

1886
x

II. internationaler Binnenschiffahrts-Congress Wien 1886.

Unter dem hohen Protectorate Sr. k. und k. Hoheit des durchlauchtigsten

Kronprinzen Erzherzog Rudolf.

(II. Section.)

Normalprofile

für

Binnenschiffahrts-Canäle und Dimensionirung der Bauwerke
auf künstlichen Binnenwasserstrassen.

Zweckmässigkeit einheitlicher Normaldimensionen. Type des Querprofils für Hauptcanäle in freier Strecke, unter Brücken, in Aquädueten und in unterirdischen Strecken. Type der Normalschleuse für Hauptcanäle. Minimaldimensionen der Querprofile und Bauwerke canalisirter Flüsse. Schlussantrag.

Referat erstattet von

J. SCHLICHTING

ordentl. Professor für Wasserbau an der königl. technischen Hochschule Berlin, Vorsitzender des Centralvereins für Hebung der deutschen Fluss- und Canalschiffahrt.

16975
Mit 1 Beilage.



WIEN 1886.

Verlag der Organisations-Commission des Congresses.

211

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316859

II. internationaler Binnenschiffahrts-Congress Wien 1886.

Unter dem hohen Protectorate Sr. k. und k. Hoheit des durchlauchtigsten

Kronprinzen Erzherzog Rudolf.

(II. Section.)

Normalprofile

für

**Binnenschiffahrts-Canäle und Dimensionirung der Bauwerke
auf künstlichen Binnenwasserstrassen.**

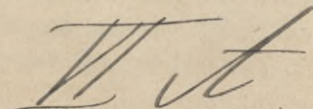
Zweckmässigkeit einheitlicher Normaldimensionen. Type des Querprofils für Hauptcanäle in freier Strecke, unter Brücken, in Aquäducten und in unterirdischen Strecken. Type der Normalschleuse für Hauptcanäle. Minimaldimensionen der Querprofile und Bauwerke canalisirter Flüsse. Schlussantrag.

Referat erstattet von

J. SCHLICHTING

ordentl. Professor für Wasserbau an der königl. technischen Hochschule Berlin, Vorsitzender des Centralvereins für Hebung der deutschen Fluss- und Canalschiffahrt.

Mit 1 Beilage.



WIEN 1886.

Verlag der Organisations-Commission des Congresses.





U-354251

ЗН-3-18/2018



I. Binnenschiffahrts-Canäle.

Die seit Anfang des 17. Jahrhunderts bisher erbauten Binnenschiffahrts-Canäle bezeugen, von wenigen Ausnahmen abgesehen, dass der geringe Grad ihrer Leistungsfähigkeit — eine Folge der meist unzureichenden Dimensionen der Canalquerprofile und der zugehörigen Kunstbauten — sowie der Mangel an einheitlichen Normaldimensionen für die Entwicklung der Binnenschiffahrt wesentliche Hindernisse gewesen sind. Erst in der Neuzeit hat sich das Streben, diese Hindernisse möglichst zu beseitigen und die Erkenntniss Bahn gebrochen, dass Canäle weit mehr, als bisher dem grossen nationalen und internationalen Verkehr dienstbar gemacht werden können, und dass sie neben den Eisenbahnen für den Transport von Massengütern, wie Kohlen, Erze, Steine, sperrige Kaufmannsgüter und landwirthschaftliche Producte nicht nur nothwendige,¹ sondern auch volkwirthschaftlich berechtigte Verkehrsmittel bilden, insofern sie die Eisenbahnen, welche die genannten Massengüter kaum noch bewältigen können, und durch den Transport derselben in ihrer Rentabilität mehr oder weniger beeinträchtigt zu werden drohen, zu entlasten und eine Verbilligung der Transportkosten herbeizuführen vermögen.

Um dieses Ziel zu erreichen und dadurch die Binnenschiffahrt neu zu beleben, ist es nothwendig, die Leistungsfähigkeit der Canäle derartig zu erhöhen, dass auf ihnen Fahrzeuge mit grösseren Lasten und grösserer Geschwindigkeit als bisher verkehren können, da der zeitige Verkehr nicht nur grössere Gütermassen, sondern auch wesentlich kürzere Lieferfristen als bisher verlangt. Ausserdem fordert derselbe aber auch, für alle diejenigen Hauptcanäle, welche schiffbare Flüsse verbinden und dem nationalen und internationalen Durchgangsverkehr dienen können, ähnlich wie bei den Eisenbahnen, einheitliche Minimal-Normaldimensionen für die Querprofile und die bei denselben in Frage tretenden Kunstbauten.

