech 5 mm stark; darüber siehe Ziff. 15). Die unterste Bohle wird durch verzinkte eiserne Hacknägel mit dem Boden verbunden, die übrigen Wandbohlen werden durch verzinkte Schrauben mit flachen Köpfen an die Spanten angebolzt (Abb. 658).

Spanten. Sie bestehen aus Winkeleisen 80 · 80 · 8. Der gebogene Teil wird durch ein Eckblech, 8 mm stark, versteift, Spantenentfernung 0,7 bis 0,8 m (bei Wänden aus Eisenblech Spanten dichter, vergl. Ziff. 15).

Laufsteg. Um den Prahm läuft ein 50 cm breiter Laufsteg (Gangbord) in Bordhöhe. Er besteht aus zwei nebeneinanderliegenden Bohlen, 5 cm stark, und wird auf einzelnen, an die Spanten genieteten Konsolen gelagert. Die äußere, 30 cm breite Bohle (Schandeck) ist fest aufgeschraubt, die innere, 20 cm breite abnehmbar aufgelegt (wird beim Löschen abgenommen).

Schöpfräume werden durch den Einbau von Querschotten geschaffen. Den Schöpfräumen fließt das Wasser durch Rillen zu, die an den Seitenrändern des Bodens den ganzen Prahm durchlaufen (Abb. 658). Bei den Kanalprahmen wird je ein Schöpfraum an die Enden verlegt (Abb. 659). In der Prahmmitte wird an den Seitenwänden außerdem ein 6 cm weiter Falz vorgesehen, zum gelegentlichen Einsetzen einer 5 cm starken Bohlwand als Mittelschott zum besseren Festhalten von schwimmendem Boden und Verhütung von Schwankungen bei der Beförderung. Die 20 m langen Flußprahme erhalten in der Mitte einen Schöpfraum von 80 cm Weite. Alle Prahme erhalten zum Festmachen Poller oder Klampen oder beides, ferner Einrichtung zur Aufstellung eines Treidelmastes. Bei den Kanalprahmen wird zu diesem Zweck am vorderen

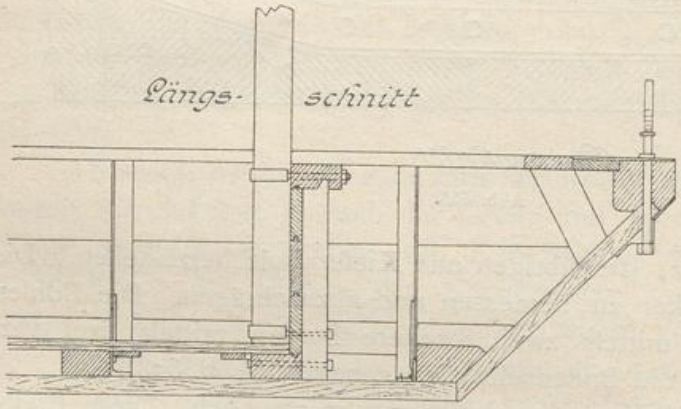


Abb. 659.

und hinteren Querschott (Abb. 659), bei den Flußprahmen an einer der mittleren Schottwände ein eiserner Halter (Öse) befestigt. Bei den Kanalprahmen ist an jedem Kaffenbord eine eiserne Rudergabel eingesteckt, in welche erforderlichenfalls ein Streichruder eingelegt werden kann (Abb. 659). An der Gabel läßt sich auch ein Schleppseil befestigen. Die Flußprahme erhalten hinten ein Steuer.

11. Handkähne mit hölzernen Spanten haben meistens keine besonderen Bodenschwellen. Die Bodenversteifung wird durch den wagerechten Teil der Spanten gebildet. Die Wände bestehen in der Regel aus je zwei Planken übereinander, von denen die obere über die untere häufig übergreift (vergl. Abb. 657, *III*). Die Befestigung der Boden- und Seitenplanken an den Spanten geschieht mit eisernen Nägeln, bei Eisenspanten mit Bolzenschrauben (am besten verzinkt).

12. Besonderheiten des rheinischen Schiffbaues. Für den rheinischen Schiffbau ist folgendes hervorzuheben:

Bug und Heck der Fahrzeuge haben meistens Löffelform. Sämtliche Holzteile bestehen aus Eichenholz. Die Holzstärken, besonders der Seiten- und Bodenplanken sind daher schwächer als in östlichen Wasserstraßen (bei Kiefernholz). Die Nagelung der Planken, auch im Boden, geschieht mit schmiedeeisernen Nägeln (nicht Holznägeln). Unter dem eigentlichen Boden befindet sich noch ein Schutzboden, die sog. Sohle, die mit dem Boden vernagelt ist. Sie ist etwas schwächer als der Boden. Dazwischen liegt eine dünne Mooslage (Abb. 660). Die Seitenplanken sind unten meistens durch eine aufgenagelte niedrige und schwächere Schutzplanke verstärkt, die man Wange nennt. Diese Verstärkungen des Bodens und der Seiten sind nötig wegen der geringen Holzstärken, zumal wo steiniger oder stark kiesiger Flußgrund vorherrscht; dann aber auch wegen der eigenartigen Dichtung der Bodennähte, sog. Sentelnähte, welche geschützt werden müssen.

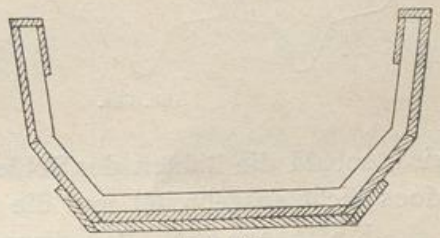


Abb. 660.

Nähte. Man unterscheidet bezüglich der Dichtung zweierlei Nähte, nämlich sog. Sentelnähte und Kalfaternähte. Die Sentelnähte (Moosnähte) liegen innerhalb der sog. Verdoppelung, also am Boden und in der Kimme, mithin unter der Wasserlinie beim Leergange; die darüberliegenden Nähte sind Kalfaternähte (Wergnähte). Die Fugen der Sohle und der Wange erhalten keine Dichtung.

Eine Sentelnaht wird folgendermaßen hergestellt. Die Fuge am Boden wird von der Unterseite, ehe die Sohle aufgenagelt ist, auf

etwa $^2/_3$ der Bohlenstärke durch Abstemmen keilförmig erweitert und dann Moos eingetrieben in zwei Lagen (vor- und nachgeschlagen); über diese breite Fuge werden Senteleisen eingeschlagen, in der Länge einander schuppenartig überdeckend (Abb. 661, 662). Eine Sentel ist ein kreuzförmiges Stück Eisenblech; der längere, zugleich breitere Arm des Kreuzes kommt längs zur Naht und überdeckt zum Teil die nächste Sentel. Die beiden kürzeren Arme sind schmaler und werden vor dem Anbringen krumm geschlagen (über einer Zange und dergl.) und dann, indem die Sentel über die Naht gelegt wird, in das Holz geschlagen zu beiden Seiten der Naht (Abb. 661), eine Sentel neben der anderen, die vorige schuppenartig überdeckend. Nachdem der Boden sämtliche Sentelnähte erhalten hat, wird, sobald die Bohlen der Sohle aufgenagelt werden sollen, eine Lage Moos dicht ausgebreitet und die betreffende Sohlenbohle aufgenagelt.

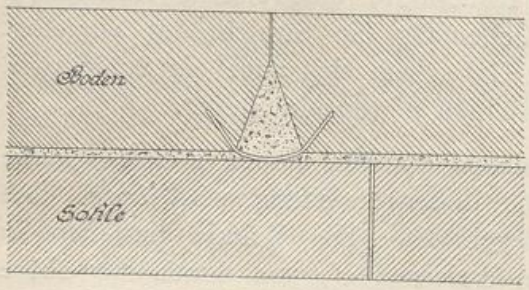


Abb. 661.

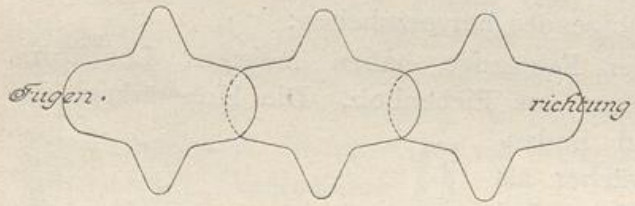


Abb. 662.

Kalfaternaht. Bei dieser wird Werg in zwei Lagen in die Fuge getrieben, wie dies S. 512 beschrieben ist, und dann die Fuge gepicht.

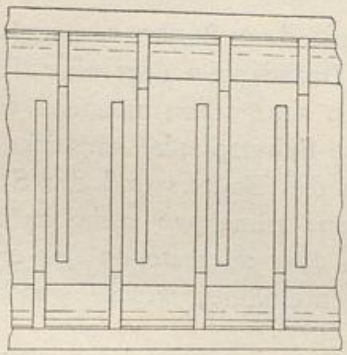


Abb. 663.

Der Bord aller Fahrzeuge erhält ein Schandeck und unter diesem innen eine bandartige Leiste (Futter oder Remme), die vom Schandeck mit überdeckt wird (Abb. 660).

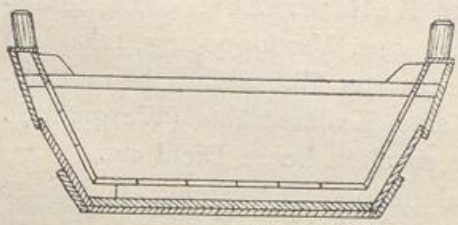


Abb. 664.

Die Seitenplanken werden teils aufeinandergesetzt, wie in Abb. 660, teils greift die Bordplanke über die untere hinüber (Abb. 664). Die stets eichenen Spanten (Knie oder Kurven genannt) werden im allgemeinen wie in Abb. 663 angeordnet; ihr wagerechter Schenkel bildet zugleich die Bodenversteifung. Zwischen zwei zusammengehörigen Knieen ver-

bleibt je ein Zwischenraum. Häufig ist es üblich, mit einem oder zwei gewachsenen Knieen ein zusammengesetztes Gespant wechseln zu lassen, bestehend aus einer Bodenschwelle und zwei aufgesetzten Spanten (Auflanger); man nennt ein solches Gespant in der Regel Spannkurve. Eine

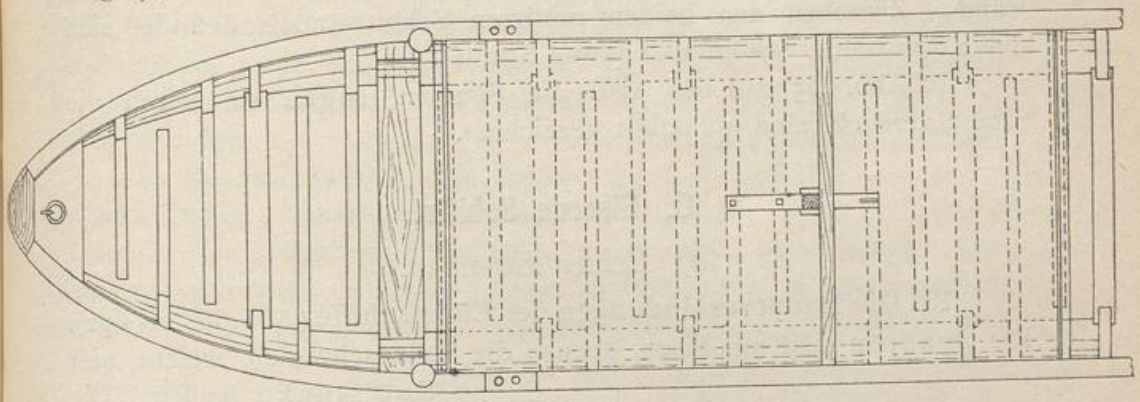


Abb. 665.

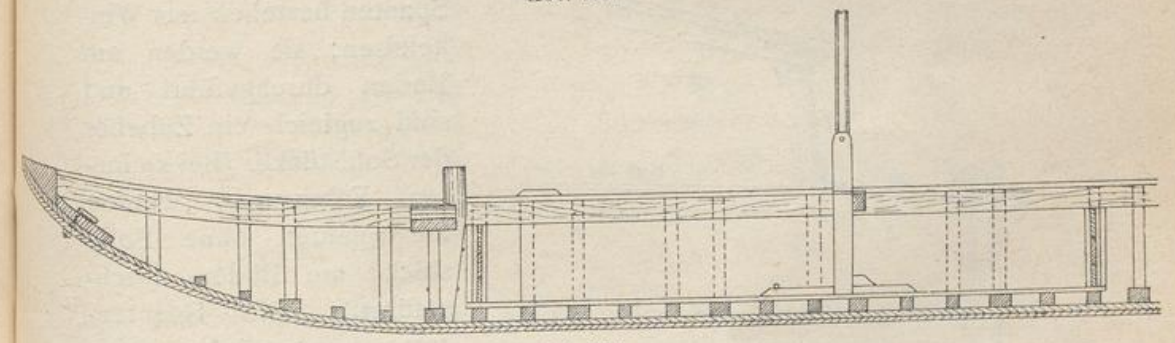


Abb. 666.

solche Anordnung ist in dem Moselnachen Abb. 664, 665, 666 zu sehen, in welchem immer zwei sog. Kniekurven mit einer Spannkurve abwechseln. Der Nachen ist ein Kies- oder Baggernachen (15 m lang, 2,40 m breit, 0,85 m außen hoch).

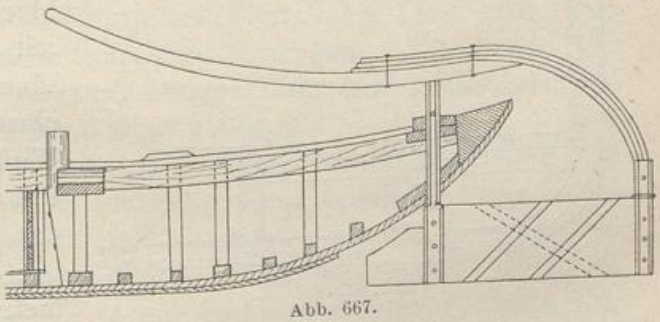


Abb. 667.

Er zeigt zugleich die Anordnung des Maulklotzes, sowie die vordere und hintere Duchtbank, welche seitlich durch angenagelte Bankklötze gehalten wird, ferner eine Hauptducht (Gebinde), letztere zugleich zur Befestigung des Mastköchers für den Treidelbaum. Dieser kann vermittels eines durchgehenden Bolzens nach Bedarf umgelegt werden. Weiter ist in Abb. 667 der hintere Maulklotz und die Anordnung und Führung des Steuers zu ersehen. Der Nachen hat vier Poller, die je

mit einem Gespant verbolzt sind und vier Ruderschlösser (Riemschlösser) mit Dollenlöchern auf dem Schandeck. Der Nachen hat Boden- und Seitenstraue (Einlegeboden und Seitenschutzwand); diese sind von Tannenbrettern, ebenso die vier herausnehmbaren Schottwände. Zwischen den beiden mittleren Schottwänden befindet sich der 0,6 m breite Schöpfraum (ohne Straue).

In Abb. 665 und 666 sind die Spanten, soweit sie durch die Straue verdeckt sind, punktiert gezeichnet.

C. Eiserne Schiffe.

a) Reiner Eisenbau.

13. Die Hauptverbindungen der Eisenschiffe (Abb. 668 bis 672). Die Spanten sind aus Eisen, ebenso die Bodenschwellen, welche hier Sohlstücke heißen. Die Spanten bestehen aus Winkeleisen; sie werden am Boden durchgeführt und sind zugleich ein Zubehör der Sohlstücke. (Bei kleineren Fahrzeugen werden die Spanten ohne Sohlstücke am Boden durchgeführt.) Die Spantenentfernung beträgt meistens 50 cm. Die Sohlstücke (*S* in Abb. 668 und 669) bestehen aus einem Stehblech, das unten und oben mit einem Winkeleisen besäumt und außerdem durch einzelne senkrechte kurze Winkeleisen versteift ist. Das untere Winkeleisen ist das Spant (*sp*); es wird mit dem Sohlstück vernietet. Das obere Saumwinkeleisen ist auf der entgegengesetzten Blechseite angenietet; es heißt das Gegenspant (*g*). Meistens kommt nur auf jedes zweite Spant ein volles Sohlstück. Zwischen je

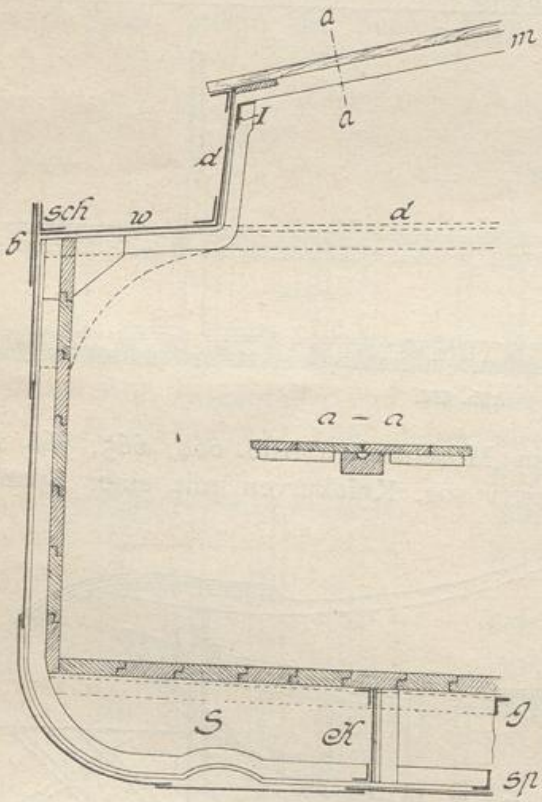
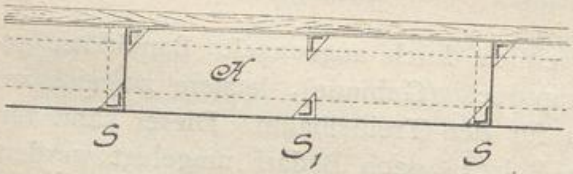


Abb. 668.



Längsschnitt

Abb. 669.

zwei Sohlstücken werden dann Spant und Gegenspant übereinander ohne Zwischenblech angeordnet und nur durch einzelne senkrechte kurze Winkeleisen miteinander verbunden (vergl. Abb. 670 und S_1 in Abb. 669). Jedes Spant (Sohlstück) läßt über dem Schiffsboden zwei bis drei Löcher frei für den Durchzug des Leckwassers (Abb. 668, 670).

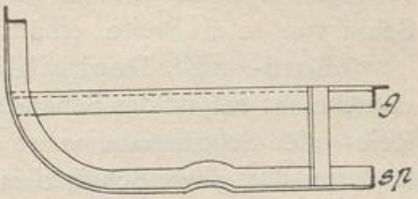


Abb. 670.

Die Seitenplatten. Die Blechplatten zweier benachbarter Gänge werden in der Längsnaht überblattet und je durch eine Nietreihe miteinander verbunden (Abb. 671). Die Platten eines Ganges dagegen werden stumpf gegeneinander gestoßen. Die Naht wird durch eine

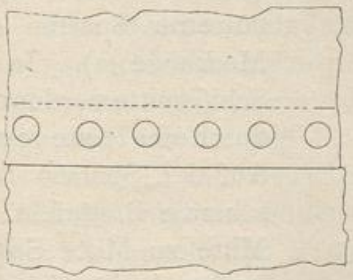


Abb. 671.

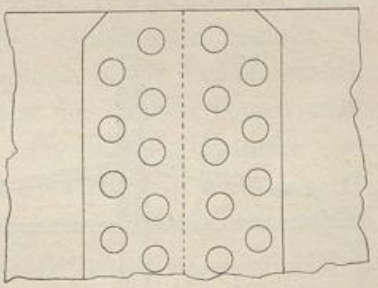


Abb. 672.

innere Lasche überdeckt, die mittels doppelter Vernietung befestigt wird (Abb. 672). Die Platten werden an die Spanten angenietet.

Die Bodenplatten werden ebenso wie die Seitenplatten überblattet, gestoßen und vernietet.

Kimmung. Die Seitenplatten schließen sich in der Kimmung an den Boden in abgerundeter Form an (Viertelkreis) (Abb. 668). Den gebogenen Blechgang nennt man den Kimmgang. Die Enden der Sohlstücke sind an der Kimmung entsprechend rund geschnitten und die Spantenwinkel entsprechend rund gebogen.

Schottwände und Duchten. Die Schottwände sind aus Eisenblech, das mit mehreren senkrechten, auch mit einzelnen wagerechten Winkeleisen ausgesteift ist. Sie werden an die Seitenplanken mittels doppelter Spantenwinkel angeschlossen, während für die obere und die untere Säumung nur je ein Saumwinkeleisen vorhanden ist. Das obere Winkeleisen oder ⊏-Eisen ist zugleich Ducht. Der Anschluß der Schotte an Boden- und Seitenwände muß natürlich wasserdicht sein. Außerhalb der Schottwände, wenn sie weiter als 7 bis 8 m voneinander liegen, kommen auch freie Duchten vor, die aus Winkeleisen oder dergl. gebildet sind.

Längsaussteifung am Boden. Am Boden werden bei großen Schiffen zwischen den Schottwänden sog. Kielschweine (K) ein-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gebaut; das sind längsliegende Blechbalken, welche mit den Sohlstücken vernietet sind. Spant und Gegenspant gehen durch Ausschnitte des Kielschweines ohne Unterbrechung durch (Abb. 669). Ein Schiff von 10 m Breite erhält zwei bis drei Kielschweine (Abb. 673).

Bord- und Deckbildung. Aus Abb. 668 ist folgendes zu entnehmen: *sch* ist das Schandeck-Winkeleisen, *b* eine eiserne Scheuer-, Reib- oder Schutzleiste, *w* ist der Gangbord oder Wassergang. Er läuft um das ganze Schiff; *d* ist der sog. Dennebaum oder Setzbord, der bei tiefgeladenem Schiffe und etwaigen Wellen das Wasser vom Laderaum fernhält und der vermittels der oben angenieteten Winkeleisen die Lukenbedachung der Laderäume trägt. Vorn und hinten ist der Laderaum über dem Wassergang durch das Vorder- und Hinterschild abgeschlossen, das quer von Dennebaum zu Dennebaum reicht. Auf dem Winkeleisen *I* liegen in Entfernungen von etwa 0,70 m hölzerne Sparren (sog. Merklinge *m*). In der Schiffsmitte werden diese durch eine Pfette gestützt. Auf den Sparren ruhen schmale Brettafeln, von Mitte zu Mitte Sparren reichend, nämlich Bretter, die gleichlaufend mit der Sparrenneigung liegen und an den Enden auf der Unterseite durch Querleisten verbunden sind (vergl. den Sonderschnitt *a*—*a* in Abb. 668). In Abb. 648 ist diese Bedachung im Grundriß ersichtlich (in drei Abteilungen). Daraus ergibt sich, daß im Vorderschiff- und Hinterschiff sich ein festes Deck befindet, anschließend an den beiderseitigen Wassergang (vergl. auch Abb. 608 als Längsschnitt), im Mittelschiff zwei feste Deckflächen, die zwischen den drei Lukenbedachungen liegen. Die festen Decke bestehen aus Riffelblech, welches auf querliegenden eisernen Deckbalken (Winkeleisen) ruht, die von Bord zu Bord reichen (Entfernung etwa 0,50 m) und mit den Spanten vernietet sind. Die Deckbalken nebst dem Deck haben etwas Wölbung zum Ablauf des Wassers und zur Vergrößerung der Tragkraft. In Abb. 668 ist der Deckbalken (*d*) mit seinem anschließenden Eckblech punktiert eingetragen; *d* kann in der Zeichnung auch als Ducht verstanden werden. Die Deckbalken im Mittelschiffe sind übrigens — zwischen den beiderseitigen Dennebaumlinien — öfters höher als der Wassergang, so daß also die Mittelschiff-Deckflächen dann höher liegen als dieser, was beim Vorder- und Hinterdeck nicht der Fall ist (vergl. die Ansicht in Abb. 648). Durch die Mitteldecke reichen die eisernen

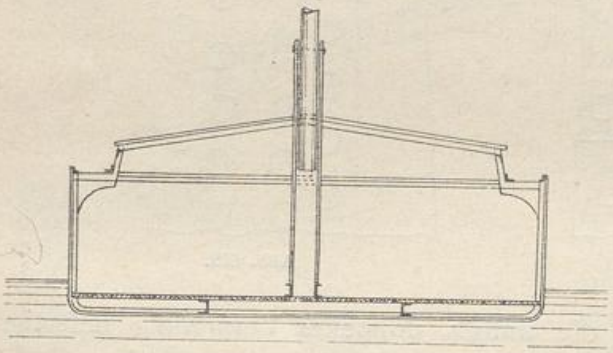


Abb. 673.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Mastköcher hindurch, welche bis auf den Schiffsboden reichen (Abb. 673). Der Köcher ist vermittels liegender ⊐-Eisen mit einigen Sohlstücken verbunden. Der Mast beginnt im Köcher über dem festen Deck.

