

4

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000300263

KURZE BESCHREIBUNG DES PROJEKTES

EINES

OBERRHEINISCHEN

SCHIFFFAHRTSKANALS

VON STRASSBURG

BIS SPEYER ODER LUDWIGSHAFEN

AUSGESTELLT AUF DEM

III. INTERNATIONALEN BINNENSCHIFFFAHRTS-KONGRESS

ZU FRANKFURT A. M.

17434



STRASSBURG

BUCHDRUCKEREI VON R. SCHULTZ & COMP.

1888

V. A.

XX
228

KURZE BESCHREIBUNG DES PROJEKTES

1892

OBERRHHEINISCHEN

SCHIFFFAHRTSKANALS

VON STRASSBURG

BIS SPEYER ODER LUDWIGSHAFEN

ANSCHEINLICH ALLE DANN

III. INTERNATIONALE SCHIFFFAHRTS-KONGRESS

ZU STRASSBURG



III 16354

Akc. Nr.

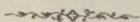
2402/50

Inhalts-Verzeichniss.

	Seite
Einleitung	I
I. Betrieb auf dem Kanale.	
Allgemeine Betrachtungen	4
Grösse und Tragfähigkeit der Rheinschiffe	4
Durchschnittliche Tragfähigkeit und Ladung der auf dem Kanale verkehrenden Frachtkähne	5
Art der Fortbewegung der Frachtkähne auf dem Kanale	5
Bewegungswiderstand der Fahrzeuge auf einem Kanale	6
Ausdruck des Bewegungswiderstandes der Fahrzeuge auf dem projektirten Kanale	7
Transportkosten auf dem Kanale.	8
Bemerkungen über die Lokomotivschlepperei.	9
Beschränkte Anwendung des Pferdezuges. Besondere Berücksichtigung des Betriebes mit Schraubenschleppern	10
Fahrtgeschwindigkeit auf dem Kanale	10
Theoretisch günstigste Fahrtgeschwindigkeit	10
II. Normalprofil des Kanals.	
Herrschende Ansichten über die vortheilhafteste Grösse eines Kanalprofils	11
Ergebniss der speziellen Untersuchungen für den projektirten Kanal.	13
Begründung einer Wassertiefe von 3,00 m	14
Begründung einer Sohlenbreite von 24,00 m	15
Erbreiterung des Kanalbeckens in den Kurven	16
Böschungen und Bankette	16
Leinpfade	17
Seitengräben.	18
III. Kanaltrace.	
Anfangs- und Endpunkt des Kanals	18
Allgemeine Tracenrichtung.	19
Trace auf elsass-lothringischem Gebiete.	19
Trace auf bayerischem Gebiete	20
Länge des Kanals.	21
Kurven. Gerade Richtung vor und hinter den Bauwerken.	22
Gestaltung und Beschaffenheit des Terrains im Zuge der Kanal- linie	22
IV. Längenprofil des Kanals.	
Schleusengefälle.	23
Höhenlage der Haltungen	23
Lage der Schleusen.	24
Sohlengefälle	24
Uebersicht der Längengestaltung des Kanals	25

V. Schleusenkonstruktion.	Seite
Hauptabmessungen der Schleusenkammer	27
Leistungsfähigkeit der Schleusen	29
Umleitung des Speisungswassers.	29
Verschiebung der Schleusenaxe	30
Berücksichtigung eines Minimalwasserstandes.	30
Zwischenthore an den beiden unteren Schleusen.	30
Profil der Schleusenkammer	31
Drempel, Neigung und Höhenlage derselben	31
Vorboden und Abfallmauer.	31
Thorkammer und Thorkammernischen	32
Flügelmauern	32
Anlagen und Vorrichtungen zum Füllen und Entleeren der Kammer	32
Vorrichtungen zum Abschluss einzelner Schleusentheile.	34
Pumpenlöcher.	35
Schleusenthore	35
Dauer der Durchschleusung der Schiffe.	36
Steigleitern und Schiffshalter.	37
Treppen an den Schleusenhauptern	37
Wärterhaus, Stallgebäude und Magazin	37
Speisungskanal längs der Schleuse.	37
Kosten einer Schleuse	38
VI. Kreuzung der Strassen und Eisenbahnen.	
Erforderliche lichte Höhe unter den festen Brücken	38
Bewegliche Brücken für die Strassenübergänge	38
Kanalprofil unter den freistehenden Drehbrücken.	39
Oberbaukonstruktion der freistehenden Strassendrehbrücken.	39
Zweiflügelige Bogendrehbrücken auf dem Unterhaupte der Schleusen	40
Strassenbrücke mit festem Oberbau	40
Kreuzung der Eisenbahnen.	40
VII. Kreuzung der Wasserläufe.	
Bedeutendere Nebenflüsse, welche vom Kanale gekreuzt werden.	42
Art der Kreuzung	42
Gestaltung des Kanalprofils an den Unterführungen	43
Verwendung von Röhren zu den Unterführungen. Umhüllung der Röhren mit Beton.	43
Form und Grösse der Röhren.	44
Ermittelung der Hochwassermengen an den Unterführungen.	44
Berechnung der Stauhöhe an den Unterführungen.	45
VIII. Speisung des Kanals. — Entlastungs-Anlagen.	
A. <i>Der vom Verkehre unabhängige Wasserverbrauch.</i>	46
a) durch Verdunstung	46
b) durch undichten Verschluss der Schleusenthore, Schützen- tafeln etc.	47

	Seite
c) durch Versickerungen	47
d) durch unrichtige Handhabung der Speisungsschützen . . .	47
B. <i>Der vom Verkehre abhängige Wasserverbrauch</i>	48
Betriebswassermenge	48
Grösster Verbrauch an Betriebswasser	48
Durchschnittlicher Bedarf an Betriebswasser	49
C. <i>Gesamter Wasserbedarf</i>	51
Verhältniss zwischen Speisungswassermenge und Betriebswasser- menge. Konsequenzen	53
Deckung des Wasserbedarfs	54
Hauptspeisungskanal zur Wasserentnahme aus dem Rheine ober- halb Strassburg	54
Zwischenspeisungen aus den linksrheinischen Nebenflüssen . . .	55
Sonstige Speisungsmittel, die möglicherweise in Betracht gezogen werden können	57
Schlussbemerkungen	58
Zweck der vorgesehenen Entlastungsanlagen	58
Vereinigung der Entlastungsanlagen mit den Flussunterführungen	58
Entlastungsanlagen auf elsass-lothringischem Gebiete	59
Entlastungsanlagen auf bayerischem Gebiete	59
IX. Hafenanlagen. Wendeplätze.	
Hafenanlagen zu Strassburg	61
Hafenanlage zu Speyer oder Ludwigshafen	62
Sonstige Haf- und Wendeplätze	62
X. Dichtung des Kanalbeckens u. sonstige bauliche Anordnungen.	
Allgemeine Bemerkungen über den Umfang der Dichtungen . .	63
Dichtungsmittel	64
Benutzung des Kanals zu landwirthschaftlichen Meliorationen . .	65
Verbindung des Kanals mit dem Rheine bei Strassburg	66
Verbindung mit den bestehenden Kanälen	66
Verbindung mit den Eisenbahnen	66
Telegraphen und Telephonanlagen	67
XI. Baukosten.	
Baukosten für die Strecke auf elsass-lothringischem Gebiete . .	67
Baukosten für die Strecke auf bayerischem Gebiete	68
Gesamtkosten	68



EINLEITUNG.

Die grosse Handelsschiffahrt auf dem Rheine hat gegenwärtig ihr Ende in Mannheim und Ludwigshafen. Oberhalb dieser Handelsplätze wird der Rheinstrom für den Verkehr sehr wenig benutzt. Die Ursache liegt in den ungünstigen natürlichen Stromverhältnissen von Speyer aufwärts, in Folge dessen die Schiffahrt in dem Wettbewerb mit den auf den beiden Ufern sich hinziehenden Eisenbahnen im allgemeinen unterliegen muss.

Obschon die Rheinstrecke von Speyer bis Basel unter Aufwand von vielen Millionen nach demselben Systeme korrigirt worden ist, wie der Rheinlauf unterhalb Speyer, so haben sich die Schiffahrtsverhältnisse jener Strecke im ganzen nicht verbessert; es ist vielmehr heute die Wassertiefe an den seichten Stellen des Fahrwassers — an den sogenannten Schwellen — geringer, als sie vor der Korrektion war.

Die Lage der Stadt Strassburg, als Handelsplatz, ist in vieler Beziehung sehr günstig. Derselben liegt ein Industriegebiet zur Seite, wie es wenige Handelsorte aufweisen können. Das Absatz- und Einzugsgebiet für Strassburg umfasst, nebst dem grössten Theile des Elsass und einem Theile von Lothringen, hauptsächlich das südliche Baden, die Schweiz, einen Theil Norditaliens und einen Theil des südlichen Frankreichs.

Nach Herstellung einer leistungsfähigen Wasserstrassenverbindung zwischen Strassburg und dem Mittelrheine, würde für die Hauptstadt Elsass-Lothringens ein direkter, billiger Verkehr mit den niederländischen Seehäfen, Antwerpen und den rheinisch-westphälischen Bergwerksbezirken geschaffen, und es könnte diese Stadt ein ganz hervorragender Handelsplatz werden. Durch

diesen neuen Wasserweg würde auch die weitere Entwicklung des Verkehrs auf dem mittleren und unteren Rheine ausserordentliche Fortschritte machen. Die geplante Wasserstrassenverbindung käme demnach nicht nur dem materiellen Interesse der Stadt Strassburg und des Reichslandes zu gute, sondern würde auch diejenigen eines grossen Theiles des übrigen Deutschlands in hohem Masse fördern.

Welchen bedeutenden Aufschwung der Verkehr auf dem Rheine von Mannheim—Ludwigshafen abwärts seit einigen Jahren erfahren hat, erhellt einigermaßen aus der nachstehenden Uebersicht des Schifffahrtsverkehrs (Flossverkehr nicht inbegriffen) in den beiden einander gegenüberliegenden Rheinhäfen von Mannheim und Ludwigshafen.

Jahr.	Verkehr in Tonnen.		
	Mannheim.	Ludwigshafen.	Zusammen.
1870.	415 065	134 685	549 750
1871.	401 806	156 041	557 847
1872.	418 514	147 076	565 590
1873.	484 168	115 088	599 256
1874.	396 308	115 630	511 938
1875.	536 593	128 497	665 090
1876.	559 408	106 352	665 760
1877.	511 669	116 679	628 348
1878.	673 689	149 165	822 854
1879.	715 983	260 766	976 749
1880.	768 827	239 658	1 008 485
1881.	1 068 582	325 314	1 393 896
1882.	1 095 632	296 538	1 392 170
1883.	1 340 171	435 406	1 775 577
1884.	1 333 467	440 325	1 773 792
1885.	1 479 217	516 660	1 995 877

Von weiteren Versuchen, den Rheinstrom auf der Strecke Speyer—Strassburg für den grossen Handelsverkehr schiffbar zu machen, muss auf Grund der bisherigen Erfahrungen und Beobachtungen ein für allemal Abstand genommen werden.

Das sicherste, billigste und einzig praktische Mittel, Strassburg für den grossen Rheinschiffahrtsverkehr zugänglich zu machen, ist der Bau eines Kanals von Strassburg bis Speyer oder Ludwigshafen.

Auf Grund der angestellten, ausgedehnten statistischen Ermittlungen ist mit Sicherheit anzunehmen, dass auf dem gedachten Kanale ein jährlicher Verkehr von mindestens 1 200 000 Tonnen in der Richtung zu Berg und 200 000 Tonnen in der Richtung zu Thal stattfinden wird, und dass die Rentabilität dieses Unternehmens in hohem Grade gesichert ist.

In der nachstehenden, gedrängten Beschreibung des aufgestellten Kanalprojektes wird hauptsächlich nur die technische Seite desselben berührt.

I.

BETRIEB AUF DEM KANALE.

Allgemeine
Betrachtungen.

Der projektirte Kanal hat, wie in der Einleitung hervorgehoben, den Zweck, den Rheinschiffverkehrsverkehr, wie er auf dem mittleren und unteren Rheine besteht, in unbeschränkter Leistungsfähigkeit thalaufwärts, über Mannheim—Ludwigshafen hinaus, bis Strassburg auszudehnen und denselben dadurch in noch höherem Masse zu entwickeln. Der Kanal muss daher solche Abmessungen erhalten und in solcher Weise angeordnet werden, dass der Uebergang der Rheinschiffe auf den Kanal zu jeder Zeit möglich ist; und es müssen selbst die grössten Rheinschiffe, bei voller Ladung, mindestens mit derselben Bequemlichkeit, mit der sie auf dem Rheine bei günstigem Fahrwasser verkehren, auch auf dem Kanale fahren können.

Grösse
und Tragfähigkeit
der Rheinschiffe.

Die grössten zur Zeit auf dem Rheine verkehrenden Frachtschiffe — «Kähne» — haben folgende Abmessungen und Tragfähigkeit:

Länge ohne Bugspriet	75 bis 80 m
Breite in der Mitte:	
<i>a</i>) ohne die Schwerter	9,00 bis 9,50 m
<i>b</i>) mit den Schwertern	bis zu 10,10 m
Tiefgang bei voller Ladung	2,20 bis 2,40 m
Tragfähigkeit bei voller Ladung.	1 000 bis 1 100 Tonnen.

Die hauptsächlichsten Verfrachtungsgüter auf dem Kanale, nämlich Steinkohlen und Getreide, beim Verkehr in der Richtung zu Berg, werden meistens in grösseren Kähnen verladen werden. Die Schiffstragfähigkeit wird allerdings nicht immer auszunutzen sein, insbesondere nicht zu Zeiten der Rhein-Niederwasser. Für andere in der Bergrichtung zu transportirende Güter sind unter

Umständen auch Kähne der mittleren und kleineren Gattung geeignet.

Die durchschnittliche Ladung der Fahrzeuge wird — selbst in der Richtung des Hauptverkehrs, d. h. in der Richtung zu Berg — noch weit unter der vollen Tragfähigkeit der grössten Rheinkähne stehen. Die Rückfracht zu Thal wird aber immer erheblich geringer sein, als die Fracht zu Berg.

Beim Transporte von Massengütern in der Hauptverkehrsrichtung nimmt bekanntlich die Lademenge im allgemeinen mit der Länge des Transportweges zu. Diese Erscheinung findet auf der Rheinstrecke Ruhrort—Mannheim bei der Bergfahrt statt, trotzdem die Strömung und die Tiefe des Fahrwassers sich mit der Entfernung (stromaufwärts) im allgemeinen ungünstiger gestalten.

Auf Grund der in dieser Hinsicht angestellten Ermittlungen wurde für die Berechnung der Transportkosten auf dem Kanale eine durchschnittliche Schiffstragfähigkeit von 730 Tonnen, eine durchschnittliche Lademenge in der Verkehrsrichtung zu Berg von 600 Tonnen und eine durchschnittliche Lademenge in der Verkehrsrichtung zu Thal von 100 Tonnen zu Grunde gelegt.

Durchschnittliche
Tragfähigkeit
und Ladung
der auf dem Kanale
verkehrenden
Frachtkähne.

Von einem Verkehre auf dem Kanale mit Schleppzügen, wie er auf dem Rheine stattfindet, musste schon in Rücksicht auf die sehr erheblichen Kosten der dadurch bedingten grösseren, entsprechend bemessenen Schleusen abgesehen werden. Es wird daher angenommen, dass alle grossen und mittelgrossen Frachtkähne einzeln geschleppt und geschleust werden.

Bezüglich der Mittel zur Fortbewegung der Frachtkähne auf dem Kanale wurden näher untersucht:

Art
der Fortbewegung
der Frachtkähne
auf dem Kanale.

1. das Schleppen mit freifahrenden Schraubenschleppdampfern;
2. der Pferdezug vom Leinpfade aus und
3. das Schleppen mittelst Lokomotiven, die auf dem Leinpfade sich bewegen.

Auszuschliessen von dem Verkehre auf dem Kanale sind unter allen Umständen die Radschlepper und die Rädergüterboote, weil sie wegen ihrer grossen Breite zu grosse Schleusen erfordern würden, sowie auch wegen der zerstörenden Wirkung der durch diese Fahrzeuge erzeugten Wellen auf die Kanalwände.

Bewegungs-
widerstand
der Fahrzeuge
auf einem Kanale.

Zur Ermittlung der Transportkosten für jede der vorgenannten Betriebsarten war vor allen Dingen die Kenntniss des Bewegungswiderstandes der Fahrzeuge auf einem Kanale nothwendig. Zu dem Zwecke wurden bei Strassburg Versuche über Schiffswiderstände mittelst eines eigens dafür konstruirten Dynamometers mit Registrirvorrichtung angestellt. Mit Hilfe der gewonnenen Ergebnisse und der von anderer Seite gegebenen älteren Beobachtungsergebnisse sind zuvörderst die bekannten Formeln von Du Buat, d'Aubuisson, Bellingrath und Sweet, sowie eine von Regierungsbaumeister Graevell vorgeschlagene Formel¹ einer Prüfung unterzogen worden. Hiebei stellte sich heraus, dass keine dieser Formeln allgemein anwendbar ist. Es wurde deshalb zu dem gedachten Zwecke die nachstehende Formel² aufgestellt:

$$R = \left[\left(k_1 + \frac{k_m}{(n-1)^2} \right) S + \frac{\left(1000 \alpha + \frac{1000 \beta P}{(n-1) S} \right) PL + k_n F n^3}{(n-1)^3} \right] v^2$$

In dieser Formel bedeutet:

R den Bewegungswiderstand des Schiffes in Kilogramm;
 L die Länge des Schiffes, in der Wasserlinie gemessen;
 S den eingetauchten Hauptschiffsquerschnitt;

F die reduzirte eingetauchte Oberfläche der Schiffshaut
— F ist = $(2 H + c B) L$ angenommen, wobei H die Einsenkung, B die grösste Schiffsbreite und c den Völligkeitsgrad³ bezeichnet —;

n das Verhältniss zwischen dem benetzten Kanalquerschnitt und dem eingetauchten Haupt-Schiffsquerschnitt;

P den benetzten Umfang des Kanalprofils;

-
1. Siehe Du Buat, Principes d'hydraulique. Paris, 1786, II. Band;
D'Aubuisson de Voisins, Traité d'hydraulique, 2^e édition;
Bellingrath, Studien über Bau- und Betriebsweise eines deutschen Kanalnetzes, 1879;
Denkschrift von Sweet, Transactions of the american Society of civil Engineers, März 1880;
Aufsatz von Regierungsbaumeister Graevell im «Civilingenieur» Jahrgang 1887, Heft 2.

2. Diese Formel hat Wasserbauinspektor Schmitt zu Metz aufgestellt.

3. Der Völligkeitsgrad c ist = $\frac{T}{LB(H-h)}$, wenn mit T die Schiffstragfähigkeit in Tonnen, mit H der entsprechende Tiefgang und mit h der Tiefgang des unbeladenen Schiffes bezeichnet wird.

v die relative Fahrgeschwindigkeit des Schiffes in der Sekunde;

α und β die Koeffizienten in der Wassergeschwindigkeitsformel von Bazin — Für Kanäle mit Erdwänden ist bekanntlich $\alpha = 0,00028$, $\beta = 0,00035$ — ;

k , einen von der Schiffform abhängigen Erfahrungskoeffizienten;

$k_{,,}$ einen Erfahrungskoeffizienten für die Reibung des Wassers an der Schiffswand, und

$k_{,,,}$ einen Erfahrungskoeffizienten für den durch den Aufstau vor dem Schiffe bedingten Widerstand.

BEMERKUNG: Für $n = \infty$, d. h. bei der Bewegung in unbegrenztem Wasser, reduziert sich die vorige Formel auf

$$R = (k, S + k_{,,} F) v^2.$$

Der Koeffizient k , schwankt — je nach der Schiffskategorie — zwischen ziemlich weiten Grenzen.