Die Nothwendigkeit und Zweckmässigkeit einheitlicher Normaldimensionen ist denn auch für derartige Canäle bereits vielfach anerkannt worden, wie beispielsweise die erfolgte staatliche Festsetzung von

Normaldimensionen für Canalschleusen in Frankreich und die Vereinbarung von Normaldimensionen seitens eines, durch den Centralverein für Hebung der deutschen Fluss- und Canalschiffahrt in Berlin 1873 berufenen Techniker-Congresses beweisen.

Einen Beitrag zur Ermittlung und internationalen Vereinbarung von Normaldimensionen für Hauptcanäle der Binnenschiffahrt zu liefern, ist Zweck nachstehender Erörterungen, bei denen dem Localverkehr dienende Binnencanäle ebensowohl, wie Seecanäle ausgeschlossen sind, da deren Dimensionen in jedem einzelnen Falle nach dem speciellen Bedürfniss zu bemessen und nicht wohl zu normalisiren sein dürften.

Die in Betracht kommenden Normaldimensionen beziehen sich auf die Querprofile der Canäle in freier Strecke, unter Brücken, in Aquäducten und unterirdischen Strecken und auf die gebräuchlichen Kammer-schleusen.

I. Querprofil der Hauptcanäle in freier Strecke.

Die Leistungsfähigkeit eines Canales ist abhängig von dem Verhältniss des eingetauchten, benetzten Schiffsquerschnittes zum benetzten Canalquerschnitt, von der Fahrgeschwindigkeit des Schiffes, von der Tiefe und Breite des benetzten Canalquerprofiles und seiner Böschungsanlage. Während jenes Verhältniss den Widerstand, den das fahrende Schiff zu überwinden hat, und die Fahrgeschwindigkeit beeinflusst, sind Breite und Tiefe des Canals für die Tragfähigkeit des Schiffes, sowie Böschungsanlage für die Erhaltung des Profiles bestimmend.

Dies ergibt sich im Allgemeinen schon aus den bekannten Thatsachen, dass der Widerstand der zweiten Potenz der Tauchtiefe des Schiffes proportional ist und annähernd mit dem Quadrat der Fahrgeschwindigkeit wächst, dass aber die Tragfähigkeit des Schiffes der dritten Potenz der Tauchtiefe proportional ist. Der Widerstand im Canal wird theils durch die Reibung zwischen Schiffswandung und Wasser, theils durch die Form des Schiffes, vorzugsweise jedoch durch die stauende Wirkung des bewegten Schiffes und ausserdem bei Dampfschiffen auch noch durch die Wirbel und Wellen, welche Schraube und Räder hervorrufen, erzeugt. Hier ist der gesammte Widerstand und das zweckmässig erscheinende benetzte Canalquerprofil, sonach das Verhältniss des eingetauchten benetzten Schiffsquerschnittes zum benetzten Canalquerschnitt, ferner die Tiefe und Breite des letzteren und endlich die Neigung der Böschungen des Canalprofiles in specielle Erörterung zu ziehen.

a) Verhältniss des benetzten Schiffsquerschnittes zum benetzten Canalquerschnitt.

Dieses Verhältniss, mit n bezeichnet, ist für die Grösse der zur Ueberwindung des gesammten Widerstandes erforderlichen Zugkraft von besonderer Bedeutung. Je kleiner n ist, desto höher erhebt sich die vor dem Schiffe angestaute Wassermenge über den normalen Wasserstand,

mit umso grösserer Geschwindigkeit fliesst dieselbe zwischen Schiffs- und Canalwandungen ab, und umso stärker sind auch die Angriffe des abfliessenden Stauwassers auf die Canalböschungen. Die angestaute Wassermenge ist von der Fahrgeschwindigkeit des Schiffes wesentlich abhängig, da diese Menge gleich ist dem Product aus benetztem Schiffsquerschnitte und Fahrgeschwindigkeit. Hieraus erhellt sowohl bezüglich des Widerstandes und der Fahrgeschwindigkeit, als auch bezüglich der Erhaltung der Canalböschungen, die Zweckmässigkeit eines möglichst grossen Werthes für n .