Über den Anstrich der eisernen Schiffsteile siehe den Abschn. 3, Ziff. 2 (S. 38).

Die Querschnitte Abb. 668 und 673 entsprechen den eisernen Rheinschiffen. Die Querschnitte der eisernen Schiffe des Dortmund-Ems-Kanals und der Weser sind ähnlich. An Stelle der hölzernen Lukenbedachung wird neuerdings auch gekrümmtes Wellblech angewendet. Sparren sind dabei nicht erforderlich.

b) Eiserne Schiffe mit Holzboden.

14. Hauptverbindungen. Der Holzboden besteht aus den hölzernen Bodenschwellen und Bodenplanken wie bei Holzschiffen, die Spanten aus Winkeleisen, die sich auf den Boden setzen und so befestigt sind wie bei den Holzschiffen mit eisernen Spanten. Ziff. 8.

Verbindung der Seitenblechwand mit dem Holzboden. Als Kimmplanke des Bodens wird ein etwa 18 cm hohes, 25 bis 30 cm breites Eichenholz, die Bruhne, angebolzt (Abb. 674), die trapezförmig bis auf Bodendicke abgearbeitet ist. Mit den Bodenschwellen und den wagerechten Schenkeln der Spantenwinkel wird die Bruhne durch Bolzenschrauben, mit der benachbarten Bodenplanke durch Spitzbolzen mit versenktem Kopf verbunden. An die Bruhne wird die Blechplatte des unteren Seitenganges durch Holzschrauben, zwei übereinander, meistens mit versenkten Köpfen, von außen angeschraubt. Zwischen Bruhne und dem Blech werden öfters getränkte Leinwand- oder Filzstreifen zur Erhöhung der Dichtheit eingebracht. (Siehe auch Abb. 676.)

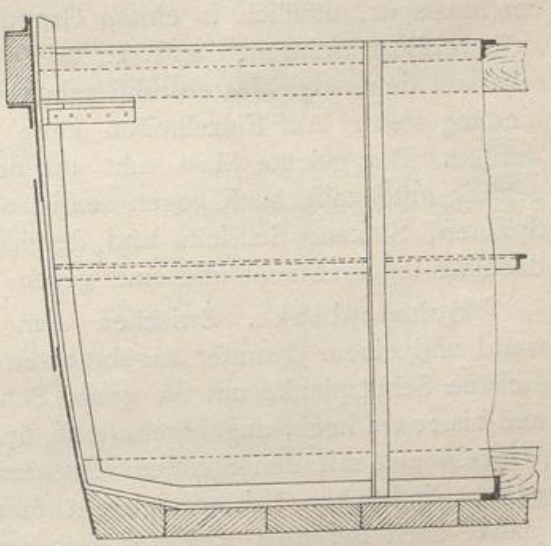


Abb. 674.

Schottwände und Duchten. Die Schottwände bestehen aus Eisenblech, das mit senkrechten und wagerechten Winkeleisen versteift ist (Abb. 674). Die Ducht ist dabei entweder von Holz und mit der Schottwand vermittels Winkeleisen verbunden und mit wagerechten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Konsolblechen und Winkeln an die Nachbarspanten angeschlossen, oder von Eisen (L- oder [-Eisen).

Bord- und Deckbildung. Die überdeckten Schiffe der östlichen Wasserstraßen (auch die Holzschiffe) haben meistens nur ein festes Vorder- und festes Hinterdeck von geringer Länge, an welche sich jederseits kurze Gangborde anschließen (Abb. 649). Im übrigen ist das Schiff in ganzer Breite von Bord zu Bord mit einem Lukendach überbaut. Das Lukendach ruht auf Seitenpfosten, die an den Schiffswänden befestigt sind (abnehmbar), und Sparren, die sich auf die Pfosten und eine Mittelpfette auflegen (Abb. 675). Über die Sparren liegen Bretter längs zum Schiff, sich mit den Rändern überdeckend. Die Pfosten sind seitlich mit Brettern bekleidet. Alle Bretter sind abnehmbar befestigt.

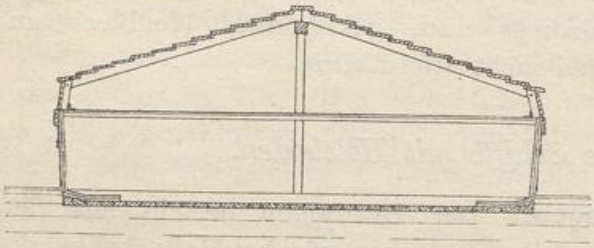


Abb. 675.

Schiffe mit Mast haben für diesen einen Schlitz in der Bedachung, durch welchen der Mast hindurchreicht. Er steht unten in der Mastspur, nämlich in einem Grundholz mit Austiefung, das sich auf zwei Bodenschwellen aufsetzt, und wird seitlich teils von der Ducht, teils von dem sog. Mastenstuhl gehalten, der mit der Ducht in Verbindung steht. Auf Einzelheiten kann hier nicht näher eingegangen werden. Der gelegte Mast ruht auf der Längsfirst der Überdachung, gehörig untersteift, auch gegen seitliche Bewegung gesichert; auch die Sprieten, Staken, Schricke und dergl. werden meistens auf der Bedachung untergebracht und sind gegen Abrollen gesichert.

Schutzplanke. Zwischen dem oberen Saumwinkel der Bordwand und einem darunter angebrachten starken Winkeleisen wird eine eichene Schutzplanke um die ganze Schiffswandung, etwa 10 cm breit und bis 20 cm hoch, angebracht (Abb. 674). Sie wird mit diesen beiden Winkeln und mit den Spanten verschraubt und sichert den Oberbord gegen Eindrücken bei etwaigem Anfahren. Man nennt diese Schutzplanke auch Bergholz, Reibholz, Scheuerleiste.

15. Baggerprahme mit Eisenwänden und Holzboden. Bezüglich der Baggerprahme im allgemeinen wird auf die Ausführungen S. 514 Bezug genommen Zu den eisernen Prahmen mit Holzboden wird ergänzend folgendes bemerkt. Die Wände bestehen aus 5 mm starkem Eisenblech. Sie werden mit der Kimmplanke des Bodens durch verzinkte Holzschrauben verbunden (Abb. 676). An die Spanten wird die Blechwand genietet (die Niete sind nicht gezeichnet). Die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Spanten, die Bodenschwellen, der Einlegeboden, das Schandeck mit Laufplanke sind wie bei dem Holzprahm (Abb. 658) beschaffen. Der Außenbord der eisernen Wände ist durch ein Winkeleisen versteift, an

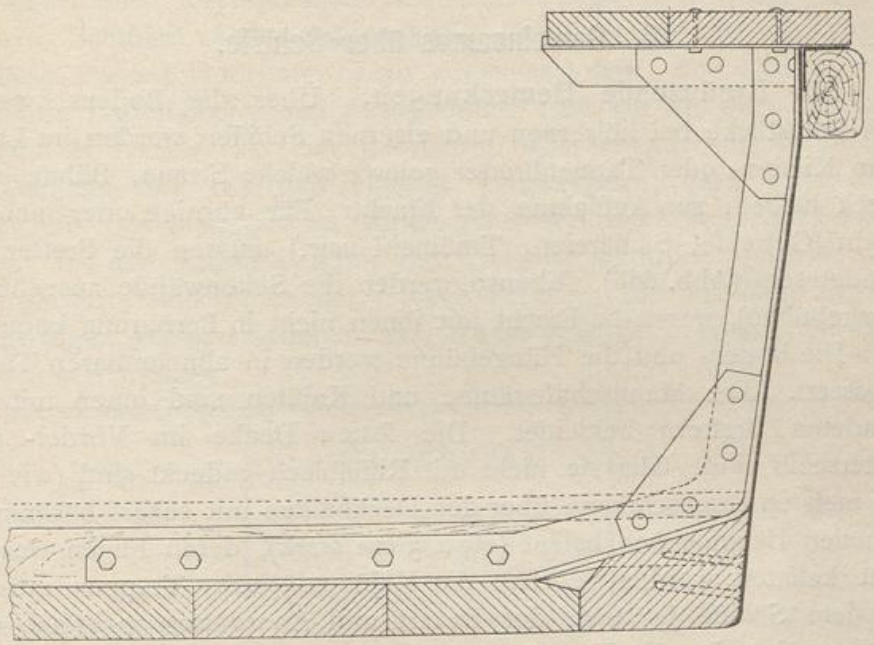
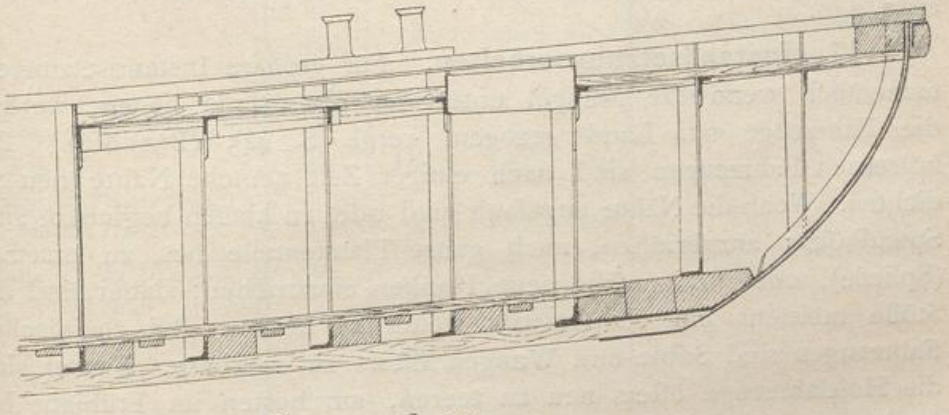


Abb. 676.

welches ein Reibholz (10/14 cm stark) angebolzt ist. Bei den Kanalprahmen ist die aus Eisenblech bestehende Vorder- und Hinterkaffe



Längsschnitt

Abb. 677.

ähnlich an den Boden angefügt und mit Reibholz versehen. Bei den Flußprahmen wird der Steven durch ein Winkeleisen gebildet (Abb. 677), das mit den beiderseitigen Seitenblechen vernietet und unten abgeplattet auf dem Boden angebolzt ist. In Abb. 677 ist ferner das Vorderdeck

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zu ersehen mit einer 50 · 70 cm weiten Öffnung in der Mitte. Das Deck reicht bis zu dem vorderen Querschott. Das Hinterdeck ist ähnlich. Am Heck ist ein Steuer (wie in Abb. 649) vorhanden.

D. Gemeinsames über Schiffe.

16. Ergänzende Bemerkungen. Über die Bodenschwellen oder Sohlstücke bei hölzernen und eisernen Schiffen werden im Laderaum Kiefern- oder Tannenbretter gelegt, welche Straue, Bühne oder Streck heißen, zur Aufnahme der Fracht. Für körnige oder mehlige Fracht (Getreide, Sämereien, Traßmehl usw.) müssen die Bretter gespundet sein (Abb. 668). Ebenso werden die Seitenwände ausgebühnt (Hängebühne), wenn die Fracht mit ihnen nicht in Berührung kommen soll. Die Boden- und die Hängebühne werden in abnehmbaren Tafeln eingesetzt. Die Mannschaftsräume und Kajüten sind innen mit gespundeten Brettern bekleidet. Die festen Decke im Vorder- und Hinterschiff sind, falls sie nicht mit Riffelblech gedeckt sind (wie bei den meisten Eisenschiffen), über den Deckbalken mit scharf besäumten schmalen Deckplanken belegt (etwa 5 cm stark), deren Fugen wasserdicht kalfatert werden, ebenso die Kajütendächer. Treppen müssen auf dem Schiffe je nach der Bauart und Anordnung mehrfach vorhanden sein. In die Laderäume steigt man von oben mit Leitern ein, da die Schotte keine Türen haben dürfen.

Die äußere Höhe der Rhein- und der Dortmund-Ems-Kanalschiffe von U.-K. Boden bis Schandeck (Wassergang) ist 2,50 m und mehr, die Höhe der Weser- und fast aller östlichen Schiffe etwa 2 m.

17. Instandsetzungsarbeiten. Für größere Instandsetzungen, namentlich wenn die Mängel unter der Wasserlinie liegen, werden die Fahrzeuge auf Land gezogen, vergl. S. 445 (Bauhöfe). Bei hölzernen Fahrzeugen sind nach einiger Zeit manche Nähte neu zu dichten. Wenn die Nähte angefault sind oder zu klaffen beginnen, sind Spundhölzer anzubringen, auch ganze Plankenteile neu zu ersetzen (Spließe), oder nötigenfalls neue Planken einzuziehen; dabei sind die Stöße meistens um ein Gespant weiter zu setzen. Bei rheinischen Fahrzeugen sind Sohle und Wangen öfters zu erneuern. Ferner sind die Holzfahrzeuge öfters neu zu teeren, am besten im Frühjahr bei trockenem Wetter. Eiserne Spanten müssen nachgestrichen und frei von Rost gehalten werden. Bei eisernen Schiffen ist sorgfältig auf rechtzeitige Erneuerung des Anstriches aller Teile zu achten, damit kein schädliches Rosten entsteht (vergl. S. 38). Die Dauer dieser Fahrzeuge ist dann außerordentlich lang. Bei vorkommenden ernsten Beschädigungen muß das Urteil eines sachkundigen Schiffbauers zu Rate gezogen werden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

18. Schiffsgrößen. Die Größen der Schiffe sind in den verschiedenen Wasserstraßen nach deren Schiffbarkeit sehr verschieden. Nachstehend folgen einige Beispiele für die Abmessungen größerer, auch gewöhnlich vorkommender Schiffe. Die angeführte Breite ist (bei eisernen Schiffen) ohne Schutzplanke (Scheuerleiste) zu verstehen; für diese würden jederseits 10 cm zuzusetzen sein. Die nachstehend angeführte Ladefähigkeit bei Stromschiffen trifft nur bei dem daneben angeführten Tiefgang zu; bei niedrigeren Wasserständen ermäßigt sich der Tiefgang und die Ladefähigkeit entsprechend; dazu vergl. das Verzeichnis der planmäßigen Mindestfahrtiefen im Abschn. Strombau, S. 205. In den Kanälen kann der Tiefgang natürlich dauernd wie der angeführte sein (außer bei solchen Schiffen, die aus dem Strome bei niedrigen Wasserständen in den Kanal gelangen), ebenso bei den kanalisierten Flüssen.

Wasserstraße	des Schiffes				Bemerkungen
	Länge m	Breite m	Tiefgang m	Ladefähigkeit t	
1. Rhein	100	12	2,75	2300	Es kommen noch größere Schiffe vor.
Desgl. u. kan. Main .	80	10	2,2	1200	
2. Dortmund-Ems-Kanal	a. 65	8	1,75	600	Westliches Hauptkanalschiff.
	b. 67	8	1,6	600	
	c 67	8	2,0	900	Nur zugelassen bei langsamer Fahrt.
"	26	4,95	—	90	Emspünte.
3. Weser, kan. Fulda .	55	8	1,5	450	
4. Elbe	76	10,3	1,6	925	
Degl. u. Plauer Kanal, untere Havel . .	65	8	1,6	600	
5. Oder, Oder-Spree-Kanal	55	8	1,4	400	Östliches Hauptkanalschiff.
	55	8	1,6	500	
	47	6,5	1,6	350	Sog. Berliner.
	40,2	4,6	1,6	200	Finow-Schiff.
6. Weichsel	50	7,5	1,75	400	
	50	6	1,7	340	
7. Pregel und Memel .	41,5	7,1	—	230	Russische Wittinne.
	40	7,4	—	200	Boydack (offen).
	30	6	—	—	Kurischer Kahn (Haffschiff, seeschiffartig).

Abschnitt 32.

Telegraphen- und Fernsprechanlagen.

A. Telegraphenanlagen.

1. Allgemeines. Es handelt sich hier um elektrische Melder. Dazu gehört der Telegraph (Fernschreiber), mit dem man Wörter und Schriftsätze in die Ferne schreiben kann, aber auch andere Melder, z. B. elektrische Klingeln, elektrische Zähler für die Umdrehungen der Meßflügel bei Stromgeschwindigkeitsmessungen, elektrische Wasserstandsmelder und dergl. Stromaufsichtsbeamte haben mit dem Telegraph (Fernschreiber) kaum etwas zu tun; wegen des allgemeinen Verständnisses muß aber auch dieser kurz behandelt werden, zumal, da manche seiner Teile auch bei Fernsprechanlagen vorkommen.

2. Elektrischer Strom. Elektrizität ist eine Naturkraft. Sie tritt in verschiedener Form und Beschaffenheit auf. Hier tritt sie auf als ein elektrischer Strom, den man genauer galvanischer Strom nennt, zum Unterschiede von anders gearteten elektrischen Strömen (wie sie z. B. bei Fernsprechanlagen und elektrischen Kraftanlagen vorkommen). Ein galvanischer Strom wird hervorgerufen durch zwei verschiedene Metalle, die an einem Ende sich unmittelbar berühren (oder durch ein Metallstück, z. B. einen Draht verbunden sind) und zwischen denen im übrigen eine Flüssigkeit steht. Eine solche Zusammenstellung nennt man ein galvanisches Element. Ein Element besteht also aus zwei sich berührenden oder verbundenen Metallen, zwischen welchen sich eine Flüssigkeit befindet. Solche Metalle sind z. B. Kupfer und Zink, auch Kohle und Zink.[1]) In Abb. 678 bedeutet *K* eine Kupferplatte und *Z* eine Zinkplatte; beide stehen in einem mit einer Flüssigkeit gefüllten Glase. Die beiden Metalle sind

[1]) Kohle wird in dieser Hinsicht auch als ein Metall betrachtet und gebraucht, und zwar Gaskohle in Stabform.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

oben durch einen angelöteten Metallstreifen oder einen Draht *d* verbunden. Dann geht ein elektrischer Strom vom Kupfer durch den Draht zum Zink und von diesem unten durch die Flüssigkeit zum Kupfer zurück und so immer herum. Das oberste Ende der Metalle, wo der Draht angreift, nennt man den Pol des Metalles. Da nun der Strom in der Zusammenstellung Abb. 678 immer von dem Pol des Kupfers ausgeht und nach dem Pol des Zinks gerichtet ist, so bezeichnet man zur besseren Andeutung der Richtung den Kupferpol mit + und den Zinkpol mit — und nennt das Kupfer positiv und das Zink negativ elektrisch. Der elektrische Strom geht also immer vom positiven zum negativen Pol; in der Flüssigkeit ist es umgekehrt; denn das Unterende des Zinks ist positiv und des Kupfers negativ; dort geht der Strom also vom Zink durch die Flüssigkeit zum Kupfer. Ebenso wie Kupfer und Zink verhalten sich Kohle und Zink. Die Flüssigkeiten, die man für die Stromerzeugung verwendet, können verschieden sein. (Es kommen in Betracht z. B. Kupfervitriollösung, Bittersalzlösung, Salmiaklösung, Chromsäure und andere.) Der elektrische Strom durchfließt den Verbindungsdraht von einem Pol zum andern, mag der Draht nun kurz oder lang sein. Bei Telegraphenanlagen kommen bekanntlich sehr lange Drahtleitungen vor. Der Draht ist nun an die Metallpole meistens nicht angelötet, sondern mittels Messingklemmen angeschraubt (Klemmschrauben). Der Strom geht von den Metallpolen durch die Klemmen in den Draht. Es kommt auch vor, daß zu einem Element nicht eine, sondern zwei Flüssigkeiten verwendet werden, die durch eine porige Wand von gebranntem Ton in Gestalt eines Tonzylinders (Tonbechers) voneinander geschieden sind. Durch die Poren des Tons haben sie aber immer eine gewisse Verbindung, so daß der elektrische Strom in seinem Durchgang nicht gestört ist. Diese Einrichtung hat den Zweck, daß die Flüssigkeit weniger schnell durch die Wirkung des elektrischen Stromes zersetzt wird, also länger brauchbar bleibt. In ihrer Anordnung sehen die gebräuchlichen galvanischen Elemente verschieden aus.

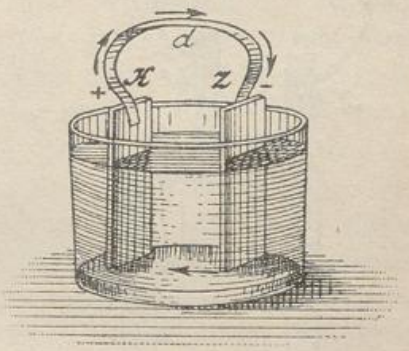


Abb. 678.

3. Galvanische Elemente. Die nachstehend aufgeführten Elemente sind die gebräuchlichsten für die verschiedenen elektrischen Vorrichtungen. (Sie brauchen aber nicht besonders gelernt zu werden. Es genügt, wenn man sich vorkommendenfalls durch Nachschlagen über sie unterrichtet.) Es wird vorweg bemerkt, daß in der Wasser-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bauverwaltung jetzt meistens sog. Trockenelemente verwendet werden (siehe nachstehend unter e).

Kupfer-Zinkelemente.

a) Das Daniellsche Element (Abb. 679). Die beiden Metalle sind Kupfer und Zink. Das Kupfer steht in einer Kupfervitriollösung, das Zink in verdünnter Schwefelsäure, und zwar folgendermaßen: Die Kupfervitriollösung ist in ein Glasgefäß gegossen und der hohle, unten offene Kupferzylinder K hineingestellt. In diesen ist der Tonbecher T gesetzt und mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt; in letztere ist dann ein Zinkstück z eingesetzt. Der Kupferzylinder und das Zinkstück tragen je eine Klemmschraube, durch welche der Leitungsdraht gefaßt wird. Der Kupferpol ist hierbei + (positiv), der Zinkpol — (negativ), wie vorher erwähnt.

