



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Der Wasserbau an den Binnenwasserstrassen**

**Mylius, Bernhard**

**Berlin, 1906**

Abschnitt 22. Schiffahrtskanäle.

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-82111](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-82111)

## 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.<sup>1)</sup> 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).

<sup>1)</sup> 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.



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

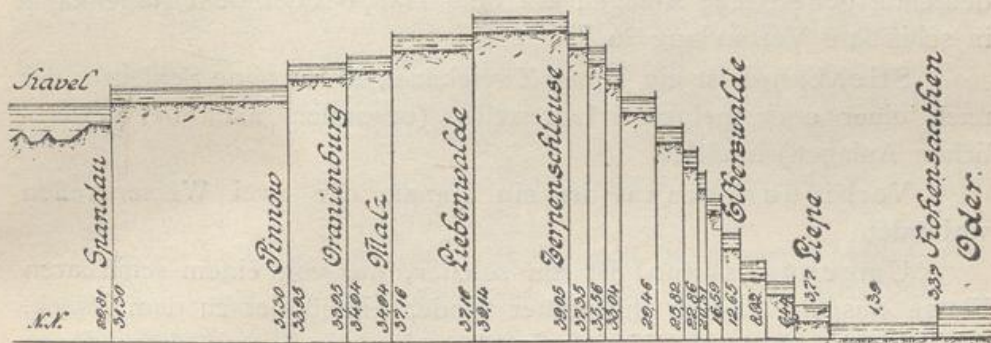


Abb. 287.

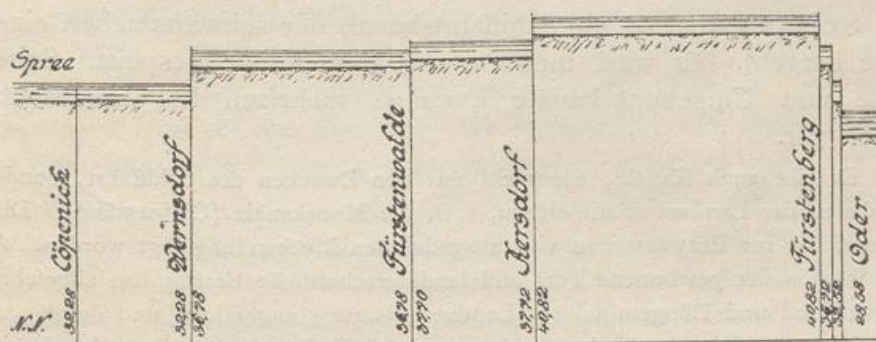


Abb. 288.

Scheitelhaltung ist hier 36 km lang. Die drei in kurzer Entfernung aufeinanderfolgenden Schleusen nahe der Oder nennt man die Schleusentreppe bei Fürstenberg.

Für die Schifffahrt 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.



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.<sup>1)</sup> 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 Abflüsse 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 Abflüsse müssen daher so eingerichtet sein, daß die Entleerung mit ihnen in kurzer Zeit bewirkt werden kann (Grundabflüsse, Grundschleusen, Freiarchen). Die Entleerung erfolgt

<sup>1)</sup> 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.



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 =  $65 \cdot 8 \cdot 1,75$  m; Tragfähigkeit = 600 t; für den geplanten Großschiffahrtsweg Berlin—Stettin ebenso;<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Denn für diesen kommen auch Elbschiffe derselben Größe in Betracht. Im Dortmund-Ems-Kanal sind auch 600 t-Schiffe zugelassen von  $67 \cdot 8 \cdot 1,60$  m, da die Schleusen 67 m Nutzlänge haben.



- II. das östliche Hauptkanalschiff für die übrigen Hauptkanäle des Ostens: Länge · Breite · Tauchtiefe =  $55 \cdot 8 \cdot 1,40$  m; Tragfähigkeit = 400 t.<sup>1)</sup>

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 Abstände 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.<sup>2)</sup>

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 :  $2\frac{1}{2}$  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

<sup>1)</sup> 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.

<sup>2)</sup> 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.



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.



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 schmäler 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).<sup>1)</sup> 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

<sup>1)</sup> Ein anderer zugehöriger Zweig dieses Kanals, der weiter oberhalb bei Niegripp in die Elbe mündet, heißt Ihlekanal.



Wasserspiegels befindet sich jederseits eine Berme von 0,50 m Breite. Wasserspiegelbreite = 26 m, Böschung über der Berme 1 : 1 $\frac{1}{2}$ , 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.<sup>1)</sup> 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.