Für die bei dem Kanalprojekte in Betracht zu ziehenden Rheinkähne, deren Form für die Bewegung als ziemlich gut bezeichnet werden kann, ist k , zu 2,5 angenommen.

Der Koeffizient $k_{,,}$ ist von der Beschaffenheit der Oberfläche des eingetauchten Schiffskörpers abhängig. Bei rein gehaltenen, sowie bei neuen Schiffen dürfte der Mittelwerth 0,18 angemessen sein, welcher Werth auch für die Rheinkähne in Betracht gezogen worden ist. Bei älteren, schlecht unterhaltenen hölzernen Schiffen scheint der Werth von $k_{,,}$ unter Umständen bis auf etwa 0,30 zu steigen.

Der Koeffizient $k_{,,,}$ ist mindestens

$$1000 \frac{1}{2g} = 51.$$

Nach den vorhandenen Beobachtungen scheint die Annahme $k_{,,,} = 60$ angemessen zu sein.

Für die Berechnung des Bewegungswiderstandes der Rheinkähne, sowie auch der Schleppschiffe auf dem projektirten Kanale, wurde sodann die nachstehende Formel angewendet:

$$R = \left[\left(2,5 + \frac{60}{(n-1)^2} \right) S + \frac{\left(0,28 + \frac{0,35 P}{(n-1) S} \right) PL + 0,18 F n^3}{(n-1)^3} \right] v^2$$

Ausdruck
des Bewegungswiderstandes
der Fahrzeuge
auf dem projektirten
Kanale.

Transportkosten
auf dem Kanale.

Für jede der auf Seite 5 bezeichneten Schlepparten sind die Transportkosten mit Unterscheidung

- a) der Kosten für Miete des Frachtkahns, einschliesslich
Bemannung desselben,
- b) der Zugkosten

berechnet.

In nachstehender Uebersicht sind die berechneten Selbstkosten (d. h. ausschl. Unternehmergeinn) für den Transport auf der 117 km langen Kanalstrecke Strassburg—Ludwigshafen zusammengestellt. Dabei ist zu bemerken, dass für jede Doppelreise von Ludwigshafen bis Strassburg und umgekehrt 600 Tonnen Ladung für die Bergfahrt und 100 Tonnen Ladung für die Rückfahrt angenommen wurden, und dass die Unkosten für das Warten des Frachtkahns im Hafen beim Löschen und Laden der Waaren nicht in Betracht gezogen sind, weil die Frachtpreise für die Fahrt auf dem Rheine die betreffenden Unkosten bereits enthalten.

	Betrieb mit					
	Schraubenschleppern		Pferden		Lokomotiven bei einer jährlichen Beförderung von 845 000 Tonnen	
	pro Doppelreise mit 600+100 Tonnen.	pro km und Tonne.	pro Doppelreise mit 600+100 Tonnen.	pro km und Tonne.	pro Doppelreise mit 600+100 Tonnen.	pro km und Tonne.
	<i>fl.</i>	<i>fr.</i>	<i>fl.</i>	<i>fr.</i>	<i>fl.</i>	<i>fr.</i>
a) <i>Schiffsmiethe</i> (Kähne von durchschnittlich 730 Tonnen Tragfähigkeit)	193	0,236	315	0,385	220	0,269
b) <i>Zugkosten</i> :						
Für den Motor und dessen Bedienung, excl. Kohlen	234	0,286	298	0,364	103	0,126
Kohlenverbrauch	37	0,045	—	—	31	0,038
Geleisanlage (einen jährlichen Verkehr von 845 000 Tonnen vorausgesetzt)	—	—	—	—	110	0,134
Summa b.	271	0,331	298	0,364	244	0,298
c) <i>Gesamte Transportkosten</i> (Selbstkosten)	464	0,567	613	0,749	464	0,567

Unter Hinzurechnung von 10% für Gewinn des Unternehmers stellen sich also die Transportkosten auf dem Kanale pro Kilometer und Tonne wie folgt:

1. beim Schleppen der Kähne mit freifahrenden Schraubendampfern. 0,624 Pf.
2. beim Schleppen der Kähne mit Pferden. . . . 0,824 »
3. beim Schleppen mittelst Lokomotiven, unter Voraussetzung einer jährlichen Beförderung von 845 000 Tonnen 0,624 »

Für die Betriebsarten unter 1. und 3. ist für die Fahrt auf freier Strecke eine absolute Fahrgeschwindigkeit in der Richtung zu Berg zu 5,40 km in der Stunde und in der Richtung zu Thal zu 7,10 km in der Stunde angenommen. Für die Betriebsart unter 2. ist die absolute Fahrgeschwindigkeit auf freier Strecke bei der Bergfahrt zu 3,24 km und bei der Thalfahrt zu 3,78 km in der Stunde vorausgesetzt.

Hierbei ist auf eine mittlere Geschwindigkeit des Wassers im Kanale von durchschnittlich 0,11 m in der Sekunde Rücksicht genommen.

Der Gedanke, Kanalfrachtkähne mittelst Lokomotiven zu schleppen, welche auf einem auf dem Leinpfade angelegten Geleise laufen, ist nicht neu. Ein Versuch in dieser Hinsicht scheint bereits in den 30er Jahren auf dem Kanale von Forth and Clyde in England gemacht worden zu sein¹.

Bemerkungen
über die
Lokomotiv-
schlepperei.

Im Norden von Frankreich hat eine Gesellschaft (Firma: «le halage à vapeur», mit dem Sitze in Béthune) im Jahre 1880 eine Lokomotivschlepperei auf dem canal de Neuffossé (13 km), dem die unmittelbare Fortsetzung des letzteren bildenden canal d'Aire à la Bassée (41 km) und dem an den vorigen anschliessenden canal de la Deule (24 km) eingerichtet.

Die Einrichtung einer Lokomotivschlepperei erfordert ein ansehnliches Kapital, insbesondere für die Anlage des Geleises; und es wurde berechnet, dass, wenn ein solches Unternehmen mit dem Betriebe mittelst Schraubenschleppdampfern auf dem ober-rheinischen Schifffahrtskanale konkurriren soll, für dasselbe vorab die sehr erhebliche Transportmenge von 845 000 Tonnen pro

1. Siehe Poncelet — Introduction à la mécanique industrielle; 2. Auflage, 1839, Seite 606.

Jahr gesichert sein muss. Bei einer geringeren Transportmenge als 845 000 Tonnen pro Jahr, stellen sich bei der Lokomotivschlepperei die Transportkosten höher¹, als beim Schleppen der Kähne mittelst Schraubenschleppern. Bei grösserer Transportmenge findet das Umgekehrte statt.

Es ist demnach nicht anzunehmen, dass sich sogleich eine Gesellschaft für dieses Unternehmen fände; es dürfte vielmehr darauf zu rechnen sein, dass der Betrieb vorerst mit Schraubenschleppern und Pferden zu versehen sein würde.

Beschränkte
Anwendung
des Pferdezug-
Besondere
Berücksichtigung
des Betriebes
mit Schraub-
schleppern.

Der Pferdezug dürfte hauptsächlich nur für den Lokalverkehr und für das Schleppen kleinerer Fahrzeuge Anwendung finden, so dass die grössere Menge der auf dem Kanale verkehrenden Güter voraussichtlich mit Schraubenschleppern befördert werden würde. Es sind denn auch die Abmessungen und Anordnungen der Kanalanlagen in erster Linie mit Rücksicht auf einen Betrieb mit Schraubenschleppern festgestellt worden.

Fahr-
geschwindigkeit
auf dem Kanale.

Die Fahrgeschwindigkeit auf dem Kanale, bei dem Betriebe mittelst Schraubenschleppdampfern, wurde, wie bereits erwähnt, zu 5,4 km in der Stunde bei der Bergfahrt und zu 7,1 km in der Stunde bei der Thalfahrt angenommen. Dabei ist vorausgesetzt, dass die Kanalböschungen in den oberen Theilen in einfacher Weise mittelst Flechtwerk und Weiden- oder Schilfpflanzung befestigt werden.

Theoretisch
günstigste Fahr-
geschwindigkeit.

Die theoretisch günstigste Fahrgeschwindigkeit auf dem Kanale, d. h. diejenige Fahrgeschwindigkeit, bei welcher die Transportkosten ein Minimum werden und welche für den Transportunternehmer am vortheilhaftesten wäre, wurde für die gedachte Betriebsart zu 8,3 bis 8,6 km pro Stunde bei der Bergfahrt und zu 10,7 bis 11,2 km pro Stunde bei der Thalfahrt berechnet. Eine solche Fahrgeschwindigkeit würde aber eine Abpflasterung der

1. Dabei ist vorausgesetzt, dass die Schleusen unter allen Umständen die projektirte Länge erhalten, also auch in dem Falle, dass Lokomotivschlepperei von vornherein in Aussicht genommen wird. Wenn die in Folge der Schraubenschiffschlepperei erforderlichen Mehrkosten der Schleusen in Rechnung gezogen werden, so fallen die Transportkosten bei der Lokomotivschlepperei schon bei 500 000 Tonnen geringer aus, als diejenigen beim Betriebe mit Schraubenschleppern.

Kanalböschungen auf die ganze Länge des Kanals nothwendig machen, und es hat sich herausgestellt, dass der aus der vorbezeichneten grösseren Fahrgeschwindigkeit in Bezug auf Transportkosten entstehende Vortheil erst dann im richtigen Verhältnisse zu den entsprechenden Mehrkosten der Uferbefestigung (durch Abpflasterung) stände, wenn die gesammte Transportmenge 2 280 000 Tonnen im Jahre betragen würde.

II.

NORMALPROFIL DES KANALS.

Das benetzte Kanalprofil muss vor allen Dingen so tief und breit sein, dass zwei vollbeladene, durch Schleppdampfer gezogene Rheinkähne der grössten Gattung ohne Schwierigkeiten und ohne Gefahr aneinander vorbeifahren können.

Unter den grössten zur Zeit auf dem Rheine verkehrenden Frachtkähnen befinden sich solche, die in der Mitte — mit den Schwertern — eine Breite von 10,10 m haben. Die grösste vorkommende Schiffseinsenkung bei voller Ladung beträgt 2,38 m.

Aeltere Autoren, insbesondere Minard und Hagen, waren der Ansicht, dass das Kanalbecken genügend gross sei, sobald zwei vollbeladene Schiffe in demselben kreuzen können¹.

Die von andern Fachmännern vorgeschlagenen Werthe für das nothwendige oder vortheilhafteste Verhältniss n des benetzten Kanalquerschnitts zum eingetauchten grössten Schiffsquerschnitte gehen ziemlich weit auseinander.

Herrschende
Ansichten über die
vortheilhafteste
Grösse
eines Kanalprofils.

1. Minard — Cours de construction, 1841, S. 233 u. 234; Hagen — Handbuch der Wasserbaukunst, 4. Band, S. 198.

- Bellingrath¹ schlägt vor. $n = 4$ bis $4,5$
 Prof. Schlichting² $n = 4$
 Der im Jahre 1886 in Wien abgehaltene
 Binnenschiffahrtkongress schlägt vor . . . $n = 4$
 Prof. Rankine³ $n = 6$
 Von anderer Seite⁴ wird für einen Betrieb mit Dampfschiffen, die mit Geschwindigkeiten von 5 bis 6 km in der Stunde fahren $n = 8$ angenommen.

Nach den vorigen Werthen von n würden für das in Rede stehende Kanalprojekt bei zweifüssigen Böschungen folgende Sohlenbreiten anzunehmen sein :

Sohlenbreite bei		
2,80 m Wassertiefe.	3,00 m Wassertiefe.	
m	m	
nach Bellingrath ($n = 4$ bis $4,5$). . .	26 bis 30	23 bis 27
nach Schlichting und dem Wiener Binnenschiffahrtkongress ($n = 4$). .	26	23
nach Rankine ($n = 6$).	41	38
nach der Annahme $n = 8$	57	53

Die äussersten Grenzen sind demnach :

- a) für ein Profil von 2,80 m Wassertiefe 26 und 57 m!
- b) für ein Profil von 3,00 m Wassertiefe 23 und 53 m!

Bei solch weitgehenden Abweichungen ist man wohl berech-

1. Bellingrath — Studien über Bau- und Betriebsverhältnisse eines deutschen Kanalnetzes, 1879, S. 136.
 2. Schlichting — Normalprofile für Binnenschiffahrtkanäle, Wien 1886, S. 20.
 3. Rankine — Handbuch der Bauingenieurkunst; deutsch von Fr. Kreuter, 1880, S. 862.
 4. Siehe Procès-verbaux du congrès international de navigation intérieure tenu à Bruxelles, 1885, S. 121.

tigt, die allgemeine Anwendbarkeit obiger Verhältnisszahlen zu bezweifeln und von denselben gänzlich abzusehen.

Die erforderliche Grösse des Wasserquerschnitts in ihrer Beziehung zu den Schiffsabmessungen kann nicht allgemein und ein für allemal «normirt» werden; dieselbe ist vielmehr von Fall zu Fall zu bestimmen und ist abhängig von dem Schiffsmateriale, der Art des Betriebes, der zulässigen Fahrgeschwindigkeit, der zu erwartenden Verkehrsmenge, den Bau-, Unterhaltungs- und Verwaltungskosten, der Speisungswassermenge u. s. w.

Eine Vergrösserung des Kanalprofils hat eine Vermehrung der Bau- und Unterhaltungskosten, dagegen eine Verminderung der Transportkosten (wegen des geringeren Bewegungswiderstandes) zur Folge.

Die richtige Grösse des Kanalprofils scheint diejenige zu sein, bei welcher die Summe der Verzinsung nebst Amortisirung des Baukapitals und der jährlichen Unterhaltungs-, Verwaltungs- und Transportkosten ein Minimum wird.

Nach diesen Gesichtspunkten wurden die Berechnungen für eine Reihe von Profilgrössen mit verschiedener Sohlenbreite bei 2,80 m Wassertiefe durchgeführt. Es stellte sich hierbei heraus, dass ein Profil mit 11 bis 13 m Sohlenbreite das günstigste wäre. Bei einem derartigen Profile würde indessen das Ausweichen der Rheinkähne auf freier Strecke, und somit ein lohnender Verkehr mit solchen Kähnen auf dem Kanale, unmöglich werden.

In den vorerwähnten Berechnungen sind allerdings für die engeren Profile (mit weniger als 24 m Sohlenbreite) die Nachteile oder Mehrkosten, welche die Schwierigkeiten beim Ausweichen der Schiffe auf freier Strecke oder die Anwendung kleinerer Frachtkähne mit sich bringen, nicht berücksichtigt worden. Werden aber diese Nachteile oder Mehrkosten in Rechnung gestellt, so stellen sich die Ergebnisse ganz anders.

Aus dem Gesagten folgt, dass für den projektirten oberrheinischen Schifffahrtskanal die Breite des Kanalbeckens auf schleusenfreier Strecke lediglich in Rücksicht auf das bequeme und sichere Ausweichen der grösseren Frachtkähne zu bestimmen ist.

Das endgiltig angenommene Kanalprofil hat 3,00 m normale Wassertiefe und 24,00 m Sohlenbreite. Die Feststellung dieser Abmessungen erfolgte auf Grund der nachstehenden Erwägungen.

Ergebniss
der speziellen
Untersuchungen
für den
projektirten Kanal.

Begründung
einer Wassertiefe
von 3,00 m.

Was die Wassertiefe betrifft, so ist zunächst in Betracht zu ziehen, dass bei der grossen Menge des erforderlichen Speisungswassers die Zuführung desselben sich keineswegs ganz regelmässig bewirken lässt. Es ist vielmehr mit Bestimmtheit darauf zu rechnen, dass Wasserspiegelschwankungen in den Haltungen vorkommen werden. Erfahrungsgemäss ist in dieser Hinsicht anzunehmen, dass die Schwankungen unter Umständen bis zu 0,30 m betragen können. Eine Ueberstauung der Haltungen — d. h. ein Steigen des Wassers über den normalen Stand hinaus — ist aber sowohl hinsichtlich der Vermehrung des Wasserverbrauchs als in Rücksicht auf die Einhaltung der lichten Minimalhöhe unter den festen Brücken unzulässig.

Ferner ist in Betracht zu ziehen, dass das den Kanalhaltungen in beträchtlicher Menge zuzuführende Speisungswasser seine Sinkstoffe zum grössten Theile im Kanale ablagern wird. So wichtig nun auch die in Folge dessen entstehende Schlammsschicht für die Dichthaltung des Kanales ist, so vermindert sie doch mit der Zeit in nennenswerthem Masse die Wassertiefe.

Eine vollständige Räumung dieser Schlammsschicht lässt sich erfahrungsgemäss niemals bewirken, weil einerseits die Dichtung des Kanals zu sehr darunter zu leiden hätte, und andererseits der Kanalbetrieb durch die Räumungsarbeit zu sehr gestört würde. Aber auch die theilweise Räumung der Schlammsschicht wird aus demselben Grunde nur nach gewissen Zeiträumen vorgenommen werden können, und zwar dann, wenn die durch die Schlamm- bildung entstehende Wassertiefenverminderung ein zu bedeutendes Mass erreicht hat.

Aus den vorstehenden Darlegungen folgt nun, dass, wenn auch das Kanalbecken von vornherein für eine Wassertiefe von 3,00 m angelegt wird, dieselbe dennoch in Folge der Schlamm- ablagerungen und der oben erwähnten (durch die Unregelmässigkeit in der Zuführung des Speisewassers hervorgerufenen) Wasserspiegelsenkungen später thatsächlich nur mit 2,60 bis 2,80 m nutzbar sein wird. Eine geringere Tiefe wäre aber nicht nur allein in Rücksicht auf den Tiefgang der grösseren Rheinkähne, sondern auch in Rücksicht auf die Verwendung der Schraube als Schleppmittel nicht wohl zulässig.

An eine spätere, nachträgliche Vertiefung des Kanalbeckens ist nicht zu denken, weil sowohl die mit grossem Geldaufwande herzustellenden künstlichen Dichtungen, als auch die durch trü-

bes Wasser sich bildenden Dichtungen dadurch zerstört werden würden.

Der Kanal ist daher von vornherein auf die zukünftig erforderliche Tiefe zu bringen.

Für die Bestimmung der Breite des Kanalbeckens ist zunächst die Schiffsbreite massgebend. Die grösste Breite der Rheinkähne mit den Schwertern beträgt, wie schon angegeben, 10,10 m. Bei Annahme eines freien Raumes von 0,40 m unter dem Schiffsboden, ferner eines Spielraumes von 1,50 m zwischen den sich kreuzenden Kähnen und eines Spielraumes von 1,00 m auf jeder Seite des Kanals zwischen der Schiffswand und den Kanalböschungen — in horizontaler Richtung gemessen —, würde bei zweifüssiger Böschungsanlage sich eine Sohlenbreite von

$$2 \times 10,10 + 1,50 + 2 \times 1,00 - 4 \times 0,40 = 22,1 \text{ m}$$

oder rund 22 Meter ergeben.

Ein Spielraum von 1,50 m zwischen zwei aneinander vorbeifahrenden Kähnen und von 1,00 m zwischen Schiffswand und Kanalböschungen muss aber als äusserst knapp bemessen bezeichnet werden. Bei diesen Abständen wird es zwar an und für sich möglich, das Kreuzen der grössten Schiffe zu bewirken, dagegen wird es unmöglich, hierbei unter Anwendung von Dampftrieb die normale (bisher in Rechnung gezogene) Fahrgeschwindigkeit auch nur annähernd beizubehalten. Besonders ist dies bei Wind nicht durchführbar, wenn derselbe von der Seite kommt, weil alsdann die Schiffe bei der Fahrt eine schräge Stellung einhalten müssen.