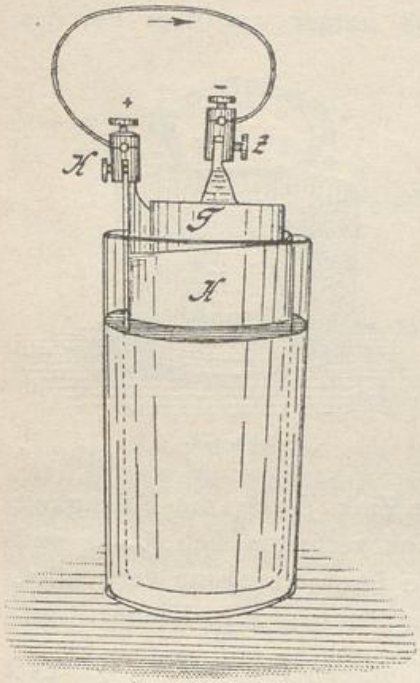


Abb. 679.

b) Das Meidingersche Element (besonders in der Telegraphie benutzt). Die Metalle sind Kupfer und Zink, die Flüssigkeiten Kupfervitriollösung und Bittersalzlösung. Genaueres würde hier zu weit führen. Die Anordnung im einzelnen ist verschieden; ein Tonbecher ist nicht erforderlich.

Kohlen-Zinkelemente.

c) Das Bunsensche Element. Es ist in seiner Anordnung dem Daniellschen ähnlich; die beiden Metalle sind aber Kohle (+) und Zink (−). Das Kohlenstück steht in einem Tonbecher, der mit Salpetersäure gefüllt ist; er ist mit verdünnter Schwefelsäure umgeben, in welcher ein Zinkzylinder steht. Das Ganze befindet sich in einem Glase, ähnlich wie in Abb. 679.

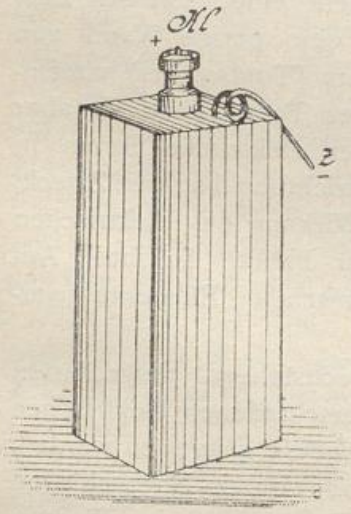


Abb. 680.

d) Das Leclanché-Element. Die Kohle steht in einem Tonbecher, der mit einem feuchten Gemisch von körnigem Braunstein und Kohle gefüllt ist. Das Zink, in Stangenform, steht in einer Salmiaklösung, die den Tonbecher umgibt; das Ganze in einem Glase.

e) Trockenelemente. Sie werden in neuerer Zeit zu den meisten Zwecken gebraucht. Sie lassen sich leicht befördern und sind immer fertig zum Gebrauch. Ihre Metalle sind Kohle und Zink. Sie enthalten nicht unmittelbar Flüssigkeiten, sondern sind mit einer zähen Masse ge-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

füllt, die mit Flüssigkeit durchtränkt ist und immer feucht bleibt. Ein Trockenelement hat meistens die Form eines Kästchens (Abb. 680) (z. B. Trockenelement von Hellesen). Der gebogene Draht bildet hier das Ende des Zinks (*z*), die Klemme in der Mitte gehört zur Kohle (*Kl*).

4. Galvanische Batterie. Für manche Zwecke ist der elektrische Strom eines Elementes genügend stark, für andere bedarf man einer Vermehrung der Elemente, um gute Wirkungen zu erzielen (z. B. Telegrah). Eine Reihe von gleichen galvanischen Elementen nennt man eine Kette oder Batterie (Abb. 681). Eine Batterie muß so zusammengestellt werden, daß immer der positive Pol (+) des einen Elementes mit dem negativen Pol (—) des Nachbarelementes verbunden wird (also hier Kupfer mit Zink, Kupfer mit Zink usw.). Die beiden übrigbleibenden Pole (äußere Pole) müssen dann, damit Strom entsteht, mit einem Draht (d^1) verbunden werden (punktiert), den man den äußeren Leitungsdraht nennt zum Unterschiede von den inneren Leitungsdrähten der Batterie (*d*). Man kann so zwei, drei und mehr Elemente zu einer Batterie zusammenstellen, je nach der beabsichtigten Stromstärke.

5. Die magnetische Wirkung des elektrischen Stromes. Es gibt viele Wirkungen des elektrischen Stromes. Für elektrische

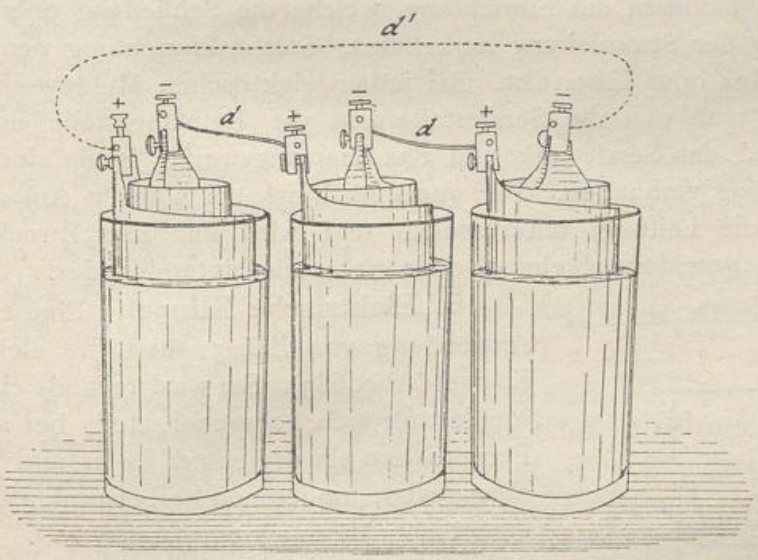


Abb. 681.

Meldewerke ist die wichtigste die Magneterzeugung durch den Strom. Ein elektrischer Strom, dessen Leitungsdraht oft um einen Eisenstab gewunden ist, macht diesen zu einem Magneten (Elektromagnet); sobald dagegen der Strom unterbrochen wird, hört die magnetische Wirkung auf, und der Stab ist wieder gewöhnliches Eisen. Bei geschlossenem Strom zieht der Elektromagnet wie jeder Magnet Eisen an, wenn es in seine Nähe kommt; bei unterbrochenem Strom läßt er

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

es dagegen wieder fahren. Den Eisengegenstand, z. B. Platte oder Eisenstab, der angezogen werden soll, nennt man den Anker des Magneten. Die Magnete haben meistens Hufeisenform (auch ⊔-Form). Die beiden gleichlaufenden Schenkel sind mit dem Leitungsdraht dicht umwickelt (sog. Drahtspule) (Abb. 682). Der Draht ist feiner umsponnener Kupferdraht (vergl. Ziff. 9). Der Anker wird bei Stromschluß von den Stirnenden (Polen) des Magneten angezogen (*a* in Abb. 682 punktiert). Er ist in der Regel mit einer Feder an dem Gehäuse oder Gestell des Meldewerkes festgemacht, damit er, wenn er bei Stromunterbrechung fahren gelassen wird, zwar etwas zurückschnellt, aber nicht abfällt. Unterbricht man nun die Leitung, also den Strom öfter, so wird der Anker bald zurückschnellen, bald angezogen werden, sich also bewegen. Man kann dann mit ihm Vorrichtungen verbinden, welche eine Meldung ermöglichen, z. B. Klingelwerke, Schreibwerke (Telegraph), Zählwerke usw. Wesentlich ist dabei natürlich die Einrichtung, welche die Schließung oder Unterbrechung der Stromleitung herbeiführt. Solche Einrichtung nennt man Schließer oder Kontakt. Bei jedem elektrischen Meldewerk unterscheidet man nun die Sendestelle und die Empfangsstelle und entsprechend das Sendewerk und das Empfangswerk. Beide sind durch die Leitung verbunden. Für gewöhnlich ist bei solchen Anlagen der Strom (die Leitung) unterbrochen und wird nur zum Zweck einer Meldung geschlossen, einmal oder mehrmals hintereinander.

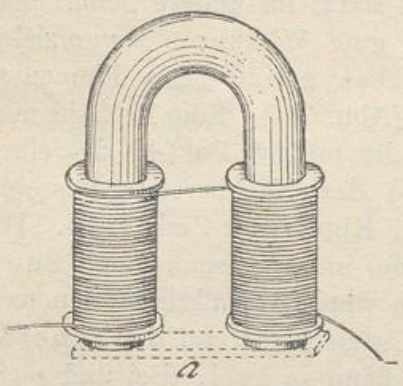


Abb. 682.

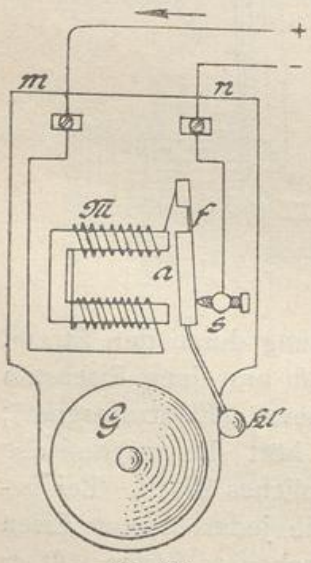


Abb. 683.

6. Elektrische Klingel. Eine einfache Anwendung von Ziff. 5 zeigt die elektrische Klingel (Abb. 683). Sie wird teils als einfacher Melder für sich gebraucht, teils bei anderen Fernmeldern als geeigneter Rufer und Wecker hinzugefügt, um jemand herbeizurufen, der die eigentliche Meldung empfangen soll. Wie in Abb. 683 angedeutet ist, ist die Klingeleinrichtung in einem Gehäuse oder Kasten untergebracht. *G* ist die Glocke der Klingel. In das Gehäuse wird der galvanische Strom von der Batterie bei *m* und *n* eingeführt und geht in einer Drahtspule um den Elektromagneten *M* herum, anderseits in die Schlußspitze (Kontaktspitze) *s*, an welche sich der Anker *a* anlegt, der durch eine Feder *f* gehalten wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der Strom geht also, von *m* kommend, um *M*, dann durch die Feder *f*, sowie *a*, *s* und *n* zur Batterie zurück. Sobald der Strom völlig geschlossen wird (außerhalb des Bildes durch Drücken auf einen Knopf), zieht der Elektromagnet den Anker *a* an, an welchem der Klöppel *kl* festsitzt; dieser schlägt dann auf die Glocke. Da sich aber so der Anker von der Spitze *s* entfernt hat, wird dadurch alsbald der Strom unterbrochen; der Magnet wird sofort kraftlos und läßt den Anker fahren; dieser schnellt mittels der Feder wieder an *s*, der Schluß ist wieder fertig, der Magnet zieht daher wieder den Anker an, die Glocke tönt usw. in schneller Folge. Die Klingel mit Leitung und Knopf ist in Abb. 684 dargestellt. *br* ist die Batterie und *g* die Klingel. Bei *k* befindet sich der Tastknopf als Sender; mit ihm wird der Schluß der Leitung bewirkt, wenn die Klingel ertönen soll. Für gewöhnlich ist *k* dagegen offen (Abb. 684). Der Knopf ist in Abb. 685 im Durchschnitt dargestellt. Es sind an einer Holzplatte zwei Federn *f* und f_1 befestigt, die sich für gewöhnlich nicht berühren; beide sind je mit einem Ende des Leitungsdrahtes verbunden. An *f* ist der Knopf *k* befestigt (er ist gewöhnlich aus Elfenbein). Wird er heruntergedrückt, so berühren sich die Federn, und der Strom ist geschlossen; die Klingel muß also ertönen. Läßt man den Knopf los, so schnellt er nach oben, der Strom ist wieder unterbrochen, und die Klingel verstummt.

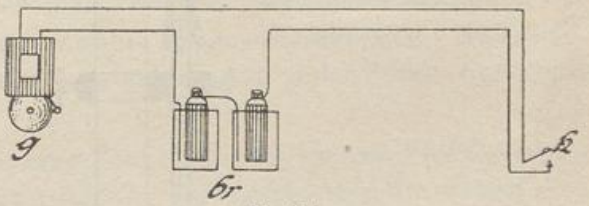


Abb. 684.

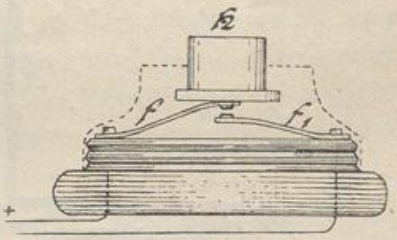


Abb. 685.

7. Elektrische Meßflügel. Abb. 686 zeigt die allgemeine Einrichtung eines Meßflügels für Wassergeschwindigkeitsmessungen. Ein solcher wird meistens von einem Fahrzeug (zwei überbauten Kähnen) gehandhabt. Er besteht aus vier messingenen Flügeln an einer Drehachse, die ähnlich wie bei einer Windmühle oder wie bei einer Schiffsschraube gestellt sind. (In Abb. 686 sind nur zwei Flügel gezeichnet.) Die wagerechte Drehachse *a* sitzt in einem Messinggehäuse, auf welchem ein senkrechtes Rohr *R* aufsitzt. Der Flügel wird beim Messen an einer Stange auf eine bestimmte Tiefe hinuntergelassen, wo eben die Stromgeschwindigkeit gemessen werden soll. Stößt der Strom gegen die Flügel, so drehen sie sich, und zwar um so schneller, je größer die Strom geschwindigkeit ist, also in einer Sekunde mehrmals herum. An der Achse *a* sitzen Schraubenwindungen, in welche die Zähne eines Zähl-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

rades z eingreifen; dieses ist so eingerichtet, daß es sich einmal umdreht, wenn die Flügelachse 100 Umdrehungen gemacht hat.[1]) An dem Zählrade sitzt eine Nase (oder Stift) n, die bei vollendeter Umdrehung des Zählrades gegen den herabhängenden Federhebel h stößt; dann schließt sich ein elektrischer Strom für ein Meldewerk (Klingel), und zwar folgendermaßen: Auf einem auf dem Fahrzeug stehenden Tische (hier nicht sichtbar) ist ein elektrisches Element (oder Batterie) aufgestellt, von welchem die beiden Drähte zum Meßwerk geführt sind. Der eine Draht d ist durch das Aufsatzrohr des Flügels hindurchgeführt und mit dem Federhebel verbunden, der andere Draht d^1 ist oben an dem Metallrohr befestigt.[2]) Der elektrische Strom geht nun von dem Element durch den Draht d^1 in den Körper des Rohres nebst Flügel und Gehäuse, alles zugehörige Metall erfüllend, im besonderen auch die Nase n, anderseits durch den Draht d hinab in den Hebel bis zu dessen Spitze. Der Strom ist aber nur in dem Augenblick geschlossen, wenn die Nase n den Hebel berührt, wie gezeichnet ist. In diesem Augenblick ertönt eine elektrische Klingel, die, auf dem Tisch des Fahrzeuges stehend, in den Leitungsdraht d mit eingeschaltet ist. Die Nase n wirkt also etwa wie der Knopf oder Taster der Klingel-

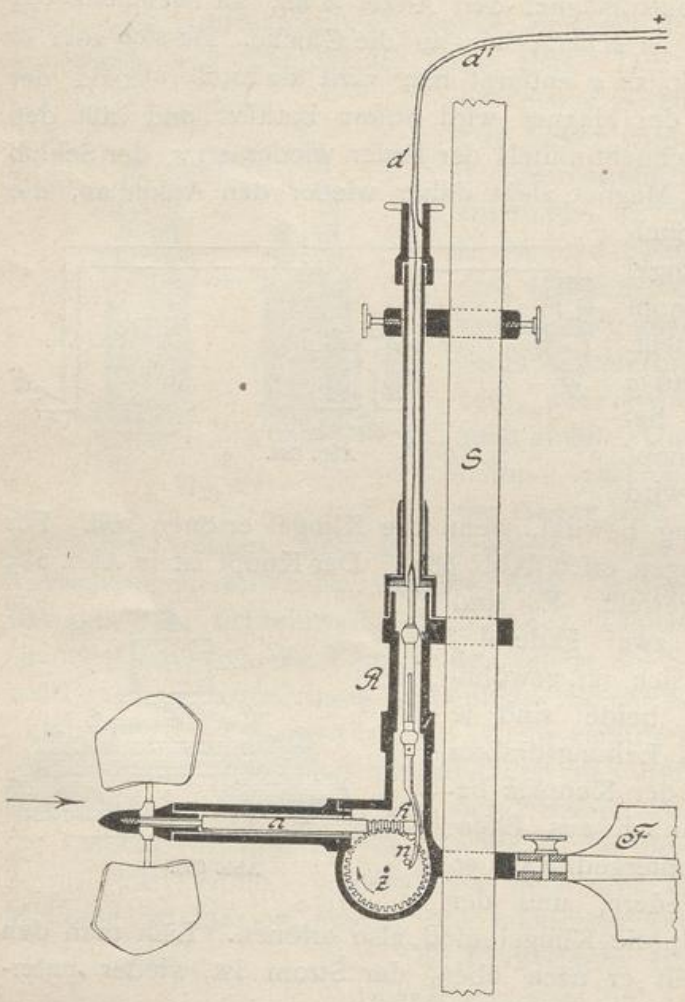


Abb. 686.

[1]) Bei manchen Flügeln 50 Umdrehungen.

[2]) Die Drähte sind umhüllt (isoliert), desgl der Hebel h, außer der Spitze, so daß von d und h keine Entweichung des Stromes in berührendes Metall unterwegs stattfindet.

einrichtung (Abb. 684). Sobald sich die Nase *n* bei der Hebelfeder vorbeibewegt hat, hört der Stromschluß auf, somit auch das Klingeln. Das Klingelzeichen ertönt also immer nach jeder Umdrehung des Zählrades und somit nach jeder 100. Umdrehung des Flügels.

Will man nun wissen, wieviel Umdrehungen der Flügel in einer Sekunde macht, so beobachtet man an einer genauen Sekundenuhr, wieviel Sekunden nach 100 Flügelumdrehungen vergehen, und kann dann die Umdrehungszahl für eine Sekunde leicht ausrechnen. Aus Tabellen, welche für jeden Flügel bestehen, kann man dann ersehen, welche Stromgeschwindigkeit (in Meter) einer sekundlichen Anzahl Flügelumdrehungen entspricht. Die Messung wird, um sicher zu gehen, für jede Stelle mehrmals wiederholt.

F in Abb. 686 bedeutet eine Fahne (Steuer), die am Flügelgehäuse festsitzt und sich gleichlaufend mit der Stromrichtung, die Flügel also rechtwinklig zur Stromrichtung einstellt. [Wesentlicher ist aber oft die genaue Einstellung der Flügelachse rechtwinklig zum Flußquerschnitt (Meßquerschnitt), während die Stromrichtung nicht immer rechtwinklig zu diesem liegt.]

Die Flügel im einzelnen zeigen manche Verschiedenheiten, auch ist die Stange *S* meistens ebenfalls ein Metallrohr, und dergl.; dies würde jedoch hier zu weit führen. Nach dem Verständnis des vorigen wird einer, der zu solchen Arbeiten zugezogen wird, sich bald hineinfinden.

8. Der elektrische Telegraph. Beim Telegraph oder Fernschreiber ist jede Meldestelle (Station) bald Absendestelle, bald Empfangsstelle. Jede ist daher mit einem Sendewerk und einem Empfangswerk ausgerüstet; beide sind mit der elektrischen Leitung verbunden, die von Station zu Station geht. Der elektrische Strom der Leitung wird gespeist durch Batterien, die auf den Stationen aufgestellt sind. Nach der bisherigen Darstellung würde man auf der Leitungsstrecke zwei Drähte wahrnehmen müssen, nämlich einen Draht für die Hinleitung, den anderen für die Rückleitung des Stromes. Dies ist aber nur bei kurzen Leitungen der Fall, besonders wenn sie einen vorübergehenden Zweck haben. Für längere Leitungen würde dies zu teuer sein. Glücklicherweise ist die Erfindung gemacht worden, daß zur Rückleitung an Stelle des Drahtes die Erde selbst benutzt werden kann. Man verbindet nämlich auf jeder Station das eine der beiden von der Batterie ausgehenden Drahtenden mit einer Metallplatte, die in die Erde vergraben wird, das andere Ende wird mit dem Streckenleitungsdraht verbunden; dann fließt von der einen Station der elektrische Strom nach der anderen Station durch die Erde gewissermaßen zurück, die ja ebenfalls ein guter Leiter ist; also ist dann

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nur ein einziger Streckendraht zwischen den Stationen einer Linie nötig.[1])

Der verbreitetste Telegraph ist der Morsesche Schreibtelegraph, dessen allgemeine Anordnung in Abb. 687 dargestellt ist. Dort sind die beiden Stationen mit *A* und *B* bezeichnet; zwischen ihnen befindet sich die Streckenleitung *l*. Wenn *A* die Sende- oder Aufgebestelle ist, dann wird bei Aufgabe einer Depesche vermittels des elektrischen Stromes bewirkt, daß auf der Empfangsstelle *B* durch einen sich dort bewegenden Magnetanker (der mit einem Stift versehen ist) in einen sich abrollenden Papierstreifen Zeichen eingedrückt werden, nämlich

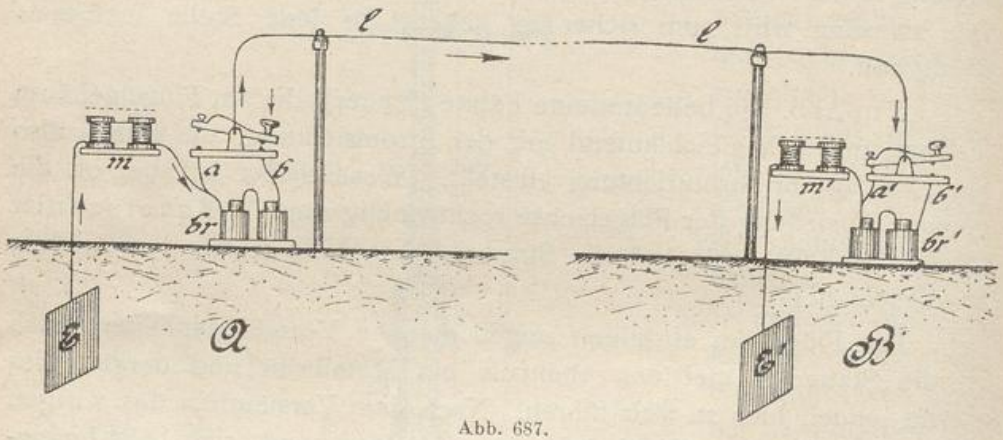


Abb. 687.

Punkte und Striche, die eine Schrift darstellen, die sog. Morseschrift; z. B. ist: a ·—, b —···, c —·—·, d —·· usw. Diese Bewegung des Ankers mit Stift in Station *B* wird in Station *A* vermittels eines Tastschlüssels (Taster) hervorgerufen, der den elektrischen Strom abwechselnd schließt und öffnet, wie es eben die beabsichtigten Schriftzeichen in *B* erfordern. Der Absendebeamte bedient sich in *A* also des Tasters, der Empfangsbeamte in *B* liest die Schrift auf dem Papierstreifen und schreibt in gewöhnlicher Schrift die Depesche ab. Der Taster (Sender) ist in Abb. 688, das Schreibwerk (Empfänger) in Abb. 689 besonders dargestellt.