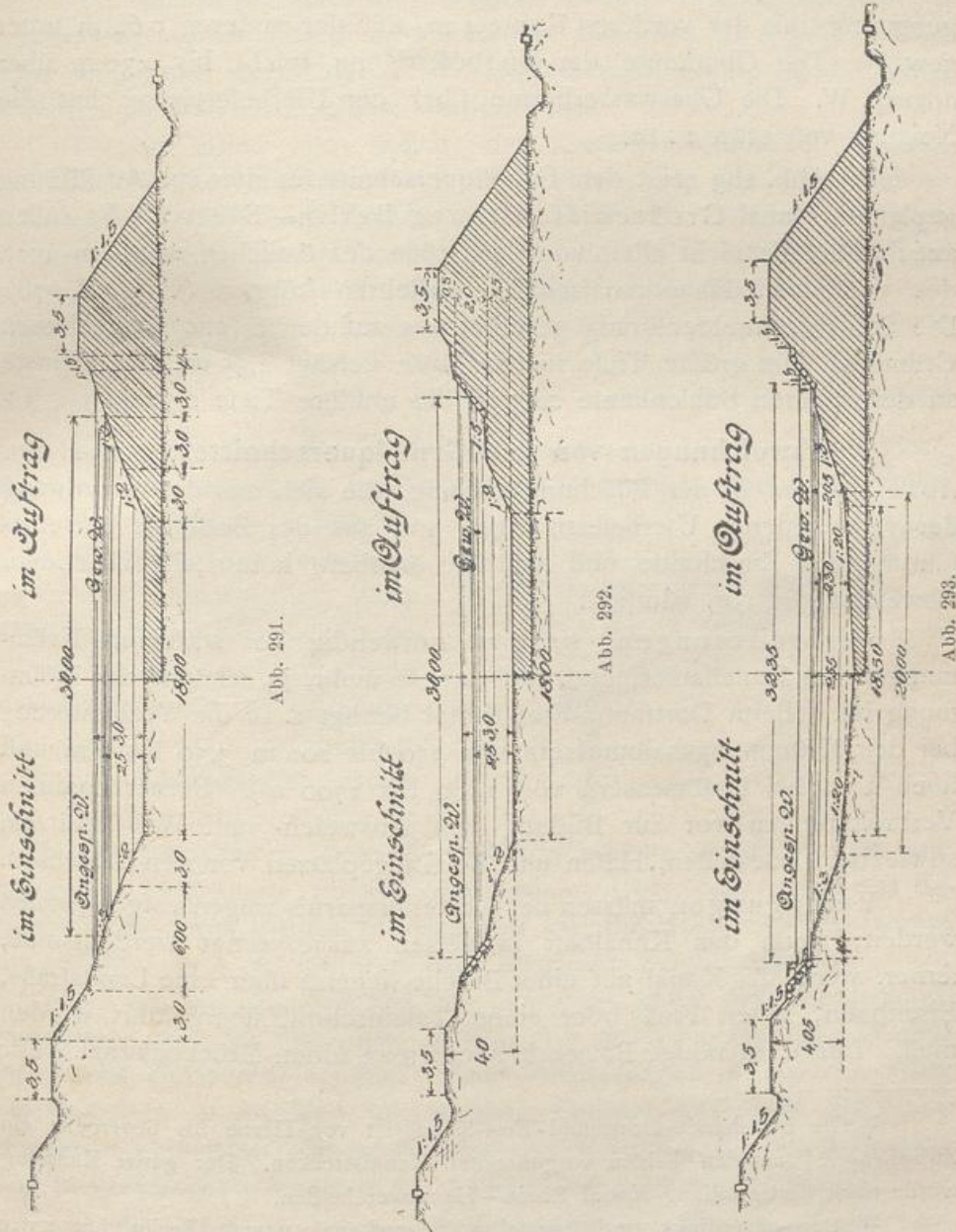
III. Abb. 291 stellt den Grundquerschnitt des Dortmund-Ems-Kanals dar. Auf ihm verkehrt das westliche Hauptkanalschiff (vergl. S. 278),<sup>2)</sup> auch sog. Emspünten und dergl. Die Sohlenbreite beträgt 18 m, die Wassertiefe unter gew. W. 2,50 m, die Wasserspiegelbreite 30 m. In manchen Auftragsquerschnitten 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

<sup>1)</sup> 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.

<sup>2)</sup> Bei den ausnahmsweise zugelassenen Schiffen dieser Gattung mit 67 m Länge und 2 m Tauchtiefe beträgt die Ladefähigkeit 900 t.



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.<sup>1)</sup> 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.<sup>2)</sup>

**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

<sup>1)</sup> 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.