Diese durch unzureichende Breite hervorgerufenen Uebelstände sind weniger empfindlich auf Kanälen mit geringem Verkehre oder solchen, auf denen kleinere Schiffe mit geringer Fahrgeschwindigkeit bei Anwendung von Pferdezug sich bewegen. Auf einem Kanale mit regem Verkehre und beim Schleppen der Schiffe mit Dampfkraft, sind die beregten Uebelstände dagegen unerträglich.

Die ungenügende Breite der bestehenden Binnenschifffahrtskanäle ist mit ein Haupthinderniss für die Entstehung und Entwicklung der Dampfschiffahrt auf denselben.

Die Baukosten des Kanals M für den Kilometer in Funktion der Sohlenbreite B sind bei der zu 3,00 m angenommenen Wassertiefe annähernd durch die Beziehung

Begründung
einer Sohlenbreite
von 24,00 m.

$$M = 3\,920 B + 230\,000 \text{ (Mark)}$$

ausgedrückt.

Für $B = 22$ m wird $M = 316\,240$ Mark

» $B = 24$ m wird $M = 324\,080$ »

Kostenunterschied. . . . = 7840 »

Die Mehrkosten für eine Erbreiterung des Kanalbeckens um 2 m sind demnach

a) für die 99,5 km lange Strecke Strassburg—

Speyer $99,5 \times 7840 = 780\,000$ Mark

b) für die 117 km lange Strecke Strassburg—

Ludwigshafen $117 \times 7840 = 917\,000$ »

Diese Mehrkosten sind thatsächlich sehr gering im Vergleich zu den erheblichen Vortheilen, welche die entsprechende Vermehrung der Kanalbreite mit sich bringt.

Ausser den hierfür sprechenden und vorher namhaft gemachten Gründen darf wohl nicht ausser Acht gelassen werden, dass auch hierbei, ebenso wie es bei der Bestimmung der erforderlichen Schleusenbreite geschehen, auf eine gewisse Vermehrung der Schiffsbreite für die Zukunft zu rechnen ist.

In Erwägung aller dieser Umstände ist die normale Breite der Kanalsohle auf 24 m festgestellt worden. Eine geringere Breite würde die zukünftige Verkehrsentwicklung auf die empfindlichste und bedauerlichste Weise hemmen und die Rentabilität des Unternehmens arg schädigen.

Erbreiterung
des Kanalbeckens
in den Kurven.

In den Kurven soll das Kanalprofil erbreitert werden. Die Sohlenbreite daselbst ist zu $24 + \frac{1\,600}{R}$ Meter angenommen, wobei R den Radius des Bogens in der Kanalaxe bedeutet. Es entspricht dies sehr annähernd der gestellten Bedingung, dass das Mass der Erbreiterung der doppelten Pfeilhöhe eines solchen Bogenstückes der Kanalaxe gleich sein soll, welches die Länge eines grösseren Rheinkahnes (rund 80 m) zur Sehne hat.

Die Erbreiterung in den Kurven soll zur Hälfte auf der konkaven und zur Hälfte auf der konvexen Seite des Kanalbeckens stattfinden.

Böschungen
und Bankette.

In der Tiefe von 0,50 m unter der normalen Wasserspiegellhöhe ist in den inneren Böschungen auf jeder Seite des Kanalbeckens ein 0,60 breites Bankett ausgespart.

Die inneren Böschungen erhalten unter diesem Bankett 2 malige und über demselben 1,5 malige Neigung. Von jenem Bankette aufwärts sollen die Böschungen zum Schutze gegen die Angriffe der Wellen mittelst einfacher Berauhwehrung und mit Weidenpflanzungen auf eine gewisse Breite befestigt werden. Diese Bankette würden ferner bei etwaiger Herstellung eines Böschungspflasters in der Höhe der Wasserlinie zur Unterstützung desselben dienen können. Die allgemeine Durchführung einer derartigen Uferbefestigung ist jedoch der grossen Kosten wegen vorerst nicht in Aussicht genommen; vergl. S. 10.

Da fast in allen Haltungen Ueberschuss an Abtrag vorhanden sein wird, so konnte die Kronenbreite der beiderseitigen Kanaldämme, die zugleich als Leinpfade dienen, reichlich bemessen werden. Als Hauptleinpfad ist — in Rücksicht auf die Richtung der herrschenden Winde — derjenige auf der linken Kanalseite angenommen.

Leinpfade.

Die beiderseitigen Leinpfade erhalten fast durchweg 6,00 m Kronenbreite und liegen mit der Innenkante mindestens 1,20 m über dem normalen Kanalwasserspiegel.

Die äusseren Böschungen der Kanaldämme erhalten meistens 1,5 malige Neigung und werden nach Aufbringung einer Mutterbodenschicht besät.

Soweit Ueberschuss an Abtragsmasse vorkommt, soll derselbe zunächst zur Ueberhöhung des linken, auf der Windseite gelegenen Leinpfades, oder zur Ausbildung eines Windschutzwalles auf dieser Seite, verwendet werden. In letzterem Falle wird die obere Breite des Leinpfades auf 5,00 m ermässigt. Bei weiterem Erdüberschuss werden die betreffenden Erdmassen in gleicher Weise auch auf der rechten Kanalseite verwendet.

Auf denjenigen Strecken, wo die Kanaldämme wegen der tiefen Lage des Terrains eine grosse Höhe erhalten, wird zur Dammverstärkung auf der Aussenseite eine Berme von 2,00 bis 2,50 m Breite angelegt.

Die Oberfläche der Leinpfade und der äusseren Bermen erhält in seitlicher Richtung ein Gefälle von 4‰. Die Oberfläche der beiden Leinpfade soll mit einer 4,0 m breiten und 0,10 m dicken Kiesschicht befestigt werden.

Auf denjenigen Strecken, wo der Kanalwasserspiegel wesentlich über Terrain zu liegen kommt, ist zum besseren Dichthalten der

Seitendämme in denselben ein Kern von dichterem aus dem Abtrage ausgeschiedenen Boden vorgesehen. Behufs thunlichster Verhinderung von Wassergängen zwischen der natürlichen Erdoberfläche und der Dammschüttung ist angenommen, dass der Fuss des Dichtungskerns auch in den natürlichen Boden eingreife, und es ist zu dem Zwecke vor Anbringung dieses Kerns ein Graben an der betreffenden Stelle auszuheben.

Seitengräben.

Auf den Strecken, wo der normale Kanalwasserspiegel über das natürliche Terrain zu liegen kommt, sind beiderseits, längs der Kanaldämme, Gräben zur Aufnahme und Weiterführung des Sickerwassers aus dem Kanale vorgesehen. Die Tiefe und Breite dieser Seitengräben (Sickergräben) ist verschieden und richtet sich im allgemeinen nach der Höhenlage des Kanalwasserspiegels über dem Terrain und über dem Grundwasser, sowie nach der Länge der Haltungen u. s. w. Die Grabenböschungen erhalten 1,5 malige Neigung.

Zwischen dem Fusse der Dammböschung und dem Seitengraben ist ein Bodenstreifen von 0,50 bis 1,50 m Breite (je nach der Grösse des Grabenprofils) frei gelassen. Es ist dies einerseits in Rücksicht auf etwaige Rutschungen der Dammböschungen geschehen, andererseits aber auch, um einen Bodenstreifen zur Verfügung zu haben, auf welchem Erdmassen, die sich bei etwa nothwendig werdenden späteren Erweiterungen des Grabenprofils ergeben, ohne Nachtheil vorübergehend oder definitiv abgelagert werden können.

III.

KANALTRACE.

Anfangs-
und Endpunkt
des Kanals.

Der Ausgangspunkt des Kanals, bei Strassburg, ist durch die örtliche Lage des daselbst anzulegenden Hafens (siehe S. 61) bedingt.

Als Endpunkt des Kanals, für die Einmündung in den Rhein

auf bayerischem Gebiete, soll entweder die Stelle bei Rheinkilometer 47, dicht oberhalb Speyer, oder die Stelle bei Rheinkilometer 69, oberhalb Ludwigshafen, angenommen werden.

In grossen Zügen dargestellt, ist die allgemeine Tracenrichtung des Kanals diese:

Allgemeine
Tracenrichtung.

Von der Ostseite Strassburgs ausgehend, richtet sich die Kanallinie linksseitig des Rheins auf dem geeignetsten Wege nach Bischweiler und zieht sich von da ab nahe an dem die Rheinebene begrenzenden Hochufer oder an dessen Vorsprüngen entlang — also soweit als möglich vom Rheine entfernt — bis Speyer oder Ludwigshafen, wo sie sich an den Rheinstrom anschliesst.

Der projektirte Kanal beginnt bei Strassburg auf der Ostseite der Stadtumwallung durch zwei Abzweigungen, welche von dem bestehenden, sogenannten Verbindungskanal (zugleich Festungsgraben an der betreffenden Stelle) ausgehen. Die eine Abzweigung vermittelt die Zufahrt zum Innenhafen, die andere diejenige zum Aussenhafen. Die erstere hat rund 350, die letztere rund 600 m Länge. Die Zufahrt zum Innenhafen bedingt einen neuen Durchbruch des Festungswalls auf der Ostfront.

Trace auf elsass-
lothringischem
Gebiete.

An der Vereinigung der beiden vorgenannten Abzweigungen kreuzt die projektirte Kanallinie den Jll-Rhein-Kanal¹ und zieht dann östlich von dem Dorfe Ruprechtsau und dem ehemals Busière'schen Schlossparke vorbei, durchschneidet hierauf den Strassburger Stadtwald und kreuzt dann vor dem Dorfe Wanzenau die Jll und weiter die Eisenbahnlinie Strassburg—Lauterburg—Speyer. Hierauf tritt die Kanallinie in das sogenannte «Ried», und durchzieht dasselbe auf die ganze Länge von 17 km, bis gegenüber Schirrhein. Bei ihrem Verlaufe durch das Ried kreuzt die Kanallinie zunächst den Landgraben, darauf die Zorn gegenüber Weyersheim und ferner die Moder bei Bischweiler. Dieser Stadt, welche 21 km von Strassburg entfernt liegt, ist die Kanallinie so nahe als möglich gerückt.

Abwärts von Bischweiler geht die Linie rechts von den Ortschaften Schirrhein, Schirrhofen, Sufflenheim, links von Leuten-

1. Der Jll-Rhein-Kanal vermittelt die Verbindung des Rhein-Rhône- und des Rhein-Marne-Kanals, sowie der Jll mit dem Rheine bei Strassburg.

heim, Kauffenheim, Forstfeld und rechts von Kesseldorf und Selz vorbei. Bei Sufflenheim wird der Eberbach und bei Forstfeld der Sauerbach gekreuzt. Von Kesseldorf bis Selz zieht die Linie an vier Stellen hart an dem Rande des Hochgestades hin. Zwischen jenen beiden Ortschaften wird die Eisenbahn Strassburg—Lauterburg—Speyer zum zweiten Male gekreuzt.

Von Selz abwärts bis Münchhausen kommt die Kanallinie in das eigentliche Ueberschwemmungsgebiet des Rheins zu liegen. Sie geht durch das östliche Ende des genannten Dorfes Münchhausen, vor welchem die Kreuzung mit dem Selzbach stattfindet, zieht darauf rechts von Mothern und Lauterburg vorbei und tritt gleich unterhalb des letztgenannten Ortes bei km 54,5 auf bayerisches Gebiet.

Trace auf bayerischem Gebiete.

Zwei Kilometer unterhalb der elsässisch-bayerischen Landesgrenze — vor dem Bahnhofe bei Berg — kreuzt die Kanallinie die Lauter («Neue Lauter») und zum dritten Male die Eisenbahn Strassburg—Lauterburg—Speyer. Im weiteren Verlaufe auf bayerischem Gebiete bleiben die Orte Hagenbach und Wörth rechts von der Kanallinie liegen. Vor diesem letzteren Orte kreuzt die Kanallinie den Heilbach und trifft mit den vor dem dortigen Bahnhofe sich vereinigenden Eisenbahnen Strassburg—Lauterburg—Speyer und Winden—Maxau—Karlsruhe zusammen. Die örtlichen Verhältnisse lassen eine Verlegung der erstgenannten Bahn zu, und es ist daselbst deshalb nur die Kreuzung der letztbezeichneten Bahn vorgesehen.

Weiter thalabwärts zieht die Kanallinie an den Vorsprüngen des Hochufers und östlich von Jockgrimm und westlich von Neupfotz hin, kreuzt bei diesem Orte den Otterbach, geht dann östlich an Hördt und Sondernheim vorüber, wobei vor letzterem Orte die vereinigten Gewässer Rottenbach, Klingbach und Spiegelbach gekreuzt werden, und erreicht die Stadt Germersheim nach einem Verlaufe von 32 km auf bayerischem Gebiete (87 km von Strassburg).

Bei Germersheim liegt die Kanallinie zwischen der Eisenbahn Strassburg—Lauterburg—Speyer und dem Rheine, und kreuzt daselbst die von Germersheim abzweigende und über den Rhein nach Bruchsal führende Eisenbahn. Unterhalb Germersheim kreuzt die Kanallinie die im Lingenfelder Altrhein sich vereinigenden Gewässer der Queich, der Solach und der Druslach, wobei der

n ausgedehnter Windung gestaltete, soeben genannte Altrhein zweimal geschnitten wird. — Eine Umgehung desselben erschien nicht angängig, weil dadurch die Kanallinie eine Verlängerung von nahezu 4 km erfahren würde, und dabei die Führung längs des Hochufers (zwischen der Eisenbahn Strassburg—Ludwigshafen—Speyer und der Ausbiegung des Altrheins) mit erheblichen Schwierigkeiten und unverhältnissmässig grossen Kosten verbunden wäre.

Unterhalb der Kreuzung mit dem Lingenfelder Altrheine zieht sich die Kanallinie in grösserer Entfernung vom Rheinstrome zwischen dem Hochgestade bei Berghausen und dem dortigen Altrheine hin und tritt — im Falle der Fortsetzung des Kanales bis Ludwigshafen — bei Speyer wieder näher an den Rhein heran, woselbst sie zwischen jener Stadt und dem Strome hinzieht und die Strasse nach dem Rheine, die Eisenbahn von Speyer nach Heidelberg, sowie den Speyerbach kurz nach einander kreuzt.

Durch das unmittelbare Aufeinanderfolgen der für die Strassen-, Eisenbahn- und Flusskreuzung auszuführenden Bauanlagen und die ungünstige Höhenlage derselben in Bezug auf den Kanalwasserspiegel in der betreffenden Haltung, würde die Fortsetzung des Kanales abwärts von Speyer Schwierigkeiten bieten und verhältnissmässig grosse Kosten verursachen.

Unterhalb Speyer entfernt sich die Linie wieder vom Rheine, zieht an den Einbiegungen der beiden Altrheine bei Otterstadt und Neuhofen vorbei und endigt an dem konkaven Ufer des Rheins bei Mundenheim, oberhalb Ludwigshafen.

Sollte der Kanal nicht bis zu dieser Stelle, sondern nur bis Speyer geführt werden, so würde die Linie sich bereits oberhalb dieser Stadt nach dem Rheine hin wenden und sich etwa 400 m oberhalb der Speyerer Schiffbrücke an das daselbst konkave Ufer des Stromes anschliessen.

Die Länge des Kanales beträgt:

Länge des Kanals.

auf elsass-lothringischem Gebiete rund 54,5 km;

auf bayerischem Gebiete:

a) bis zur Mündung bei Speyer rund 45 km;

b) bis zur Mündung bei Mundenheim rund 62 km.

Die Gesamtlänge des Kanals beträgt demnach:

- a) im Falle der Ausmündung bei Speyer . . . 99,5 km;
- b) im Falle der Ausmündung bei Mundenheim . . . 116,5 km.

Kurven.
Gerade Richtung
vor und hinter
den Bauwerken.

Die Kurven in der Kanallinie sind mit möglichst grossen Radien angeordnet. Kurven mit Radien unter 750 m kommen nur ausnahmsweise vor.

Vor und hinter den Schleusen, den Brücken und sonstigen Bauwerken mit einschiffiger Breite der Durchfahrtsöffnung erstreckt sich die Kanalaxe auf mindestens 125 m Länge in gerader Linie fort.

Gestaltung
und Beschaffenheit
des Terrains
im Zuge
der Kanallinie.

Die Bodenoberfläche im Zuge der gewählten Kanallinie zeigt im allgemeinen, sowohl in der Quer- als in der Längsrichtung, verhältnissmässig geringen Höhenwechsel. Dies gilt ganz besonders für die 39 km lange Strecke von Strassburg bis Kesseldorf, sowie für die 32 km lange Strecke von Münchhausen (Elsass) bis Wörth (Bayern).

Das allgemeine durchschnittliche Thalgefälle in der Richtung der Kanallinie beträgt ungefähr:

Auf elsass-lothringischem Gebiete:

- a) von Strassburg bis Selz (km 44) 0,36 m pro km,
- b) von Selz bis zur bayerischen Grenze (km 54,5) 0,26 m pro km.

Auf bayerischem Gebiete:

- a) von der Landesgrenze bis Hördt (km 25) 0,35 m pro km,
- b) von Hördt abwärts 0,17 m pro km.

In der Querrichtung ist die Bodenoberfläche im allgemeinen nahezu horizontal.

Die Kanallinie durchzieht auf ihre ganze Länge eine Niederung, deren obere Schichten alluviale und deren untere Lagen diluviale Gebilde sind. Die ersteren bestehen meistens aus dünnen Lagen von Humus, Schlick und Lehm. Im Zuge der 17 km langen Strecke durch das Ried (km 8 bis 25), auf elsässischem Gebiete, sind die oberen aus thonig-moorigen Schichten bestehenden Bodenlagerungen stellenweise mit torfartigen Bestandtheilen untermischt.

IV.

LÄNGENPROFIL DES KANALS.

Vor der Feststellung des Längenprofils wurden Ermittlungen über das vorthellhafteste Schleusengefälle angestellt. Dabei stellte sich heraus, dass für das hier in Frage kommende Projekt das günstigste Schleusengefälle annähernd 3,00 m beträgt, dass aber auch innerhalb der Grenzen von 2,5 m und 3,5 m der Kostenunterschied in Bezug auf Bau und Betrieb des Kanals im ganzen genommen sehr unwesentlich ist, und erst bei Schleusengefällen unter 2,00 m und über 4,00 m die vereinigten Bau- und Betriebskosten des Kanals in stärkerem Masse zunehmen.

Die Einhaltung eines unveränderlichen Schleusengefalles für die ganze Kanalstrecke ist praktisch nicht durchführbar. Es wären übrigens — abgesehen von der Einfachheit in der Ausführung — auch keine besonderen Vortheile dadurch zu erzielen gewesen. (Siehe Abschnitt VIII, S. 53, b.)

Die Haltung Nr. 1 steht in unmittelbarer Verbindung mit dem sogenannten Verbindungskanale und dem Jll-Rhein-Kanale bei Strassburg. Die Höhenlage dieser Haltung ist daher durch die gemeinschaftliche Höhenlage des Wasserspiegels in den beiden genannten Kanälen von vornherein gegeben. Der Normalwasserspiegel derselben wird durch das bestehende Nadelwehr in der Ruprechtsau auf Kote 135,08 N. N. gehalten.

Der Normalwasserstand in der Haltung Nr. 2, in welcher der Kanal die Jll im Niveau durch Aufstau dieses Flusses mittelst eines zu errichtenden Schützenwehres kreuzt — ist auf Kote 131,80 N. N. festgestellt worden. Dieser Stand ist durch den höchsten während der Sommerzeiten zulässigen Aufstau des Wassers in der Jll, unter Berücksichtigung der Höhenlage des Ufergeländes in dem betreffenden Staubeite, bedingt.

In der letzten Haltung des Kanals, an dessen Ausmündung in den Rhein, korrespondirt der Wasserspiegel mit demjenigen

Schleusengefälle.