Der Taster (Abb. 688) ruht auf einer hölzernen Grundplatte; alles übrige ist Metall (außer dem Knopf *k*). Der Taster besteht aus dem doppelarmigen Hebel *H*, welcher um die Achse *a* an der Stütze *s* beweglich ist. Der längere Hebelarm ist mit dem Knopf oder Handgriff *k* versehen und wird in Ruhe durch die Feder *f* aufwärts gedrückt. In dieser Ruhelage drückt der andere Arm des

[1]) In Wirklichkeit wird der elektrische Strom durch die Erde nicht zurückgeleitet, sondern es fließt auf der einen Station die von der Batterie ausgehende +-Elektrizität, auf der anderen die —-Elektrizität in den feuchten Erdboden ab, wo sie sich ausbreitet und verschwindet.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hebels mittels des Stiftes c auf den auf der Grundplatte sitzenden Amboß 1. Wird aber der Knopf k heruntergedrückt, so hebt sich c vom Amboß 1 ab, und es berührt der andere Stift (c_1) den Amboß 2; dadurch wird der elektrische Strom von der Station A nach B hingeführt; denn der Amboß 2 steht durch Leitung mit der Batterie br (in A) und die Stütze s nebst anschließendem Draht mit der Station B in Verbindung, und es fließt der Strom von der Batterie in A nach 2, c_1, durch den Hebel H nach a, s und nach der Station B; in B wird dann der Schreibanker vom Magneten angezogen. Der Amboß 1 dagegen steht durch Leitung mit der Erdeplatte in Verbindung, ebenso wie es auf der anderen Station entsprechend der Fall ist.

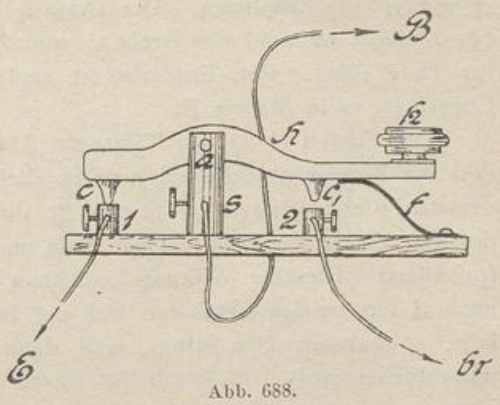


Abb. 688.

Das Schreibwerk (Empfänger) (Abb. 689) besteht aus dem Elektromagneten M, dem Anker a nebst dem daran befindlichen Hebel und dem Schreibstift s, ferner der Papierrolle r. Der Papierstreifen wird durch Walzen abgewickelt und gespannt, die von einem Uhrwerk getrieben werden. Drückt man kurz auf

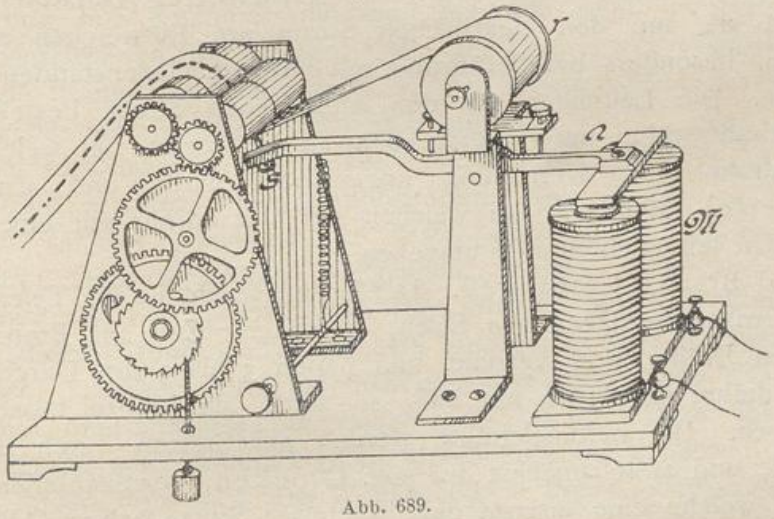


Abb. 689.

den Knopf des Tasters in Station A, so erhält der Papierstreifen in B einen Punkt, wenn länger, einen Strich, wie es die Morseschrift verlangt.[1]) Da nun auf jeder Station Depeschen bald aufgegeben, bald empfangen werden müssen, so ist jede Station mit einem Taster und einem Schreibwerk ausgerüstet. Die allgemeine Anordnung ist aus Abb. 687 zu ersehen. Von dem Schreibwerk sind

[1]) Bei neueren Schreibwerken werden die Schriftzeichen nicht in das Papier eingedrückt, sondern farbig aufgedruckt. Statt der Spitze ist an dem Hebel dann ein Farbrädchen befestigt, das mit blauer Farbe versehen ist und die Punkte und Striche blau aufdruckt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dort die Elektromagneten m und m^1 gezeichnet, die Anker nur punktiert angedeutet. In Abb. 687 bedeuten br und br' die Batterie, ab und $a'b'$ die Taster, E und E^1 die Erdplatten. Der Draht b führt von der Batterie zum Amboß (b) des Tasters, während der Draht a vom Amboß (a) um den Elektromagneten m zur Erde führt. Der Erddraht ist zugleich auch mit der Batterie verbunden. Ebenso ist es in Station B.

In Station A ist der Taster in Abb. 687 niedergedrückt; infolgedessen ist dort die Batterie geschlossen, und es fließt ihr Strom in der durch Pfeile angedeuteten Richtung nach der Station B durch den dort ruhenden Taster um den dortigen Elektromagneten m^1 zur Erde und zieht gleichzeitig den Schreibanker an (punktiert) Dieselbe Wirkung kann man auf Station B mit dem dortigen Taster nach A hin erzielen. Befinden sich auf beiden Stationen die Taster in der Ruhelage, so entsteht kein Strom, weil dann die Leitung sowohl bei b wie bei b^1 unterbrochen ist.[1])

9. Elektrische Leitungen. (Gilt auch für Fernsprechanlagen.) Die Körper verhalten sich gegenüber dem elektrischen Strom verschieden. Manche leiten die Elektrizität sehr gut, z. B. Metalle, auch feuchte Erde. Man nennt diese Körper Leiter; manche leiten sie schlechter und manche gar nicht. Zu den letzteren gehören Glas, Porzellan, Gummi (Guttapercha), Seide, Baumwolle, Zwirn, Jute, Papier und andere. Diese Körper nennt man Nichtleiter (Isolatoren). Man benutzt sie, um den elektrischen Strom am Entweichen aus den Leitern, besonders bei Berührung mit fremden Gegenständen zu verhindern. Die Leitungen für den elektrischen Strom bestehen aus Metalldraht. Man unterscheidet blanke Leitungen, bei welchen der Metalldraht ohne Umhüllung angewendet wird, und umhüllte (isolierte) Leitungen, bei welchen der Metalldraht mit einer Hülle von nicht leitenden Stoffen umgeben ist.

a) Blanke Leitungen. Der Leitungsdraht ist für Telegraphen- und Fernsprechanlagen aus Eisen, in neuerer Zeit aus Bronze. Die eisernen Drähte sind verzinkt und haben 3 bis 5 mm Durchmesser; Bronzedrähte sind etwa nur halb so stark, da Bronze besser leitet als Eisen. Die Leitungsdrähte werden auf Stützen durch die Luft geführt, und zwar zunächst auf sog. Glocken, Porzellanhüten (Isolatoren), welche eine eiserne einschraubbare Stütze haben (Abb. 690).

[1]) Außer dem Morseschen Schreibtelegraphen sind jetzt auch sog. Typendrucktelegraphen in Gebrauch, die so eingerichtet sind, daß der Papierstreifen des Empfangswerkes sogleich mit richtigen lateinischen Buchstaben bedruckt wird. Das Stück des bedruckten Streifens wird dann auf Papier geklebt, und die Depesche ist fertig. Die Telegraphenanlagen für längere Linien sind etwas verwickelter als vorbeschrieben. Jede Station hat zwei Batterien, eine Ortsbatterie und eine Strecken- oder Linienbatterie, außerdem ein sog. Relais (Vorspann) zur Vermittlung des Stromschlusses für die Ortsbatterie; diese versieht den Elektromagneten des Schreibwerkes, während die Linienbatterie die Stromkraft für das Relais hergibt. Genaueres würde hier zu weit führen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Glocken werden oben an den Telegraphenstangen befestigt, bisweilen auch an Gebäuden in Mauerwerk oder Holz. Die Stangen haben eine Zopfstärke von 12 bis 15 cm (ohne Rinde); sie sind 7 bis

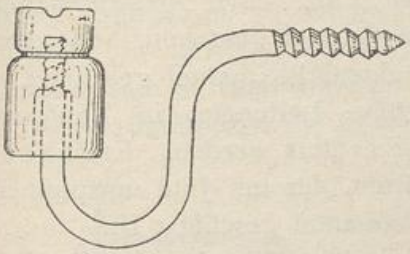


Abb. 690.

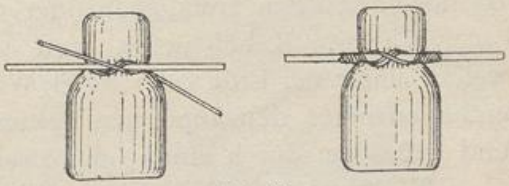


Abb. 691.

10 m lang. Sie stehen für gewöhnlich in Entfernungen von 50 bis 60 m. Die Einsatztiefe im Boden beträgt etwa $^1/_5$ der Stangenlänge. Damit die Stangen länger vor Fäulnis bewahrt bleiben, werden sie vor der

Abb. 692.

Abb. 693.

Anlieferung mit Kupfervitriollösung, Sublimat oder kreosothaltigem Teeröl durchtränkt (imprägniert). Wo der Leitungszug Winkel bildet, muß jede Stange im Winkelpunkt an der inneren Seite des Winkels eine Strebe oder an der Außenseite eine Verankerung von starkem, schräg zur Erde führendem Draht erhalten. Der Leitungsdraht wird an den Glocken kunstgerecht festgebunden (Abb. 691). Der Bindedraht ist geglüht; er ist schwächer als der Leitungsdraht. Die Stellen, wo zwei Enden des Leitungsdrahtes zusammenstoßen und verbunden werden, nennt man Lötstellen. Die Verbindung geschieht entweder mit dem sog. Würgebund (Abb. 692), öfter aber mit dem Wickelbund (Abb. 693). Jeder Bund muß zur Sicherung einer dauernd guten Metallberührung außerdem verlötet werden. Der Draht darf über Wegen, die er kreuzt oder auf welchen er entlanggeht, nicht tiefer als 5 m über der Erde hängen. Durch die Wand eines Gebäudes, in welchem sich das Telegraphen- oder Fernsprechwerk befindet, wird der Draht vermittels einer Einführungstülle aus Porzellan hindurchgeführt (Abb. 694).

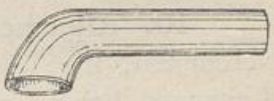



Abb. 694.

b) Umhüllte (isolierte) Leitungen. Der Draht ist in diesem Falle aus Kupfer, das bei weitem das beste Leitungsvermögen besitzt. Der Kupferdraht kann daher besonders dünn sein. Die Umhüllung ist verschieden und im allgemeinen abhängig von dem Orte, an welchem die Leitung verlegt werden soll. (Es kommt auf Feuchtigkeit, Wärme, Art der Berührung usw. an.)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Drähte der Spulen an Magneten usw. sind mit Baumwolle, Zwirn oder Seide doppelt umsponnen (bisweilen auch noch mit Paraffin, Schellack oder Wachs getränkt). Andere Drähte innerhalb der Gebäude sind mit Gummiband umwickelt, mit einer geschlossenen Guttaperchahülle oder mit vulkanisiertem Gummi umgeben, außerdem oft noch mit Garn umflochten oder mit einem Bleimantel geschützt.

Kabel. Kabel nennt man umhüllte Leitungen in Tauform, welche unter der Erde oder durch Wasser geführt werden. Erdkabel enthalten innen den kupfernen Leitungsdraht, der mit Jute umsponnen und außerdem durch einen oder zwei Bleimäntel geschützt ist.

Flußkabel. Weil diese öfters den Angriffen der Schiffsanker ausgesetzt sind, haben sie über dem Bleimantel noch dichte Windungen von verzinktem starken Eisendraht. Der innere kupferne Leitungsdraht geht im Kabel nicht einheitlich durch, sondern ist in zwei oder drei Adern aufgelöst. Jede Ader (aus mehreren Kupferfäden bestehend) ist mit Guttapercha und Blei umgeben. Die so umhüllten Adern sind miteinander verseilt (zusammengedreht), mit Jute umsponnen und das Ganze mit Blei und dem verzinkten Schutzdraht umgeben. Die Lötung des oberirdischen Telegraphendrahtes mit den Adern eines Kabels muß besonders kunstmäßig und sorgfältig geschehen.

B. Fernsprechanlagen.

Anm. Über die Leitungen gilt das unter Ziff. 9 Gesagte.

10. Allgemeines. Fernsprechstellen sind durch eine Leitung verbunden, die wie eine Telegraphenleitung beschaffen ist. Kurze Leitungen haben zwei Drähte, den einen zur Hin-, den anderen zur Rückleitung des Stromes. Zu längeren Leitungen wird nur ein Draht gebraucht, wie beim Telegraph, während auf den Sprechstellen eine Erdplatte zur Rückleitung vorhanden ist. Es mag zunächst von der älteren einfachen Fernsprecheinrichtung, dem Telephon mit zwei Drähten ausgegangen werden. (Die jetzigen größeren Anlagen beruhen zwar auf derselben Grundlage; doch treten noch weitere Vorrichtungen hinzu.) Beim Sprechen in ein Telephon bringt ein elektrischer Strom das damit verbundene Telephon der anderen Stelle zum Tönen. Es ist aber kein gleichmäßiger oder galvanischer Strom, wie er beim Telegraph von Elementen oder Batterien erzeugt wird, sondern ein Strom, der durch den Einfluß eines im Telephon befindlichen Magneten während des Sprechens erregt wird. Man nennt solchen Strom magnetischen Erregungsstrom (Magnetinduktionsstrom).

11. Erregungsstrom beim Fernsprechen. In Abb. 695 seien M und M^1 zwei Magnete (Stabmagnete), um jeden ist eine Drahtspule gewunden, deren Enden zu einer ordnungsmäßigen Leitung verbunden sind. Vor der Stirnseite (Pol) eines jeden Magneten befindet sich,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nur wenig davon entfernt, eine blattdünne Platte aus weichem Eisen, die man sich rings an ihrem Umkreise befestigt denken muß. Würde man nun die Eisenplatte S in der Mitte plötzlich ein wenig mit der Hand eindrücken, so nähert sie sich dem Magneten M; infolgedessen entsteht in der Drahtspule ein Augenblicksstrom (Erregungsstrom), welcher sich zu dem anderen Magneten M^1 fortpflanzt und diesen verstärkt; dadurch wird die Platte S^1 sofort ein wenig nach M^1 angezogen.

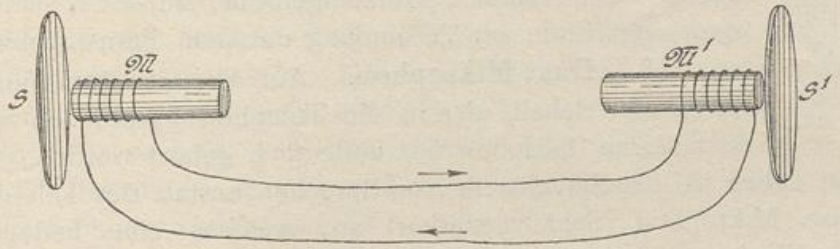


Abb. 695.

Hätte man S dagegen ein wenig von M entfernt, so würde auch S^1 sich sofort von M^1 entfernen. Einer jeder kleinsten Bewegung von S entspricht eine ebensolche Bewegung von S^1. Spricht man nun gegen die Platte S, so wird diese dadurch in zahlreiche, aber sehr kleine Bewegungen (Schwingungen) versetzt; jede Schwingung erzeugt einen Erregungsstrom und dieselbe Schwingung in der Platte S^1. Diese Schwingungen der Platte S^1 teilen sich der Luft mit, und so hört man bei S^1 das, was bei S hineingesprochen wird.

12. Das Telephon. Nach der in Ziff. 11 besprochenen allgemeinen Grundlage ist das gewöhnliche Telephon eingerichtet. Abb. 696 stellt ein Telephon im Durchschnitt dar. m ist der Magnet (Stabmagnet); er ist an dem einen Ende (Pol) mit einer Drahtspule r umgeben; er befindet sich in einem Gehäuse k aus Holz oder Hartgummi. Die Drahtenden der Spule führen durch die Wand des Gehäuses zu den Klemmen h, von welchen die beiden Leitungsdrähte zu dem anderen Telephon ausgehen. Dicht über dem Polende des Magneten befindet sich die dünne Eisenplatte, die in ihrer Lage rings am Rande durch den aufgeschraubten Deckel d gehalten wird. In der Mitte des Deckels ist die trichterförmig sich erweiternde Schallöffnung zum Sprechen oder Hören. Solche Telephone werden zum Sprechen jetzt höchstens noch bei Haustelephonen gebraucht; zum Fernsprechen dagegen dient als Sprecher

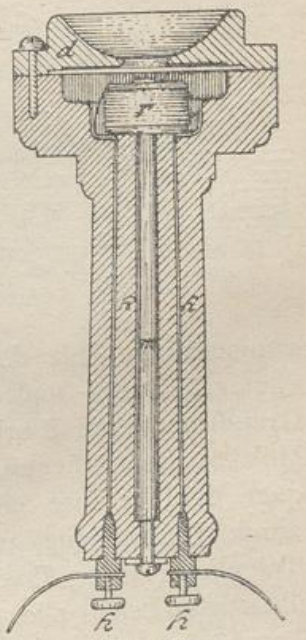


Abb. 696.

(Fernsprecher) jetzt eine andere Einrichtung (sog. Mikrophon, vergl. Ziff. 13), während als Hörer (Fernhörer) das beschriebene Telephon beibehalten ist. Es kommt aber meistens als sog. Löffeltelephon vor (Abb. 697). Der darin enthaltene Magnet ist ein Hufeisenmagnet. Es hat eine Öse, mit der es in der Ruhelage über einen Haken gehängt wird. Die beiden an das Telephon angeschlossenen Drähte sind umsponnen und zu einer Schnur zusammengedreht; sie teilen sich erst wieder am Ende zur Verbindung mit dem Fernsprechwerk.

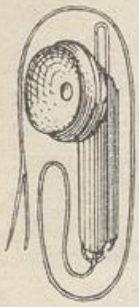


Abb. 697.

13. Das Mikrophon. Auf weitere Entfernungen würde der Schall, der in ein Telephon gesprochen wird, im anderen Telephon nur undeutlich gehört werden. Man wendet daher auf der Sprechstelle zum Sprechen anstatt des Telephons ein sog. Mikrophon (Schallverstärker) an, welches eine bedeutend stärkere Wirkung hat. Das Mikrophon ist also jetzt der eigentliche Fernsprecher, das Telephon der Fernhörer. Zum Mikrophon gehört kein Magnet, sondern außer einer Sprechplatte und der Drahtleitung mehrere Kohlenstäbchen und eine galvanische Batterie.

Das Mikrophon besteht nämlich aus einer Platte (dünne Holzplatte), die hinter der Schallöffnung eines Gehäuses befestigt ist. Die Platte stößt beim Erzittern gegen einen Satz von Kohlenstäbchen (einzelne liegen lose), welche jede Schwingung äußerst fein übertragen. Sie stehen mit den Leitungsdrähten in Verbindung, die nach einer Batterie (Mikrophonbatterie) und dann in die Fernleitung nach dem Hörtelephon der anderen Stelle gehen.

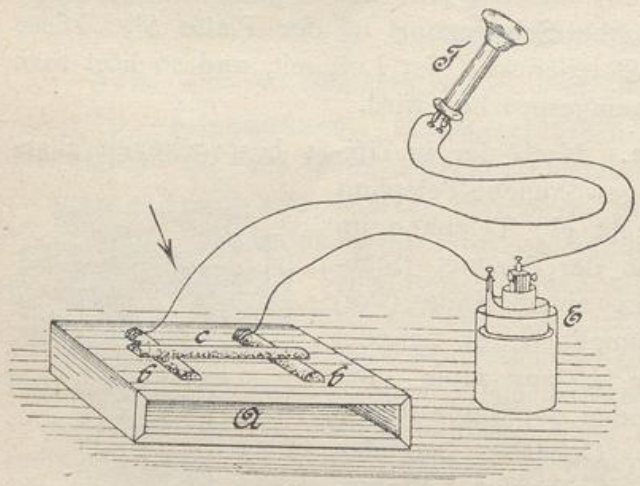


Abb. 698.

Die Batterie im Zusammenhange mit dem Mikrophon bewirkt beim Sprechen eine bedeutende Strom- und Schallverstärkung im Fernhörer. Die allgemeine Grundlage dieser Einrichtung ist in Abb. 698 zu ersehen. Auf einem Holzkästchen *A* liegen, daran befestigt, zwei Stäbe harter Kohle *bb* und quer darüber lose ein ebensolches Stäbchen *c*. Die Stäbe *bb* sind durch Drahtleitung mit einem galvanischen Element *E* und dem Telephon (Hörer) *T* verbunden. Spricht man gegen das Kästchen, so übertragen sich alle Schallschwingungen äußerst genau nach dem Fernhörer und werden durch diesen deutlich gehört.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

14. Vollständige Fernsprecheinrichtung. Da man auf jeder Station sprechen und hören können muß, so hat man auf jeder Station ein Mikrophon als Fernsprecher und daneben ein Telephon als Fernhörer. Beide sind in die Leitung eingeschaltet. In welcher Weise diese Vorrichtungen genauer zusammen verbunden sind, würde hier zu weit führen. Dies ist Sache der Fachleute. Bei jeder Fernsprechstelle ist ferner eine elektrische Klingel, sog. Wecker, die ertönt, wenn jemand von der anderen Stelle mit einem sprechen will. Will man selbst nach der anderen Stelle klingeln, so drückt man auf einen Knopf.[1]) Die Klingel ist dann im allgemeinen beschaffen wie in Abb. 683. Es gehört auch eine Batterie dazu (Klingelbatterie). In diesem Falle sind auf jeder Sprechstelle eine Mikrophonbatterie und eine Klingelbatterie in einem Kasten untergebracht. (Über anderweitige Klingeln siehe weiter.)

Die Wirkungen der beiderseitigen Mikrophone und Klingeln werden durch dieselbe Fernleitung übertragen. Es kommt auf jeder Sprechstelle allerdings auf die Verbindung und Schaltung dieser Vorrichtungen (im Gehäuse) gegeneinander an. Dazu gehört z. B., daß der Hörer immer angehängt bleibt, wenn nicht gesprochen wird, und zwar so lange, bis die Klingel ertönt. Dies geschieht, um den Strom der Mikrophonbatterie so lange auszuschalten, bis gesprochen bezw. gehört werden soll, damit die Mikrophon-Elemente nicht zu schnell abgenutzt werden. Anderseits kann die Klingel nur ertönen, wenn der Hörer angehängt ist, weil nur dann ihr Strom geschlossen ist. Fernsprecher (Mikrophon) und Klingel sind meistens in einem gemeinsamen Gehäuse vereinigt, an welchem ein, häufig auch zwei Hörer angehängt sind; darunter ist ein besonderer Kasten für die Batterien. An Stelle der vorerwähnten Batterieklingel mit Knopf wird jetzt meistens eine andere Klingeleinrichtung gebraucht, nämlich eine Kurbel, die aus dem Fernsprechgehäuse herausragt und zu einer magnetischen Maschine gehört (Magnetinduktor), welche den Strom zum Klingeln (ohne Batterie) erzeugt, wenn man die Kurbel dreht. Meistens sind für die Klingel zwei Glocken nebeneinander angebracht, zwischen denen der Klöppel spielt. Sollen bei dieser Einrichtung bestimmte Rufzeichen mit der Klingel gegeben werden (vergl. unten den Fußvermerk [1]), so ist ein Knopf an dem Gehäuse angebracht, auf welchen in gewisser Folge kurz oder länger gedrückt wird, während man die Kurbel dreht (der Knopf unterbricht nach Bedarf den Strom). In Abb. 699 ist die vollständige Einrichtung einer Sprechstelle (*B*),

[1]) Man kann durch kurzes Tippen oder längeres Drücken auf den Knopf bestimmte Zeichen geben, die für andere Sprechstellen als Anruf vorgeschrieben sind; dies ist z. B. bei stromstaatlichen Fernsprechanlagen der Fall. Bildlich sind solche Zeichen z. B. · · ·, · — ·, · — —, — — — usw.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

welche als Zwischenstelle zwischen zwei Stellen *A* und *C* zu denken ist, dargestellt. *I* ist der Leitungsdraht, welcher von außen, von der Sprechstelle *A* kommend, zur Sprechstelle *B* führt, und *II* der Draht, welcher hinaus nach der Sprechstelle *C* führt. Die beiden Drähte gehen zunächst in den Plattenblitzableiter *b* (zugleich Stöpselumschalter) und dann in das Fernsprechwerk. Mit dem Blitzableiter *b* steht der Draht *III* in Verbindung, der zur Erdplatte *E* führt. (Darüber siehe weiter.) Das Fernsprechgehäuse *f* zeigt die Schallöffnung des Fernsprechers (Mikrophon) und die beiden angehängten Hörer (bisweilen ist auch nur einer vorhanden), ferner die Doppelglocke des Weckers, die Kurbel und den Druckknopf für Zeichengebung. Darunter befindet sich der Kasten mit der Mikrophonbatterie (gewöhnlich zwei Trockenelemente).