<sup>2)</sup> Der neuerdings fertig gestellte Teltowkanal unweit Berlin hat unter Wasser im wesentlichen 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.



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.<sup>1)</sup> 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.

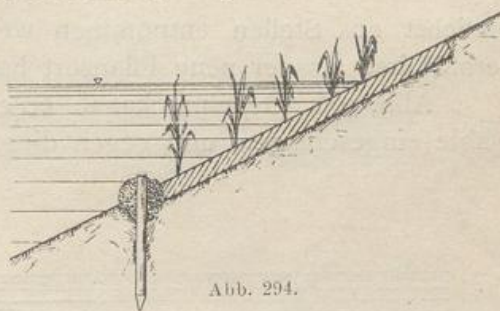


Abb. 294.

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

<sup>1)</sup> Am Dortmund-Ems-Kanal sind häufig auch bei kostspieligeren Durchlaßbauten Verengungen des Kanalquerschnittes angewendet worden.



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 Bühnenpfähle 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

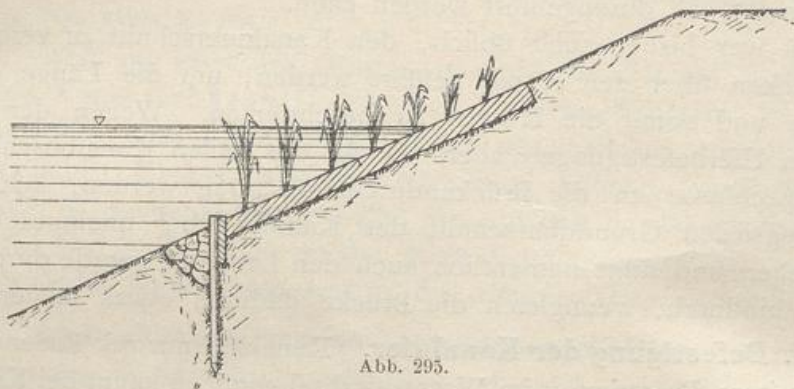


Abb. 295.

tunlichst aus Stellen entnommen werden, die dieselben Untergrundverhältnisse als der neue Pflanzort haben.<sup>1)</sup>

Abb. 296. Oderspreekanal. 60 cm unter gew. W. werden Bühnenpfähle eingeschlagen, und gegen diese wird wie in Abb. 295 ein 20 cm

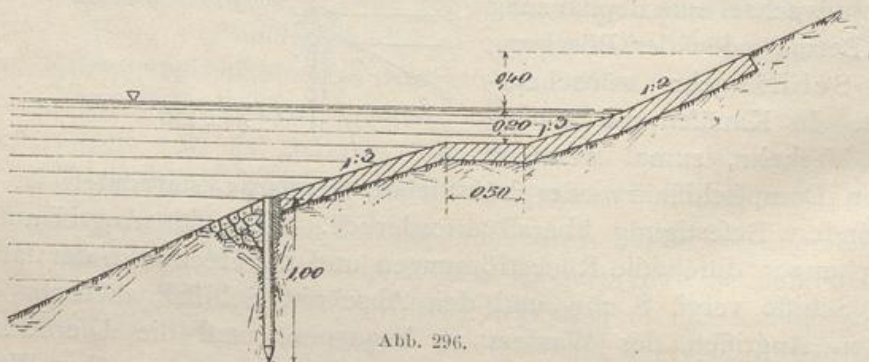


Abb. 296.

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.)<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Der Rasen verrottet unter Wasser zwar bald; er hält aber solange, bis das Schilf gut angewachsen ist, das die eigentliche Deckung bilden soll.

<sup>2)</sup> Im besonderen ist diese Deckung angewendet in den Umgehungskanälen der kanalisierten Ems.



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



Abb. 297.

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.

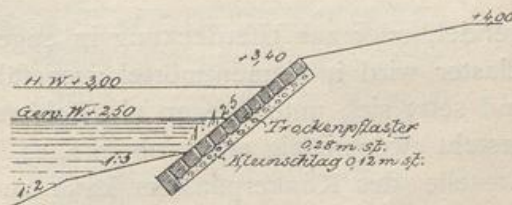


Abb. 298.

c) Steindeckung (Steinpackung, Pflasterung).