Höhenlage
der Haltungen.

des Stromes und wird den Schwankungen des letzteren folgen. Bei hohen Rheinständen wird auch noch der Kanalwasserstand in der vorletzten Haltung mit dem Wasserstande des Stromes schwanken; wie dies aus den betreffenden Wasserstandsangaben in der Uebersicht auf S. 26 zu ersehen ist. Die Bestimmung der Höhenlage der beiden letzten Haltungen des Kanals erfolgte demgemäss nach Massgabe der charakteristischen Wasserstandshöhen des Rheins an der unteren Kanalmündung.

Die Höhenlage der übrigen Haltungen wurde, bei Annahme eines innerhalb bestimmter Grenzen schwankenden Schleusengefälles (siehe oben), nach Massgabe der Höhenlage des Terrains, des Grundwassers, der zu kreuzenden Flüsse und Eisenbahnen, u. s. w., unter thunlichster Berücksichtigung der vortheilhaftesten Erdmassenvertheilung festgestellt. Es ist darauf gehalten, dass, soweit es thunlich, der Kanalwasserspiegel höchstens 2,00 m über Terrain, also die Kanalsohle — selbst vor den Schleusen — wenigstens 1,00 m unter die mittlere Terrainoberfläche zu liegen komme. Ausnahmen in dieser Hinsicht finden selten statt, und dann nur auf kurze Strecken, wie bei plötzlichen Vertiefungen und der Kreuzung von Mulden, Altwassern und dergleichen Terraineinsenkungen.

Lage der Schleusen. Die Stelle der Kreuzung der Kanallinie mit den Eisenbahnen und einigen grösseren Flüssen war für die Lage mehrerer Schleusen durchaus bestimmend. Ferner ist darauf gesehen, dass die Länge der Haltungen nicht zu kurz ausfalle.

Bei einigen Haltungen liess sich die Ueberführung einer Strasse oder eines Weges über das Schleusenunterhaupt bewirken, und es war in diesen Fällen auch der betreffende Umstand für die Anordnung der Lage der Schleusen mit von Einfluss.

Sohlengefälle. Die Sohle des Kanals erhält ein Gefälle von 2 Centimeter auf den Kilometer, entsprechend dem Gefälle des Wasserspiegels in den Haltungen bei Durchführung einer Wassermenge von ungefähr 30 cbm pro Sekunde und bei einer gleichmässigen Wassertiefe von 3,00 m.

Die Anordnung des gedachten Sohlengefälles ist sowohl in Rücksicht auf die Erhaltung der normalen Wassertiefe in allen Theilen der Haltungen bei kräftiger Speisung, als in Rücksicht

auf die Bewirkung einer möglichst raschen und vollständigen Entleerung der Kanalhaltungen von Wichtigkeit.

Für die Bestimmung der Höhenlage der Brückenoberbauten, der Bankette, der Leinpfadkrone, der Schleusenkrönungen und überhaupt aller Theile der Schleusen ist indessen der Wasserspiegel in den Haltungen trotzdem horizontal angenommen; denn dieser Zustand tritt sowohl bei geringer Speisewasserzuführung, als bei vorübergehender Einstellung derselben thatsächlich annähernd oder vollständig ein. Dabei ist von der geringsten zu haltenden Wassertiefe (bei normalem Wasserstande 3,00 m) am oberen Ende der Haltungen ausgegangen worden.

In Haltung Nr. 2, welche durch die Jll im Niveau gekreuzt wird, soll die Sohle von vornherein 3,20 m unter den durch das Wehr gehaltenen Normalwasserstand gelegt werden. Die entsprechende Tieferlegung der Sohle um 0,20 m erfolgt in Rücksicht auf eine zu erwartende, vermehrte Ablagerung von Sinkstoffen in der betreffenden Haltung. Dagegen wurde nicht für nothwendig gefunden, in derselben die Sohle mit Gefälle anzulegen.

Die Sohlenbreite des Kanalbeckens (24 m in den geraden Strecken und $24 + e$ in den Kurven — siehe Abschnitt II —) soll in einer Tiefe von 3,00 m unter dem als horizontal angenommenen Normalwasserspiegel, oder von 2,50 m unter der horizontal liegenden inneren Berme, gemessen werden. Bezeichnet man mit i das Mass, um welches die Sohle behufs Ausbildung des Gefälles von 0,02 m pro Kilometer vertieft wird, so ergibt sich bei der zweimaligen Neigung der Böschungen die wirkliche Breite der Sohle nach deren Vertiefung zu

$$24 - 4 \cdot i \text{ Meter in geraden Strecken}$$

und

$$24 + e - 4 \cdot i \text{ Meter in den Kurven.}$$

In nachstehender Uebersicht ist die Höhenlage und die Länge der Haltungen, sowie das Gefälle an den Schleusen für die Kanalstrecke Strassburg—Speyer aufgeführt.

Uebersicht
der
Längengestaltung
des Kanals.

Nr. der Haltung und der Schleuse.	Länge der Haltung einschl. Schleuse.	Kote des Wasser- spiegels bezogen auf N. N.		Schleusen- gefälle		Bemerkungen.
		Normal- wasser- stand.	Höchster Wasser- stand.	nor- males.	ausser- gewöhn- liches.	
1	5,008	135,08	136,00	3,28	3,50	
2	2,941	131,80	132,50	1,80	2,50	
3	6,452	130,00	—	3,20	—	
4	6,976	126,80	—	3,20	—	
5	3,821	123,60	—	2,90	—	
6	7,437	120,70	—	2,90	—	
7	5,200	117,80	—	2,90	—	
8	3,889	114,90	—	2,60	—	
9	8,085	112,30	—	2,60	—	
10	*7,046	109,70	—	2,80	—	*) Hiervon 4,683 km auf elsass- lothringischem u. 2,363 km auf bayerischem Gebiete.
11	7,389	106,90	—	2,50	—	
12	4,385	104,40	—	2,10	—	
13	5,282	102,30	—	2,10	—	
14	8,030	100,20	—	2,60	—	
15	15,728	97,60	—	2,90	0,85 bis 2,90	
16	1,370	94,70	96,75	bei mittlerem Rhein- stande 1,65	von 0 bis 4,00	

Rhein-Wasserstände an der
Kanalmündung bei Speyer:
Niedr. bek. W. . . . = 90,70
Mittl. Jahres-W. . . = 93,05
Verbot der Schifffahrt
bei 96,75
Höchster bek. W. . = 97,60

V.

SCHLEUSENKONSTRUKTION.

Die Hauptabmessungen der Schleusen sind wie folgt festgesetzt worden: Hauptabmessungen
der
Schleusen-
kammer.

Nutzbare Länge von der Sehne der gekrümmten Drem- wand bis zur untern Thorkammer	110,00 m;
Lichte Breite	12,00 m;
Wassertiefe über dem Unterdremel	3,35 m.

Der Feststellung dieser Abmessungen lag zunächst der Gedanke zu Grunde, die Schleusen derart anzuordnen, dass ein Rheinkahn der grössten Gattung mit einem für den Kanalbetrieb geeigneten Schraubenschlepper gleichzeitig durchgeschleust werden könne. Dabei wurde einerseits auf die Möglichkeit einer geringen Vermehrung der Länge und Breite der Rheinschiffe Bedacht genommen, wie solche insbesondere hinsichtlich der Breite in der Zukunft zu erwarten steht.

Die zur Zeit vorhandenen grösseren Rheinkähne haben folgende Abmessungen:

Länge mit Bugspriet	83,00 m,
Breite mit Schwertern	10,10 m,
Tiefgang bei voller Ladung	2,20 bis 2,40 m.

Für den gedachten Schraubenschlepper ist

eine Länge von	18,00 bis 20,00 m,
eine Breite in der Mitte von	3,60 bis 4,00 m,
und ein Tiefgang mit Kohlenvorrath von	1,80 bis 2,00 m

anzunehmen.

Es würde hiernach an freiem Raum in der Schleuse übrig bleiben:

in der Länge $110 - (83 + 18 \text{ resp. } 20) = 7$ bis 9 m;
in der Breite $12,00 - 10,10 = 1,90$ m.

Hinsichtlich des freien Raumes in der Länge ist zu berücksichtigen, dass beim Einfahren in die Schleuse zwischen dem Vorderende des Kahnens und dem Hinterende des Schleppers ein Zwischenraum erforderlich ist, der nicht zu gering bemessen werden darf und unter allen Umständen mehrere Meter betragen muss. Hierdurch wird zugleich einer künftigen Vergrößerung der Schiffslänge bis zu einem gewissen Grade Rechnung getragen.

Für die Annahme eines anscheinend etwas reichlich bemessenen freien Raumes in der Breite (0,95 m auf jeder Seite eines grösseren Kahnens) sprechen folgende Gründe:

1. Das Einfahren der Schiffe wird dadurch wesentlich erleichtert und beschleunigt.
2. Es ist die Möglichkeit gegeben, im Falle der Vergrößerung der Fahrzeuge auch mit breiteren Kähnen auf dem Kanale zu verkehren.
3. Die Kostenersparung, welche eine Einschränkung der Schleusenbreite um einige Dezimeter mit sich bringen würde, ist an und für sich gering. Selbst eine Verminderung der Breite um 1,0 m würde eine Kostenersparnis von nur 17000 fl (4% der Gesamtkosten der Schleuse) mit sich bringen.

Uebrigens ist in dieser Beziehung zu erwähnen, dass die Schleusen des neuen Kanals von Amsterdam nach dem Rheine (Merwede-Kanal) ebenfalls mit 12 m Breite — bei 120 m Nutzlänge — angelegt worden sind. Ferner haben die Schleusen in der kanalisirten Maas von Namur bis zur französischen Grenze die gleiche Breite von 12 m.

Im normalen Schleusenprofile beträgt die Wassertiefe — vom Unterwasserstande aus gerechnet — 3,60 m in der Mitte und 3,00 m an den Seiten. Ueber dem Unterdrempel hat diese Wassertiefe, wie schon erwähnt, das Mass von 3,35 m. Da der Tiefgang der grössten Rheinkähne nicht über 2,40 m beträgt, so bleibt demnach zwischen dem Schiffsboden eines solchen Kahnens und dem Unterdrempel eine Wasserschicht von mindestens 0,95 m Höhe. Im normalen Schleusenprofile beträgt der lichte Raum zwischen Schiffsboden und Schleusensohle mindestens 1,20 m in der Mitte und 0,60 m an den Seiten. Hiernach ergibt sich ungefähr das Verhältniss des Wasserquerschnittes in der Schleuse zu dem eingetauchten Querschnitte eines vollbeladenen grösseren

Rheinkahns wie 40 : 22 oder 1,8 : 1. Ein solches Grössenverhältniss wurde für nothwendig erachtet, um den Widerstand, welchem die Schiffe beim Einfahren in die Schleuse begegnen, thunlichst zu vermindern und die Zeit zum Einfahren in die Schleusen zu verringern.

Bei den gewählten, in erster Reihe in Rücksicht auf das gleichzeitige Durchschleusen eines grossen Rheinkahns nebst Schraubenschlepper festgestellten Schleusenabmessungen können übrigens auch 2 grössere, für die elsässischen oder französischen Kanäle bestimmte Schiffe (letztere mit 38,50 m Länge, 5,00 m Breite und 1,80 m Tiefgang), mit einem gewöhnlichen Rheinkahne von 65 bis 70 m Länge gleichzeitig durchgeschleust werden.

Die Leistungsfähigkeit der Schleusen mit den bezeichneten Abmessungen ist durch das Ergebniss folgender Berechnung dargestellt:

Schiffahrtstage im Jahr	280;
Anzahl der Durchschleusungen in jeder Richtung pro Tag, mindestens	16;
Durchschnittliche Ladung der Fahrzeuge bei je einer Durchschleusung	
a) bei der Bergfahrt	600 Tonnen;
b) bei der Thalfahrt	100 »

Leistungsfähigkeit der Schleusen.

somit Leistungsfähigkeit der Schleuse pro Jahr

$$280 \cdot (600 + 100) \cdot 16 = 3\,136\,000 \text{ Tonnen.}$$

Hierbei ist nur auf einen Betrieb während der Tageszeit und auf theilweise Ausnützung der Schiffstragfähigkeit, wie dies voraussichtlich für gewöhnlich stattfinden wird, gerechnet. Es ist daher einleuchtend, dass die wirkliche Betriebsfähigkeit der Schleusen sich viel höher stellt, als hier berechnet ist. Nöthigenfalls könnte die angegebene Tonnenzahl auf das Doppelte gesteigert werden.

Bei dem bedeutenden Bedarf an Kanalspeisungswasser wurde, sowohl in Rücksicht auf die Sicherheit und Regelmässigkeit des Schifffahrtsbetriebs, als zur Erzielung einer regelmässigen Speisung, die Forderung gestellt, dass das Speisungswasser nicht durch die Schleuse, sondern mittelst eines längs der Schleuse anzu-

Umleitung des Speisungswassers.

legenden Seitenkanals von der oberen Haltung nach der folgenden geleitet werden soll.

Verschiebung
der Schleusenaxe.

Damit bei dieser Anordnung die Schiffe beim Ein- und Ausfahren nicht von der Strömung des umgeleiteten Speisungswassers belästigt werden, wurde die Axe der Schleuse um 5 Meter von der Kanalaxe nach links, d. h. nach der Hauptleinpfadseite zu, verschoben. Auf diese Weise ist im Kanalbecken auf der rechten Seite genügender Raum für die Anlage der Ein- und Ausmündung des Speisungskanales geschaffen und zugleich erreicht, dass die Ein- und Ausströmung des Speisungswassers in ausreichender Entfernung von der Ein- und Ausfahrt der Schleuse stattfindet.

Diese Anordnung gewährt ausserdem den Vortheil, dass die vor der Schleuse wartenden Schiffe, welche auf der rechten Kanal-seite halten müssen, das Fahrwasser für die in gerader Richtung ausfahrenden Schiffe vollständig frei lassen. Da die auf das Schleusen wartenden Schiffe hierbei in geringerer Entfernung von der Schleuse liegen können, als dies bei gewöhnlicher (symmetrischer) Lage der Schleusen der Fall ist, so wird bei der projektirten Anordnung auch die Wartezeit vor der Schleuse im allgemeinen etwas vermindert werden.

Berücksichtigung
eines Minimal-
wasserstandes.

Es wurde für unbedingt nothwendig gehalten, alle Theile des Bauwerks, insbesondere die Anlagen für die Füllung und Entleerung der Schleusen-kammer, sowie den Speisungskanal längs der Schleuse derart anzuordnen, dass sie auch bei einem Kanalwasserstande, welcher unter dem normalen liegt, ihren Zweck in ausreichendem Masse erfüllen. Der niedrigste Wasserstand in dieser Hinsicht soll indessen nicht mehr als 1,20 m unter dem Normalwasserstande liegen. Aus diesem Grunde ist ausser dem «Normalwasserstande» der vorbezeichnete «Minimalwasserstand» in den Schleusenzeichnungen dargestellt worden.

Zwischenthore
an den beiden
unteren Schleusen.

Die letzte, sowie die vorletzte Schleuse des Kanals sollen, hauptsächlich behufs Verminderung des Verbrauchs an Speisungswasser, Zwischenthore erhalten. Es werden dadurch zwei Kammerabtheilungen von 64,30 m resp. 38,50 m gebildet, welche zum Durchschleusen mittelgrosser resp. kleiner Frachtkähne benutzt werden können. Die Länge von 38,50 m entspricht

derjenigen der grösseren französischen Kanalschiffe (flamländische péniches).

Die Innenseite (Kammerseite) der Schleusenmauern wird senkrecht aufgeführt. Im normalen Profile der Schleusen-
kammer ist die Schleusensole in der Form eines umgekehrten Gewölbes, mit 0,60 m Pfeilhöhe auf die lichte Breite von 12,00 m, angeordnet.

Profil
der
Schleusen-
kammer.

Der Drempeanschlag erhält eine Neigung von $\frac{1}{6}$ der Schleusen-
breite, also 2,00 m.

Drempe-
Neigung
und Höhenlage
derselben.

Die Tiefenlage des Oberdremfels unter dem normalen Ober-
wasserstande ist bei allen Schleusen gleich und beträgt 4,70 m. Die Abfallhöhe der Dremfelwand richtet sich daher nach dem Schleusengefälle und ist, wie dieses, veränderlich. Diese Anord-
nung hat folgende Vortheile:

- 1) Die Oberthore können für alle Schleusen nach einem Muster ausgeführt werden.
- 2) Dasselbe gilt hinsichtlich der Konstruktion der oberen Thorkammer, der Einmündung der Umläufe und der zugehörigen Schützen.
- 3) Bei Benutzung der Schützen in den oberen Thoren tritt das Wasser im allgemeinen in ziemlich grosser Tiefe unter dem Unterwasserspiegel aus.

Der Vorboden am oberen Ende der Schleuse liegt mit seiner Oberfläche 3,30 m unter dem normalen Oberwasserstande; er erhält 3,00 m Breite, und die Quader desselben sind als Wölbesteine, d. h. keilförmig angeordnet, weil sie den Schub des weiter unten beschriebenen Nadelabschlusses aufzunehmen haben.

Vorboden
und Abfallmauer.

Die gesammte Abfallhöhe am oberen Haupte der Schleuse ist zwischen der oberen Abfallmauer und der Dremfelmauer getheilt. Die erstere hat an allen Schleusen eine Höhe von 1,40 m über dem Oberdremfel oder 1,65 m über dem Kammerboden. Am unteren Ende der Schleuse liegt der Vorboden in gleicher Höhe mit der dortigen Dremfeloberfläche, und zwar 3,35 m unter dem normalen Unterwasserstande.

Die Ausgleichung der Kanalsole mit dem etwas tiefer liegenden Vorboden der Schleuse wird oberhalb derselben in einer Länge von 30 m und unterhalb in einer Länge von 35 m hergestellt.

Thorkammer
und Thorkammer-
nischen.

Die Sohle der Thorkammern ist horizontal und liegt $0,25$ m unter der Drempeoberfläche. Bei $0,10$ m Spielraum unter den Thoren ergibt sich sonach ein Anschlag von $0,15$ m Höhe.

Die Thornischen erhalten $0,80$ m Tiefe. Ihre Länge zwischen den Kanten der Nischenquader beträgt $7,20$ m und ist so bemessen, dass nach dem Einlegen der Thorflügel in die Nischen noch ein freier Raum von $0,20$ bis $0,25$ m zwischen der Kante der Schlagsäule und der Thornischen-Ecke für die Bewegung des Wassers bei dem Ein- und Auslegen der Thore frei bleibt.

Flügelmauern.

Die Flügelmauern an den Schleusenhäuptern stehen rechtwinklig zur Schleusenaxe. Auf der rechten Seite der Schleuse erhalten sie, in Folge der Verlegung der Schleusenaxe nach links, eine grössere Länge als auf der linken. In den rechtsseitigen Flügelmauern sind die Mündungen des Speisungskanals ausgespart.

Anlagen
und Vorrichtungen
zum Füllen
und Entleeren
der Kammer.

Für die Füllung und Entleerung der Schleusenammer sind bei den in der Neuzeit ausgeführten grösseren Schleusen zwei verschiedene Anordnungen zur Anwendung gekommen. Entweder wurden kurze, im Mauerwerke ausgesparte Umlaufkanäle an den Häuptern angeordnet (Seine, Belgische Maas, Marne-Saône-Kanal u. s. w.), oder es sind Längskanäle ausgeführt, welche in oder hinter den Schleusenmauern liegen, vom Oberwasser bis zum Unterwasser reichen und durch eine Anzahl, der Länge nach gleichmässig vertheilter, tiefliegender Seitenöffnungen mit der Kammer in Verbindung stehen. (Schleusen an der Weaver, am Schelde-Marne-Kanal, am Kanal du Centre in Belgien.)

