



Der Wasserbau an den Binnenwasserstrassen

Mylius, Bernhard

Berlin, 1906

B. Bauliche Einrichtungen des Kanalkörpers

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

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 Schiffabmessungen 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;¹⁾

¹⁾ 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 · 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 $\frac{1}{2}$ 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

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.

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 Böschungsverhältnis 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 Hälften 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

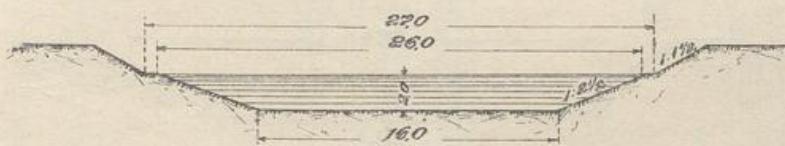


Abb. 289.

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).¹⁾ Böschung unter gew. W. 1:2 $\frac{1}{2}$, 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.

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.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.

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

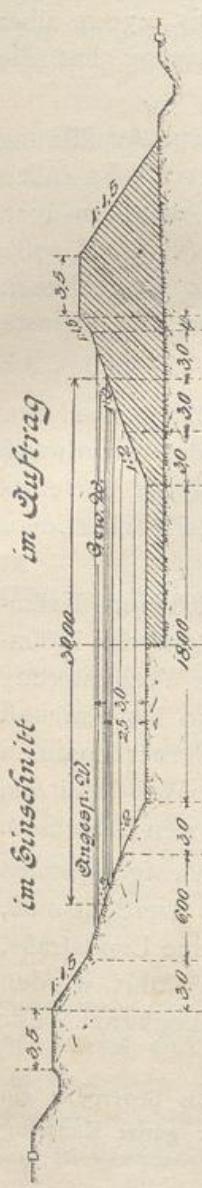


Abb. 291.



Abb. 292.



Abb. 293.

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 weitlichen 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.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 starkerem 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.

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 Faschinewurst festgepfählt, alsdann werden daran anschließend uferwärts Flachrasenstücke auf die Böschung

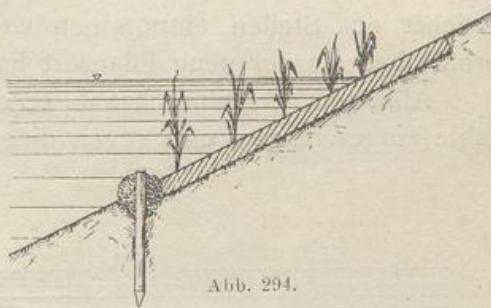


Abb. 294.

¹⁾ 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 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

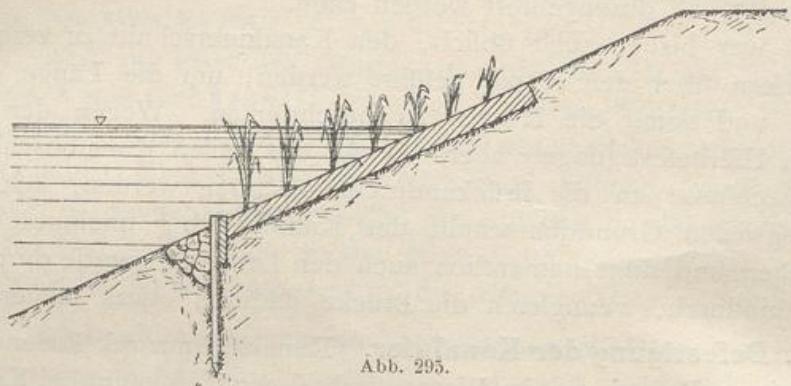


Abb. 295.

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

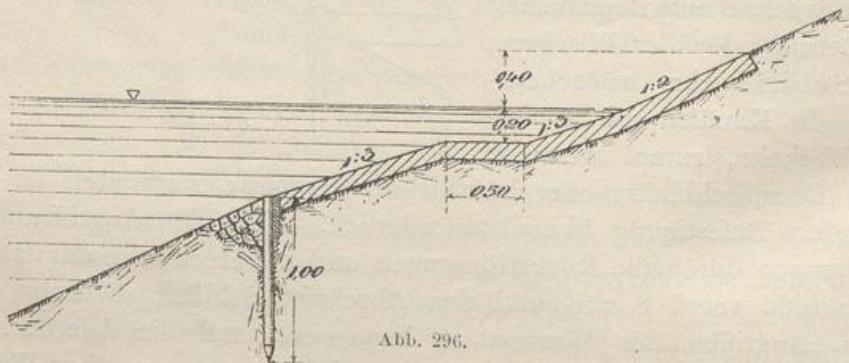


Abb. 296.