Abb. 298 und 299. Dortmund-Ems-Kanal. Die Neigung der Steindeckung ist durchschnittlich 1 : 1,25; die Steine sind durchschnittlich

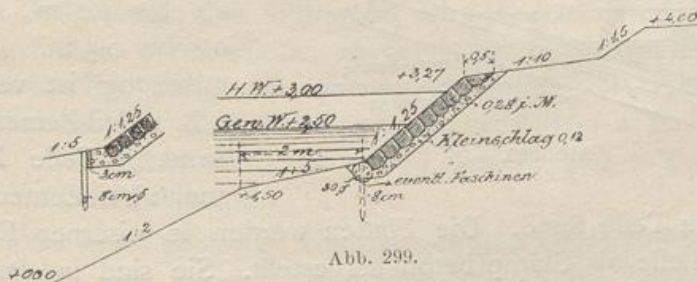


Abb. 299.

0,28 m stark, lagerhaft gepackt und verzwickelt. 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),



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

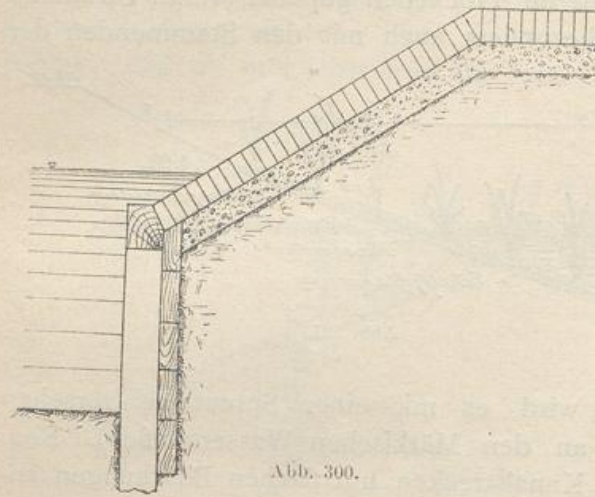


Abb. 300.

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. Klinkerpflaster. Märkische Wasserstraßen. Es wird an einzelnen Kanälen (Finowkanal) besonders zum Anschluß der Böschungen an die Schleusen ange-

wendet, 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.

d) Betonplatten (gewöhnlich Zementplatten genannt).

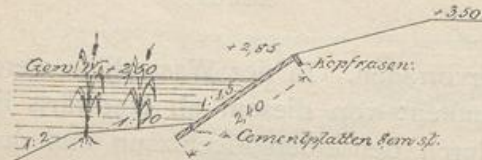


Abb. 301.

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,  $\frac{3}{4}$  Teile

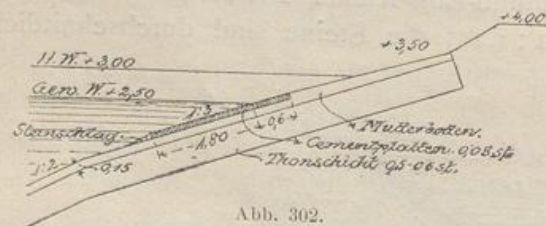


Abb. 302.

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 dichtschießend verlegt werden. 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

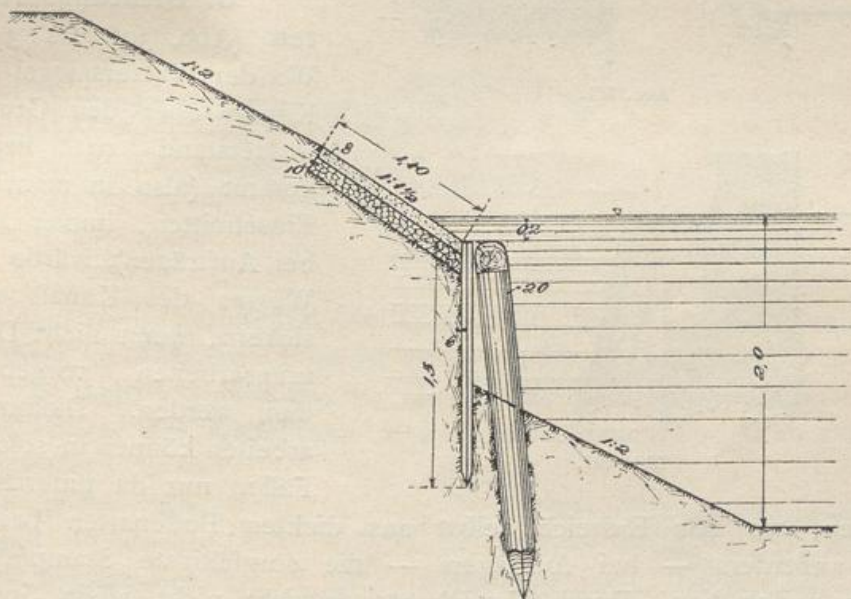


Abb. 303.