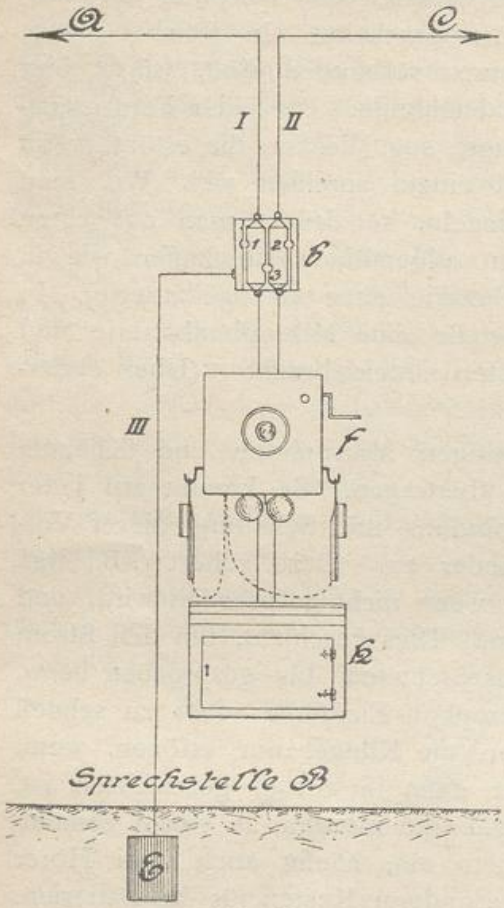


Abb. 699.

Blitzableiter. Der Plattenblitzableiter (*b*) ist aus Messing; er besteht aus einer quadratischen Grundplatte; diese ist auf einem Brett aufgeschraubt. Auf ihrer Oberfläche ist sie mit Riffelungen versehen; ihr Rand ist aber glatt und ist mit dem Erdleitungsdraht *III* verbunden. Über dieser Grundplatte befinden sich zwei schmalere Messingplatten (Leitungsplatten), die auf ihrer Unterfläche ebenfalls Riffelungen haben;[1]) sie sind aber von den wagerechten Rändern der Grundplatte durch eine Zwischenlage isoliert und haben seitlich zwischen sich und dem erhöhten senkrechten Rande der Grundplatte je eine Fuge (also drei Fugen). Die Fugen sind an den Stellen 1, 2 und 3 zu runden Löchern erweitert. Mit jeder der beiden Oberplatten steht (mittels Klemmschrauben) der betreffende Draht der

[1]) Die Riffelungen oder vielmehr die zwischen ihnen stehenden zahlreichen Spitzen und Kanten bezwecken, daß bei Gewitterspannung die Gewitterelektrizität von den Leitungsplatten nach der Grundplatte überspringt und zur Erde geht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fernsprechleitung in Verbindung. Soll der Fernsprecher und der diesen Bedienende bei drohendem Gewitter vor Blitzgefahr geschützt werden, so wird ein vorhandener Messingstöpsel in das Loch 3 gesteckt; dann tritt die Grundplatte mit den beiden Oberplatten durch den Stöpsel in metallische Berührung; dadurch wird die Stromverbindung der Leitungen *I* und *II* mit *III*, also mit Erde hergestellt; die Blitzfunken gehen dann zur Erde und der Fernsprecher selbst ist ausgeschaltet. Steckt man den Stöpsel in das Loch 1, so ist der Fernsprecher von der Leitung *I*, also von der Richtung *A* abgeschaltet; die Sprechstelle *B* ist dann wie eine Endstelle zu betrachten. Steckt man den Stöpsel in Loch 2, so ist der Fernsprecher von der Leitung *II*, also von der Richtung *C* abgeschaltet. Eine dieser Stöpselungen, 1 oder 2, kann z. B. nötig werden, wenn Fehlstellen der Leitung in der einen Richtung ausgebessert werden sollen, während nach der anderen noch gesprochen werden soll. Manchmal sind die Schaltlöcher anders gegeneinander geordnet. Sie werden durch Anweisung näher bestimmt. Außerdem befindet sich im Sprechgehäuse ein sog. Spindelblitzableiter (Schmelzsicherung), der in die innere Leitung des Werkes eingesetzt ist. Er enthält einen sehr feinen Leitungsdraht, der schmilzt, wenn ein Blitzfunke bei vorhandener Gewitterelektrizität hindurchgeht. Nach dem Gewitter muß dann ein neuer Spindelblitzableiter eingesetzt werden, den man in Vorrat hält. Der Spindelblitzableiter dient also zu größerer Sicherung, namentlich wenn der Plattenblitzableiter noch nicht auf Punkt 3 eingestellt ist.[1])

15. Anordnung und Betrieb einer Fernsprechleitung.[2]) Fernsprechleitungen längs einer Wasserstraße gehen entweder dicht neben dieser her, z. B. bei Kanälen, wo die Stangen auf den landseitigen Leinpfadböschungen aufgestellt werden können, oder entfernen sich streckenweise von der Wasserstraße, besonders bei Strömen, da Stangen im Hochwasserabflußgebiet meistens nicht aufgestellt werden können, auch die Dienstgehöfte der Beamten oft weiter vom Strome, z. B. in Ortschaften liegen. Bei Strömen muß außerdem die Leitung öfters von einem Ufer nach dem anderen hinüber wechseln. Die Kreuzung des Stromes geschieht dann mittels Flußkabels. Die Zwischenstellen (Dienstgehöfte usw.) werden mit Schleifen (zwei Drähte) an die eindrähtige Leitung angeschlossen (vergl. *B* und *C* in Abb. 700). Diese Schleifen sind oft kurz, manchmal auch sehr lang. Bei den Endstellen

[1]) Bei der Reichspostverwaltung sind jetzt meistens andere Blitzsicherungen in Gebrauch.

[2]) Die Darstellung ist von der Fernsprechanlage der Oderstrombauverwaltung abgeleitet; ähnlich sind die Fernsprechanlagen bei staatlichen Nebenbahnen. Die jetzigen Fernsprechanlagen der Reichspostverwaltung sind in mancher Beziehung davon abweichend; jedoch kann hier nicht näher darauf eingegangen werden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(vergl. *A*) führt dagegen nur ein Draht in das Gebäude hinein, während das andere, aus dem Fernsprecher hervortretende Drahtende zur Erde führt.

Sehr lange Fernsprechleitungen mit vielen Sprechstellen werden durch sog. Trennstellen in verschiedene Stromkreise geschieden, etwa alle 30 bis 40 km, da die Klingelzeichen auf zu weite Entfernungen undeutlich werden. Einen Stromkreis nennt man die Leitungsstrecke zwischen zwei Trennstellen, bezw. zwischen einer Trennstelle und einer Endstelle. Auf einer Trennstelle kann man natürlich nach der einen oder der anderen Richtung sprechen; eine Sprechstelle von rückwärts kann aber über die Trennstelle hinaus

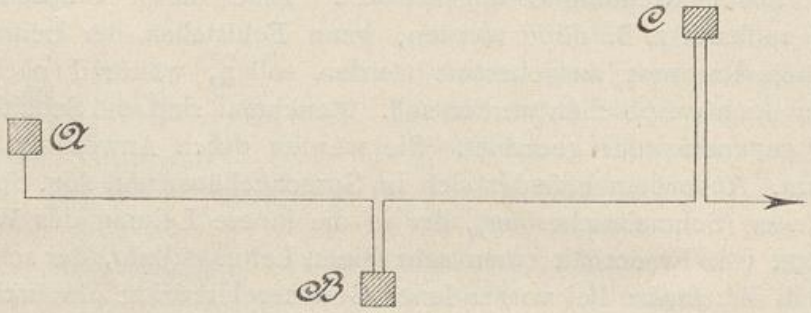


Abb. 700.

nur durchsprechen, wenn sie die Trennstelle selbst anruft und sagt, mit welcher Stelle sie zu sprechen wünscht. Die Trennstelle ruft alsdann die gewünschte Stelle an und stellt durch Schaltung Durchsprechstellung her. Im übrigen vergleiche die Anweisung Ziff. 16. Für jede Sprechstelle gilt zu ihrer Anrufung ein bestimmtes Klingelzeichen (Rufzeichen). Das Klingelzeichen für die angerufene Stelle wird auch auf den anderen Sprechstellen desselben Stromkreises gehört, aber nur von der Stelle beachtet, für welche es bestimmt ist. Da die die Sprechstellen Bedienenden, z. B. Schleusenmeister fast immer draußen zu tun haben, würden sie das Klingeln, welches im Zimmer ertönt, häufig überhören; daher ist außerdem eine Klingel draußen am Gebäude angebracht und in die Leitung eingeschaltet. Diese Klingel steht durch Leitung auch mit dem Innenwerk in Verbindung; sie ertönt aber nur, wenn die Innenklingel abgestellt ist. Ebenso kann die Draußenklingel abgestellt werden; dann ertönt die Innenklingel. Zu diesem Zweck befindet sich im Innern des Gebäudes eine besondere Schalteinrichtung, deren Beschreibung hier zu weit führen würde.

16. Anweisung für den Betrieb und die Unterhaltung stromstaatlicher Fernsprechanlagen.[1])

[1]) Die im Auszug gegebene Anweisung lehnt sich an die Dienstanweisung der Oderstrombauverwaltung an.

Für den Betrieb jeder stromstaatlichen Fernsprechanlage besteht eine Dienstanweisung, in welcher außer den für jede Sprechstelle bestimmten Rufzeichen und anderen Gegenständen besonders die Dienstzeit für Ferngespräche festgesetzt wird, und zwar für gewöhnlich, sowie während des Hochwasser- und Eiswachtdienstes. Ferner sind folgende Bestimmungen hervorzuheben:

Betrieb.

1. Falls der den Fernsprecher Bedienende durch Abwesenheit verhindert ist, die vorgeschriebenen Zeiten innezuhalten, so hat er die beiden Nachbarsprechstellen (vor- und rückwärts) hiervon unter Angabe der Gründe zu benachrichtigen und zu ersuchen, auf das Klingelzeichen der unbesetzten Sprechstelle zu achten und es zu beantworten. Die Fernsprecher der Trennstellen müssen jedoch stets in den festgesetzten Dienststunden besetzt sein.

2. Eine Bedienung des Fernsprechers seitens der Angehörigen der betreffenden Wasserbauwarte ist bei Eisgang und Hochwasser, der Schleusenmeister auch während der Schiffahrtszeit unerläßlich, da diese Beamten häufig auf den Baustellen bezw. der Schleuse sein müssen.

3. Verfahren beim Fernsprechen. Die gewünschte Sprechstelle wird in folgender Weise gerufen: Die aus dem Gehäuse ragende Kurbel wird kräftig gedreht und gleichzeitig mittels des Druckknopfes das für die gewünschte Sprechstelle festgesetzte Rufzeichen (Klingelzeichen) gegeben. Der Fernhörer muß währenddessen am beweglichen Haken hängen. Erfolgt keine Antwort, so ist der Ruf mindestens alle 10 Sekunden zu wiederholen. Die angerufene Sprechstelle gibt ein kurzes Klingelzeichen als Antwort zurück; dann erfolgt nach Abheben des Fernhörers das Gespräch, indem zunächst die angerufene Sprechstelle und dann die rufende Stelle Ort und Personennamen angibt. Nach Beendigung des Gespräches wird „Schluß“ gesagt.

4. Wird mit einer über die Trennstelle hinaus gelegenen Sprechstelle Verbindung gesucht, so ist die Trennstelle anzurufen. Diese hat ihrerseits die gewünschte Sprechstelle zu rufen und ihr die rufende Stelle anzugeben. Dann nimmt sie durch Stöpselung am Umschalter Durchsprechstellung, und die angerufene Sprechstelle setzt sich mit der rufenden durch das Sprechwerk in Verbindung, ohne das Klingelzeichen zu benutzen. Die Trennstelle hat nach Ablauf von 5 Minuten sich durch den Hörer zu überzeugen, ob das Gespräch zu Ende ist, und erst, wenn dies der Fall, wieder Trennstellung herzustellen.

Die Trennstellen müssen für gewöhnlich unbedingt Trennstellung innehalten

5. Falls schriftliche Aufnahme der Mitteilung verlangt wird, hat die anrufende Sprechstelle zu sagen: „Schriftliche Mitteilung“, worauf die angerufene, nachdem sie ihre Vorbereitung getroffen hat, antwortet: „Bereit“. Nun beginnt die Mitteilung, und zwar stets nur drei Worte hintereinander, nach deren jedesmaliger Niederschrift die aufnehmende Sprechstelle „Weiter“ sagt. Nach Beendigung liest die aufnehmende Sprechstelle die ganze Mitteilung vor, und die aufgebende antwortet, wenn alles richtig ist, mit „Richtig, Schluß“.

Diese Depeschen sind in dem auf jeder Fernsprechstelle zu führenden Depeschenbuch einzuschreiben.

6. Bei Eintritt von Gewittern darf nicht gesprochen werden. Der Fernhörer ist an dem Haken zu belassen. Bei nahen und schweren Gewittern ist während ihrer Dauer durch besondere Stöpselung im Plattenblitzableiter eine un-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mittelbare Verbindung der beiderseitigen Leitungen mit der Erde herzustellen; dabei dürfen weder Fernsprecher, noch Leitung berührt werden. Vorher ist den beiden Nachbarstellen hiervon Meldung mit dem Ersuchen um Weitergabe zu machen.

Nach jedem Gewitter ist die richtige Stöpselung wieder herzustellen und das ganze Werk, namentlich aber die Spindel des im Gehäuse befindlichen Spindelblitzableiters sorgfältig zu prüfen. Dieses erfolgt am einfachsten durch Anrufen einer anderen Sprechstelle. Bleibt der Anruf unbeantwortet, so ist zunächst die Spindel aus dem Spindelblitzableiter herauszuziehen und sodann der Anruf zu wiederholen. Tritt jetzt Verständigung ein, so ist durch Wiedereinsetzen der Spindel zu prüfen, ob die Störung wieder auftritt. Ist dies der Fall, so ist die Spindel schadhaft nnd durch die überwiesene Vorratsspindel zu ersetzen.

Die beschädigten Spindeln sind zwecks Instandsetzung sofort der vorgesetzten Dienstbehörde einzusenden.

7. Es ist darauf zu achten, daß die Fernsprecher rein gehalten werden, und daß beim Sprechen und Rufen kein Speichel hineinkommt. Wenn nicht gesprochen wird, muß der Fernhörer unbedingt an dem beweglichen eisernen Haken hängen, da nur so der Wecker anspricht, und damit sich die Mikrophonbatterie nicht so schnell abnutzt. Beim Fernsprechen empfiehlt es sich, beide Fernhörer am Ohr zu halten. Niemals darf während des Gespräches ein Fernhörer an dem eisernen beweglichen Haken hängen.

Es ist deutlich, aber nicht zu laut und nicht zu langsam zu sprechen; der Mund muß mindestens 5 cm von der Schallöffnung des Fernsprechers entfernt bleiben.

Unterhaltung.

8. Alle vorkommenden Schäden und Unregelmäßigkeiten im Betriebe der Fernsprechwerke und der Leitungen sind auf die schnellste Weise der vorgesetzten Behörde zu melden.

Der ein Fernsprechwerk Bedienende hat sich jeden Morgen möglichst früh durch Anklingeln und Anrufen der benachbarten Sprechstellen zu überzeugen, ob die Leitung nach jeder Seite hin in Ordnung ist, damit etwaige Schäden noch vor der regelmäßigen Meldung der Wasserstände abgestellt werden können.

Hierzu ist, falls eine Unregelmäßigkeit vermutet wird, tunlichst sofort ein Bote nach der Nachbarstelle zu senden, welcher auf dem Wege dahin die Leitung zu untersuchen und etwaige Fehler zu beseitigen hat. Der Befund ist alsdann auf dem schnellsten Wege dem Vorgesetzten zu melden. Treten in Fällen von Hochwasser oder Eisgefahr derartige Störungen ein, so hat der die Fernsprechstelle Beaufsichtigende den Befund dem Vorgesetzten telegraphisch zu melden.

9. Zwecks besserer örtlicher Bezeichnung der Fehlerstellen sind sämtliche Fernsprechstangen für jeden Wasserbaubezirk getrennt mit stromabwärts fortlaufenden Nummern zu versehen, z. B.:

K. W. B. X. (Königliche Wasserbauinspektion X.)
06. (Jahreszahl der Beschaffung)
143. (Laufende Nummer).

Die Eigentumbezeichnung sowie die Jahreszahl sind einzubrennen, die Numerierung ist in grauer Ölfarbe zu bezeichnen.

Die Leitung ist ständig auch von den kleinsten Gegenständen freizuhalten. Das Ausästen der Bäume hat bis zu 0,6 m Entfernung vom Leitungsdraht zu erfolgen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

10. Die Unterhaltungs- und Instandsetzungsarbeiten an den gesamten Fernsprechanlagen der Strombauverwaltung sollen durch Beamte und Arbeiter der Strombauverwaltung ausgeführt werden.

Die zuständigen Beamten sind verpflichtet, die ihnen unterstellten Strecken und Sprechstellen stets in betriebsfähigem Zustande zu erhalten, soweit ihnen dies mit den zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln möglich ist. Zu diesem Zwecke haben sie eine Anzahl von Arbeitern mit den auf der freien Strecke vorkommenden Unterhaltungsarbeiten bekannt zu machen und ihnen (mit Genehmigung des Wasserbauinspektors) die gewöhnlichen Unterhaltungs- und Instandsetzungsarbeiten ständig zu übertragen.

Von den Fehlern, welche die Beamten mit ihren Arbeitern nicht beseitigen können, ist sofort der vorgesetzte Wasserbauinspektor zu benachrichtigen.

Die Abstellung dieser Fehler geschieht durch die etwa bei der Wasserbauinspektion beschäftigten Telegraphenvorarbeiter, sonstige sachkundige Hilfskräfte oder durch anderweitig, etwa von der Postverwaltung erbetene Telegraphenbeamte.

11. Jeder Wasserbauwart hat mindestens einmal im Monat einen Prüfungsbegang der ihm unterstellten Fernsprechleitungsstrecke vorzunehmen. Bei diesen Prüfungen sind die laufenden Unterhaltungsarbeiten, wie Ausästen der Bäume, Anziehen von Ankern, Nachlöten von neuen Verbindungsstellen der Leitung, Einstellung der Glocken (Isolatoren), Auswechselung der Mikrophonbatterie usw. auszuführen.

Die bei der Verwaltung etwa beschäftigten Telegraphenvorarbeiter bezw. die anderweitig von der Post erbetenen Telegraphenbeamten (letztere jedoch nur im Bedarfsfalle) haben die Wasserbauwarte bei jeder Prüfung zu begleiten und ihnen bei dieser Gelegenheit von Zeit zu Zeit Anleitung zu erteilen, sowie die mit der Unterhaltung der Anlagen beschäftigten Arbeiter zu prüfen und zu unterrichten. Auch haben sie denjenigen, welche den Sprechdienst auf den einzelnen Stellen zu versehen haben, die nötige Anleitung für die Bedienung der Fernsprecher und für etwa vorzunehmende Schaltungen zu geben.

12. Neben den Wasserbauinspektoren ist dem zuständigen Maschineninspektor die Beaufsichtigung der gesamten Fernsprechanlagen übertragen. Er hat alljährlich einen Teil der Fernsprechlinien zu bereisen. Bei diesen Bereisungen haben den Maschineninspektor die mit der Aufsicht über die Unterhaltung und den Betrieb der Fernsprechanlagen betrauten Beamten zu begleiten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abschnitt 33.

Entwürfe und Kostenanschläge.[1])

Die zu einem Entwurf gehörigen Pläne, Zeichnungen und Schriftsachen nennt man Entwurfstücke. Meistens gehört auch ein Kostenanschlag zu den Entwurfstücken. Einen allgemein gehaltenen Kostenanschlag nennt man einen Kostenüberschlag.

1. Pläne, Zeichnungen. Für die Entwurfzeichnungen von Bauwerken (z. B. Schleusen, Brücken, Wehre, Futtermauern usw.) ist in der Regel der Maßstab 1 : 100, für besonders wichtige Einzelheiten ein größerer Maßstab zu wählen.

Die Lagepläne eines Stromlaufes oder eines Kanales sind im Maßstabe 1 : 2000 bis 1 : 2500, bei größeren Strömen 1 : 5000 anzufertigen. Bei der Darstellung der Lage von Brücken, Wehren, Schleusen, Grundstücken usw. ist in der Regel der Maßstab 1 : 1000 oder 1 : 500 zu nehmen.

Bei Höhenplänen ist für die Längen in der Regel der Maßstab des Lageplanes, für die Höhen der zehnfache Maßstab der Längen, aber nicht kleiner als 1 : 200 zu wählen. Auch in den Querschnittsplänen sind in der Regel die Längen in kleinerem Maßstabe als die Höhen darzustellen; im übrigen vergl. S. 18.

In den Plänen und Zeichnungen ist alles Bestehende schwarz, alles auf den Entwurf Bezügliche zinnoberrot einzutragen, die Schrift in den gleichen Farben.

Die Maße in den Zeichnungen sind in Metern, die Holzstärken in Zentimetern, die Eisenstärken in Millimetern einzuschreiben. Die durchschnittenen Teile sind je nach dem Baustoffe mit kenn-

[1]) Die Behandlung dieses Abschnittes lehnt sich an die allgemeine Verfügung Nr. 5 des Ministers der öffentlichen Arbeiten für die preußische Wasserbauverwaltung an mit manchen Änderungen und Kürzungen, wie sie die Bedürfnisse der Stromaufsichtsbeamten erfordern.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zeichnenden Farben anzulegen [sie können auch durch Strichelung (Schraffierung) hervorgehoben werden, wenn die Einschreibung der Maße dadurch nicht gestört wird]. Die Linien, nach welchen die Durchschnitte gelegt werden, müssen an ihren Endpunkten mit Buchstaben bezeichnet werden.

Die Entwürfe von Bauwerken, wie Brücken usw. müssen durch Grundriß, Längenschnitt, Querschnitt und Ansicht, u. U. außerdem durch einen besonderen Lageplan dargestellt werden. Sie müssen alle Maße enthalten, die in der Massenberechnung vorkommen.