Die rein theoretische Bestimmung des Widerstandes erscheint nicht thunlich, weil in den bekannten Formeln zur Ermittlung des Widerstandes in Canälen je ein variabler, von verschiedenen zum Theil ihrer Grösse nach noch unbekanntem Factor abhängiger Coëfficient enthalten, und das Gesetz der Variabilität desselben noch nicht ermittelt ist. Unter diesen Umständen dürfte es zweckmässiger sein, zur Ermittlung der Grösse des Widerstandes, die Resultate derjenigen zuverlässigen Versuche zu verwenden, welche im Jahre 1878 im Erie-Canal auf der Strecke in der Nähe von Canajoharie bis Mindenville, New-York, angestellt und durch E. Sweet in „Transactions of the American Society of Civil Engineers“, Vol. IX, 1880, Seite 99—110 veröffentlicht, sowie auch im „Handbuch der Ingenieurwissenschaften“, Band III, Abth. 2, zweite Auflage, Seite 21, von Prof. Sonne mitgeteilt und erläutert worden sind. Derartige Versuche sind, soweit bekannt, in anderen Canälen bisher nur in geringer Zahl zur Ausführung gelangt, die meisten Versuche beziehen sich auf den Widerstand der Schiffe in stillstehendem Wasser oder in breiten Flüssen, lassen sich daher hier nicht direct verwenden. Nun können zwar die Versuche im Erie-Canal auch nur für bestimmte Verhältnisse gelten, sie liefern daher keine allgemein giltige, übrigens auch nur von weiteren, zahlreichen Versuchen zu erwartende Lösung des Problems, immerhin aber doch für die Praxis Anhaltspunkte insoweit, als zur annähernden Ermittlung des Werthes von n erforderlich ist, wenn man die statthaft erscheinende Annahme acceptirt, dass die Resultate unter anderen Verhältnissen als im Erie-Canal, im Princip nicht wesentlich verschieden und nur dem Grade nach etwas andere sein werden. Immerhin bleibt dies ein Mangel, der aber zur Zeit wegen der geringen Zahl von Versuchen über den Einfluss, den die Dimensionen des Schiffes, seine Form, Tragfähigkeit und Fahrgeschwindigkeit im Canale, sowie dessen Querprofil auf den Schiffswiderstand ausüben, nicht zu beseitigen ist.

Bei den Versuchen im Erie-Canal wurden zwei längere, regelmässige, durch Sondirungen speciell untersuchte Canalstrecken mit dem von Pferden gezogenen Canalschiff „Henry L. Purdy“, welches bei 236 Tonnen (à 1000 kg) Trag- oder Ladefähigkeit eine Länge von 29.5 m, eine Breite von 5.37 m besitzt und bei den hier zu erörternden

fünf Versuchen gleich tief eintauchte, durchfahren. Die Fahrgeschwindigkeit war in derjenigen Canalstrecke, in der $n = 4.28$ m und die Wassertiefe 2.135 m betrug, bei drei Versuchen = 0.567 m, 0.825 m und 0.872 m pro Secunde, dagegen bei zwei Versuchen, mit $n = 5$ und 2.44 m Wassertiefe, 0.701 m und 0.932 m. Die Tauchtiefe des Schiffes war bei allen fünf Versuchen = 1.83 m und die Ladung = 212 Tonnen, bei einem Eigengewichte des Schiffes von 59 Tonnen, die Gesamtlast sonach = 271 Tonnen. Die Erhaltung der für jeden einzelnen Versuch constanten Fahrgeschwindigkeit wurde durch Marken, welche in Entfernungen von 500 engl. Fuss aufgestellt waren, controlirt, und der wahrscheinlichste Werth der Versuchszahlen nach der Methode der kleinsten Quadrate festgestellt. Aus den Versuchsergebnissen entwickelte Sweet für den Schiffswiderstand folgende Formel für engl. Maass:

$$P_1 = \frac{0.103 \cdot v^2 S}{n - 0.597}$$

oder für Metermaass nach Sonne:

$$P_1 = \frac{5.41 \cdot v^2 S}{n - 0.597}$$

worin v die Fahrgeschwindigkeit und S die benetzte Oberfläche des Schiffes, n aber das oben schon angegebene Verhältniss bezeichnen.