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.

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.

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. 297.

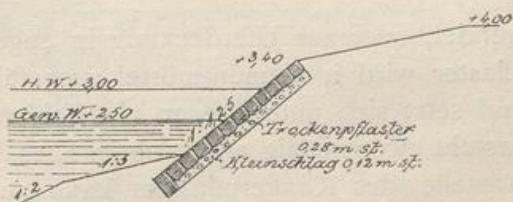


Abb. 298.

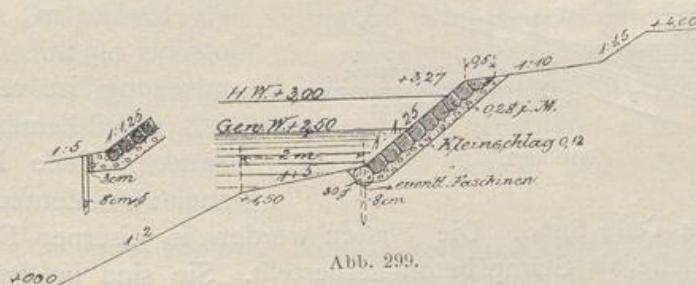


Abb. 299.

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),

bei feinsandigem Boden erhält sie eine angepfahlte Faschinenwurst als Stütze, bei aufgeschüttetem Boden ein senkrecht, 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.

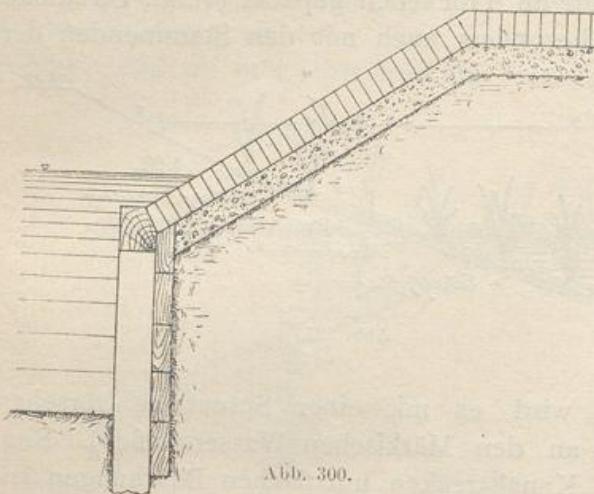


Abb. 300.

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. 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

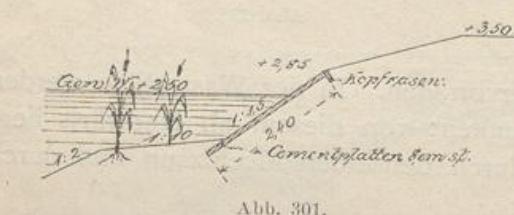


Abb. 301.

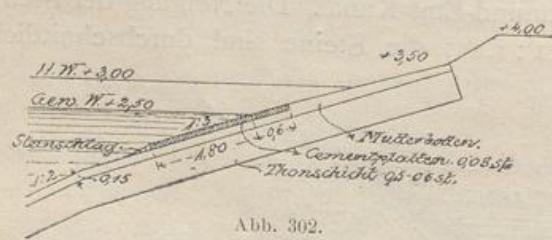


Abb. 302.

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 dichtschließend 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