Die Zeichnungen und Pläne sollen tunlichst die Blatthöhe von Schreibpapier = 33 cm erhalten und auf die Blattbreite von 21 cm zusammengefaltet werden. Das Aufrollen der einzureichenden Zeichnungen ist nicht zulässig; sie sind vielmehr in Umschlagdeckeln oder Mappen zur Vorlage zu bringen, in letzteren namentlich, wenn die Blattgröße die vorgenannten Vorschriftsmaße überschreitet. Die Pläne und Zeichnungen (falls sie zusammengeklappt werden, die erste Klappe) müssen oben links die Bezeichnung der Behörde und der entwerfenden Dienststelle, in der Mitte die Bezeichnung des Baues und Bauwerkes enthalten. Gehören mehrere Pläne zu einem Entwurfe, so ist jeder mit einer Blattnummer zu versehen (oben rechts). Maßstäbe, Bemerkungen und Unterschriften sind unten anzubringen.

Auf dem Umschlage oder der Mappe, in welcher die Entwurfstücke eingereicht werden, sind der Verwaltungsbezirk, der Bau, ferner die Entwurfstücke nach Zahl und Gattung aufzuführen.

2. Kostenanschläge. Bei den Veranschlagungen und Berechnungen sind die Abkürzungen für Maße und Gewichte anzuwenden, welche im Anhangheft zu diesem Buche angegeben sind.

Zur Trennung der Dezimalstellen dient das Komma, nicht der Punkt. Bei mehrstelligen ganzen Zahlen sind die Zahlen in Gruppen von je drei Ziffern (von rechts aus) mit angemessenen Zwischenräumen zu schreiben, z. B. 34 679.

Sind drei oder mehrere Zahlen (Faktoren) miteinander zu multiplizieren, so sind zuerst die beiden größten miteinander zu mulitplizieren. Dieses Produkt ist, wenn Dezimalstellen vorkommen, zunächst auf vier Dezimalstellen zu ermitteln; dann sind die beiden letzten Stellen abzustreichen; die verbleibende letzte Stelle ist um 1 zu erhöhen, wenn die weggestrichene dritte Stelle = 5 oder größer als 5 ist. Dieses zweistellige Produkt wird nun mit dem dritten Faktor multipliziert, das Produkt ebenfalls auf zwei Stellen gekürzt und in dieser Form in die Massenberechnung eingestellt. Ist der dritte Faktor (bei Metallstärken) vom Komma ab dreistellig, so wird das Produkt zunächst mit fünf Dezimalstellen ermittelt, jedoch ebenfalls auf zwei Dezimalstellen gekürzt. Aus der Massenberechnung ist das Ergebnis in die Kosten-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

berechnung mit einer Abrundung einzusetzen, die für die Art der Arbeit oder Lieferung angemessen ist.

Bei der Abkürzung des Wortes „Mark" ist das Zeichen ℳ zu gebrauchen. Die Pfennige sind in ihrer Spalte als Dezimalen der Mark aufzuführen, so daß den Zahlen 1 bis 9 eine 0 vorzusetzen ist, z. B. 4,03 ℳ.

Zu einem vollständigen Kostenanschlage gehören außer einem kurzen Erläuterungsbericht drei Teile:

a) die Massenberechnung,
b) die Baustoffberechnung,
c) die Kostenberechnung.

Der Erläuterungsbericht muß dem Kostenanschlage vorangehen.

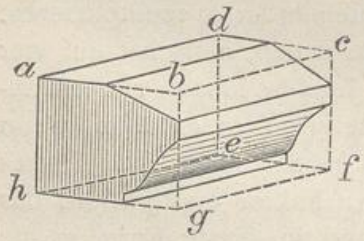
Bei Bauten einfacher Art, z. B. bei Instandsetzungsbauten für Buhnen, für Uferdeckwerke und dergl., für kleinere Erdarbeiten usw. kann die Massenberechnung und die Baustoffberechnung mit der Kostenberechnung vereinigt werden; die einzelnen Ansätze können dann den Vordersätzen unmittelbar vorangestellt werden.

a) Massenberechnung.

Die Massenberechnung dient zur Berechnung der zu veranschlagenden Massen, z. B. der cbm Packwerk, der qm Spreutlage, cbm Mauerwerk, cbm Erdausschachtung, der Stückzahl Rammpfähle, der qm Bohlen, der m Holme oder anderer Hölzer und dergl.

Die einzelnen Posten der Massenberechnung sind mit fortlaufenden Nummern zu bezeichnen, auf welche dann in der Kostenberechnung Bezug zu nehmen ist. Soweit tunlich, sind die Nummern der Massenberechnung mit denen der Kostenberechnung gleichlautend zu machen; die Nummern der Kostenberechnung müssen dabei aber ohne Lücken durchgehen, bei der Massenberechnung ist dies nicht erforderlich.

Bei Berechnung der Bodenmassen ist die Auflockerung der Abtragsmassen, bei Aufschüttungen das Setzen der Auftragsmassen, etwaiger Abtrieb durch Stromangriff und Hochwasser, sowie vorkommendenfalls die Zusammendrückbarkeit des Untergrundes zu berücksichtigen. Die Berechnung der Massen, z. B. für Maurer-, Steinmetz-, Zimmer-, Eisen-, Pflasterarbeiten usw. erfolgt auf Grund der aus den Zeichnungen zu entnehmenden Maße. Werksteine werden für die Steinlieferung nach dem umschriebenen Raumrechteck für jeden Stein berechnet; z. B. ist für den Werkstein in beistehender Abbildung der Inhalt des Körpers *abcdefgh* maßgebend. Für die Ermittlung der Mauermassen



dagegen wird nur der tatsächliche Körperinhalt der Werksteine in Rechnung gestellt.

Zement ist nach dem Gewicht zu veranschlagen. Die Umrechnung aus dem Raummaß erfolgt nach der Mörteltafel im Anhang (Tafel III).

Hölzer werden nach Arten (Rundholz, Kantholz, Kreuzholz, Latten, Bohlen, Bretter, Schwarten) geschieden; für sie müssen in der Massenberechnung die Abmessungen, welche zugleich die Zapfen, Blätter, Federn mit einschließen, eingesetzt werden. Die Hölzer sind je nach dem Ortsgebrauch nach cbm, qm oder m zu veranschlagen.

Die aus Metallen (Schweiß-, Guß-, Flußeisen, Stahl, Kupfer, Blei usw.) herzustellenden Bauteile sind in der Regel nach Gewicht, geeignetenfalls auch nach Stückzahl zu berechnen. Wenn erforderlich, sind Maßskizzen zur Seite beizufügen. Gegenstände von schwer zu berechnender Form sind überschläglich zu ermitteln.

Für die Berechnung der Massen der Strombauwerke bestehen für die einzelnen Ströme meist besondere, die dort übliche Bauweise berücksichtigende Formeln und Tafeln, in welche die Bauhöhe einzusetzen ist (vergl. Abschn. Strombau, Ziff. 25, S. 218); andernfalls sind die Massen nach den Einzelmaßen auszurechnen.

b) Baustoffberechnung.

Für die Berechnung des Bedarfs an Baustoffen werden die hierfür in Betracht kommenden Massen aus der Massenberechnung entnommen. Für Faschinenbauten und Maurerarbeiten sind die auf die Einheit entfallenden Baustoffmengen aus den im Anhange befindlichen Tafeln I und II zn ersehen. (Die Wahl anderer Einheitsmengen ist zulässig, wenn sie ausreichend begründet sind.) Der Bedarf an Mörtelstoffen zu den nach Tafel II berechneten Mörtelmengen wird mit Hilfe der Mörteltafel III festgestellt.

c) Kostenberechnung.

Die Vordersätze für die Kostenberechnung sind aus der Massen- und der Baustoffberechnung zu entnehmen; die Kosten sind mit Hilfe der Einheitspreise zu berechnen.

Die Berechnung kann jedoch auch, besonders bei Kostenüberschlägen, in der Weise erfolgen, daß zusammenfassende Einheitspreise gebildet werden (z. B. für 1 cbm Mauerwerk, Beton, Packwerk, Sinkstück, 1 m Spundwand, 1 m Ufermauer, Bohlwerk, Böschungsbefestigung usw., und zwar einschließlich der erforderlichen Baustoffmengen, sowie deren Anfuhr und Verwendung und der Insgemeinkosten) und diese Preise in die Kostenberechnung eingeführt werden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Kostenberechnung ist nach Titeln gattungsweise zu ordnen, am einfachsten z. B. Titel I Lieferungen, Titel II Arbeitslohn, Titel III Insgemein (vergl. Muster G). Bei Hochbauten, Brücken, Wehren, Schleusen, Kanälen sind mehr Unterabteilungen nötig (vergl. Muster F). In der Kostenberechnung ist der Umfang der Arbeiten genau erkennbar zu machen, auch sind diejenigen Nebenleistungen zu bezeichnen, die in dem Preise einbegriffen sein sollen (z. B. Gestellung der Geräte und Gerüste und dergl.).

Am Schlusse der Kostenberechnung ist eine kurze, nach Titeln geordnete Übersicht über die Gesamtkosten zu geben.

3. Vordrucke zu Kostenanschlägen. Der übliche Vordruck für die Kostenberechnung findet sich nachstehend im Muster A.

Soweit die Bauten einfacher Art sind und die Massenberechnung (einschl. der Baustoffberechnung) mit der Kostenberechnung verbunden wird, bedarf es besonderer Vordrucke für die Massenberechnung nicht. In Spalte „Gegenstand" der Kostenberechnung werden dann vielmehr die Ansätze für die Ausrechnung der Massen für jeden Vordersatz, der in den Kostenanschlag einzusetzen ist, diesem unmittelbar vorangestellt.

Massenberechnung. Nachstehend folgt ein Vordruck für die Inhaltsberechnung von Bauteilen, Muster B.

Die Benutzung eines solchen Vordruckes ist nur dann nötig, wenn es sich um umfangreiche Berechnungen handelt; ihre Übersichtlichkeit wird dadurch gefördert.

Wenn bei einem Bauwerke zahlreiche Werksteine verschiedener Form vorkommen, so empfiehlt sich die Benutzung eines besonderen Vordruckes zur Berechnung der Werksteine nach Muster C.

Baustoffberechnung. Für umfangreiche Baustoffberechnungen zu größeren Bauwerken, bei denen verschiedene Arten Maurerbaustoffe vorkommen, ist ein Vordruck nach dem beigefügten Muster D zu nehmen. Die Zahl der Einzelspalten kann je nach Lage des Falles natürlich vermindert oder vermehrt werden.

Für die Berechnung der Hölzer bei Bauwerken mit verschiedenartigen Holzteilen und Holzstärken ist die Berechnung nach dem Muster E zweckmäßig. Die Zahl der Spalten kann ebenfalls nach Bedarf verändert werden.

Für die verschiedenen Möglichkeiten zur Anordnung einer Massenberechnung können Vorschriften hier nicht gegeben werden. Zu Massenberechnungen für Faschinen- und andere Strombauten führen die einzelnen Verwaltungen vorgeschriebene Muster, die den Verhältnissen an jeder Wasserstraße angepaßt sind.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

4. Beispiele. Nachstehend siehe das Beispiel für einen Veranschlagungsplan (Titelverzeichnis) bei einem größeren Wasserbauwerk (Brücke, Ufermauer, Schleuse u. dergl.), Muster F. Zum Schlusse wird auf das Beispiel zu dem Wortlaut eines Kostenanschlages für Strombauten mit Faschinenarbeiten, Muster G, hingewiesen. Die allgemeine Anordnung dieses Musters ist auch für andere Strombauten entsprechend zu verwenden. Vollständig durchgeführte Beispiele zu Kostenanschlägen können im Rahmen dieses Buches nicht gegeben werden. Es muß den Stromaufsichtsbeamten und Anwärtern überlassen bleiben, geeignete Beispiele aus dem für sie in Betracht kommenden Dienstgebiet von ihren Vorgesetzten zu erbitten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

A. Kostenberechnung.

Lfde. Nr.	Vordersätze.	Gegenstand.	Einheitspreis. ℳ	₰	Geldbetrag im einzelnen. ℳ	₰	im ganzen. ℳ	₰
		Übertrag						
		zu übertragen						

Inhaltsberechnung von Bauteilen. B.

Lfde. Nr.	Vordersatz.	Gegenstand.	Länge. m	Breite. m	Fläche. qm	Höhe. m	Inhalt. cbm

Berechnung der Werksteine. C.

Lfde. Nr.	Nr. der Steine.	Anzahl.	Umschriebenes Raumrechteck.						Bemerkungen.
			Länge. m	Breite. m	Fläche. qm	Höhe. m	Inhalt im einzelnen. cbm	Inhalt im ganzen. cbm	

Berechnung des Bedarfs an

Lfde. Nr.	Gegenstand.	Inhalt des Mauerwerks (Betons). cbm	Fläche des Mauerwerks (Betons). qm	Steine. Bedarf für die Einheit.	Bruchsteine. cbm	Werksteine. cbm		Gew. Ziegel. Tsd	Klinker, Verblendsteine. Tsd.		Dachziegel. Tsd.

Berechnung de

Lfde. Nr.	Stückzahl.	Länge im einzelnen. m	Länge im ganzen. m	Schnittholz Breite. cm	Schnittholz Höhe. cm	Rundholz (Durchmesser). cm	Bezeichnung der Hölzer.	Lä / cm

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

an Maurer-Baustoffen. D.

Dachziegel.	Schiefer.	Mörtel- und Betonstoffe.											Für lfde. Nr. der Massenberechnung.
		Die Einheit des Mauerwerks (Betons) erfordert an						Gesamtbedarf an					
		Mörtel.	Steinschlag.	Zement.	Traß.	gelöschtem Kalk.	Sand.	Zement.	Traß.	gelöschtem Kalk.	Sand.	Steinschlag.	
Tsd.	qm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	kg	kg	qm	qm	qm	

der Hölzer. E.

Länge der Hölzer bei den Querschnitten von												Für die Arbeitslohnberechnung.	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	Bohlen oder Bretter.	Langholz.
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	qm	m

Anm. In den Kopf dieser Spalten sind die verschiedenen vorkommenden Holzstärken einzutragen, z. B. $^{22}/_{28}$, $^{18}/_{24}$, $^{10}/_{12}$ usw.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

F.

Veranschlagungsplan (Titelverzeichnis).

für Bauwerke (Sonderanschläge).

Titel I. Grunderwerb und Nutzungsentschädigung.
Titel II. Fangedämme.
a) Lieferungen.
b) Arbeitslohn.
Titel III. Erd- und Abbruchsarbeiten.
Titel IV. Wasserhaltung.
Titel V. Grundbau (Spundwände, Roste, Betonschüttungen).
a) Lieferungen.
b) Arbeitslohn.
Titel VI. Maurer- und Steinmetzarbeiten.
a) Lieferungen.
b) Arbeitslohn.
Titel VII. Zimmererarbeiten.
a) Lieferungen.
b) Arbeitslohn.
Titel VIII. Metallarbeiten.
Titel IX. Anstreicherarbeiten.
Titel X. Pflasterarbeiten, Steinschüttungen u. dgl.
a) Lieferungen.
b) Arbeitslohn.
Titel XI. Faschinenarbeiten.
a) Lieferungen.
b) Arbeitslohn.
Titel XII. Maschinen, Rüstungen, Geräte, Schuppen für Baustoffe, Bauzäune usw.
Titel XIII. Insgemein.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Muster zu Kostenanschlägen. G.

für Strombauten mit Faschinenarbeiten.

Lfde. Nr.	Vordersatz.	Gegenstand.	Einheitspreis. ℳ	Geldbetrag. ℳ	₰
		Titel I. Lieferungen.			
1		cbm Waldfaschinen einschließlich Wurstfaschinen in vorgeschriebenen vertragsmäßigen Abmessungen zur Bau- oder Lagerstelle zu liefern . . . . das cbm			
2		cbm grüne Weidenfaschinen wie vor anzuliefern oder in den staatlichen Weidenhägern zu schneiden, zu binden und an das Ufer zu rücken . . . . das cbm			
3		Hundert Buhnenpfähle 1,25 m lang, 4 bis 6 cm stark zur Bau- oder Lagerstelle zu liefern . . . . . das Hdt.			
4		Hundert Spreutlagepfähle 1 m lang, 4 bis 6 cm stark wie vor zu liefern . das Hdt			
5		Hundert Pflasterpfähle 1 m lang, 10 cm stark wie vor zu liefern . . . . . das Hdt.			
6		Hundert Bindeweiden wie vor zu liefern oder in staatlichen Weidenhägern zu schneiden, zu binden und zur Baustelle zu schaffen das Hdt.			
7		kg geglühten Eisendraht 1,2 mm stark zur Bau- oder Lagerstelle zu liefern 100 kg			
8		kg geglühten Eisendraht 2 mm stark wie vor . . . . . 100 kg			
9		cbm Pflastersteine wie vor . . . das cbm			
10		cbm Schüttsteine wie vor . . . das cbm			
11		cbm Kies, Ziegel- oder Kalksteingrus wie vor . . . . . das cbm			
12					
		Summe Titel I			

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lfde. Nr.	Vordersatz.	Gegenstand.	Einheitspreis. ℳ	Geldbetrag. ℳ	₰
		Titel II. Arbeitslohn.			
		..... + ... =			
13		cbm Faschinen zur Abnahme aufzusetzen das cbm			
14		cbm Faschinen von den Lagerstellen nach den einzelnen Bau- und Verwendungsstellen zu schaffen durchschnittlich das cbm			
15		Hundert Buhnen- und Spreutlagepfähle zur Abnahme aufzusetzen . . . . das Hdt.			
16		Hundert Pflasterpfähle wie vor . das Hdt.			
17		cbm Pflastersteine, Schüttsteine, Kies, Grus usw. zur Abnahme aufzusetzen durchschnittlich das cbm			
18		cbm desgl. von den Lagerstellen nach den Bau- und Verwendungsstellen zu schaffen durchschnittlich das cbm			
19		cbm Faschinen nach Nr. 1 der Baustoffberechnung zu Packwerk zu verarbeiten, die erforderlichen Würste zu binden, die Faschinen, Pfähle und Würste usw. anzutragen, die Belastungserde zu gewinnen, nach Bedürfnis in Schiffen zu verfahren, aufzubringen und in einzelnen Lagen abzurammen . . . . . das cbm			
20		cbm Sinkstücke mit Ober- und Unterwürstung abzubinden, mit Steinen zu belasten und zu versenken einschließlich aller Nebenarbeiten . . . . das cbm			
21		Stück Senkfaschinen zu binden und vorschriftsmäßig zu versenken einschließlich wie vor . . . . . das Stück			
22		qm Spreutlage anzufertigen, zu bewürsten und zu beerden einschließlich Antragens des Busches usw. wie vor . . das qm			
23		qm Spreutlagen mit Steinpackung anzufertigen, die Würste zu binden, die Belastungserde und die Steine heranzuschaffen und aufzubringen usw. wie vor . . . das qm			
24		m Randwürste nach Vorschrift zu binden und aufzunageln . . . . . das m			
		zu übertragen			

Lfde. Nr.	Vordersatz.	Gegenstand.	Einheitspreis. ℳ	Geldbetrag. ℳ	₰
		Übertrag			
25		m Pfahlwände nach den vorgeschriebenen Linien einzuschlagen . . . . . das m			
26		qm Steinpflaster auf 0,25 m starker Kies-, Ziegelgrus- oder Kalksteingrus-Unterbettung mit engen Fugen zu setzen, zu verzwicken, abzurammen und mit Kies auszufugen das qm			
27		cbm Steinschüttung auf den Böschungen nach Vorschrift herzustellen einschließlich Herbeischaffung der Steine . . . das cbm			
28					
		Summe Titel II			
		Titel III. Insgemein.			
29		Entschädigung für Hergabe von Lagerplätzen für Baustoffe und Entnahme von Belastungsboden			
30		Für Beseitigung etwaiger Hochwasserschäden, Sicherung der Baustoffe usw. bei Hochwasser			
31		Für Fahrzeuge und Geräte, Bau- und Lagerhütten, deren An- und Abfuhr			
32		Schreib- und Zeichenbedürfnisse der Unterbeamten			
33		Für Wächterlöhne usw.			
34		Staatliche Beiträge zur Krankenversicherung .			
35		Staatliche Beiträge zur Invalidenversicherung			
36		Gebühren und Reisekosten der Rendanten .			
37		Tagelöhne beim Messen und Peilen, Lieferung von Lagerstroh für die Arbeiter auf den Baustellen, Einrichten und Abräumen der Baustellen, für unvorhergesehene Arbeiten und zur Abrundung			
		Summe Titel III			
		Hierzu „ „ II			
		„ „ I			
		Gesamtsumme			

ANHANG.

Inhalt.

I. Zusammenstellung des Bedarfs an Baustoffen zu Faschinenbauten.

II. Zusammenstellung des Bedarfs an Maurerbaustoffen zu Wasserbauten.

III. Mörteltafel.

IV. Zusammenstellung der Eigengewichte der gebräuchlichsten Baustoffe.

V. Normalprofile für Walzeisen (I, ⊏ und ⌊).

VI. Angaben über Seile und Ketten.

VII. Normalabmessungen für Kanthölzer und Schnittwaren.

VIII. Allgemeine Dienstvorschrift betreffend erste Hilfeleistung bei Unglücksfällen in Betrieben der Wasserbauverwaltung.

IX. Anweisung zur Wiederbelebung Ertrunkener.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Laufende Nummer.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

n

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

I. Zusammenstellung

des Bedarfs an Baustoffen zu Faschinenbauten.

(Abweichungen sind zulässig, wenn ausreichend begründet.)

Laufende Nummer.	Zahl.	Gegenstand.	Faschinen.		Pfähle.			Bindeweiden.	starker Eisendraht, geglüht.		Steine.		Kies oder Ziegelbrocken oder Kalksteingrus.
			Wald-	Grüne Weiden-	Buhnen- 1,25 m lang, 4–6 cm stark.	Spreutlage- 1 m lang, 4–6 cm stark.	Pflaster- 1 m lang, 10 cm stark.		1,2 mm	2 mm	Schütt-	Pflaster-	
			cbm	cbm	Hdt.	Hdt.	Hdt.	Hdt.	kg	kg	cbm	cbm	cbm
1	1	cbm Packwerk .	1,25	—	0,06	—	—	kleine 0,25	0,04 oder 0,08	—	—	—	—
2	1	cbm Sinkstück .	1,25	—	0,04	—	—	kleine 0,20	0,06 oder 0,15	0,20 0,20	0,20	—	—
3	1	Stück Senkfaschine . . .	1,00	—	—	—	—	große 0,15	—	0,50	0,30	—	—
4	1	qm Spreutlage .	—	0,20	0,02	0,03	—	große 0,05	0,02	—	—	—	—
5	1	qm desgl. mit Steinpackung*)	—	0,20	0,02	0,03	—	—	0,02	—	0,10	—	—
6	1	m Randwurst . .	—	0,05	0,04	—	—	—	0,01	—	—	—	—
7	1	qm Pflaster . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,30 bis 0,40	0,20 bis 0,30
8	1	cbm Steinschüttung	—	—	—	—	—	—	—	—	1,00	—	—
9	1	m Pfahlwand . .	—	—	—	—	0,06	—	—	—	—	—	—

*) Spreutlage mit Steinpackung nennt man an manchen Strömen Sinklage (Weichsel); nicht zu verwechseln mit den Sinklagen S. 218.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

II. Zusammenstellung

des Bedarfs an Maurerbaustoffen zu Wasserbauten.

(Abweichungen sind zulässig, wenn ausreichend begründet.)