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



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 be-

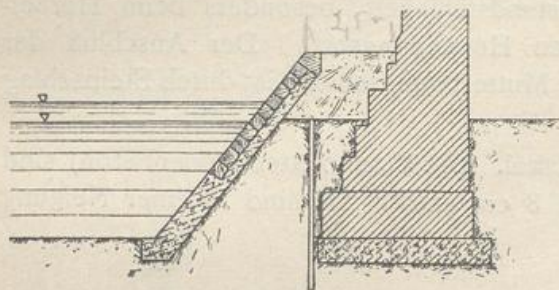


Abb. 304.

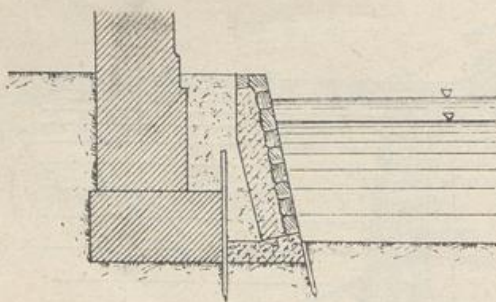


Abb. 305.

kleidet ist. Die Betonwand ruht bei sehr steiler Böschung auf einer breiten Betonbettung (erforderlichenfalls zwischen Spundwänden) (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;

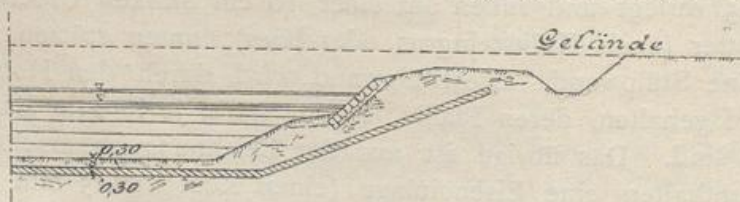


Abb. 306.

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



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

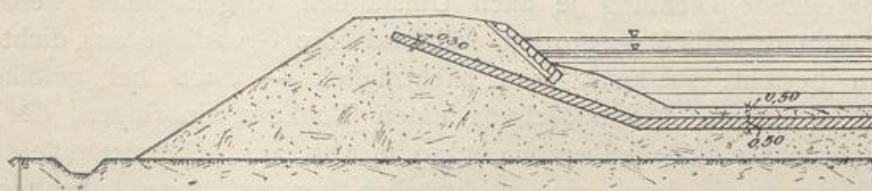


Abb. 307.



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 Sohldichtung anschließend an die Mauerböschung unter einer Brücke.

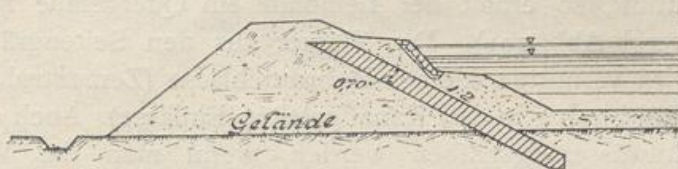


Abb. 309.

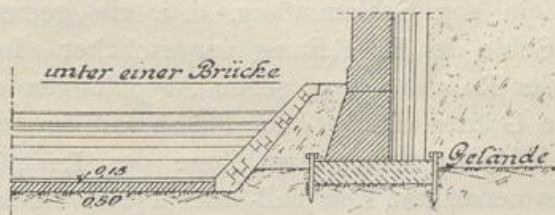


Abb. 310.

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



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.<sup>1)</sup> Sind Seitengräben vorhanden, wie dies bei den meisten Hauptkanälen, z. B. dem Dortmund-Ems-Kanal

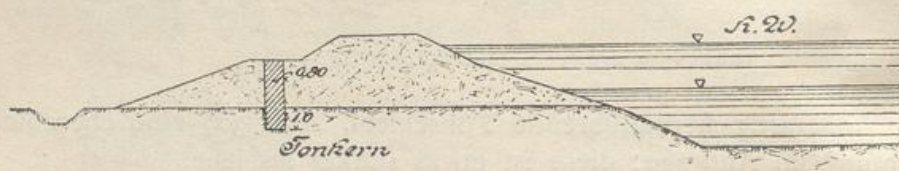


Abb. 311.

zutritt, so erhält der Leinpfad ein Quergefälle nach dem Graben zu (vergl. Abb. 291). Das Wasser aus den Seitengräben der Einschnitte wird mittels 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, mittels 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-

<sup>1)</sup> 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.