Das letztere System ist im ganzen genommen für den Betrieb zweifellos das beste, und es ist auch für das vorliegende Projekt in erster Linie ein bezüglicher Entwurf ausgearbeitet worden. Hierbei stellte sich jedoch heraus, dass der Nutzen, welchen dieses System gewährt¹, bei weitem nicht ausreicht, um die bedeutenden Mehrkosten zu rechtfertigen, welche die Anwen-

1. Durch die Anlage derartiger Längskanäle, in Vereinigung mit einer Anzahl kleiner, auf die Länge der Schleusenammer gleichmässig vertheilter Ausströmungsöffnungen, soll insbesondere eine Längsströmung des Wassers in der Kammer bei deren Füllung und Entleerung möglichst vermieden werden. Manche Techniker glauben, das Anbinden der Schiffe in der Schleusenammer dadurch entbehrlich machen zu können.

derung desselben bei grossen Schleusenlängen verursacht. Dementsprechend ist von einer derartigen Anordnung abgesehen worden.

Schliesslich wurde die Anlage kurzer Umlaufkanäle in's Auge gefasst.

Diese Umlaufkanäle sind beiderseitig symmetrisch angeordnet. Ihre obere Mündung (Einmündung) befindet sich in den Seitenwänden der Thorkammernischen und ist für die Anbringung zweier zusammengekuppelter Registerschützen bemessen. Die untere Mündung (Ausmündung) liegt unterhalb der Thorwiderlager.

Am Oberhaupte kommt die Sohle des Umlaufes in ihrem oberen Theile in die Höhe der Drempeloberfläche zu liegen. Eine tiefere Lage der Sohle daselbst ist nicht statthaft, weil der Schub des Drempelgewölbes gegen den Hohlraum des Kanals gerichtet werden würde. Die in den Seitenwänden der Kammer ausgesparte Ausmündung des Umlaufes ist möglichst tief gelegt und besteht aus drei niedrigen Oeffnungen. Diese Anordnung wurde gewählt, damit der Strahl des in die Kammer einströmenden Wassers in die unterhalb des Schiffbodens liegende Wassermasse tritt. Der Höhenunterschied zwischen dem oberen und dem unteren Theile der Sohle des Umlaufes wechselt mit dem Gefälle der Schleuse. Bei einer Schleuse von 2,90 m Gefälle beträgt er 1,40 m.

Am Unterhaupte hat die Gestaltung der Ausmündung des Umlaufes, wie sie beim Oberhaupte angenommen worden ist, keinen Zweck, und es wurde dieselbe daher in einfacher, üblicher Weise angeordnet.

Die projektierte Erweiterung der Einmündung der Umläufe ist durch die Anwendung von Registerschützen bedingt.

Nach den in der Normalzeichnung (für eine Schleuse von 2,90 m Gefälle) angenommenen Abmessungen erhalten die Umlaufkanäle einen Minimalquerschnitt von je

$$\frac{\pi \cdot 0,60^2}{2} + 1,20 \cdot 1,70 = 2,605 \text{ qm}$$

und jede der Ausströmungsöffnungen am Oberhaupte einen Querschnitt von

$$0,50 \cdot 1,30 + \frac{2}{3} \cdot 1,30 \cdot 0,25 = 0,867 \text{ qm.}$$

Es dürfte sich aus praktischen Gründen empfehlen, die Ab-

messungen und Anordnungen, wie sie für die Umläufe der gedachten Normalschleuse mit 2,90 m Gefälle angenommen sind, auch bei allen übrigen Schleusen, trotz des verschiedenen Gefälles, beizubehalten.

Unter den verschiedenen möglichen Verschlussvorrichtungen für die Umläufe sind der Prüfung unterzogen worden:

1. die Tafelschützen,
2. die Drehschützen,
3. die Jalousieschützen,
4. die Cylinderschützen und
5. die Registerschützen.

Nach sorgfältiger Erwägung aller Vor- und Nachteile der verschiedenen Verschlussysteme wurde für den Abschluss der Umläufe die Konstruktion der Registerschützen als die zweckentsprechendste angesehen und in dem Entwurfe angenommen. Diese Konstruktion gewährt dichten Verschluss, ist nicht zu kompliziert in der Ausführung und erfordert nur eine geringe Hubhöhe. Die Registerschützen haben namentlich gegenüber den Cylinderschützen den Vortheil, dass sie einfacher und viel billiger herzustellen sind, besonders hinsichtlich der Ausbildung des Mauerwerks. Der Umstand, dass die Registerschützen nicht so plötzlich gehoben werden können, wie die Cylinderschützen, kann im vorliegenden Falle nicht zu Gunsten der letzteren sprechen, weil ohnehin ein plötzliches oder zu rasches Ziehen der Schützen erfahrungsgemäss unstatthaft ist¹.

Für jede Umlaufseite sind zwei zusammengekuppelte vertikale Registerschützen vorgesehen, welche sich in entgegengesetzter Richtung bewegen und durch einen eisernen Ständer von einander getrennt sind.

Die lichte Weite der Umlaufkanäle und der zugehörigen Registerschützen ist derart bestimmt worden, dass sowohl das Füllen als das Entleeren der Schleusen-kammer bei mittlerem Schleusen-gefälle (ca. 2,90 m) in längstens 7 Minuten bewirkt werden kann.

Vorrichtungen
zum Abschluss
einzelner
Schleusentheile.

Behufs Trockenlegung einzelner Theile der Schleuse, insbesondere der Thorkammern, zur Vornahme etwaiger Reparaturen

1. Siehe Annales des Ponts et Chaussées, Jahrgang 1883, II, S. 263.

ist, abweichend von den bisher zu dem Zwecke angewendeten Vorrichtungen, eine anderweite Anordnung entworfen worden, welche im Wesentlichen aus Bohlen — flachen Nadeln — von 0,12 m Dicke besteht, die mit dem unteren Ende in eine in die Hausteine der Schleusensohle ausgehauene Nuthe vertikal eingestellt werden und sich gegen einen über Wasser quer in der Schleuse anzubringenden eisernen, [—] förmigen Blechbalken anlegen. Letzterer kommt mit seiner Unterkante nahezu in die Höhe des Normalwasserspiegels zu liegen und kann zugleich als provisorischer Laufsteg dienen. Die Holznadeln reichen etwas weiter über den Wasserspiegel hinaus. Zur vollständigen Dichtung der Fugen ist ein getheertes Segeltuch vor den Bohlenabschluss zu legen und ausserdem gegen den Fuss desselben eine Schicht lehmigen Bodens zu schütten. Für die mittleren Abschlüsse in der Schleuse sind in der Sohle doppelte Nuthen angeordnet, damit bei einer und derselben Lage des eisernen [—] Balkens die Holznadeln je nach Bedarf auf die eine oder auf die andere Seite desselben eingestellt werden können.

Diese Art Abschlussvorrichtung bietet insbesondere dadurch einen gewissen Vorzug, dass die Holznadeln erfahrungsgemäss viel leichter eingestellt werden können als horizontal liegende Dammbalken. Das zur Anwendung gelangende Material (eiserner [—] und Nadeln) braucht übrigens nicht für jede Schleuse angeschafft zu werden, da dasselbe leicht von einer Schleuse zur andern transportirt werden kann.

Um bei Vornahme von Reparaturen in der Schleuse das Wasser so vollständig wie möglich ausschöpfen zu können, ist in jeder einzelnen Schleusenabtheilung, die in der eben besprochenen Weise für sich abgeschlossen werden kann, an passender Stelle der Sohle ein Loch von 0,60/0,60 m Weite und 0,30 m Tiefe zum Einlegen des Saugkorbes für das Pumpenrohr ausgespart worden.

Pumpenlöcher.

Die Schleusenthore sollen doppelflügelig und als Stemmtore konstruirt werden. Es wurde angenommen, dass die Thore am zweckmässigsten mit schmiedeeisernem Gerippe und einer Verschalung aus Eichenholz, ähnlich wie diejenigen der Schleuse zu Ablon (siehe Annales des Ponts et Chaussées, 1882, I., S. 644) hergestellt werden. Durch Anwendung von Eisentheilen von nicht

Schleusenthore.

zu geringen Stärken zu dem Gerippe ist Sicherheit für lange Dauer, grosse Steifigkeit und Festigkeit — insbesondere an den Verbindungsstellen — gegeben. Durch Anwendung von Holz zu der Verschalung wird ferner ermöglicht, die Erneuerung derselben mit den einfachsten Hilfsmitteln zu bewerkstelligen. Die gewöhnlichen Reparaturen an der Verschalung können auch ohne Störung des Betriebes, und meistens durch die Schleusenwärter selbst, oder aber mit Hilfe leicht zu findender Zimmerleute bewirkt werden¹.

Die Thore erhalten Schützen (Registerschützen). Hierdurch ergibt sich zunächst der Vortheil, dass die Umlaufschützen bei Vornahme von Reparaturen an denselben durch die Thorschützen ersetzt werden können. Ferner lässt sich durch diese Anordnung die Wasserspiegelausgleichung beim Füllen und Entleeren der Schleusenammern — und folglich das Durchschleusen der Schiffe — beschleunigen².

Die Bewegung der Thore soll auf jeder Seite der Schleuse von Hand mittelst einer Winde, die an einem gezahnten Quadranten angreift, bewirkt werden.

Dauer der Durchschleusung der Schiffe.

Die für das Durchschleusen eines Schiffes erforderliche Zeit kann wie folgt angenommen werden:

Verrichtungen.	Für ein beladenes Normalschiff.	Für ein leeres oder bis zu $\frac{1}{4}$ der vollen Tragfähigkeit beladenes Schiff.	Im Durchschnitt für beladene und leere Schiffe.
	Minuten.	Minuten.	Minuten.
Aufenthalt vor der Schleuse. .	4	4	4
Einfahrt in die Schleuse und Anbinden des Schiffes. . . .	$3 \frac{1}{2}$	3	$3 \frac{1}{4}$
Schliessen (oder Oeffnen) der Unterthore	$2 \frac{1}{4}$	$2 \frac{1}{4}$	$2 \frac{1}{4}$
Füllen der Kammer	7	7	7
Oeffnen (oder Schliessen) der Oberthore.	3	3	3
Ausfahrt aus der Schleuse. . .	3	$2 \frac{1}{2}$	$2 \frac{3}{4}$
Im Ganzen.	$22 \frac{3}{4}$	$21 \frac{3}{4}$	$22 \frac{1}{4}$

1. Bei den Schleusenthoren am Saarkohlenkanale ist statt einer Verschalung von Holz Eisenblech angewendet, und hat sich diese Konstruktion nicht besonders praktisch erwiesen.

2. Das bezügliche Verfahren wird beispielsweise mit grossem Vortheil am Burgunder Kanale angewendet; siehe Annales des Ponts et Chaussées, 1885, I S. 458 und II S. 396.

Bei der Mehrzahl der Schiffe findet jedoch das Zusammen-
treffen mit einem anderen Schiffe in freier Haltung statt, und es
kommt demnach bei diesen Schiffen ein Aufenthalt vor der
Schleuse nicht vor. Für diese Schiffe wird sich also die Schleu-
nungszeit auf durchschnittlich $18\frac{1}{4}$ Minuten stellen. Es darf daher
angenommen werden, dass im grossen Ganzen die erforderliche
Zeit zu einer Durchschleusung im Durchschnitte nicht mehr
als **20** Minuten betragen wird.

An jeder Schleusenwand sind zwei Steigleitern, sowie eine
doppelte Reihe von kreuzförmigen Bügeln für das Leiten der
Fahrzeuge in der Schleuse angeordnet.

Steigleitern
und Schiffshalter.

Vor den Stirnmauern der beiden Schleusenhäupter sind auf
jeder Seite des Kanals Treppen in den Böschungen vorgesehen.

Treppen an den
Schleusenhäuptern.

Das Wärterhaus soll auf der linken Kanalseite, woselbst der
Hauptziehweg liegt, angelegt und für zwei Familien eingerichtet
werden.

Wärterhaus.
Stallgebäude
und Magazin.

Ferner ist die Anlage eines Stallgebäudes, zur Unterbringung
des nöthigen Viehes für zwei Familien, und eines Gerätheschup-
pens für den Kanalunterhaltungsdienst in der Nähe des Wärter-
hauses vorgesehen.

Der Speisungskanal längs der Schleuse wird auf der dem
Hauptleinpfade entgegengesetzten, also auf der rechten Seite
der Schleuse angelegt.

Speisungskanal
längs der Schleuse.

An sämtlichen Schleusen soll der Speisungskanal für 20 cbm
Wasserdurchfluss in der Sekunde angelegt werden. Ferner ist für
die Abmessungen der verschiedenen Theile des Speisungskanals
die Erwägung massgebend gewesen, dass die Möglichkeit gege-
ben sein muss, auch schon bei einem niedrigeren, 1,20 m unter
dem normalen Wasserstande liegenden Wasserstande («Minimal-
wasserstand», siehe Seite 30) der Kanalhaltungen, die sekundliche
Wassermenge von 20 cbm abzuführen.

Der Speisungskanal besteht aus drei Abschnitten:

1. aus einem oberen, überwölbten Theile, am Schleusen-
oberhaupte;
2. aus einem mittleren, offenen Theile, längs der Schleusen-
kammer und

3. aus einem unteren, überwölbten Theile, am Schleusenunterhaupte.

Kosten
einer Schleuse.

Die Kosten einer Schleuse (ohne Mittelthorkammer) von normaler Anordnung und 2,90 m Gefälle, einschliesslich des Speisungskanals, sind berechnet zu 405000 *M.*

Die Herstellung einer mittleren Thorkammer, ohne Umläufe, (bei den zwei untersten Schleusen des Schifffahrtskanals) erfordert einschliesslich der Thore einen Mehraufwand von 30000 *M.* pro Schleuse.

VI.

KREUZUNG DER STRASSEN UND EISENBAHNEN.

Erforderliche
lichte Höhe
unter den festen
Brücken.

Die erforderliche lichte Höhe über dem normalen Wasserstande im Kanale für den Verkehr der grossen Rheinkähne beträgt 6,20 m. Bei Brücken mit festem Oberbau würden hiernach die an denselben anschliessenden Rampen meistens 7 bis 8 m Höhe und entsprechende Länge erhalten müssen. Solche Rampen würden kostspielig herzustellen und für den Landverkehr ungemün beschwerlich und somit den Bewohnern der Rheinebene sehr lästig sein.

Um diesem Uebelstande vorzubeugen, muss der Oberbau der Strassen- und Wegeübergänge fast überall beweglich hergestellt werden.

Bewegliche Brücken
für die
Strassenübergänge.

Für die Strassenüberführungen sind zwei Muster beweglicher Brücken ausgearbeitet:

- a) ein Muster für freistehende Drehbrücken, unter welchen die Wasserquerschnittsfläche nur wenig geringer sein wird, als diejenige des normalen Kanalprofils und
- b) ein Muster für die mit dem Unterhaupte der Schleusen verbundenen Strassenübergänge.

Wegen der im Kanale, in Folge der Speisung, sowie der Füllung und Entleerung der Schleusen sich einstellenden Wasserströmungen, wurde es nach eingehender, auf Beobachtungen gegründeter Erwägung für unbedingt nothwendig gehalten, das Wasserprofil unter den freistehenden Brücken in Rücksicht auf die Durchfahrt der kanalaufwärts fahrenden Schiffe mindestens **3,5** mal so gross zu nehmen, als den eingetauchten Querschnitt eines grossen vollbeladenen Rheinkahns.

Die Konstruktion für die freistehenden Strassendrehbrücken ist demnach folgenderweise angeordnet.

Die Mitte der 15,00 m weiten Oeffnung für die Durchfahrt der Schiffe liegt in der Kanalaxe. Auf der einen Seite ist diese Oeffnung durch einen freistehenden, 4,20 m dicken Drehpfeiler und auf der andern Seite durch einen 2,00 m starken, freistehenden Stützpfiler begrenzt.

Zur Herstellung des erforderlichen Wasserprofils unter der Brücke ist auf jeder Seite der gedachten Durchfahrtsöffnung der Profilraum zwischen den bezeichneten Pfeilern und den Kanalufern frei gelassen, und ausserdem eine Tieferlegung der Sohle um 0,10 m, nebst einer Erbreiterung der Kanalsole um 2,50 m, vorgesehen. Diese Erweiterung des Kanalprofils, welche durch Herstellung von 1,5maligen Böschungen und Weglassung des Banketts erreicht wird, erstreckt sich in ihrem vollen Umfange nur bis auf die Entfernung von 3,00 m vor und ebensoweit hinter der Brückenaxe, von wo ab der Uebergang in das normale Kanalprofil allmähig in der Weise erfolgt, dass letzteres in einer Entfernung von 25 m vor und in gleicher Entfernung hinter der Brücke wieder hergestellt ist.

Der gesammte Oberbau der Brücke besteht aus zwei Theilen: einem beweglichen und einem festen. Der bewegliche Theil ist doppelarmig und dreht sich auf dem schon erwähnten (runden) Pfeiler von 4,20 m Durchmesser. Der längere Arm überspannt die Durchfahrtsöffnung, der kürzere die Seitenöffnung neben dem Drehpfeiler und einen Theil des Leinpfades auf derselben Seite.

Der feste Theil des Brückenoberbaues überspannt die andere Seitenöffnung und ruht mit dem einen Ende auf dem 2,00 m dicken freien Pfeiler, mit dem andern Ende auf einem gemauerten Uferpfeiler. Die lichte Weite zwischen den beiden letzteren beträgt 7,00 m.

Kanalprofil
unter den
freistehenden
Drehbrücken.

Oberbau-
konstruktion
der freistehenden
Strassen-
Drehbrücken.

Der feste Theil des Oberbaues kommt auf die linke Kanal-
seite (Hauptleinpfadseite) zu liegen.

Die Breite der Brückenfahrbahn ist nur für ein Fuhrwerk
bemessen und zu 2,50 m angenommen. Auf jeder Seite der Fahr-
bahn schliessen sich Fusswege von 0,75 m Breite an.

Zweiflügelige
Bogendrehbrücken
auf dem Unterhaupte
der Schleusen.

Für die auf dem Unterhaupte der Schleusen anzulegenden
Strassenübergänge wurde — soweit dieselben beweglich einzurichten
sind — eine zweiflügelige Bogendrehbrücke angenommen,
wie solche vielfach in den Seehäfen Frankreichs vorkommen.

Der Bogen, welcher sich beim Aufdrehen der Brücke im
Scheitel öffnet, erhält eine Spannweite von 12,20 m (Schleusen-
weite = 12,00 m) und eine Pfeilhöhe von 1,18 m. Die Fahrbahn-
breite ist nur für ein Fuhrwerk berechnet und zu 2,40 m ange-
nommen. Auf jeder Seite der Fahrbahn ist ein 0,55 m breiter
überhöhter Fussweg angeordnet, der jedoch mehr den Zweck
eines Radabweisers haben soll.

In jeder Brückenhälfte hat der vordere Arm — von dem
Drehzapfen aus gerechnet — 8,00 m und der hintere Arm 4,94 m
Länge.

Strassenbrücke
mit festem Oberbau.

An festen Strassenbrücken über den Kanal ist nur diejenige
bei Kesseldorf, auf elsass-lothringischem Gebiete, km 40,236, zu
verzeichnen. Dieselbe wird schief, mit eisernem Oberbau, und
kreuzt den Kanal unter einem Winkel von 68°. Unter der Brücke
erhält das Wasserprofil 3,30 m Tiefe, 24,00 m Breite an der Sohle
und 24,60 m im Wasserspiegel. Die Leinpfade, die unter der
Brücke hindurchgeführt werden, erhalten beiderseitig 3,30 m Breite.

Kreuzung
der Eisenbahnen.

Auf elsass-lothringischem Gebiete wird die Eisenbahn Strass-
burg—Lauterburg—Speyer an zwei Stellen gekreuzt: bei Wan-
zenau und vor Selz.