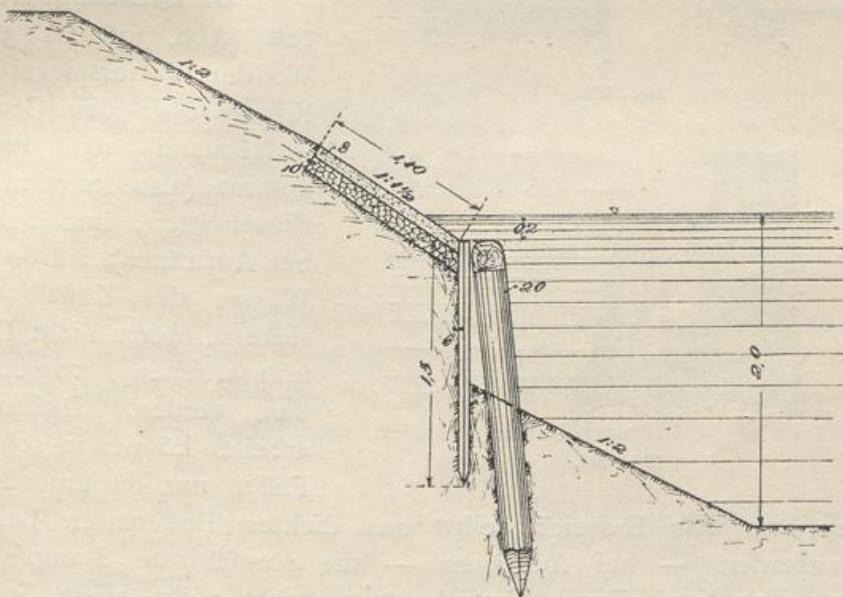


Abb. 303.

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 Stützwand. Die Stützwand 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 übergegangen 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 bekleidet ist. Die Betonwand ruht bei sehr steiler Böschung auf einer breiten Betonbettung (erforderlichenfalls zwischen Spundwänden) (Abb. 305).

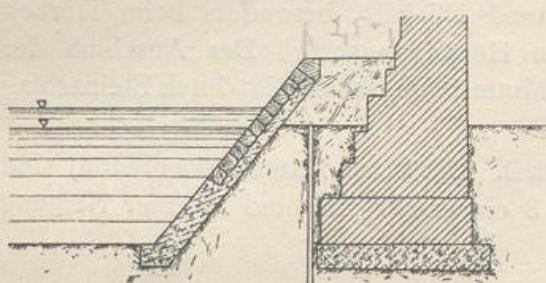


Abb. 304.

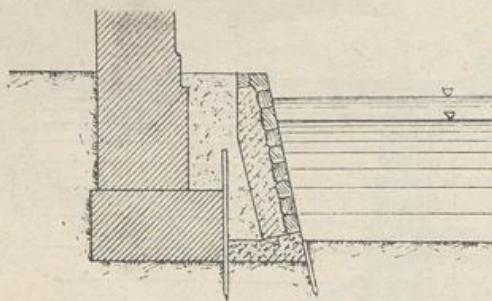


Abb. 305.

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;

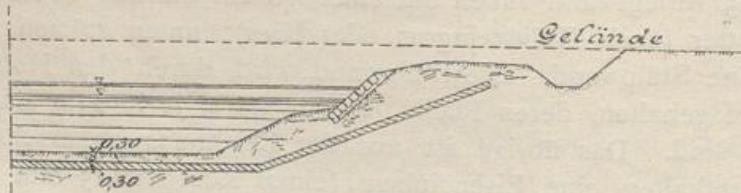


Abb. 306.

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

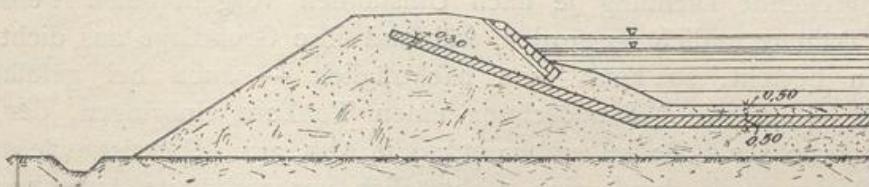


Abb. 307.



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 Sohlendichtung anschließend an die Mauerböschung unter einer Brücke.

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



Abb. 309.

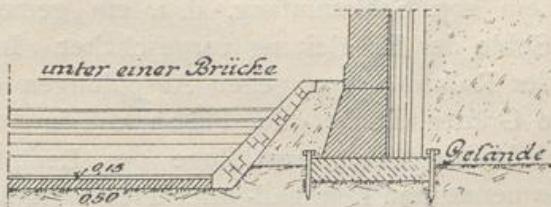


Abb. 310.

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 vorgesetzte 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

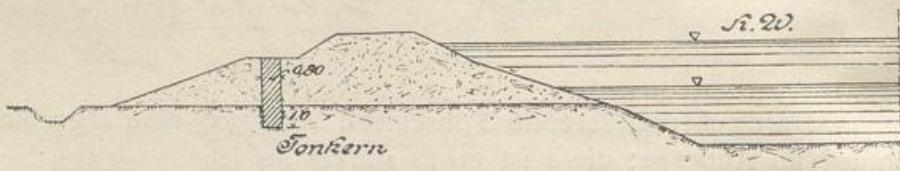


Abb. 311.

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

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:

- die Verluste durch Verdunstung und Versickerung sowie durch Leckwasser infolge der Undichtheiten der Schleusentore und Schützen;
- 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 Schiffsverkehr 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/sec 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