Lfde. Nr.	Einheit.	Gegenstand.	Bruchsteine. cbm	Ziegel (Normalformat). Stück	Steinschlag. cbm	Mörtel. cbm	Bemerkungen.
1	1 cbm	Beton	—	—	0,90	0,460	
2	1 cbm	Stampfbeton	—	—	0,80	0,460	
3	1 cbm	Bruchsteinfundamentmauerwerk	1,25—1,30	—	—	0,333	
4	1 cbm	Bruchsteinfreimauerwerk	1,25—1,30	—	—	0,300	
5	1 cbm	Werksteinmauerwerk . .	—	—	—	0,100	
6	1 cbm	Werksteingewölbe . .	—	—	—	0,120	
7	1 cbm	Ziegelmauerwerk . . .	—	400	—	0,280	
8	1 cbm	Ziegelgewölbe	—	400	—	0,280	
9	1 qm	Ziegelmauerwerk ($^1/_2$ Stein starke Fachwerkswand)	—	35	—	0,025	
10	1 qm	Ziegelmauerwerk in Kreuzverband zu verblenden	—	75	—	0,052	
11	1 qm	Bruchstein-Herdpflaster .	—	—	—	0,063	
12	1 qm	Werksteinplatten zu verlegen	—	—	—	0,028	
13	1 cbm	Ziegelsteinabdeckung (Rollschicht)	—	—	—	0,250	
14	1 qm	Ziegelpflaster flach mit vergossenen Fugen .	—	32	—	0,008	
15	1 qm	Ziegelpflaster hochkantig wie vor	—	56	—	0,015	
16	1 qm	Bruchsteinmauerwerk zu fugen	—	—	—	0,018	
17	1 qm	Werksteinmauerwerk zu fugen	—	—	—	0,004	
18	1 qm	Ziegelmauerwerk zu fugen	—	—	—	0,007	
19	1 qm	Bruchsteinmauerwerk zu berappen	—	—	—	0,025	
20	1 qm	Ziegelmauerwerk zu berappen	—	—	—	0,015	
21	1 qm	Ziegelmauerwerk zu putzen	—	—	—	0,020	

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

III. Mörteltafel.

Lfde. Nr.	Zusammensetzung nach Raumteilen (R. T.)				Ergiebigkeit. R. T.	Bedarf für 1 cbm Mörtel an				Verwendbarkeit des Mörtels zu
	Portland-Zement.	Traßmehl.	Kalkteig.	Sand.		Portland-Zement.	Traßmehl.	Kalkteig	Sand.	
	A. Traßmörtel.									
1	—	1	0,5	—	1,1	—	0,91	0,46	—	Fugen.
2	—	1	0,75	0,5	1,6	—	0,63	0,47	0,31	Beton } je nachdem dauernd oder zeitweise unter Wasser oder im Trockenen.
3	—	1	1	1	2,1	—	0,48	0,48	0,48	„ }
4	—	1	1,5	2	2,5	—	0,40	0,60	0,80	„ }
5	—	1	2	3	4,0	—	0,25	0,50	0,75	Gew. Mauerwerk Rapputz.
	B. Zementmörtel.									
6	1	—	—	1	1,3	0,77	—	—	0,77	Fugen, Vergießen.
7	1	—	—	1,5	1,7	0,59	—	—	0,88	Putz, Gewölbe.
8	1	—	—	2	2,2	0,45	—	—	0,91	Pflaster, Rapputz.
9	1	—	—	3	3,0	0,33	—	—	1,00	Mauerwerk, Beton } siehe lfde. Nr. 2—4.
10	1	—	—	4	3,8	0,26	—	—	1,05	„ „ }
11	1	—	—	5	4,6	0,22	—	—	1,09	„ „ }
12	1	—	0,5	3	3,5	0,29	—	0,14	0,86	„ „ }
13	1	—	1	5	5,0	0,20	—	0,20	1,00	„ „ }
14	1	—	1	7	6,8	0,15	—	0,15	1,03	„ „ }
15	1	—	2	10	9,4	0,11	—	0,21	1,06	Füllbeton, Gußmauerwerk.
	C. Wasserkalkmörtel.									
16	—	—	1	2	2,4	—	—	0,42	0,83	Mauerwerk.

Anstatt des Kalkteiges kann zum Mörtel 1 bis 15 bei Verwendung von Wasserkalk Kalkpulver in gleicher Menge wie Kalkteig genommen werden, da 1 hl Kalkteig, der etwa 140 kg wiegt, durchschnittlich 63 kg trockenes Kalkhydrat enthält, welches Gewicht nahezu auch 1 hl zu Pulver gelöschter Wasserkalk hat.

Zur Umrechnung nach Gewicht dienen nachstehende Verhältniszahlen:

Portland-Zement 1 hl = 140 kg; 1,25 hl = 1 Faß; 1 Faß = 170 kg ohne, 180 kg mit Hülle.

Traß 1 hl = 95 kg.

1 hl Kalkteig (Fettkalk) erfordert 40 kg (0,5 hl) gebrannten Stückkalk.

1 hl Kalkpulver (Wasserkalk) erfordert 55 kg (0,7 hl) gebrannten Stückkalk.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

IV. Zusammenstellung

der Eigengewichte der gebräuchlichsten Baustoffe.*)

Lfde. Nr.	Gegenstand.	Gewicht für 1 cbm. kg
1	Erde, Lehm, Sand in trockenem Zustande	1400—1600
2	Kies und Ton in trockenem Zustande	1800
3	Wie vor zu 1 und 2 mit Wasser gesättigt	2000
4	Sandstein	1900—2400
5	Kalkstein	2400
6	Granit, Porphyr, Gneis	2600
7	Basalt	3200
8	Ziegelmauerwerk	1600
9	Mauerwerk aus leichten Gesteinsarten (Sandstein)	2200—2400
10	„ „ mittelschweren Gesteinsarten (Kalkstein) .	2600
11	„ „ schweren Gesteinsarten (Granit)	2700
12	Beton je nach dem Gewicht der verwendeten Zusätze . .	1800—2200
13	Nadelholz (Kiefer, Lärche, Fichte, Tanne) lufttrocken . .	550
14	Eichen- und Buchenholz lufttrocken	750
15	Nadelholz feucht	800
16	Eichen- und Buchenholz feucht	1000
17	Gußeisen	7250
18	Schweißeisen	7800
19	Flußeisen, Stahl	7850 – 7860
20	Blei	11400
21	Bronze	8600
22	Kupfer	8900
23	Zink, gegossen	6860
24	„ gewalzt	7200

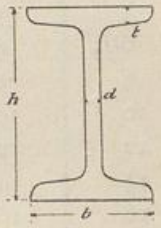
*) Diese Gewichte sind als maßgebend zu betrachten und vorkommendenfalls den entsprechenden Angaben im Abschnitt 2 (Baustofflehre) vorzuziehen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

V. Normalprofile für Walzeisen.*)

1. Normalprofile für gewalzte I-Träger.

Bezeichnung. Nr.	Abmessungen. Höhe h mm	Flanschbreite b mm	Stegdicke d mm	Flanschdicke t mm	Gewicht für das m kg
8	80	42	3,9	5,9	6,0
9	90	46	4,2	6,3	7,1
10	100	50	4,5	6,8	8,3
11	110	54	4,8	7,2	9,6
12	120	58	5,1	7,7	11,1
13	130	62	5,4	8,1	12,6
14	140	66	5,7	8,6	14,3
15	150	70	6,0	9,0	16,0
16	160	74	6,3	9,5	17,9
17	170	78	6,6	9,9	19,8
18	180	82	6,9	10,4	21,9
19	190	86	7,2	10,8	24,0
20	200	90	7,5	11,3	26,2
21	210	94	7,8	11,7	28,5
22	220	98	8,1	12,2	31,0
23	230	102	8,4	12,6	33,5
24	240	106	8,7	13,1	36,2
26	260	113	9,4	14,1	41,9
28	280	119	10,1	15,2	47,9
30	300	125	10,8	16,2	54,1
32	320	131	11,5	17,3	61,0
34	340	137	12,2	18,3	68,0
36	360	143	13,0	19,5	76,1
38	380	149	13,7	20,5	83,9
40	400	155	14,4	21,6	92,3
$42^1/_2$	425	163	15,3	23,0	103,7
45	450	170	16,2	24,3	115,2
$47^1/_2$	475	178	17,1	25,6	127,6
50	500	185	18,0	27,0	140,5

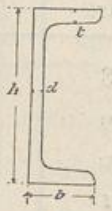


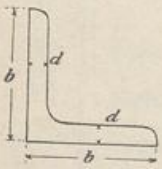
*) Normalprofil bedeutet vorschriftsmäßiger Querschnitt. Walzeisen von diesen Querschnitten sind im Handel zu haben.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

2. Normalprofile für gewalzte ⊏-Eisen.

Bezeichnung. Nr.	Abmessungen. Höhe h mm	Flanschbreite b mm	Stegdicke d mm	Flanschdicke t mm	Gewicht für das m kg
3	30	33	5	7	4,2
4	40	35	5	7	4,8
5	50	38	5	7	5,6
$6^1/_2$	65	42	5,5	7,5	7,1
8	80	45	6	8	8,6
10	100	50	6	8,5	10,5
12	120	55	7	9	13,3
14	140	60	7	10	15,9
16	160	65	7,5	10,5	18,8
18	180	70	8	11	21,9
20	200	75	8,5	11,5	25,2
22	220	80	9	12,5	29,3
26	260	90	10	14	37,8
30	300	100	10	16	45,9





3. Normalprofile für gleichschenklige Winkeleisen.

(b bezeichnet die Schenkelbreite, d die mittlere Schenkeldicke in mm, G Gewicht in kg für 1 m Länge.)

Nr.	b	d	G	Nr.	b	d	G
$1^1/_2$	15	3	0,63	4	40	4	2,37
		4	0,81			6	3,46
2	20	3	0,87			8	4,49
		4	1,12	$4^1/_2$	45	5	3,32
$2^1/_2$	25	3	1,10			7	4,53
		4	1,44			9	5,69
3	30	4	1,75	5	50	5	3,7
		6	2,53			7	5,1
						9	6,4
$3^1/_2$	35	4	2,06	$5^1/_2$	55	6	4,9
		6	3,00			8	6,4
						10	7,8

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Nr.	b	d	G	Nr.	b	d	G
6	60	6	5,3	11	110	10	16,4
		8	7,0			12	19,5
		10	8,6			14	22,5
$6^1/_2$	65	7	6,7	12	120	11	19,7
		9	8,5			13	23,0
		11	10,2			15	26,3
7	70	7	7,3	13	130	12	23,2
		9	9,2			14	26,9
		11	11,1			16	30,5
$7^1/_2$	75	8	8,9	14	140	13	27,1
		10	10,9			15	31,0
		12	12,9			17	34,9
8	80	8	9,5	15	150	14	31,2
		10	11,7			16	35,4
		12	13,9			18	39,6
9	90	9	12,0	16	160	15	35,7
		11	14,5			17	40,2
		13	16,9			19	44,6
10	100	10	14,8				
		12	17,6				
		14	20,3				

4. Normalprofile für ungleichschenklige Winkeleisen.

B bezeichnet die Breite des größeren, *b* die des kleineren Schenkels, *d* die mittlere Stärke bei beiden Schenkeln in mm, *G* Gewicht in kg für 1 m Länge.

Nr.	b	B	d	G	Nr.	b	B	d	G
2/3	20	30	3	1,10	5/10	50	100	8	8,9
			4	1,44				10	10,9
2/4	20	40	3	1,33	$6^1/_2$/10	65	100	9	11,0
			4	1,75				11	13,2
$3/4^1/_2$	30	45	4	2,22	$6^1/_2$/13	65	130	10	14,4
			5	2,73				12	17,1
3/6	30	60	5	3,32	8/12	80	120	10	14,8
			7	4,53				12	17,6
4/6	40	60	5	3,71	8/16	80	160	12	21,3
			7	5,08				14	24,7
4/8	40	80	6	5,34	10/15	100	150	12	22,3
			8	7,00				14	25,8
$5/7^1/_2$	50	75	7	6,40	10/20	100	200	14	31,2
			9	8,10				16	35,4

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

VI. Angaben über Seile und Ketten

(vgl. Seite 128 Ziff. 10 u. 11).

Bemerkung. Es gibt Eisen- und Gußstahldrahtseile. Die Stahldrahtseile sind doppelt so tragfähig als Eisendrahtseile bei derselben Dicke. Die Drahtseile heißen langgeschlagen, wenn sie in langen Windungen, kurzgeschlagen, wenn sie in kurzen Windungen gedreht sind. Kurzgeschlagene Drahtseile sind biegsamer und werden z. B. zu Anbindeseilen genommen, langgeschlagene sind fester und werden am meisten verwendet (Schleppstränge, Fährseile usw.). Die Drähte der Drahtseile sind des Rostschutzes wegen verzinkt.

1. Hanfseile, Drahtseile.

Dicke des Seils in Millimeter.	Zulässige Belastung in Kilogramm.			Ungef. Gewicht für 1 m in kg für b u. c.
	a. Hanfseile.	b. runde Eisen-Drahtseile.	c. runde Gußstahl-Drahtseile.	
5	20	70	140	—
8	51	150	300	0,21
10	80	200	400	0,31
12	115	275	550	0,45
15	180	400	800	0,70
20	320	700	1400	1,15
25	500	1100	2200	1,65
30	600	1500	3000	2,20
35	800	—	—	—
40	950	—	—	—
50	1300	—	—	—

2. Kurzgliedrige Schiffs- und Kranketten

(Duisburger Maschinenbauaktiengesellschaft, vormals Bechem & Keetman in Duisburg a. Rh.).

Ketteneisenstärke in mm	Zulässige Belastung in kg	Ungef. Gewicht für 1 m in kg	Ketteneisenstärke in mm	Zulässige Belastung in kg	Ungef. Gewicht für 1 m in kg
5	250	0,58	20	4000	8,98
6	360	0,81	22	4840	10,87
7	490	1,10	24	5760	12,94
8	640	1,44	26	6760	15,18
9	810	1.82	28	7840	17,61
10	1000	2,25	30	9000	20,22
11	1210	2,72	33	10890	24,46
12	1440	3,24	36	12960	29,11
13	1690	3,80	39	15210	34,16
14	1960	4,41	43	18490	41,53
15	2250	5,06	46	21160	47,53
16	2560	5,75	49	24010	53,82
18	3240	7,28	52	27040	60,73

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

VII. Normalabmessungen für Kanthölzer und Schnittware.

Die nachstehenden Abmessungen sind von dem Innungsverband deutscher Baugewerksmeister aufgestellt worden an Stelle der veralteten Abmessungen in Fuß und Zoll, wie sie für vorrätige Hölzer von Schneidemühlen und Holzhändlern geführt wurden (und zum Teil noch geführt werden). Der Minister der öffentlichen Arbeiten hat durch Erlaß vom 5. Juli 1898 $\frac{\text{III. 9287}}{\text{D. 9045}}$ die Einführung nnd Befolgung der nachstehenden Holzabmessungen bei Staatsbauten angeordnet (Abweichungen sind in Ausnahmefällen zulässig).

Querschnitte der Kanthölzer in Zentimetern.*)

8	10	12	14	16	18
8/8	8/10	10/12	10/14	12/16	14/18
—	10/10	12/12	12/14	14/16	16/18
—	—	—	14/14	16/16	18/18
—	—	—	—	—	—

20	22	24	26	28	30
14/20	16/22	18/24	20/26	22/28	24/30
16/20	18/22	20/24	24/26	26/28	28/30
18/20	20/22	24/24	26/26	28/28	—
20/20	—	—	—	—	—

Schnittware.

Bretter, Bohlen, Pfosten, Latten

in Längen von 3,50, 4,00, 4,50, 5,00, 5,50, 6,00, 7,00 und 8,00 m;

in Stärken von 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120 und 150 mm.

Besäumte Bretter in Breiten von Zentimeter zu Zentimeter steigend.

*) Im Kopf sind die Höhen der Querschnitte besonders hervorgehoben.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

VIII. Allgemeine Dienstvorschrift

betreffend

erste Hilfeleistung bei Unglücksfällen in Betrieben der Wasserbauverwaltung.

1. Bei Unfällen in Betrieben der Wasserbauverwaltung sind zunächst die im Samariterdienst ausgebildeten Unterbeamten und Arbeiter dazu berufen, die erste Hilfe zu leisten.

2 Die zur ersten Hilfeleistung notwendigsten Gegenstände sind in den auf den Baustellen usw. vorhandenen Medizin- und Verbandkästen enthalten.

3. Für die zur ersten Hilfeleistung berufenen Personen gelten die nachfolgenden Verhaltungsmaßregeln:

a) Sende bei anscheinend ernster Gefahr für den Erkrankten oder Verwundeten sofort nach ärztlicher Hilfe unter kurzer Angabe der Art und des Umfanges der Erkrankung oder des Unfalls.

b) Sobald ein Arzt zur Stelle ist, greife nicht selbständig ein, folge seinen Anordnungen und unterstütze ihn.

c) Vor der Ankunft des Arztes bist Du dagegen für alles verantwortlich, was bei einem Erkrankten oder Verunglückten geschieht oder unterlassen wird.

d) Deshalb verhüte vor allem, daß Unbefugte durch verkehrten Rat und unzeitige Hilfeleistung Schaden anrichten. In der Umgebung Verunglückter dulde nicht den Andrang vieler Personen.

e) Durch ruhige Besonnenheit und rasche Tätigkeit stelle die durch den Unglücksfall etwa gestörte Ordnung wieder her. Doch vermeide jede Übereilung. Gib weder durch Worte noch Gebärden zu erkennen, daß der Zustand eines Verunglückten gefährlich sei.

f) Beschädigte befreie sofort aus übler Lage und lagere sie bequem; bei warmem Wetter womöglich im Schatten.

g) Schneide oder reiße nie einen Körperteil, ein Stück Fleisch oder Haut ab, wie gering auch sein Zusammenhang mit dem übrigen Körper sei.

h) Keinem Kranken oder Verwundeten gestatte, geistige Getränke nach Gutdünken zu genießen, wohl aber einen Trunk frischen, reinen Wassers Wer durch Blutverlust sehr schwach geworden ist, darf einen Schluck Wein oder Branntwein oder auch 10 bis 20 Stück Äthertropfen auf Zucker erhalten.

i) Schwerkranken oder Schwerverwundeten verabreiche ohne ärztliche Erlaubnis keine Speisen, weder feste noch flüssige.

k) Bis zur Ankunft des Arztes bereite alles zum Transporte des Verletzten vor In Ermangelung einer Tragbahre muß dafür eine ausgehobene Tür oder eine Leiter dienen, welche durch eine passende Unterlage hergerichtet ist.

l) Soweit Du zum selbständigen Eingreifen bei der Behandlung von Wunden, Blutungen, Knochenbrüchen, Bewußtlosigkeit usw. genötigt bist, verfahre mit ruhiger Überlegung nach den Dir bei der Ausbildung im Samariterdienst erteilten Lehren.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

IX. Anweisung zur Wiederbelebung Ertrunkener.

1. Schicke vor allem sofort **nach dem Arzte**, sowie nach Decken und trockener Kleidung.

2. Entferne alle Kleidung vom Oberkörper bis zum Gürtel und löse letzteren.

3. Lege den Scheintoten zuerst auf den Bauch, öffne den Mund, reinige ihn und die Nase von Schlamm, ziehe die Zunge hervor und binde sie mit einem Tuch auf dem Kinn fest.

4. Lege den Körper auf den Rücken, reibe Brust und Gesicht mit Tüchern trocken und siehe zu, ob die Brust atmet, d. h. sich abwechselnd hebt und senkt.

5. Ist dies nicht der Fall, so beginne sofort mit den **künstlichen Atmungsbewegungen** und setze dieselben unverdrossen selbst viele Stunden lang fort, bis das Atmen wieder in Gang kommt oder bis ein Arzt erklärt, daß das Leben ganz erloschen sei.

6. Um die Atmungsbewegungen nachzuahmen, muß der Brustkasten abwechselnd ausgedehnt und wieder zusammengepreßt werden.

Abb. 1.

7. Zu dem Zwecke mache ein Polster aus Kleidungsstücken und schiebe es unter den Rücken des Ertrunkenen.

Abb. 2.

8. Fasse die Arme oberhalb der Ellbogen, erhebe sie bis über den Kopf (Abb. 1), langsam 1, 2 zählend, dann senke sie wieder und presse die Oberarme, langsam 3, 4 zählend, sanft, aber fest gegen die vordere Fläche des Brustkastens (Abb. 2).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

9. Sind zwei Helfer zur Hand, so stelle sich einer an jede Seite und mache dieselbe Bewegung in gleichem Zeitmaß (Abb. 3).

10. Dies Auf- und Abbewegen der Arme wiederhole ruhig und taktmäßig, 15 mal in der Minute, bis der Scheintote wieder selbständig zu atmen beginnt.

Abb. 3.

11. Dann erst suche die Körperwärme herzustellen durch Reiben der Haut des ganzen Körpers mit warmen Decken, durch Bedecken mit warmen Kleidern, durch warme Betten, warme Flaschen und, wenn das Schlucken wieder möglich geworden, durch Trinkenlassen von warmen Flüssigkeiten (Wasser, Tee, Grog, Wein; erst nur teelöffelweise)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sachregister.

Abdämmen 149.
Abdeckplatten 403.
Abdeckung der Gewölbe 399.
Ablaßschleuse 295.
Abnahme der Baggerung 78.
— der Felsensprengungen 90.
Abschneiden der Pfähle 162.
Abstecken von Winkeln 1.
Abtrag 43.
Alluvion s. Verlandung 208.
Altwasser 189.
Angespanntes Wasser 277.
Anker 127, 473 u. f.
Ankerketten 475.
Ankern 476.
Ankerwinde 170.
Anlegen der Schiffe 477.
Anschnitte 48.
Anstriche 37.
Anweisung für den Betrieb von Fernsprechanlagen 477.
Armatur der Kessel 131.
Asphalt 28.
Atmosphäre 129.
Aufgrabungen 40.
Aufklauen 123.
Auflager der Brücken 413.
Auflockerung 54, 76.
Aufpfropfen 123.
Aufschleppe 445.
Auftrag bei Dämmen 43.
Ausbau der Flüsse 199.
— der Flußbreiten 204.
Ausgleichlage 246.
Auslässe 295.
Ausschußlage 242.
Ausziehen von Pfählen 162.

Backstein 25.
Baggerarbeiten 59.
—, deren Ausführung 75.
Baggergeräte 60.
Baggerprahm 72, 73, 524.
Baggerschaufel 61.
Balkenanker 127.
Balkenbrücken 412.
Basalt 21.
Basaltlava 21.
Baugruben 43.
Baugrund 40.
Bauhölzer 29.
Bauhofhäfen 445.
Baubockwinde 170.
Baupumpe 152.
Baustofflehre 20.
Baustoffberechnnng 553, 558, 567 bis 570.
Beplankung 505.
Berme bei Deichen, Dämmen 46, 451.
Beseitigung von Baumstämmen 271.
— von Pfählen 161, 273.
— von Steinen 270.
Beton 6.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Betonbereitung 112.
Betongründung 139.
— auf Pfählen 146.
Betonmischung 117.
Beton, Stampfbeton 109, 110, 117.
Bickford-Zündschnur 82.
Bindeweide, -draht 33.
Binnendeich 451.
Blatt, gerades, schräges 120.
Bleche 34.
Blechträger 412.
Blei 35.
Blindböcke bei Wehren 311.
Blitzableiter 544.
Block-Flaschenzug 167.
Blockverband 103.
Bodenförderung 49.
Bodenplatten 521.
Bodenuntersuchung 40, 41.
Bodenwrangen 509.
Bogenbrücke 414.
Bohlen 30.
Bohlenbelag 391.
Bohl-(Boll-)werk 431 u. f.
Bohrer 41, 42, 84.
Bohrgestänge 42.
Bootshaken 473.
Bordvoll 184.
Böschungsarbeiten 43, 45.
Böschungskegel bei Brücken 387.
Brechstange 50.
Breithacke 50, 57.
Bretter 30, 575.
Bronze 36.
Bruchsteine 20.
Bruchsteinmauerwerk 107.
Brücken, Arten, Bestandteile der Br. 385.
Brückenbalken 391.
Brücken, eiserne 410 u. f.
— gewölbte 399 u. f.
— hölzerne 388 u. f.
Brückenkanal 298 u. f.
Buchenholz 31.
Buchtnachen 12, 487.
Bugwelle 477.
Buhnen 208 u. f.
Buhnengruppen 206.
Buhnenkrone, -wurzel 209.
Buhnenpfähle 33.
Bundpfahl 158.
Bunsen-Elemente 530.
Bussole 3.