Auf bayerischem Gebiete kommen bis Ludwigshafen 4 Eisen-
bahnkreuzungen vor.

Das Nähere über diese Kreuzungen ist in nachstehender
Uebersicht enthalten.

Laufende Nummer.	Bezeichnung der zu überführenden Eisenbahnen.	Lage der Brücke.		Bauart der Brücke.	Höhenlage der Schienenoberkante auf der Brücke, bezogen auf N. N.	Bemerkungen.
		Oertliche Bezeichnung.	Brückenaxe bei Kilometer.			
1	Strassburg—Lauterburg—Speyer.	bei Wanzenau . . .	7,944 elsässisch.	Doppelgeleisige, schiefe Drehbrücke auf dem Unterhaupte der Schleuse Nr. 2.	m 132,58	Der Kanal kreuzt die Bahn unter einem Winkel von 62° 30'.
2	Desgl.	vor Selz	41,729 elsässisch	Feste, schiefe Brücke mit eingelegtem Ueberbau auf dem Unterhaupte der Schleuse Nr. 8.	119,00	Der Kanal kreuzt die Bahn unter einem Winkel von 43° 10'.
3	Desgl.	bei Berg	2,355 bayerisch.	Doppelgeleisige, schiefe Drehbrücke auf dem Unterhaupte der Schleuse Nr. 10.	109,24	
4	Winden—Karlsruhe*.	bei Wörth	10,678 bayerisch	Doppelgeleisige, schiefe Drehbrücke, freistehend.	106,65	* Zugleich Strassburg — Lauterburg — Speyer, an der Stelle, wo der Kanal die Eisenbahn schneidet.
5	Germersheim—Bruchsal.	bei Germersheim	31,922 bayerisch	Feste, schiefe Brücke, freistehend und doppelgeleisig.	109,09	
6	Speyer—Heidelberg.	bei Speyer . . . . .	. . . . .	Schiefe Brücke mit beweglichem, zweigeleisigem Ueberbau.	. . . . .	Die Brücke Nr. 6 würde nur im Falle der Weiterführung des Kanals bis Ludwigshafen in Betracht kommen.

VII.

KREUZUNG DER WASSERLÄUFE.

Bedeutendere
Nebenflüsse,
welche vom Kanale
gekreuzt werden.

Auf elsass-lothringischem Gebiete kreuzt die vorbe-schriebene Kanallinie drei bedeutendere Wasserläufe: die Jll, oberhalb Wanzenau, mit einem Einzugsgebiete (bis zur Kanallinie) von 4600 Quadratkilometer, die Zorn, gegenüber Weyersheim, mit einem Einzugsgebiete von 749 Quadratkilometer und die Moder, bei Bischweiler, mit einem Einzugsgebiete von 708 Qua-dratkilometer.

Ferner sind zu erwähnen: die Kreuzung des Sauerbaches bei Forstfeld, Einzugsgebiet 318 Quadratkilometer, und die Kreuzung des durch Verlegung vom Sauerbach zu trennenden Selzbaches bei Münchhausen, dessen Einzugsgebiet circa 216 Quadratkilometer beträgt.

Auf bayerischem Gebiete sind bis Speyer an beträcht-licheren Flüssen zu kreuzen: die Lauter, mit 347 Quadrat kilo-meter Einzugsgebiet, unterhalb der elsässisch-bayerischen Landes-grenze und die Queich, mit 254 Quadratkilometer Einzugsgebiet, bei Germersheim. Im Falle der Ausmündung des Kanals bei Mundenheim, oberhalb Ludwigshafen, würde noch der Speyer-bach, mit 602 Quadratkilometer Einzugsgebiet, bei Speyer, und der Rehbach, mit 253 Quadratkilometer Einzugsgebiet, oberhalb Mundenheim unterführt werden müssen.

Art der Kreuzung.

Die Kreuzung der Jll — des stärksten Nebenflusses im Zuge der Kanalstrecke — erfolgt im Niveau, nach Aufstauung ihres Wasserspiegels mittelst eines Schützenwehres.

Bei allen übrigen Flüssen und Bächen soll das Wasser unter dem Kanale hindurch geführt werden.

An der Zorn- und an der Moderkreuzung ist jedoch, nebst der Unterführung, die Anlage grosser Schützen in den beider-seitigen Kanalwänden über der Unterführung vorgesehen. Bei ausserordentlichen Hochwasserständen sollen diese Schützen ge-

zogen werden, um gleichzeitig auch grössere Wassermengen quer durch den Kanal ableiten zu können.

Wegen der bedeutenden Speisungswassermenge, welche für den Kanal erforderlich sein wird, musste darauf Bedacht genommen werden, dass entweder das Kanalprofil über den zur Unterführung der Wasserläufe anzulegenden Bauwerken unverengt bleibt, oder aber — wenn dies aus besonderen Gründen nicht zweckmässig ist — dass das Speisungswasser die eingeengten Strecken des Kanalbeckens nicht zu durchfliessen hat, weil sonst der Durchgang der Schiffe bei der Bergfahrt durch solche Strecken in Folge der konzentrirten und verstärkten Wasserströmung ungemein beschwerlich werden würde.

Für die Kreuzung der Zorn und der Moder, auf elsässischem Gebiete, sowie der Neuen Lauter, des Heilbaches und des Erlenbaches, auf bayerischem Gebiete, liegt das für die Kreuzung des Flusses bestimmte Bauwerk unmittelbar am Oberhaupte einer Schleuse. In Folge dieser Anordnung, und da ausserdem das Speisungswasser von einer oberhalb der Flusskreuzung gelegenen Stelle aus nach dem Unterhaupte der Schleuse geleitet wird — wobei die Leitung durch das Flussbett hindurch aus Röhren bestehen soll —, war eine Einschränkung des Kanalbeckens an der Flusskreuzung statthaft; denn diese Einschränkung bildet nur mehr eine Verlängerung der durch die Schleuse ohnehin geschaffenen Verengung.

An allen übrigen Kreuzungen von Wasserläufen soll das betreffende Bauwerk isolirt und ohne Einschränkung des Kanalprofils angelegt werden.

Die Höhenlage des Kanalbeckens in Beziehung zu derjenigen der Wasserläufe ist fast überall derart, dass eine duckerartige Gestaltung der Unterführung nothwendig wird.

Bei allen Flusskreuzungen liegt der höchste Flusswasserstand bedeutend höher, als die Kanalsöhle; bei den meisten derselben liegt sogar schon der gewöhnliche Flusswasserstand höher. In Zeiten, wo der Kanal geleert ist (Bauperiode, Kanalsperren), wird demnach das Aussenwasser, besonders bei Anschwellungen der Flüsse, mit starkem Auftrieb gegen die Kanalsöhle wirken. Um diesen Auftrieb unschädlich zu machen, soll bei den sämtlichen Unterführungen der unter dem Kanalbecken befindliche

Gestaltung
des Kanalprofils
an den
Unterführungen.

Verwendung
von Röhren
zu den
Unterführungen.
Umhüllung
der Röhren
mit Beton.

Theil aus Röhren von genietetem Eisenblech hergestellt werden. Dagegen sind die Anschlüsse unter den Kanaldämmen aus Mauerwerk hergestellt gedacht. Bei grösserem Durchmesser als 1,60 m werden die Röhren vollständig mit Beton umhüllt. Bei einem Durchmesser von 1,60 m und darunter sollen die Röhren nur bis zur Mitte derselben mit Beton umhüllt werden.

Form und Grösse
der Röhren.

Für die bedeutenderen Flussunterführungen ist ein ovales Röhrenmuster von 2,70 m lichter Breite und 2,25 m lichter Höhe angenommen. Der Querschnitt des betreffenden ovalen Rohres hat 4,84 qm Inhalt und ist aus 6 Kreisbogenstücken zusammengesetzt. Das Bogenstück im Scheitel ist mit einem Radius von 1,40 m beschrieben. Auf jeder Seite desselben folgt ein Bogenstück von 1,075 m und darauf ein solches von 0,94 m Radius. Das Bogenstück an der Sohle erhält einen Radius von 2,78 m.

Ausser diesem grösseren Muster sind nur noch kreisrunde Röhren für die Unterführung der kleineren Flussläufe vorgesehen. Der Durchmesser dieser Röhren schwankt zwischen 0,80 m und 2,00 m.

Ermittelung
der
Hochwassermengen
an den
Unterführungen.

Zur Berechnung der Hochwasserabflussmengen an den Unterführungen auf elsass-lothringischem Gebiete wurde unter Zugrundelegung einiger Hochwassermessungen und nach eingehenden Untersuchungen über die Grösse der Fluthprofile der bestehenden Brücken in der linksrheinischen elsässischen Niederung die folgende empirische Formel aufgestellt:

$$\log q = - (0,456 + 0,037 \sqrt[3]{F});$$

worin q die grösste sekundliche Hochwassermenge in Kubikmetern pro Quadratkilometer des betreffenden Niederschlagsgebiets und F den Flächeninhalt in Quadratkilometern jenes Gebietes bedeutet.

Nach vorstehender Formel ergeben sich die folgenden korrespondirenden Werthe:

Grösse des Regengebietes : F. Quadratkilometer	Grösste Hochwasser- abflussmenge in der Sekunde pro □Kilom.: q. Kubikmeter.	Grösse des Regengebietes : F. Quadratkilometer.	Grösste Hochwasser- abflussmenge in der Sekunde pro □Kilom.: q. Kubikmeter.
0	0,350	150	0,223
5	0,302	200	0,213
10	0,291	250	0,205
20	0,278	300	0,198
30	0,269	400	0,187
40	0,262	500	0,178
50	0,256	600	0,171
60	0,251	700	0,164
80	0,243	800	0,159
100	0,236	900	0,154
120	0,230	1 000	0,149

Für die Ermittlung der Stauhöhe an den Röhrenunterführungen auf elsass-lothringischem Gebiete ist die nachstehende Formel aufgestellt und angewendet worden:

Berechnung
der Stauhöhe
an den
Unterführungen.

$$h = \left(0,091 + 0,0011 \frac{l}{d} \right) v^2.$$

Hierin bedeutet:

h die Stauhöhe, d. h. den Höhenunterschied der Wasserspiegel an der Ein- und Ausmündung des Röhrendückers;

l die Rohrlänge;

d den Durchmesser des Rohres, und

v die mittlere sekundliche Wassergeschwindigkeit in demselben.

VIII.

SPEISUNG DES KANALS. — ENTLASTUNGS-ANLAGEN.

Der Wasserverbrauch des Kanals ist zum Theil unabhängig und zum Theil abhängig von dem Verkehre auf demselben.

A. *Der vom Verkehre unabhängige Wasserverbrauch.*

a) durch Verdunstung.

Der tägliche Verlust durch Verdunstung kann an regenlosen Tagen der Sommerzeit zu 6 mm und durchschnittlich im Jahre — abzüglich der Niederschläge — zu 1 mm Höhe angenommen werden. Bei der Wasserspiegelbreite von 36,70 m beträgt demnach der tägliche Wasserverlust durch Verdunstung, auf je 1 km Kanalstrecke:

$$\begin{aligned} \text{im Sommer } 1000 \cdot 36,7 \cdot 0,006 & \dots \dots \dots = 220 \text{ cbm} \\ \text{und durchschnittlich für das ganze Jahr, ab-} \\ \text{züglich der Niederschläge, } 1000 \cdot 36,7 \cdot 0,001 & = 37 \text{ cbm.} \end{aligned}$$

Für die 98,9 km lange Kanalstrecke von Strassburg bis zur Rheinschleuse bei Speyer beträgt also die Verdunstungswassermenge:

$$\begin{aligned} & \text{in der Sommerzeit} \\ \text{pro Tag } 98,9 \cdot 220 & \dots \dots \dots = 21\,758 \text{ cbm,} \\ \text{oder pro Sekunde } & \dots \dots \dots \frac{21\,758}{86\,400} = 0,25 \text{ cbm;} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{im Jahresdurchschnitt, abzüglich der Niederschläge,} \\ \text{pro Tag } 98,9 \cdot 37 & \dots \dots \dots = 3\,659 \text{ cbm,} \\ \text{oder pro Sekunde } & \dots \dots \dots \frac{3\,659}{86\,400} = 0,04 \text{ cbm.} \end{aligned}$$

Für den Wasserverlust, welcher durch undichten Verschluss *b)* durch undichten der Thore und Umlaufschützen an der letzten Schleuse des Verschluss der Schleusenthore, Kanals, sowie an den Entlastungsschützen, Stauwehren und Schützentafeln etc. dergl. Abschlüssen entsteht, werden schätzungsweise 5 000 cbm pro Tag, oder $\frac{5\ 000}{86\ 400} = 0,06$ cbm in der Sekunde angesetzt.

Auf Grund von Beobachtungen, welche am Rhein-Rhône-Kanale auf der Strecke von Mülhausen bis Strassburg und am sogenannten Verbindungskanale bei Strassburg angestellt worden sind, kann angenommen werden, dass nach der Herstellung künstlicher Dichtungen in dem im Kostenanschlage vorgesehenen Umfange, die Sickerungsverluste auf den Kilometer Kanalstrecke und in der Sekunde folgende Werthe erreichen: *c)* durch Versickerungen.

1. 0,18 cbm in den Sommermonaten, insbesondere bei niedrigem Grundwasser und
2. 0,14 cbm im Jahresdurchschnitte.

Demnach berechnet sich der sekundliche Gesamtwasserverbrauch in dieser Beziehung für die 98,9 km lange Kanalstrecke von Strassburg bis zur Rheinschleuse bei Speyer zu

$98,9 \cdot 0,18 = 17,80$ cbm als Höchstbetrag
und

$98,9 \cdot 0,14 = 13,85$ cbm als Durchschnitt.

In Folge unrichtiger Handhabung der Speisungsschützen an den Schleusen wird auch der untersten Haltung des Kanals zeitweise zu viel Wasser zugeführt und eine künstliche Entlastung derselben nothwendig werden. Die betreffenden Verluste werden *d)* durch unrichtige Handhabung der Speisungsschützen. schätzungsweise mit

1,00 cbm als Höchstbetrag
und

0,20 cbm als Durchschnitt
in der Sekunde in Rechnung gestellt.

B. Der vom Verkehre abhängige Wasserverbrauch.

Betriebs-
wassermenge.

Für die Berechnung des Wasserverbrauches für den Verkehr der Schiffe, d. h. der Betriebswassermenge, sind zu unterscheiden: der Verkehr zu Berg und der Verkehr zu Thal.

Der Wasserverbrauch W_b für den Verkehr eines zu Berg, d. h. vom Rheine aus in den Kanal fahrenden Schiffes ist

$$W_b = FH + T_b.$$

Der Wasserverbrauch W_t für den Verkehr eines zu Thal, d. h. vom Kanale aus nach dem Rheine fahrenden Schiffes ist

$$W_t = FH - T_t.$$

In diesen Ausdrücken bedeutet:

F die Grundfläche einer Schleuse = 1436 qm;

H das in Betracht zu ziehende Schleusengefälle;

T_b die Tonnenzahl der nach erfolgter Fahrt zu Berg ausgeladenen Güter;

T_t die Tonnenzahl der vor Beginn der Thalfahrt geladenen Güter.

Grösster Verbrauch
an Betriebswasser.

Der grösste Wasserverbrauch für den Betrieb würde beim Zusammentreffen folgender Umstände stattfinden:

- a) Niedrigster Rheinstand; dabei grösstes Gefälle an Schleuse Nr. 16 mit 4,00 m¹.
- b) Ununterbrochenes Durchschleusen beladener Schiffe in der Bergfahrt.
- c) Gleichzeitiges Löschen der Schiffe nach deren Ankunft im Strassburger Hafen oder innerhalb des Kanals.

Ein Zusammentreffen der denkbar ungünstigsten Umstände ist nicht wohl anzunehmen. Insbesondere wird man nicht mit dem absolut niedrigsten Rheinstande, sondern etwa mit dem 0,75 m höher liegenden gemittelten niedrigsten Winterwasserstande

1. Dabei ist angenommen, dass der Kanal bei Speyer ausmünden wird.

des Rheins — bei welchem der Verkehr auf diesem Strome schon wesentlich beschränkt ist — rechnen müssen. In diesem Falle beträgt das Gefälle an der Schleuse Nr. 16 3,25 m.

Die grösste Betriebswassermenge in der Sekunde ist allgemein, wenn die Dauer einer Durchschleusung zu 20 Minuten angenommen wird,

$$\frac{FH + T_b}{20 \cdot 60}$$

Da nun $F = 1436$ qm ist, und H zu 3,25 m und T_b zu 600 Tonnen angenommen werden kann, so ergibt sich die erforderliche Betriebswassermenge in der Sekunde zu

$$\frac{1436 \cdot 3,25 + 600}{20 \cdot 60} = 4,39,$$

oder rund 4,40 cbm.

Der durchschnittliche Bedarf an Betriebswasser bei regelmässigem Verkehre berechnet sich aus folgenden Daten (vergl. die Angaben in der Einleitung und in Abschnitt I).

Durchschnittlicher
Bedarf
an Betriebswasser.

Jährliche Verkehrsmenge bei der Berg-	
fahrt	1 200 000 Tonnen,
Desgleichen bei der Thalfahrt	200 000 »
Anzahl der Schifffahrtstage im Jahre	280
Durchschnittliche Lademenge pro Schiff	
bei der Bergfahrt	600 »
Desgleichen bei der Thalfahrt	100 »

Hiernach :

Anzahl der Durchschleusungen im Jahre bei der Berg-	
fahrt	$\frac{1\ 200\ 000}{600} = 2\ 000,$
Desgleichen bei der Thalfahrt	$\frac{200\ 000}{100} = 2\ 000.$

Ferner wird angenommen, dass die eine Hälfte der Schiffe an den Schleusen und die andere Hälfte in den Haltungen kreuzt.

Unter diesen Annahmen beträgt der sekundliche Verbrauch an Betriebswasser während der 280 Schifffahrtstage im Durchschnitt :

1. für die Bergfahrt

$$\frac{3}{4} \cdot 2000 \cdot \frac{1436 H + 600}{280 \cdot 86400}$$

2. für die Thalfahrt

$$\frac{3}{4} \cdot 2000 \cdot \frac{1436 H - 100}{280 \cdot 86400}$$

folglich für den Gesamtverkehr

$$\begin{aligned} & \frac{3}{4} \cdot \frac{2000}{280 \cdot 86400} \cdot (2 \cdot 1436 H + 600 - 100) \\ & = 0,178 H + 0,031 \dots (\text{cbm}) \dots (\alpha) \end{aligned}$$

In diesen Formeln bedeutet H das in Betracht zu ziehende Schleusengefälle. Dazu ist zu bemerken, dass der Mehrverbrauch an Schleusungswasser an den Schleusen mit grossem Gefälle, gegenüber dem Verbrauch an den darauf folgenden Schleusen mit geringerem Gefälle, nur dann als Betriebswassermenge besonders in Rechnung zu stellen ist, wenn der Mehrverbrauch nicht vollständig zur Speisung der folgenden Kanalhaltungen verwendet werden kann. Der gesammte Verbrauch an Speisungswasser (zur Deckung der Verluste aller Arten in den Haltungen) wird aber den Verbrauch an Betriebswasser in der Regel so erheblich überschreiten (siehe weiter Seite 53), dass ausser der letzten Schleuse (Nr. 16) — deren Gefälle zwischen 0 und 4,00 m schwankt — nur etwa die vorhergehende Schleuse (Nr. 15) — deren Gefälle für gewöhnlich 2,90 m beträgt — hinsichtlich des zeitweisen Mehrverbrauchs an Schleusungswasser berücksichtigt zu werden braucht.