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



Fläche der Schleusenammer 630 qm groß ist, so beträgt eine Schleusenfüllung  $630 \cdot 4,10 = \text{rd. } 2600 \text{ cbm}$ , 20 Schleusenfüllungen mithin 52 000 cbm. Da der 24stündige Tag 86 400 Sekunden hat, beanspruchen die Schleusungen also, wie oben angeführt,  $\frac{52\,000}{86\,400} = \text{rd. } 0,60 \text{ cbm/sek.}$  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.



**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.<sup>1)</sup>

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

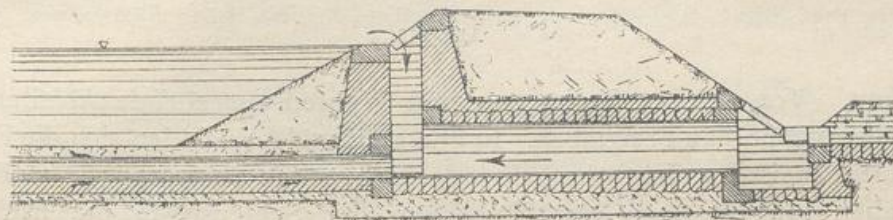


Abb. 312.

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 (Dücker) 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,<sup>2)</sup> die unter dem Kanaldamm liegen, in einen Entwässerungsgraben abgeleitet wird. Das Öffnen geschieht durch Schieber, die in einer gemauerten Kammer liegen. Dieser

<sup>1)</sup> Beim Dortmund-Ems-Kanal rechnet man, daß 1 km Kanallänge in 3 Stunden müsse entleert werden können.

<sup>2)</sup> Hier ist nur ein Rohr erkennbar; das andere muß man sich dahinterliegend denken. Die beiden gußeisernen Flanschrohre haben in diesem Falle 50 cm Durchmesser.



Grundablaß dient auch zur Entleerung. Am häufigsten kommen Schützenschleusen vor, die in den Kanaldamm mit gehörigen Maueranschlüssen eingebaut sind.

Abb. 313 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-

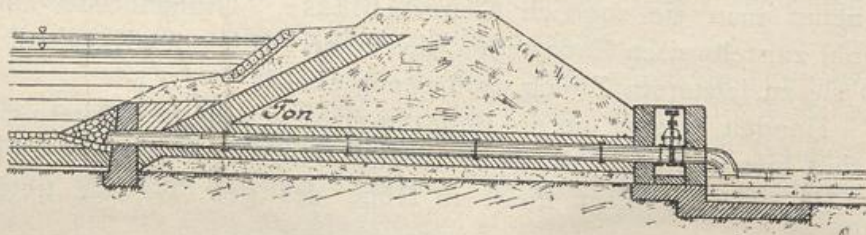


Abb. 313.

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

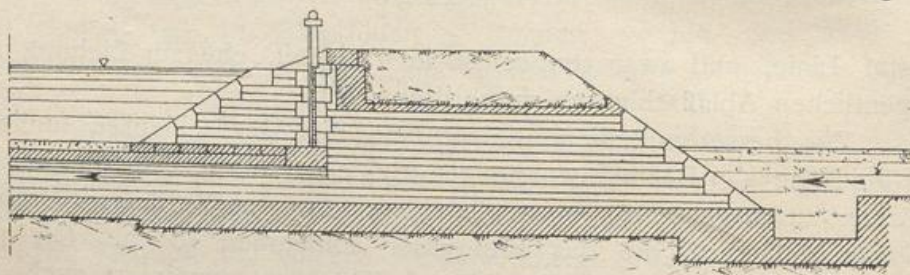


Abb. 314.

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



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).<sup>1)</sup> 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

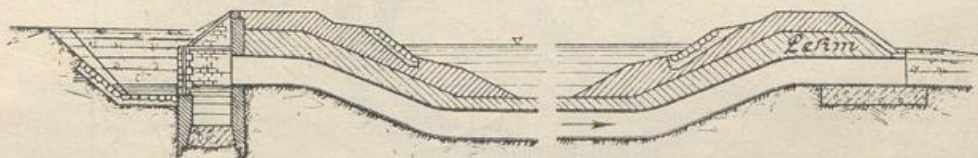


Abb. 315

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 Lehm-dichtungen 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-

<sup>1)</sup> Früher schrieb man meist Düker (vom holländischen Duiker).



zung der eisernen Dückerrohre wendet man besonders häufig Pfahlrost, auch Schwellrost an. Senkungen oder Verschiebungen des Dückers,