Chamottestein 26.
Cornwallkessel 130.
Cyklopenmauerwerk 107.

Dalben 359 u. f.
Dammbalkenwehre 373.
Dämme 47.
Dammerde 24.
Dammfalze bei Schleusen 320, 329.
Dampfbagger 67 bis 71.
Dampfer, Arten 468.
Dampffähre 486.
Dampfkessel 129 u. f.
Dampfmaschinen 129, 134 u. f.
—, Betriebleistung 136.
Dampframme 160.
Dampfstrahlpumpe 131.
Daniell-Element 530.
Davit (Ankerkran) 474.
Deckbohlen 391.
Decklage 98.
Deckwerke 211.
Deichbau 449 u. f.
Deichbrücke 462.
Deichrampe 456.
Deichschauen 457.
Deichschleusen 454.
Deichtor 456.
Deichunterhaltung 457.
Deichverteidigung 458 u. f.
Dennebaum 522.
Diaphragmapumpe 154.
Differentialflaschenzug 167.
Doppelblatt 120.
Doppelpumpe 153.
Draht 35.
Drahtseile 128, 574.
Drainrohre 26.
Drehbrücken 414 u. f.
Drempel 320.
Drempelschwelle 327.
Druckwasser bei Deichen 453.
Dübel 126.

Ducht 505, 521.
Dücker 297.
Durchfahrten bei Flußbrücken 423.
Durchflußquerschnitt 387.
Durchlässe 404 u. f.
Durchsprechstellen bei Fernsprechanlagen 516, 517.
Dynamit 81, 82.

Ecküberblattung 120.
Eichenholz 31.
Eimerbagger 63.
Eimerkette 64, 65.
Einbuchtung (s. Concave) 189.
Einschnitte 43, 47.
Einzeltaucher 172, 173.
Einzylindermaschinen 135.
Eisbildung 197.
Eisbrecharbeiten 262 u. f.
Eisgang 198.
Eissprengung 263 bis 267.
Eisstand, -verhältnisse 197.
Eisversetzung 262 bis 267.
Elektrische Klingel 532.
— Leitung 538 u. f.
Elektrischer Meßflügel 533.
— Strom 528.
— Telegraph 535.
Elektrische Zündung 83.
Elevatoren 73, 440.
Entlastung, Entleerung bei Kanälen 277, 295.
Entwürfe 550 u. f.
Erdarbeiten 43.
Erdbohrer 41.
Erddämme 149.
Ertrunkene, deren Wiederbelebung 577.
Expansionsmaschine 136.

Fachbaum 370.
Fachwerksträger 413.
Fährbetrieb 497.
Fährbuhne, -rampe 495.
Fähren 483 u. f.
Fahrrinne eines Flusses 191.
Fangedämme 149 u. f.
Faschinen 32.
Feldbuch 4.
Felsenstampfer 81.
Fernrohr 7.
Fernsprechanlagen 528, 540.
Fernsprecheinrichtungen 543.
—, deren Betrieb 545.
Fettkalkmörtel 112.
Fichte 32.
Findlinge (Feldsteine) 99.
Fischpaß, -treppe 307, 316.
Flachrasen 55.
Flachschicht 102.
Flammrohrkessel 130.
Flaschenzug 166.
Flechtzäune 217.
Flößerei 480 u. f.
Floßhafen 444.
Floßschleuse 307.
Fluchtstab 1.
Flügeldeich 450.
Flußbett. Überschwemmungsgebiet 184.
Flußnetz 184.
Flußquerschnitt 185, 188, 189.
Flußspaltungen 189.
Flutöffnungen 307, 309.
Föhre 31.
Freiarche 295.
Fulda, Schleusen an der F. 312 u. f.

Galvanische Batterie 531.
Galvanisches Element 528, 529.
Gangbord 522.
Gangspill 171.
Ganzholz 30.
Gefälle eines Flusses 187, 188.
Gegenspant 520.
Geländeaufnahme 4.
Geräte zum Heben 164.
Gestöre bei der Flößerei 480.
Gewichtsverhältnisse 21.
Gewitter zu beachten bei Fernsprechanlagen 547.
Gewölbe 399.
Gewölbemauerwerk 104, 105.
Gew. W., d. i. gewöhnlicher (normaler) Wasserstand 276.
Gierbrücke 468.
Gieren 14, 485.
Gierponte (-prahm) 486, 489.

Gleichschichtsteine 20.
Granit 22.
Grauwacke 21.
Greifbagger 61 bis 63.
Griesholm, -pfeiler, -ständer, -strebe 375.
Grundablässe 295.
Grundanstrich 37.
Grundeis 197.
Grundpfähle 156.
Grundsäge 162.
Grundschwelle 212.
Gründungen 138 u. f.
Grundwasser 188.
Grundzapfen 128.
Grundzapfen, -pfanne bei Schleusentoren 341.
Grünlage 217.
Gußasphalt 29, 99.

Häfen 427, 441 u. f.
— an Kanälen 302.
Hafeneinfahrten 442.
Hakenblatt 120.
Halbholz 30.
Halsband 338, 341.
Halszapfen 338, 342.
Haltepfähle 437.
Haltung bei Kanälen 305.
Hammermaschine 135.
Hammerrechte Steine 20.
Handbagger 60, 67.
Handkahn 517.
Handramme 158.
Hanfseile 128.
Hängebrücke 414.
Hängesäule 397.
Hängewerke 395 bis 397.
Haspel 169.
Haube 338.
Hauptfachbaum 370.
Hausteine 20.
Hebel 164.
Hebelade 167.
Heck 505.
Heckwelle 477.
Helling 445 u. f.
Henrichenburg, Schiffshebewerk bei H. 355 bis 357.
Hilfeleistung bei Unglücksfällen 576.
Hinterfüllung bei Bauwerken 53.
Hirnholz 29.
Hochwasserstände 187.
Hochwasserwelle 195.
Höhenmessung 8.
Höhenpläne 550.
Holm 118.
Holzbrücken 388 u. f.
Hubbrücken 418.
Hubtor 347.
H. W. = Höchster Wasserstand 277.

Injektor 131.
Isolatoren (Glocken) 538.

Joche bei Brücken 387 bis 389.
Jochpfähle 390.

Kahnführer 484.
Kaimauern 436.
Kalfatern 512.
Kalfaternaht 517, 518.
Kalk 26.
Kalkfarbe 39.
Kalkstein 22.
Kalkteig 113.
Kämpfer 105.
Kanaldichtung 290 bis 292.
Kanäle (Haupt-, Neben-, Zweig-, Verbindungs-, Umgehungs-, Seiten-K.) 276.
Kanalisierung der Flüsse 304 bis 317.
—, Grundbegriff 304.
Kanalquerschnitt 278 bis 284.
Kanalufer, deren Befestigung 285 bis 290.
Kanalwage 6.
Kantholz 30, 575.
Karrenschacht 51.
Kastenfangedamm 150.
Kastenwehr 371.
Keile bei Lehrgerüsten 399.
Keilhaue 50.
Kernholz 29.
Kesselbetrieb 133.
Kesselgattungen 129.
Ketten 128, 574.
Kettenfähre 493.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kettenschlepper 469.
Kiefer (Föhre) 31.
Kielwasser 477.
Kielschwein 505, 521.
Kies 23.
Kiesel 22.
Kieswege 97.
Kimmplatte 523.
Kimmung 521.
Kippkarren 50.
Klappbrücke 417.
Klappenwehr 382.
Klapplage 239.
Klapp-Prahm 73.
Klapptore 345, 346.
Kleinschlag 20, 97.
Klinker 25.
Knaggen 118.
Kompaß 4.
Kompaßstriche 4.
Kondensationsmaschinen 136.
Konkave 189.
Kontakt 532.
Konvexe 189.
Kopfrasen 56.
Kopfschüttung 54.
Kopfschwellen 203, 214, 215.
Kopfsteine 99.
Kopf-(Kreuz-)verband 104.
Kostenanschläge 550 u. f.
—, Muster zu K. 561 u. f.
Krängung der Schiffe 479.
Kreiselpumpe 154.
Kreissäge 163.
Kreuzbohrer 84.
Kreuzen (lavieren) 451.
Kreuzholz 30.
Kreuzverband 104.
Krone (Koppe) der Deiche 451.
Kronenlage 247.
Kunstramme 89, 160.
Kunststein 26.
Kupierungen 211.

Ladestelle 302, 427.
Ladeufer 428 u. f.
Ladevorrichtungen 440.
Lagenschüttung 52.
Lagepläne 19, 550.
Landebrücken 421 u. f.
Landevorrichtungen 465.
Landpfeiler 386.
Landpritsche (Klappe) 465, 466.
Längenprofil (Schnitt) 10, 17.
Langholz 29.
Längsbaggerung 78.
Lärche 32.
Lattenpegel 15.
Laubhölzer 31.
Laufbrücke an Wehren 311.
Läuferschicht 102.
Läuferverband 102.
Lavieren 465.
Leclanché-Element 530.
Lehm 24.
Lehmwege 97.
Lehren (Schablonen) 106.
Lehrgerüste 399.
Leimfarbe 39.
Leinöl 37.
Leinpfad an Kanälen, Flüssen 314.
Leitdeich 450.
Leitwände 361 u. f.
Leitwerke 210.
Lette 24.
Liegeplätze 444.
Löffelbohrer 40.
Lokomotivkessel 130.
Löschbank 112.
Losständer 375.
Luftklötze bei Holzbrücken 391.
Luftmörtel 112, 113.

Magnetische Wirkung des elektrischen Stromes 531.
Main, Schleusen am M. 312.
Makadamisierung 98.
Manometer 132.
Markiernadeln 1.
Massenberechnung 552.
Massenverteilung 48.
Mastenkrane 173, 174.
Matratzen 239.
Matten 239.
Mauersand 28.
Mauerverbände 102.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Mauerwerksarten 102.
Maurerarbeiten 101.
Meißelbohrer 42, 84.
Meßband 1.
Messing 36.
Meßkette, -rute, -latte 1.
Meßstab 1.
Mikrophon 542.
Mindestfahrtiefe 202, 205.
Mittelpfeiler 386.
Mittelwasser 186.
Mittlere Tiefe 202.
Moellons 20.
Mooriger Untergrund 54.
Mörtelbank 113.
Mörtelberechnung 112.
Morseschreibtelegraph 536.
Mosel, Schleusen an der oberen M. 313, 314.
Motorboot 499.
Muldenkipper 57, 58.
Multiplikation, Dezimalstellen bei M. 551.

Nachregulierung 203.
Nadellehnen an Wehren 310, 377.
Nadelwehre 377 u. f.
Nägel 35, 124.
Nähte bei Schiffsplanken 511.
Nasmythsche Dampframme 160.
Nebenfluß 137.
Niederschlagsgebiet 184.
Niedrigwasserausbau 203.
Niedrigwasserstände 185.
Nieten 126.
Nivellieren 6.
Nivellierinstrument 7.
Nivellierlatte 7, 8.
N. N. = Normal-Null 9.
Normalquerschnitte 201.

Oberbau der Buhnen 210.
Oberhaupt bei Schleusen 319.
Oberlauf 183.
Obertor bei Schleusen 319.
Oberwasser 319.
Oder, Staustufe an der O. 308 u. f.
Ölfarbe 37.

Packlage 97.
Packwerk 217.
— eines Deckwerks 249.
— eines Leitwerks 248.
— eines Sperrdammes 250.
—, Versacken des P. 253.
Pegel 15, 16.
—, selbstaufzeichnender 16.
Peildraht 11.
Peilrahmen 78, 79.
Peilung 10 bis 14.
Pendelfähre 487.
Pendelsäge 162.
Pfahlrost 144, 145.
Pflasterarbeiten 96.
Pflasterpfähle 33.
Pflasterung der Straßen 98, 99.
Pikett 1.
Planken bei Schiffen 509.
Plattenblitzableiter 545.
Plattendurchlässe 406 u. f.
Polder (Winter-, Sommer-P.) 450.
Potenzflaschenzug 166.
Prahme 514 u. f.
Prahmfähre 485.
Prellpfähle 359 u. f.
Preßluft, Arbeiten in P. 181.
Preßluftgründung 147.
Pulsometer 155.
Pumpen 152.
Pumpenbagger 71.
Putz, glatter, geschliffener, Rapp-P. 111.

Quarz 22.
Quelldeich 449.
Quellen 183.
Querbaggern 77.
Querdeich 449.
Querprofil 11.
Querrippen (Spanten) 505.
Querschnitt 18.
Querschott 505.

Raasegel 466.
Rahmholz 118.
Rahmholz bei Schleusentoren 340.
Rammen 158, 160.
Rammknecht 160.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Rammliste 161.
Rammpfähle 156.
Randsteine 97.
Rasen 55.
Rauhwehr 217, 255.
Reibhölzer 439.
Riegel bei Schleusentoren 340.
Riemen (s. Ruder) 463, 471.
Rodungsarbeiten 49.
Röhrendurchlaß 404.
Röhrenlibelle 6.
Rollbrücke 418.
Rollen 165.
Rollschicht 102, 104.
Rücklage (Rückschuß) 242, 244.
Rückstaudeich 450.
Ruder 403.
Rufzeichen bei Fernsprechanlagen 546.
Rundholz 30.

Sackbagger 60.
Sackbohrer 60.
Sackmaß 54.
Sandschüttung 148.
Sandstein 72.
Sattelhölzer 394.
Schamottstein 19.
Schandeck 514.
Schardeich 450.
Scharnierbolzen 125.
Schaufel, indische 61.
— (Schippe) 49.
Scheitelhaltung 274.
Scheitrechter Bogen 103, 105.
Scherzeug 167.
Schiebebrücke 418.
Schiebestange 347, 348.
Schiebetore 347.
Schiebkarre 51.
Schienengleis 57.
Schiffahrtsbetrieb 463.
Schiffahrtshindernisse, deren Beseitigung 260 bis 273.
Schiffahrtskanal 274, Wasserverbrauch auf dem S. 293.
Schiffahrtstraße 205.
Schiffbrücken 418 u. f.
Schiffe, eiserne 520 u. f.
Schiffe, hölzerne 509 u. f.
Schiffsarten 504, 505.
Schiffsbau 504 u. f.
Schiffsdurchlaß 307.
Schiffseisenbahn 357.
Schiffsform 505 bis 507.
Schiffshalter 439.
Schiffshebewerke 355 bis 357.
Schiffshebung 268.
Schiffsketten 524.
Schiffskompaß 4.
Schiffsringe 438.
Schiffsschleusen 316 u. f.
Schlagsäule 338.
Schleppdampfer 469.
Schleusenabmessungen 324 bis 326.
Schleusenarten 322 u. f.
Schleusenböden 326 u. f.
Schleuseneinfahrt 358.
Schleusengefälle 274.
Schleusen, hölzerne 332.
Schleusenkörper, dessen Bestandteile 326.
Schleusentore 337.
Schleusentreppe 274.
Schleusenwände, hölzerne 334.
—, steinerne 326.
Schleusung 319, Wasserverbrauch bei der S. 354
Schmiedeeisen 34.
Schorbaum 464, 472.
Schornsteinverband 102.
Schotte 505.
Schrägufer 437.
Schrauben 125.
Schraubenwinde 168.
Schrecke 464, 472.
Schützen bei Schleusentoren, Gleit-, Dreh-, Zug-, Roll-, Zylinder-, Notschütz 349 bis 354.
Schützenwehre 374 bis 376.
Schutzöffnung in Schleusentoren 338.
Schutzstreifen 45.
Schwellrost 147.
Schwerter 465, 478.
Schwimmermessungen 14.
Segel 464.
— hissen, reffen, streichen 466.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Seile 128.
Seilfähren 423.
Seilschlepper 470.
Seitenablagerung 48.
Seitenentnahme 48.
Seitenplatten bei Schiffen 521.
Senkbrunnen 192.
Senkfaschinen 235.
Senkstück 237.
Sentelnaht 517.
Setzpfosten 373.
Setzwage 6.
Sicherheitstore 131, 132.
Sicherheitsventil 300, 316.
Siel (Deichschleuse) 454.
Sikkativ 38.
Sinkstoffe 192.
Sinkstücke 237.
Sinkwellen 236.
Sommerdeich 449, 452.
Spannbalken 396.
Spannriegel 398.
Spannweite 386.
Spanten 510.
Sparbecken bei Schleusen 354, 355.
Sparren 118.
Speisegraben 294.
Speiseschleusen 294.
Sperrdämme 211.
Spieker (Nägel) 511.
Spill 171.
Spindelblitzableiter 545.
Splintholz 29.
Sprengarbeiten 80.
Sprengen im Trockenen 85.
— unter Wasser 87.
Sprengpulver 81.
Sprengstoffe 81.
Sprengwerke 398.
Spreutlage 33, 54, 207, 255.
Sprietsegel 465.
Sprossenbaum 348.
Spundbohlen 157.
Spunden 513.
Spundung 123.
Spundwand 150, 157.
Stagsegel 466.
Stahl 34.
Stammende 29.
Stampfasphalt 99.
Standleine 45.
Standnachen 12, 13.
Staugefälle 305.
Staustufe 274, 304, 307.
—, deren Betrieb 305 bis 316.
Stauweite, Grenze, Höhe, Linie 366.
Steigung der Straße 97.
Steingutrohre 26.
Steinklaue 169.
Steinschlagbohrer 97.
Steinschrauben 126.
Steinschüttung 171.
Steinzange 169.
Stemmtore, Allgemeines 331.
—, hölzerne 338 bis 343.
— eiserne 343 bis 345.
Steuer 471.
Steuerruder 464.
Stevenform 505.
Stöße der Planken 512.
Stoß, gerader, schräger 120.
Straßen, deren Längsgefälle, Krümmungsverhältnisse, Entwässerung 97.
Strauchwehr 372.
Streben 118.
Streckerschicht 102.
Streichlinie 205.
Strombau 183 u. f.
Strombau an der Havel 224, Oder 227, Rhein 219, Spree 224, Weichsel 229, Weser 222.
Strombauwerke 210 bis 215.
Stromdeich 449.
Stromkarte 19.
Stromschnelle 188, 203, 214.
Stromstrich 192.
Sturzbett 331, 337.
Stützhaken 128.
Stützwand 150.
Stützweite 386.

Talweg 188.
Tanne 32.
Taster 536.
Tauchen 172 u. f.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Taucherschacht 177 bis 181.
Tauchlage 241, 245, 246.
Tauer 469.
Teeranstrich 38.
Telegraphenanlagen 528 u. f.
Telephon 541.
Tiefenlinien 191.
Tonrohr 26.
Tonschiefer 21.
Tore der Schleusen 337 u. f.
Torkammer 320.
Torkammerboden 320, 334.
Torkammernischen 320.
Tornister für Taucher 177.
Tragbalken 392.
Traßmörtel 114.
Treibeis 197.
Treideln 467.
Trockendocks 448.
Trockenmauerwerk 108.
Trommelwehr 382.

Überblattung 122.
Überdruck des Dampfes 129.
Überfallwehre, steinerne 367 bis 369.
—, hölzerne 370 bis 372.
Übergang im Talwege 191.
Übermauerung 399.
Überschwemmungsgebiet 184.
Übersetzungsverhältnis bei Zahnrädern 171.
Uferdeckungen 257 bis 260.
Uferkrane 172, 173.
Ufermauern 436.
Uferschälungen 431, 435.
Umläufe 319, 320, 330, 331,
Unfallvorschriften für Sprengungen 94 u. f.
Unglücksfälle, Hilfeleistung bei U. 576.
Unterbau der Buhnen 210.
Unterdrempel 320.
Unterhaltung der Straßen 99, 100.
Unterhaltungsarbeiten an Brücken 425.
— an Deichen 457.
— an Fernsprechanlagen 548.
— an Flüssen 260.
— an Häfen 448.
— an Kanälen 303.
Unterhaltungsarbeiten an kanalisierten Flüssen 317.
— an Schiffen 526.
— an Schleusen 364.
— an Wehren 384.
Unterhaupt der Schleusen 320.
Untertor 319.
Unterwasser 319.

Ventilbohrer 41.
Ventile bei Kesseln 131, 132.
Veranschlagen 551.
Veranschlagungsplan 560.
Verblendsteine 25.
Verbolzung 119.
Verdübelung 120.
Verdunstung bei Kanälen 293.
Verfugen 111.
Verholen der Schiffe 477.
Verkehr mit Sprengstoffen 91 u. f.
Verlandung 208.
Versatzung 122.
Versickerung bei Kanälen 293.
Verzahnte Träger 119.
Verzahnung 119.
Verzapfung 122.
Vorbodenabfall 321.
Vorhaupt (Vorschleuse) 320.
Vorlage (Ausschußlage) 242, 243.
Vorsprünge des Flußufers 189.

Wadel 29.
Wagenwinde 184.
Wahrschau 14.
Walzeisen, Normalprofil 571 u. f.
Walzenwehre 383.
Wanten 465.
Wassergang 522.
Wassergeschwindigkeit 14, 192.
Wasserkalkmörtel 113.
Wasserlösen 295.
Wassermenge 15, 192.
Wasserscheide 184.
Wasserschnecke 155.
Wasserschöpfen 152.
Wasserspiegel, dessen Nivellement 10.
Wasserstandsgläser 132.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wasserwage 6.
Wegearbeiten 96.
Wehrböcke 378.
Wehre 365 u. f.
Weidenpflanzungen 256, 257.
Wellen bei der Schiffahrt 477 u. f.
Wellenscheitel 195.
Wendenische 320, 328.
Wendeplätze bei Kanälen 302.
Wendesäule 338.
Werksteine 20.
Werksteinmauerwerk 108.
Wiederbelebung, Anweisung zur W. Ertrunkener 577, 578.
Winkelgeräte 1 bis 3.
Winkelprisma 3.
Winkelspiegel 2.
Winkeltrommel 2.
Würfelsteine 99.
Würste 217, 234.

Zählstäbe 1.
Zahnstangenwinde 168.
Zangen 118.
Zeichnungen 550.
Zement 27.
Zementmörtel 115.
Zementstein 26.
Ziegel 25.
Ziegelmauerwerk 102, 105, 106.
Ziegelpflaster 104.
Zimmerarbeiten 113 u. f.
Zink 35.
Zinn 35.
Zubringer bei Kanälen 294.
Zugbänder bei Schleusentoren 341.
Zugbrücke 417.
Zugramme 150.
Zündung der Sprengstoffe 82, 83.
Zwischenpfeiler 386.
Zylinderbohrer 41.

Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin S. W.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

03M35094

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

P
03

M
35094