Da die nach dieser Formel berechneten Werthe des Widerstandes von den durch Beobachtung gefundenen Werthen um 2.5 bis 7.0 % differiren, sind die Rechnungsergebnisse, welche weiterhin abgeleitet worden, nur innerhalb dieser Grenzen zutreffend, was indessen beim bisherigen Mangel einer zuverlässigen, allgemein giltigen Formel, wenigstens in vorliegendem Falle, in welchem es sich nur um die Erlangung möglichst annähernder Anhaltspunkte handelt, ohne wesentlichen Nachtheil bleibt.

Nach der Sweet'schen Formel sind in Fig. 1—5 der hierzu gehörigen Anlage „Graphische Darstellung des Schiffswiderstandes in Schifffahrts-canälen“ die Widerstände, welche das oben benannte Schiff des Erie-canals bei den verschiedenen, oben für Pferdezug angegebenen Fahrgeschwindigkeiten von 2.04 bis 3.36 km pro Stunde und bei $n = 1$ bis 10 zu überwinden hat, sowie in Fig. 6 und 7 desgleichen die für Dampfbetrieb bei 1.2 und 1.4 m Fahrgeschwindigkeit pro Secunde oder 4.32 bis 5.04 km pro Stunde zu überwindenden Widerstände berechnet und graphisch dargestellt, wobei die Werthe von n die Abscissen und die Werthe der Widerstände oder Zugkräfte, pro Quadrat-Meter benetzter Schiffsoberfläche in Kilogramm, die Ordinaten bilden.

Die Widerstandscurven Fig. 1 bis 7 lassen erkennen, dass die Widerstände mit Vermehrung der Fahrgeschwindigkeit und Verminderung des Werthes von n zunehmen. Die Curven für Pferdezuggeschwindigkeiten zeigen bei $n = 4$ ein entschiedeneres Ansteigen, als bei $n = 5$ bis 10, für Dampfzuggeschwindigkeiten dagegen bei $n = 5$.

Aus den Curven ergibt sich das Gesetz, dass sich die Widerstände bei gleichem Werth von n und verschiedener Geschwindigkeit, wie die Quadrate der Geschwindigkeiten und bei $n = 4$ bis 10 nahezu umgekehrt wie die Werthe von n verhalten, dagegen bei $n = 1$ bis 4 in wesentlich stärkerem Verhältniss zunehmen. Hieraus folgt, dass n mindestens gleich 4 anzunehmen sein wird. Der besseren Uebersicht wegen sind die Ergebnisse der Curven von Fig. 1 bis 7 noch in Fig. 8 für die Werthe von $n = 2$ bis 6 zusammengestellt, wobei die Fahrgeschwindigkeiten, die Abscissen und die Widerstände die Ordinaten bilden.

Aus den Curven lassen sich die Widerstände bei jeder Fahrgeschwindigkeit innerhalb der Grenzen 0·567 und 1·4 m pro Secunde annähernd genug entnehmen. Ein Vergleich der Widerstandscurven in Fig. 8 zeigt, dass die Curve für $n = 4$ nicht erheblich von derjenigen für $n = 5$ differirt. Ist nun für die Schifffahrt der Werth von $n = 5$ immerhin noch günstiger, als der Werth von $n = 4$, so wird man doch, um jede nicht dringend nothwendige Kostenvermehrung bezüglich der Canalanlagen zu vermeiden, den Werth von $n = 4$ als Minimalwerth ausreichend erachten können, wenn auch die Zugkraftkosten, die übrigens immer nur einen relativ geringen Theil der Transportkosten bilden, um 29·4 % grösser werden, als bei $n = 5$ und bei diesem Werth für n wieder um 22·7 %, im Vergleich zu $n = 6$, wachsen.