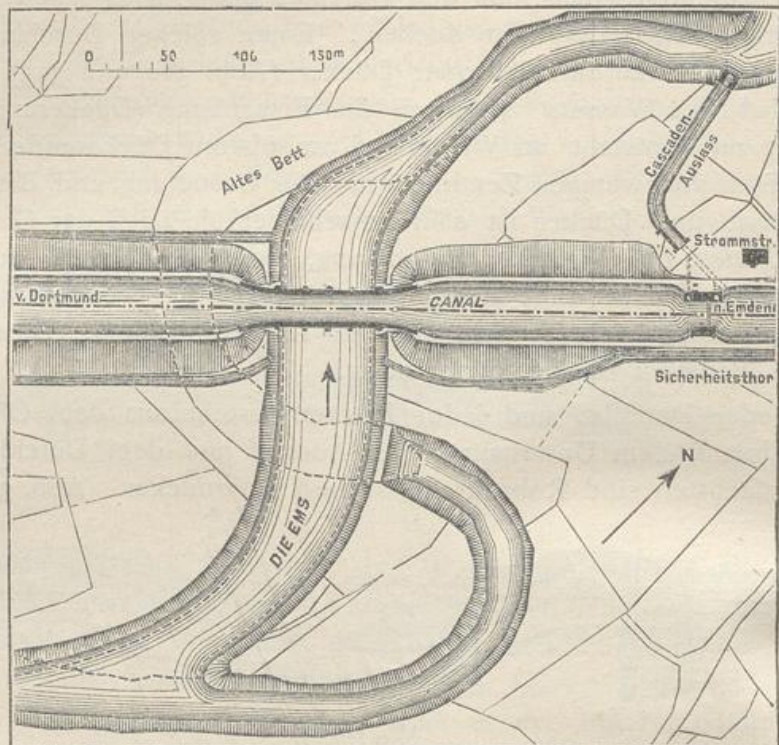


Abb. 316.

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 vermittle eines brückenartigen Bauwerks überführt, das man Brückenkanal nennt.<sup>1)</sup> 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 ordnungsmäßige Sohlenbreite des Kanals, = 18 m,

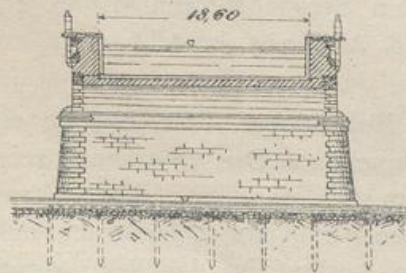


Abb. 317.

<sup>1)</sup> 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.).



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.

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 Wegekronen gelegt werden muß, so

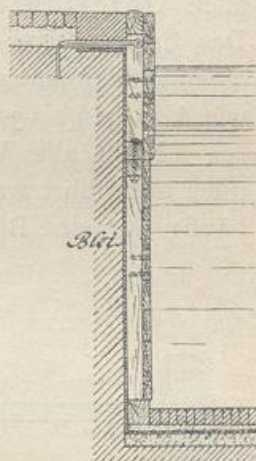


Abb. 318.

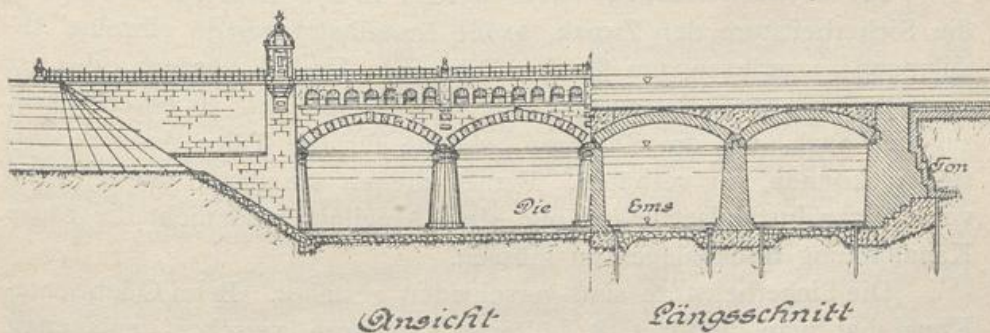


Abb. 319.

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



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 Kanalsog. Seitenwege (Parallelwege) angelegt werden.

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.

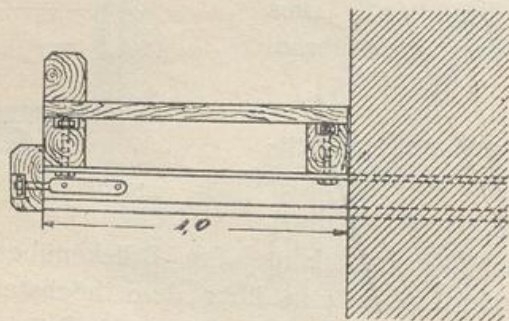


Abb. 320.