Hiernach ist, unter Anwendung der Formel (α), der durchschnittliche Betriebswasserverbrauch bei den charakteristischen Rheinwasserständen unter Zugrundelegung der korrespondirenden Gefälle an den Schleusen Nr. 15 und 16 berechnet und in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Rheinstände an der Mündung des Kanals bei Speyer.		Gefälle an der Schleuse Nr. 15.	Gefälle an der Schleuse Nr. 16.	Durchschnittlicher Verbrauch an Betriebswasser pro Sekunde unter Zugrundelegung des Gefalles an der Schleuse		
				Nr. 15.	Nr. 16.	
	Kote.	m	m	cbm	cbm	
Niedrigster bekannter Wasserstand.	90,70	2,90	4,00	0,55	0,71	
Mittel der niedrigsten Winterstände.	91,45	2,90	3,25	0,55	0,61	
Mittlerer Winterstand	92,65	2,90	2,05	0,55	0,40	
Mittlerer Jahreswasserstand.	93,05	2,90	1,65	0,55	0,32	
Mittlerer Junistand.	94,30	2,90	0,40	0,55	0,10	
Rheinstand in der Höhe des Normal- standes in Haltung Nr. 16	94,70	2,90	0	0,55	0	
Mittel der höchsten Sommerwasser- stände	95,25	2,35	Schleuse Nr. 16 tritt ausser Funktion.	0,45	—	
Einschränkung der Schiffahrt. {	Marke I	95,35		2,25	0,43	—
	» II	96,05		1,55	0,29	—
	» III (Verbot).	96,75		0,85	0,18	—

Nach den Ergebnissen dieser Tabelle besteht bei dem mittleren Gefälle der Schleuse Nr. 16 von 1,65 m zwischen den Schleusen Nr. 15 und 16 ein Ueberschuss an Schleusungswasser von $0,55 - 0,32 = 0,23$ cbm in der Sekunde. Da aber die Speisung der 1,370 km langen Haltung Nr. 16 durchschnittlich etwa $0,14 \times 1,370 = 0,19$ cbm Wasser in der Sekunde erfordert, so geht von jenem Ueberschusse in Wirklichkeit nur der Unterschied von $0,23 - 0,19 = 0,04$ cbm in der Sekunde verloren, welcher alsdann nebst dem weiteren Verluste von 0,32 cbm an Schleuse Nr. 16 in Rechnung zu ziehen ist.

Demnach kann der durchschnittliche Betriebswasserbedarf zu

$$0,32 + 0,04 = 0,36 \text{ cbm}$$

in der Sekunde angenommen werden.

C. Gesammter Wasserbedarf.

Nach den vorhergehenden Berechnungen stellt sich nun der gesammte Wasserbedarf für die Erhaltung des normalen Wasser-

standes in der 98,9 km langen Kanalstrecke von Strassburg bis zur Rheinschleuse bei Speyer folgendermassen zusammen:

	Grösster Wasser- bedarf in der Sekunde.	Durch- schnitt- licher Wasser- bedarf in der Sekunde.
	cbm	cbm
Zur Deckung der Verluste durch:		
a) Verdunstung	0,25	0,04
b) undichten Verschluss der Schleusen- thore, Schützentafeln, Wehre u. s. w.	0,06	0,06
c) Versickerungen	17,80	13,85
d) unrichtige Handhabung der Speise- schützen	1,00	0,20
Summa Speisungswassermenge . .	19,11	14,15
» Betriebswassermenge . . .	4,40 ¹	0,36 ¹
Gesamter Wasserverbrauch . . .	23,51	14,51

Der gesammte Wasserbedarf für den Kanal von Strassburg bis Speyer schwankt also zwischen 14,51 und 23,51 cbm in der Sekunde.

Sollte der Kanal aber bis Ludwigshafen (Mundenheim) gebaut werden, so würde bei der dadurch entstehenden Mehrlänge von rund 17 km ein Mehrbedarf an Wasser von ungefähr 2,40 cbm im Durchschnitt und 3,10 cbm im Höchstbetrage erforderlich werden. In diesem Falle würde also der gesammte Wasserbedarf in der Sekunde zwischen ungefähr 17 und 26,6 cbm schwanken.

1. Diese Wassermenge lässt sich vermindern, wenn die Schleusen 15 und 16 mit Zwischenthoren versehen werden. (Siehe Abschnitt V.)

Selbst zur Zeit der niedrigsten Winterwasserstände des Rheins beträgt der Verbrauch an Betriebswasser, unter Voraussetzung eines regelmässigen Verkehrs, im Durchschnitt nur 0,61 cbm in der Sekunde — siehe die Tabelle auf Seite 51 —, während der Wasserverbrauch für die eigentliche Speisung allein durchschnittlich 14,15 cbm (auf 98,9 km Kanallänge) beträgt. Die durchschnittliche Speisungswassermenge ist mithin $\frac{14,15}{0,61} = 23$ mal so gross, als die grösste, für gewöhnlich im Jahre erforderlich werdende Betriebswassermenge.

Verhältniss
zwischen Speisungs-
wassermenge
und Betriebs-
wassermenge.
Konsequenzen.

Im Jahresdurchschnitt aber ist das Verhältniss der Speisungswassermenge zu der Betriebswassermenge (siehe S. 52)

$$\frac{14,15}{0,36} = 39.$$

Hieraus ergeben sich folgende Konsequenzen, welche übrigens zum Theil bereits an anderer Stelle dieser Beschreibung hervorgehoben worden sind:

- a) Die Schleusungswassermengen für den Lokalverkehr der Kanalstrecke von Strassburg abwärts bis zur vorletzten, nach Umständen sogar bis zur letzten Haltung, können aus den Speisungswassermengen entnommen werden, welche den Haltungen jener Kanalstrecke zugeschickt werden müssen. Sie sind daher nicht als Verlust in Rechnung zu stellen.
- b) Aus demselben Grunde bilden auf der erwähnten Kanalstrecke die Unterschiede in dem Gefälle der Schleusen, die Undichtigkeiten der Schleusenthore und Umlaufschützen und die verhältnissmässige Kürze einzelner Haltungen keine Ursache von Wasserverlusten im eigentlichen Sinne des Wortes.
- c) Demnach sind auf der bezeichneten Kanalstrecke auch Vorrichtungen zur Zurückhaltung oder Verringerung des Schleusungswassers nutzlos; es sei denn, dass unmittelbar unterhalb einer jeden dieser Vorrichtungen eine Zwischenspeisung angelegt würde, die im Stande wäre, nahezu den ganzen Wasserbedarf für die folgende Kanalstrecke zu decken.

Deckung des Wasserbedarfs. Die Niederwassermengen der linksrheinischen Nebenflüsse — die Jll mitgerechnet — sind nicht ausreichend, um den Wasserbedarf für den Kanal zu decken.

Hauptspeisungskanal zur Wasserentnahme aus dem Rheine oberhalb Strassburg. Es musste daher auf eine Wasserentnahme aus dem Rheine Bedacht genommen werden, und es ist zu dem Zwecke die Anlage eines Speisungskanals projektirt, welcher nach dem Entwurfe aus der Konkaven des Rheinstroms bei Uferkilometer 114,78 (10 km oberhalb Strassburg) abzweigt und auf der Ostseite Strassburg's in den sogenannten Verbindungskanal, unterhalb der Brücke vor dem «Neuen Kehler Thore», einmündet. Von dort aus soll das Speisungswasser durch den schiffbaren Festungsgraben nach dem oberen Ende des projektirten Schifffahrtskanales geführt werden, wo es in denselben eintreten oder zum Theil durch den Jll-Rhein-Kanal oder die Jll bis zu dem projektirten Wehre bei der Wanzenauer Mühle fließen könnte, um von dort aus im Schifffahrtskanale nach Bedarf aufgenommen zu werden.

Dieser Speisungskanal ist bei normalem Wasserstande für die Zuleitung einer Wassermenge von 20 cbm in der Sekunde berechnet, und er weist folgende Abmessungen und Verhältnisse auf:

Länge von der Abzweigung aus dem Rheine bis zur Einmündung in den Verbindungskanal 10,7 km,

Sohlenbreite:

von km 0 bis km 3,1, bei 1,5maligen Böschungen	9,50 m,
von km 3,1 bis km 9,456, bei 2maligen Böschungen	8,50 »
Normale Wassertiefe	2,00 »
Breite in Wasserspiegel	15,5 bzw. 16,5 »
Wasserquerschnitt	25,0 qm,
Gefälle auf den Kilometer für 9,9 km Länge.	0,24 m,
Konzentrirtes Gefälle an der Stauanlage bei km 9,9, ungefähr.	2,50 » .
Mittlere Wassergeschwindigkeit in der Sekunde.	0,80 » .

Unter Benützung des bei km 9,9 des Zuleitungskanals vorgesehenen konzentrirten Gefälles von 2,50 m liesse sich daselbst

eine Turbinenanlage einrichten, deren Arbeit zur Erzeugung von Kraftwasser für die Hafen- und Speicherausrüstungen (Krahne, Kapständer, Winden, bewegliche Brücken, Förderbänder u. s. w.) bei Strassburg, sowie auch zu elektrischer Beleuchtung vortheilhaft zu verwenden wäre. Bei 20 cbm Wasserzufluss in der Sekunde und 2,50 m Gefälle ergibt sich eine Arbeitsleistung von $\frac{2,50 \times 20 \times 1000}{75} = 667$ Pferdestärken. Wird dabei ein Wir-

kungsgrad von 75% angenommen, so stehen $0,75 \times 667 = 500$ Pferdestärken als nutzbare Kraft zur Verfügung.

Wie bereits gesagt, ist der vorbezeichnete Speisungskanal in der Weise projektirt, dass mittelst desselben bei normaler Stauhöhe eine Wassermenge von 20 cbm aus dem Rheine entnommen werden kann. Sollten auch durch Sickerungsverluste auf der unteren Hälfte des Speisungskanales 2 cbm in der Sekunde verloren gehen, so würden immer noch 18 cbm für die Kanalspeisung übrig bleiben. Diese Wassermenge wäre allein schon ausreichend, um den durchschnittlichen Wasserbedarf für den Schifffahrtskanal zu decken. Im Bedarfsfalle liesse sich aber meist durch Höherhaltung des Wasserspiegels in dem Speisungskanale um 2 bis 3 Dezimeter, die verfügbare Speisungswassermenge um 3 bis 4 cbm in der Sekunde vermehren.

Ausser der vorher beschriebenen Anlage zu einer Wasser-
entnahme aus dem Rheine oberhalb Strassburg, sind noch mehrere
Anlagen für Zwischenspeisungen aus den linksrheinischen Neben-
flüssen vorgesehen. Dies hat sowohl den Zweck, aussergewöhn-
lichen Wasserbedarf im Schifffahrtskanale zu decken, als in den
wasserreichen Jahreszeiten die Wasserzuführung nach dem Kanale
im Interesse des Schifffahrtsbetriebes der Länge nach gleich-
mässiger vertheilen zu können.

Die Verhältnisse der vorgesehenen Zwischenspeisungen sind in folgender Uebersicht gegeben.

Zwischenspeisungen
aus den
linksrheinischen
Nebenflüssen.

Laufende Nummer.	Nebenfluss, aus welchem die Wasserentnahme erfolgt.	Wasserentnahmestelle.		Zu entnehmende Wassermenge in der Sekunde	
		Lokale Bezeichnung.	Kilometerstation.	als Mindest-	als Durch-
				betrag.	schnitt.
				cbm	cbm
A) Auf elsass-lothringischem Gebiete.					
1	Jll	an der Kreuzung des Flusses mit dem Kanale bei der Wanzenauer Mühle.	. . .	5,00	10,00
2	Zorn.	bei Weyersheim . . . . .	. . .	1,00	3,00
B) Auf bayerischem Gebiete.					
3	Lauter. . .	unterhalb der elsässisch-bayerischen Grenze.	. . .	2,00	3,00
4	Altrhein. .	oberhalb Sondernheim. . .	. . .	0,50	1,00
		Summa von A und B.	. . .	8,50	17,00

Nach dieser Uebersicht ist zu der Zwischenspeisung des Kanals eine verfügbare Wassermenge von

8,50 cbm als Mindestbetrag

und

17,00 cbm als Durchschnitt

vorhanden, und da die aus dem Rheine zu beziehende Wassermenge, nach Abzug der Sickerungsverluste in dem betreffenden Speisungskanale, 18 bis 22 cbm in der Sekunde beträgt, so stellt sich die gesammte verfügbare sekundliche Wassermenge für den Schifffahrtskanal auf mindestens $18 + 8,50 = 26,50$ cbm und kann nöthigenfalls bis zu $18 + 17 = 35$ cbm gesteigert werden. Der gesammte Wasserbedarf beträgt demgegenüber nur 14,5 cbm im Durchschnitte und 23,5 cbm im Höchstbetrage, so dass die Wasserversorgung des Kanals für alle Fälle vollständig gesichert ist.

Bezüglich der Wasserentnahme aus der Zorn ist zu bemerken, dass dieselbe nicht fortlaufend, sondern in der Regel nur zu Zeiten erfolgen soll, wo der Fluss grössere Wassermengen führt, weil sonst Entschädigungen an die Besitzer der unterhalb ge-

legenen Mühlen zu zahlen wären. Die Speisungsanlage an der Zorn bietet vor allen Dingen den Vortheil, dass zu Zeiten, wo der Fluss Hochwasser führt, behufs Dichtung des Kanals trübes Wasser an der betreffenden Stelle in denselben geleitet werden kann. Ausserdem kann diese Speisungsanlage bei aussergewöhnlichem Wasserbedarf, wie z. B. bei der erstmaligen Füllung des Kanales oder bei Wiederanfüllung einzelner Haltungen nach Kanalsperren u. s. w., wesentliche Vortheile bieten.

Nöthigenfalls könnten auch aus der Moder und dem Sauerbache ziemlich bedeutende Wassermengen für Zwischenspeisungen entnommen werden.

Endlich bleibt noch die Möglichkeit der Anlage eines zweiten grösseren Zubringers für eine Zwischenspeisung aus dem Rheine zu erwähnen. Derselbe könnte bei Rheinufer-Kilometer 158,3 (gegenüber Fort-Louis) aus dem Rheine abzweigen und, unter theilweiser Benutzung des jetzigen Moder-Flussbettes (früheres Rheinbett), nach dem oberen Ende der Kanalhaltung Nr. 9, km 42,0, geführt werden.

Dieser Speisungskanal, dessen Bauwürdigkeit eingehend untersucht worden ist, würde im übrigen folgende Verhältnisse aufweisen :

Länge von der Abzweigung aus dem Rheine bis zur Einmündung in den Schiffahrtskanal 11,7 km;

Kote des Wasserspiegels

a) an der Abzweigung aus dem Rheine . . 115,00 »
(0,30 m unter dem niedrigsten bekannten Rheinwasserstande)

b) an der Einmündung in den Kanal 112,30 » .

Demnach :

Absolutes Gefälle (2,70 m

Mittleres Gefälle auf den Kilometer 0,23 » .

Das Normalprofil wäre nach der zu entnehmenden, in hohem Masse verfügbaren Wassermenge zu bestimmen.

Unter der Annahme, dass dieser Speisungskanal für 15 cbm Wasserzuführung in der Sekunde angelegt würde, stellten sich dessen Anlagekosten, einschliesslich aller zugehörigen Bauwerke, auf 6 bis 700 000 *M.*

Sonstige Speisungsmittel, die möglicherweise in Betracht gezogen werden können.

Von den Wasserentnahmen aus der Moder und dem Sauerbache und von der Anlage eines zweiten Speisungskanales zur Wasserentnahme aus dem Rheine kann vorläufig abgesehen werden. Sollte jedoch in Zukunft wider Erwarten Mangel an Speisungswasser eintreten, oder sollte die Zuführung der Hauptspeisungswassermenge vom oberen Ende des Kanales aus für die Schifffahrt auf der oberen Strecke zu lästig werden, so wird das erwähnte Projekt eines zweiten grösseren Zubringers aus dem Rheine unbedingt allen sonstigen Projekten vorzuziehen sein.

Schluss-
bemerkungen.

Aus den vorhergehenden Darstellungen dürfte zur genüge hervorgehen, dass die Wasserversorgung des oberrheinischen Schifffahrtskanales nicht nur absolut gesichert ist, sondern dass dieselbe auch verhältnissmässig billig auszuführen sein wird.

Zweck
der vorgesehenen
Entlastungsanlagen.

Im Projekte sind eine Reihe von Entlastungsanlagen vorgesehen, welche einem doppelten Zwecke dienen sollen, und zwar:

- a) zur Entleerung der Haltungen, behufs Vornahme von Reparaturen, Hebung gesunkener Schiffe u. s. w.;
- b) zur Ableitung des überflüssigen Wassers in den Haltungen — soweit dasselbe nicht zur Speisung der folgenden Haltungen verwendet werden kann —, um eine Ueberstauung über die grösste zulässige Wasserstandshöhe hinaus zu verhindern.

Vereinigung
der
Entlastungsanlagen
mit den Fluss-
unterführungen.

Es sind — ausser in einem Falle (in Haltung Nr. 8 bei km 40,210) — sämtliche Entlastungsanlagen in Vereinigung mit einer Flussunterführung auf der rechten Seite des Kanales angeordnet worden. Die projektierte Anordnung besteht in der Hauptsache aus zwei nebeneinander liegenden Oeffnungen von je 2,90 m Lichtweite. In jeder derselben befindet sich eine hölzerne Abschlusswand mit beweglicher Grundschiute von 2,90 m lichter Breite und 1,50 m lichter Höhe. In beiden Oeffnungen liegt die Schwelle in der Höhe der Kanalsohle. Der obere Rand der

Abschlusswand kann in angemessener Höhe angeordnet werden, um nöthigenfalls als Ueberfallwehr zu dienen. Die erwähnten Abschlusswände nebst Schützen befinden sich an der Innenseite des rechten Leinpfades. Die Bewegungsvorrichtung ist dabei in solcher Weise angeordnet, dass sie dem Leinenzuge auf der betreffenden Kanalseite (welche übrigens nicht die Hauptleinpfade ist) nicht hinderlich wird.

Zur rechtzeitigen und sicheren Handhabung der Entlastungsschützen wäre in jeder Haltung ein Wasserstandsanzeiger, in Verbindung mit einer in der Wohnung des Wärters anzubringenden Klingelvorrichtung zu errichten, durch welche der mit der Bedienung dieser Schützen beauftragte Wärter zu jeder Zeit, besonders in der Nacht, auf den bevorstehenden Eintritt des höchsten zulässigen Wasserstandes rechtzeitig aufmerksam gemacht wird.

Das Nähere über die Vertheilung, die örtliche Lage und die Abmessungen der Entlastungs- und Ablassvorrichtungen auf elsass-lothringischem Gebiete ist aus nachfolgender Uebersicht (S. 60) zu ersehen.

Entlastungsanlagen
auf elsass-
lothringischem
Gebiete.

Auf bayerischem Gebiete sind für die Kanalstrecke bis Speyer folgende Entlastungsanlagen vorgesehen:

Entlastungsanlagen
auf bayerischem
Gebiete.

1. bei km 2,200 in Haltung Nr. 10:
 - 2 Entlastungsschützen von je 2,90 m Lichtweite an der Unterführung der Neuen-Lauter;
2. bei km 19,016 in Haltung Nr. 13:
 - 3 Entlastungsschützen von je 2,90 m Lichtweite an der Unterführung des Otterbaches;
3. bei km 27,085 in Haltung Nr. 14:
 - 1 Entlastungsschütze von 2,90 m Lichtweite an der Unterführung der vereinigten Wasserläufe Rottenbach, Klingbach und Spiegelbach;
4. bei km 34,975 in Haltung Nr. 15:
 - 2 Entlastungsschützen von je 2,90 m Lichtweite an der Unterführung der vereinigten Wasserläufe Queich, Solach und Druslach.