Gegen die bei obiger Rechnung verwendete Sweet'sche Formel lässt sich der Einwand erheben, dass sie der benetzten Oberfläche des Schiffs einen wesentlichen Einfluss einräumt, dass dieser aber an dem Verhältniss der Schiffsbreite zur Schiffslänge abhängt. Da dieses Verhältniss beim Erie - Canal - Schiff 1 : 5·5 beträgt, während rationell gebaute Schiffe ein Verhältniss von 1 : 7 bis 1 : 9 verlangen, weil mit der Verlängerung des Schiffes der Widerstand nur relativ wenig zunimmt, werden sich die Widerstände für die auf den Hauptcanälen fernerhin voraussichtlich verkehrenden Schiffe geringer ergeben, als nach der Sweet'schen Formel. Uebrigens führt dieselbe zu annähernden Resultaten, wie die von Bellingrath in seinem Werk „Studien über Bau und Betriebsweise eines deutschen Canalnetzes, Berlin 1879, Seite 63“ entwickelte Formel für den Widerstand in Canälen, wenn für den darin enthaltenen Ausdruck $\left(\frac{n}{n-1}\right)^2$ die verschiedenen Werthe von n eingesetzt und graphisch aufgetragen werden. Auch aus dieser Curve ergibt sich, der Werth von $n = 4$ bis 5 als angemessen.

b) Normaltiefe.

Zur Beantwortung der Frage, welche Normaltiefe als zweckmässig zu erachten sei, sind die Beziehungen zwischen Tiefgang, Eigengewicht, Ladung, Gesamtlast, benetzte Oberfläche und Widerstand des Canal-schiffs zu ermitteln. Auch hierbei ist wiederum das bei den Versuchen

im Erie Canal verwendete Schiff von 59 Tonnen Eigengewicht, bei 0.40 m Tiefgang und 186 qm benetzter Oberfläche im unbeladenen Zustande, zu Grunde gelegt worden. Der Tiefgang desselben vermehrt sich um je 0.20 m, wenn sich die Ladung um je 29.6 Tonnen und die benetzte Oberfläche um je 14 qm vermehren. Die Werthe der Vermehrung sind in nachstehender Tabelle, Colonne 1—6 zusammengestellt und daraus die in Colonne 7—10 eingetragenen Zahlen der auf das Quadrat-Meter benetzter Schiffsoberfläche entfallenden Ladung, bezw. Gesamtlast in Tonnen, sowie der auf eine Tonne Ladung, bezw. Gesamtlast entfallenden Quadrat-Meter benetzter Schiffsoberfläche berechnet worden, während die Curven in Fig. 9 und 10 der Anlagen die graphisch aufgetragenen Resultate der Columnen 7—10 der Tabelle darstellen, wobei die Tauchtiefen die Abscissen und die Ladungen, bezw. Gesamtlasten pro Quadrat-Meter in Tonnen, sowie die Widerstände pro Tonne Ladung, bezw. Gesamtlast in Quadrat-Metern die Ordinaten bilden.

Des Erie Canal-Schiffs Henry L. Purdy									
1	2	3	4	5	6	7	8	9 10	
Tiefgang =	Eigen- Gewicht =	Ladung = Trag- fähigkeit =	Gesamt- Last $L = g + l$	Benetzte Schiffs- Oberfläche =	Nutz- barer Tiefgang =	Ladung pro qm benetzter Schiffs- Oberfläche $\frac{l}{S}$	Gesamt- Last pro qm benetzter Schiffs- Oberfläche $\frac{L}{S}$	Widerstand	
t	g	1		S	T	$\frac{l}{S}$	$\frac{L}{S}$	pro Tonne Ladung =	pro Tonne Gesamt- Last =
								S	$\frac{S}{L}$
m	Tonnen à 1000 kg		qm	m	Tonnen		qm benetzter Schiffs-Oberfläche		
0.40	59	—	59	186	—	—	0.318	—	3.153
0.60	59	29.6	88.6	200	0.20	0.148	0.443	6.757	2.257
0.80	59	59.2	118.2	214	0.40	0.277	0.552	3.615	1.810
1.00	59	88.8	147.8	228	0.60	0.389	0.648	2.563	1.543
1.20	59	118.4	177.4	242	0.80	0.489	0.733	2.044	1.364
1.40	59	148.0	207.0	256	1.00	0.578	0.809	1.729	1.236
1.60	59	177.6	236.6	270	1.20	0.658	0.876	1.520	1.141
1.80	59	207.2	266.2	284	1.40	0.729	0.937	1.371	1.067
1.83	59	212	271	286	1.43	0.776	0.948	1.349	1.055