**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 Dammbrechens 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



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 Eisenschwerk (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 eingefast ist. Der dichte Schluß an der Sohle erfolgt durch eine an der Blechwand befestigte Holzleiste, die

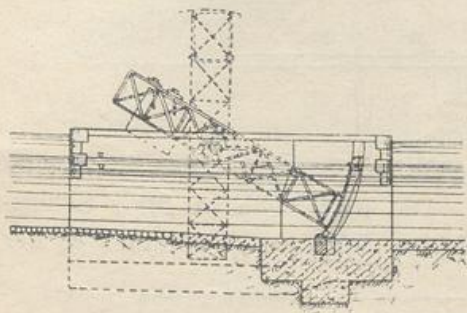


Abb. 321.

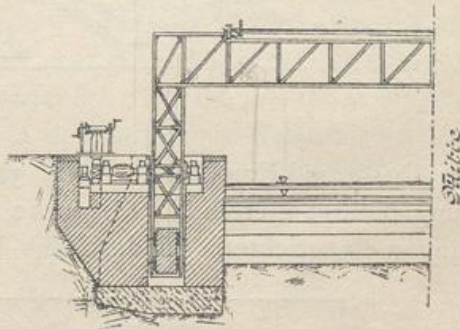


Abb. 322.

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 Frei-graben zugeführt, der mit „Kaskadenauslaß“ bezeichnet ist, weil wegen seines starken Gefälles „Kaskaden“, <sup>1)</sup> d. s. gemauerte Stufen, eingebaut sind.

<sup>1)</sup> Schreibe nach der neueren Rechtschreibung Kaskade, nicht Cascade.



### 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

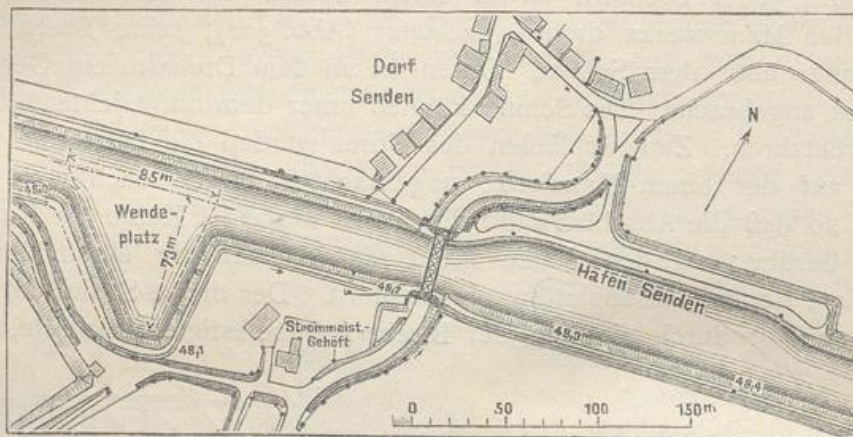


Abb. 323.

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

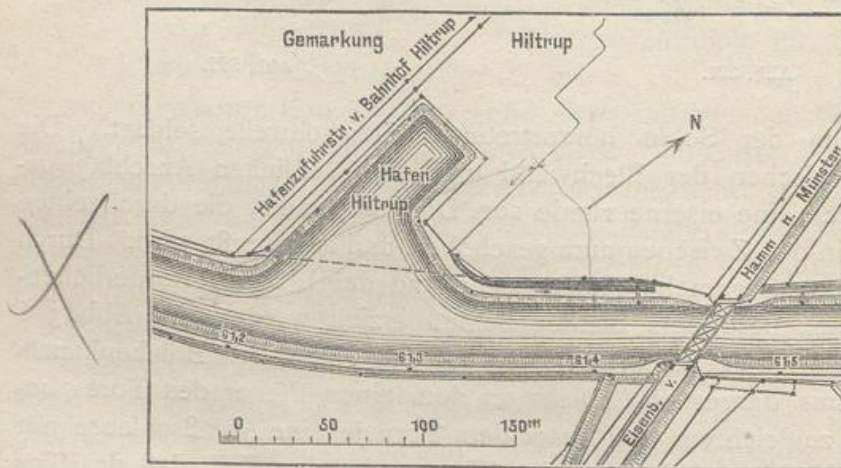


Abb. 324.

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 Hilstrup), die als sog. Stichbecken angeordnet ist und mit der abgeschrägten Einfahrt zugleich auch als Wendeplatz benutzt werden kann. Die Häfen und Ladestellen erhalten



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 Verschuß 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.