Laufende Nummer.	Entlastungsanlage.		Lage des Bauwerks		Gesamte lichte Breite der Oeffnungen.	Der gewöhnliche Wasserstand des Nebenflusses liegt höher als die Schützenschwelle (Kanalsohle) um:	Wassermenge, welche bei vollständiger Trockenlegung des Kanals vermittelt der in Spalte 2 bezeichneten Vorrichtungen abzuführen ist.
	Bezeichnung.	in Haltung Nr.	bei km.				
1	2	3	4	5	6	7	
1	Jllwehr b. Wanzenau	2	6,820	$12 \times 5,50$ $= 66,00$	m 2,00 (Die Haltung Nr. 2 kann nicht vollständig entleert werden).	1. Aus Haltung Nr. 1: cbm $4\,490 \times 90,5$ qm . = 406 000 2. Aus Haltung Nr. 2: $2\,940 \times 34,5$ qm . = 101 000 Summa . . . 507 000	
2	Hochwasserschützen an der Zornkreuzung bei Weyersheim.	3	14,250	$4 \times 5,70$ $= 22,80$	1,10	Aus Haltung Nr. 3: cbm $6\,450 \times 61,7$. . . = 398 000	
3	Hochwasserschützen an der Moderkreuzung bei Bischweiler.	4	21,222	$5 \times 5,70$ $= 28,50$	0,60	1. Aus Haltung Nr. 3: cbm $6\,450 \times 28,8$. . . = 186 000 2. Aus Haltung Nr. 4: $6\,980 \times 75,4$. . . = 526 000 Summa . . . 712 000	
4	Schützensvorrichtung an der Unterführung des Fallgrabens und Eberbachs bei Sufflenheim.	6	31,985	$2 \times 2,90$ $= 5,80$	0,25	1. Aus Haltung Nr. 4: cbm $6\,980 \times 15,1$. . . = 105 000 2. Aus Haltung Nr. 5: $3\,820 \times 90,5$. . . = 346 000 3. Aus Haltung Nr. 6: $7\,440 \times 84,4$. . . = 628 000 Summa . . . 1 079 000	
5	Freistehende Entlastungsanlage bei Kesseldorf.	8	40,210	$2 \times 2,90$ $= 5,80$	0,70	1. Aus Haltung Nr. 6: cbm $7\,440 \times 6,1$. . . = 45 000 2. Aus Haltung Nr. 7: $5\,200 \times 90,5$. . . = 471 000 3. Aus Haltung Nr. 8: $3\,890 \times 72,7$. . . = 283 000 Summa . . . 799 000	
6	Schützensvorrichtung an der Unterführung des Selzbaches bei Münchhausen.	9	47,875	$2 \times 2,90$ $= 5,80$	0	1. Aus Haltung Nr. 8: cbm $3\,890 \times 17,8$. . . = 69 000 2. Aus Haltung Nr. 9: $8\,080 \times 90,5$. . . = 731 000 Summa . . . 800 000	

IX.

HAFENANLAGEN. WENDEPLÄTZE.

Der bedeutendste Ort an dem projektirten Kanale ist Strassburg. Dasselbst würde demnächst der grosse Rheinverkehr von den niederländischen Seeplätzen und von Antwerpen, sowie von den rheinisch-westphälischen Bergwerksbezirken seinen Endpunkt finden; und an diesem Orte wäre denn auch ein grösserer Hafen für den Verkehr mit Rheinschiffen herzustellen. Die bezüglichen Anlagen und Einrichtungen dieses Hafens sind in der vollkommensten Weise auszuführen gedacht.

Hafenanlagen
zu Strassburg.

Für die Hafenanlagen in Strassburg sind verschiedene Projekte aufgestellt worden, von denen hauptsächlich das nachstehend bezeichnete, kombinirte Projekt sich zu besonderer Berücksichtigung eignen dürfte.

Für den Verkehr mit Getreide, Kolonialwaaren und Stückgütern ist die Anlage eines Innenhafens vorgesehen, welcher auf die Fläche zwischen dem sogenannten Franzosenkanal und der Wallstrasse längs der Ostfront der Stadtumwallung einerseits und dem Citadellenthore und dem Kanalthore andererseits zu liegen käme. Bei diesem, innerhalb der Stadtumwallung gelegenen Hafen, ist auf die Errichtung von massiv gebauten Lagerhäusern mit allen zugehörigen Ausrüstungen Bedacht genommen.

Ausser diesem Innenhafen ist für den Verkehr und die Niederlage von Steinkohlen, Petroleum, Holz, sowie für den Ueberladeverkehr die Anlage eines Aussenhafens zwischen dem Verbindungskanale und der sogenannten «Rheinstrasse» (von Strassburg nach Kehl) in der Nähe des Metzgerthorbahnhofes in Aussicht genommen.

Der Innen- wie der Aussenhafen sollen mit der Reichs-Eisenbahn durch entsprechende, an den Metzgerthorbahnhof anschliessende Geleisanlagen verbunden werden.

Hafenanlage
zu Speyer
oder Ludwigshafen.

Am unteren Ende des Kanals, an seiner Abzweigung vom Rheine — bei Speyer oder bei Ludwigshafen —, ist die Anlage eines Hafens in solcher Ausdehnung vorgesehen, dass in demselben mindestens die Fahrzeuge eines vom Rheine einfahrenden grösseren Schleppzuges aufgenommen werden können.

Die Nothwendigkeit dieses Hafens, bezw. die geplante Ausdehnung desselben, ist allein schon durch die Umstände begründet, dass das Liegen der Schiffe im offenen Strome Unzuträglichkeiten zur Folge haben würde, und dass die grossen Rheinschleppdampfer — vielfach Räderdampfer — vom Verkehre auf dem Kanale selbst ausgeschlossen sind. Es ist deshalb dafür zu sorgen, dass der ganze Anhang eines Zuges sofort in eine geschützte Lage ausserhalb des Stromes gebracht werden kann.

Sonstige Hafen-
und Wendepätze.

Im übrigen sind Hafenplätze von geringerer Ausdehnung in Germersheim, Maximiliansau, Lauterburg, Sufflenheim und Bischweiler, ferner Wendepätze bei Münchhausen und Weyersheim vorgesehen.

Diejenigen Stellen des Kanals auf elsass-lothringischem Gebiete, an welchen ein Wenden der Schiffe überhaupt stattfinden kann, sind der Reihe nach in folgender Uebersicht aufgeführt.

Bezeichnung der zum Wenden der Schiffe geeigneten Stellen.	Lage bei km.	Grösste Breite an der Sohle. m	Bemerkung.
1. im Hafen zu Strassburg	—	Verschieden.	Für die grössten Rheinschiffe.
2. an der Kreuzung mit dem Jll- Rhein-Kanale bei Strassburg.	—	circa 80	Desgl.
3. an der Jll-Kreuzung vor Wanzenau.	6,8	circa 120	Desgl.
4. Wendestelle hinter der Landgra- benunterführung bei Weyersheim.	13,2	65	Für mittelgrosse Rheinschiffe.
5. Hafenbecken bei Bischweiler . . .	19,9	90	Für die grössten Rheinschiffe.
6. Hafenbecken bei Sufflenheim . . .	31,1	65	Für mittelgrosse Rheinschiffe.
7. Wendestelle vor Münchhausen . .	46,4	90	Für die grössten Rheinschiffe.
8. Hafenbecken bei Lauterburg . . .	53,3	90	Desgl.

X.

DICHTUNG DES KANALBECKENS

UND

SONSTIGE BAULICHE ANORDNUNGEN.

Da die Sohle des Kanals fast überall in durchlässigen (sandigen oder kiesigen) Untergrund eingeschnitten wird und der Kanalwasserspiegel meistens über den Grundwasserstand zu liegen kommt, so werden ziemlich umfangreiche künstliche Dichtungen des Kanalbeckens auszuführen sein, und es ist daher im Kostenanschlage eine entsprechende Summe für diese Arbeiten vorgesehen.

Allgemeine
Bemerkungen
über den Umfang
der Dichtungen.

Der zu erstrebende Grad der Dichtigkeit des Kanalbeckens steht in erster Reihe in Beziehung zu den Kosten der Beschaffung des Speisungswassers. Ausserdem kommt aber in Betracht, dass die Menge des durch den Kanal zu führenden Speisungswassers in Folge der Wasserströmung den Schifffahrtsbetrieb beeinflusst. Es ist deshalb darauf hinzuwirken, letzteren nicht zu erheblich zu erschweren. Ferner muss auch darauf gesehen werden, dass die an den Kanal anstossenden Ländereien nicht durch übermässige Sickerungen aus dem Kanale beschädigt werden.

Die Art und der Umfang der Dichtungsarbeiten ist mit der Wasserversorgung in der Weise zu vereinigen, dass der in dieser Hinsicht aufzuwendende gesammte Kostenbetrag nebst den in Kapital verwandelten Unkosten, welche durch die Wasserströmung im Kanale und die Entwässerung des Seitengeländes entstehen, ein Minimum wird.

Dadurch, dass die Kosten der Wasserversorgung des projektirten Kanales, im Vergleiche zu den Kosten der künstlichen Dichtungsarbeiten, verhältnissmässig gering ausfallen, ergibt sich — selbst unter angemessener Berücksichtigung der Nachtheile der Wasserströmung für den Schifffahrtsbetrieb und der Kosten,

welche für die Entwässerung der von dem Kanale durchzogenen Ländereien aufzuwenden sind —, dass es keineswegs angezeigt ist, auch nur annähernd einen Dichtigkeitsgrad anzustreben, wie solcher auf Kanälen mit hochliegender Scheitelhaltung allgemein nothwendig wird.

Von jenen Grundsätzen, sowie von den am Hüniger Zweigkanale, am Rhein-Rhône-Kanale auf der Strecke Mülhausen—Strassburg und am sogenannten Verbindungskanale bei Strassburg¹ gemachten Erfahrungen ausgehend, wurde im Projekte der voraussichtliche Kostenaufwand für die nach Vollendung des Kanalbeckens herzustellenden Dichtungsarbeiten zu durchschnittlich 33 000 *M* pro km² — unter Anrechnung der ganzen Kanallänge — angenommen. Dabei ist vorausgesetzt, dass die erforderliche Menge des Speisungswassers (Schleusungswasser nicht mitgerechnet) nach Fertigstellung der Dichtungsarbeiten 0,14 bis 0,18 cbm (je nach der Jahreszeit und dem Grundwasserstande) in der Sekunde und auf den Kilometer Kanallänge — oder 12,1 bis 15,6 cbm pro Tag und lfd. m — betragen könne.

Dichtungsmittel.

Ausser den schon während der Bauausführung herzustellenden Dichtungskörpern in den Seitendämmen, durch Verwendung des aus dem Einschnitte ausgeschiedenen dichteren Bodens u. s. w., wurden nachstehende drei Arten künstlicher Dichtung in's Auge gefasst, welche auch bei anderen Kanälen, die unter ähnlichen Bodenverhältnissen gebaut worden sind, zur Anwendung kamen:

1. die Dichtung mit stark getrübttem Wasser und feinem Sande;
2. die Dichtung mit einer Decke aus Lehm und
3. die Dichtung mit einer Betonschicht.

Es ist selbstverständlich, dass diejenigen Kanalstrecken, bei welchen der Kanalwasserspiegel unter oder nur wenig über dem

1. Im Zuge der angeführten, ebenfalls in der Rheinebene liegenden Kanalstrecken, besteht der Untergrund durchweg aus größerem Kies und Sand, welcher viel durchlässiger ist, als derjenige im Zuge des projektirten Kanals.

In dem letzteren wird die Wassertiefe allerdings um circa 1,20 bis 1,30 m grösser, als diejenige im Rhein-Rhône- und im Hüniger Kanale; dagegen liegt die Sohle dieser letzteren Kanäle meistens über dem höchsten (!) Grundwasserstande (siehe Annales des Ponts et Chaussées, Jahrg. 1845, I, S. 230), während der projektirte oberrheinische Kanal mit der Sohle fast durchweg unter den gewöhnlichen Grundwasserstand zu liegen kommt.

2. Ueber 10 % der sämmtlichen Baukosten.

Grundwasserstande liegt, überhaupt nicht gedichtet zu werden brauchen.

Bezüglich der übrigen Kanalstrecken wird eine nähere Bestimmung darüber, welche Theile nach der einen oder der anderen Weise zu dichten sein werden, erst während der Bauausführung, zum Theil auch erst nach Feststellung der Wasserverluste durch vorheriges Einlassen von Wasser in den Kanal, getroffen werden können, ähnlich wie dies fast bei allen bestehenden Kanälen geschehen ist.

Der projektirte Kanal wird auch für landwirthschaftliche Verbesserungen nutzbar sein.

Benutzung
des Kanals zu land-
wirthschaftlichen
Meliorationen.

In dieser Beziehung kommt für die Strecke auf elsass-lothringischem Gebiete in erster Linie das Ried von Wanzenau bis Schirrhein, auf eine Länge von 17 km, in Betracht. Dasselbe stellt eine ausgedehnte Wiesenfläche mit sehr geringem Gefälle und sehr ungünstigen natürlichen Wasserabflussverhältnissen dar. Der Untergrund, in einer gewissen Tiefe unter der Oberfläche, besteht aus Sand und Kies in mächtiger Lagerung, während die obere Bodenschicht ein schwerer und kalter, thonig-mooriger Boden ist. In den nassen Jahreszeiten leidet derselbe gewöhnlich an übermässiger Nässe, in trockenen Zeiten dagegen an grosser Dürre. Auf den Wiesen des Rieds wäre demnach, je nach den Jahreszeiten und den Wasserstandsverhältnissen, eine Entwässerung oder eine Bewässerung erforderlich. Es bestehen zwar schon Ent- und Bewässerungsanlagen im Ried, doch sind dieselben theils nicht ausreichend, theils wegen Mangel an Vorfluth nicht genügend wirksam.

Ein Theil (circa $\frac{1}{3}$) des Rieds könnte in wirksamerer Weise als bisher mittelst des projektirten Kanals entwässert werden. So liesse sich z. B. das Wasser aus dem sogenannten Landgraben, von der Stelle aus, wo dieser den Kanal kreuzt, mittelst eines, längs des Kanals anzulegenden, grösseren Entwässerungsgrabens und einer unter dem Flussbette der Zorn hindurchzuführenden Rohrleitung bis in die Kanalhaltung Nr. 4 ableiten. Hierdurch würde eine weit bessere Vorfluth für das dem Landgraben zugeführte Wasser geschaffen werden, als die bisher bestehende.

Speisungswasser für den Kanal steht in reichlichem Masse

zur Verfügung, und es ist die Höhenlage des Kanalwasserspiegels in Beziehung zu derjenigen des Terrains derart, dass fast aus allen Kanalhaltungen Wasser zu Geländebewässerungen abgeführt werden könnte.

Verbindung
des Kanals
mit dem Rheine
bei Strassburg.

Bei Strassburg ist eine Verbindung des projektirten Kanals mit dem Rheine bereits durch den bestehenden Jll-Rhein-Kanal vorhanden. Die Endschleuse dieses letzteren (Schleuse Nr. 88), welche gegenwärtig den Verkehr zwischen dem Kanalnetze bei Strassburg und dem Rheine vermittelt, hat zur Zeit bei 12,00 m lichter Weite, nur 53 m nutzbare Länge. Eine Verlängerung dieser Schleuse, zur Herbeiführung einer nutzbaren Kammerlänge von 85 m, steht aber für die nächste Zeit bestimmt in Aussicht. Die untere Drempelschwelle der Schleuse liegt circa 0,90 m unter dem gemittelten niedrigsten Winterwasserstande.

Mittelst dieser Verbindung kann daher auch der Rhein für die Rückfahrt von Strassburg abwärts von leeren Rheinschiffen jeder Gattung und Grösse benutzt werden.

Verbindung
mit den bestehenden
Kanälen.

Die Trace des projektirten Kanals kreuzt bei Strassburg den Jll-Rhein-Kanal und tritt daselbst in den sogenannten Verbindungskanal. Der Kanal würde daher mit den elsass-lothringischen Kanälen unmittelbar in Verbindung stehen, und es wäre durch diese letzteren dann auch die Verbindung mit den französischen und belgischen Kanälen gegeben.

Diese Verbindung würde für die Entwicklung des Kanalverkehrs, sowohl auf dem projektirten Kanale, als auf den bestehenden elsass-lothringischen Kanälen, eine grosse Bedeutung haben. In Rücksicht hierauf ist denn auch in dem Projekte der Hafenanlagen zu Strassburg auf das Ueberladen der Güter von Rheinschiffen in gewöhnliche Kanalschiffe, und umgekehrt, Bedacht genommen.

Verbindung
mit den
Eisenbahnen.

Die Hafenanlagen zu Strassburg würden, wie schon erwähnt, mit der Reichs-Eisenbahn durch entsprechende, an den Metzgerthor-Bahnhof anschliessende Geleisanlagen verbunden werden.

Weitere Verbindungen zwischen Kanal und Eisenbahnen würden in Speyer (oder Ludwigshafen), Germersheim und Lauterburg, nöthigenfalls auch bei Bischweiler und Wörth herzustellen sein.

Es ist auf die ganze Länge des Schifffahrtskanals, sowie des Speisungskanals oberhalb Strassburg, die Anlage einer Telegraphen-
nebst Telephonleitung, mit Stationseinrichtung für Telegraph und
Telephon in jedem Schleusenhouse und in den Bureaus der Bau-
inspektionen und der Kanalaufseher vorgesehen. Eine solche
Anlage ist für einen geregelten, grösseren Betrieb unbedingt
nothwendig.

Telegraphen-
und
Telephonanlagen.

XI.

BAUKOSTEN.

In nachstehender Uebersicht sind die Baukosten des Kanals
für die 54,5 km lange Strecke auf elsass-lothringischem Gebiete
aufgeführt.

Baukosten
für die Strecke
auf elsass-
lothringischem
Gebiete.

Titel.	Gegenstand.	Betrag.	Kostenbetrag in Prozenten der gesammten Bausumme.
I.	Erdarbeiten	3 421 056	20,3 %
II.	Böchungs- und Uferbefestigungsarbeiten. .	354 139	2,2 %
III.	Schleusen	3 805 000	22,6 %
IV.	Brücken, Durchlässe, Flussunterführungen und sonstige Kunstbauten	2 574 490	15,3 %
V.	Bekiesung der Leinpfade und Chaussirungs- arbeiten	180 640	1,1 %
VI.	Dichtungsarbeiten	1 782 000	10,6 %
VII.	Wärterhäuser und Magazine	341 500	2,0 %
VIII.	Baumpflanzungen, Telegraphenanlagen, Eintheilungszeichen u. s. w.	62 874	0,4 %
IX.	Grunderwerb und Pachtentschädigungen, nebst den dazu gehörigen Nebenkosten .	2 196 084	13,1 %
X.	Hauptspeisungsanlagen	640 000	3,8 %
XI.	Bauleitung	582 800	3,5 %
XII.	Insgemein	859 417	5,1 %
	Gesammte Baukosten für die Strecke auf elsass-lothringischem Gebiete — ohne die Hafenanlagen zu Strassburg —	16 800 000	100,0 %

Baukosten
für die Strecke
auf baye-
rischem Gebiete.

Für die 45,0 km lange Kanalstrecke auf bayerischem Gebiete wurden die gesammten Baukosten berechnet

auf M. 15 130 000.

Die Fortsetzung des Kanals auf 17 km Länge von Speyer bis Ludwigshafen (Mundenheim) würde einen Mehraufwand von M. 6 020 000 erfordern.

Gesamtkosten.

Im ganzen wird daher der Kanal in runden Summen kosten:

a) von Strassburg bis Speyer (99,5 km). M. 32 000 000;

oder

b) von Strassburg bis Ludwigshafen
(116,5 km). M. 38 000 000.

In diesen Summen sind die Kosten für die Anlage der Häfen nicht inbegriffen.



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

III 16354
L. inw.

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300263