Aus der Tabelle, sowie aus den Curven in Fig. 9 und 10 ergibt sich, dass die Ladung, bezw. Gesamtlast pro Quadrat-Meter benetzter Schiffsoberfläche mit dem nutzbaren, bezw. dem Gesamttiefgang zunimmt, und zwar, die Ladung dem nutzbaren Tiefgang und die Gesamtlast dem Gesamttiefgang proportional ist, und dass der Widerstand pro Tonne Ladung, bezw. Gesamtlast mit dem nutzbaren Tiefgang, bezw. Gesamttiefgang abnimmt, und zwar dem nutzbaren, bezw. Gesamttiefgang nahezu umgekehrt proportional ist.

Vergleicht man beispielsweise zwei gleiche Schiffe von der Construction des Henry L. Purdy, von denen das eine bis zu 1 m und das andere bis zu 1·80 m Gesammttauchtiefe belastet ist, so erfordert das 1 m tief gehende Schiff pro

Tonne Ladung 2·563 qm benetzter Schiffsoberfläche
das 1·80 m tief gehende Schiff

pro Tonne Ladung 1·371 qm " "

das letztere also 1·192 qm " "

weniger. Die Vermehrung des Tiefganges um 80 % hat sonach eine Verringerung der benetzten Oberfläche pro Tonne Ladung von 53·5 % zur Folge.

Die pro Tonne zu verwendende Zugkraft in Kilogramm ergibt sich aus dem Product der, der Tauchtiefe entsprechenden Zahl von Quadrat-Metern benetzter Schiffsoberfläche und des Widerstandes pro Quadrat-Meter in Kilogramm, welcher durch das Verhältniss n und durch die Fahrgeschwindigkeit bedingt wird. So erfordert beispielsweise das 1 m tief gehende, durch Pferde mit einer Geschwindigkeit von 3·36 km pro Stunde gezogene Schiff bei $n = 4$ pro Tonne Ladung eine Zugkraft von $2·563 \times 1·381 = 3·54$ kg

(Der Werth 2·563 ist aus Colonne 9 der Tabelle.)

(" " 1·381 ist aus Curve Fig. 5 der Anlage zu entnehmen.)

während das 1·80 m tief gehende, durch Dampfkraft mit 5·04 km Geschwindigkeit pro Stunde fahrende Schiff bei $n = 4$ eine

Zugkraft von $1·371 \times 3·116 = 4·27$ kg
also 0·73 kg

oder 20·6 % mehr erfordert, aber auch um 50 % schneller fährt.

Dagegen erfordert das 1 m tief gehende Schiff, bei 5·04 km Geschwindigkeit pro Stunde und bei $n = 4$, pro Tonne Ladung eine Zugkraft von $2·563 \times 3·116 = 7·99$ kg

während das 1·80 m tief gehende Schiff, bei derselben Geschwindigkeit und bei gleichem n , eine Zugkraft von

$1·371 \times 3·116 = 4·27$ kg
also 3·72 kg

oder 53·5 % weniger erfordert.

Wenn sich nun auch bei Schiffen von anderer Form und anderen Dimensionen, als das in Betracht gezogene Erie canal-Schiff besitzt, die Widerstände ändern, so bestätigen doch auch andere Versuche, wie beispielsweise die von Marchetti auf der Donau bei der Bergfahrt durch den Struden bei Grein (vergl. Pichler, Wien und Sonne, Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften III, 2. Seite, 22) angestellten Versuche die Richtigkeit der vorstehend, bezüglich des grösseren Tiefganges der Schiffe ermittelten Grundsätze. Der auf der Donau verwendete 6·63 m breite, 55·7 m lange und mit 2·1 m Geschwindigkeit pro Secunde zu Berg fahrende Frachtdampfer von 85 Tonnen Eigengewicht erforderte

leer, bei 0·46 m Eintauchung, eine Zugkraft pro Tonne Gesamtlast von 2·15 kg. dagegen mit einer Ladung von 273 Tonnen, bei 1·46 m Eintauchung und bei derselben Geschwindigkeit, wie vor, eine Zugkraft von 1·10 kg pro Tonne. Die weiteren Versuche ergaben

bei Geschwindigkeiten von 2·52 m, 2·94 m und 3·36 m
die Zugkraft beim leeren Schiff von . . . 3·05 kg, 4·66 kg und 6·76 kg
und die Zugkraft bei dem mit 273 Tonnen

beladenen Schiff von 1·52 kg, 2·27 kg und 3·43 kg,
so dass die Zugkraft des beladenen Schiffes pro Tonne Ladung nur etwa die Hälfte der Zugkraft pro Tonne Last des leeren Schiffes betrug.

Beim Donauschiff verhält sich die Breite zur Länge = 1 : 8·4, bei dem des Eriecanals dagegen nur = 1 : 5·5. Da nun erfahrungsmässig die grössere Länge des Schiffes den Widerstand verhältnissmässig nicht erheblich vermehrt, folglich der Widerstand beim längeren Schiff, auf das Quadrat-Meter benetzter Schiffsoberfläche bezogen, geringer wird, als beim kürzeren, ist eine möglichst grosse Schiffslänge zweckmässig und auch meist gebräuchlich. So haben z. B. die auf französischen Canälen verkehrenden Schiffe das Verhältniss von 1 : 7·4 der Breite zur Länge und diejenigen der Canäle der Mark Brandenburg das Verhältniss von 1 : 8·9. Das für die in Aussicht genommenen Hauptcanäle zu verwendende Normalschiff wird sonach bei rationeller Construction ein wesentlich grösseres Verhältniss als das des Eriecanal-Schiffes erhalten können und dann auch eine entsprechend geringere Zugkraft erfordern, als vorstehend ermittelt wurde.

Ist nun auch durch die bisherigen Erörterungen der Nutzen des grösseren Tiefganges erwiesen, so wird doch die Beantwortung der Frage, welche Minimaltiefe für die Hauptcanäle festzusetzen sei, noch durch die Rücksichtnahme auf die mit den Canälen in Verbindung stehenden natürlichen Wasserstrassen, insoweit dieselben beim Durchgangsverkehr beteiligt sind, beeinflusst. Im Allgemeinen erscheint die Forderung, dass schiffbare Flüsse und Canäle gemeinschaftlich ein möglichst einheitliches Wasserstrassennetz bilden sollen, dass also Canal-schiffe auf den Flüssen und Flussschiffe auf den Canälen verkehren können, berechtigt. Unberechtigt aber würde die Forderung sein, die Canaltiefe nach der zeitigen Minimalflusstiefe zu bemessen, weil letztere keineswegs als unabänderlich zu betrachten ist und zudem nur zeitweise in Betracht kommt. Unsere schiffbaren Flüsse können, von wenigen Ausnahmen abgesehen, theils durch weitere Regulirung, theils durch Canalisirung einen wesentlich höheren Grad von Schiffbarkeit bei niedrigen Wasserständen erhalten, als sie gegenwärtig besitzen. Ist doch beispielsweise bei den grossen preussischen Flüssen, trotzdem bei denselben seit ihrer Regulirung bis jetzt schon eine stetig fortschreitende Erhöhung ihrer Schiffbarkeit (bei der Memel ist eine Erhöhung derselben um 45 cm bei niedrigen Wasserständen erreicht worden) und

dementsprechend eine stetige Vergrößerung der Tragfähigkeit der Schiffe, wie die Zunahme des Verkehrs und die Statistik über die Schiffe nachweisen, eingetreten ist, die Möglichkeit der weiteren Vermehrung ihrer zeitigen Schiffbarkeit derartig vorhanden, dass diese Vermehrung als eine berechnete Forderung der Zukunft angesehen werden kann.

Die weitere Verbesserung der Schiffbarkeit der Flüsse würde aber geradezu behindert, in manchen Fällen sogar ausgeschlossen werden, wenn man die Canal Tiefe nach der zeitigen Minimalflusstiefe bemessen wollte; es wäre dies ein nicht wieder gut zu machender Fehler, für den die Gegenwart die Verantwortung nicht übernehmen kann. Es spricht aber noch ein anderer Grund gegen die Normalisirung der Canal Tiefe nach der zeitigen Minimalflusstiefe. Dies ist die Thatsache, dass letztere auch jetzt schon zur Zeit der mittleren und höheren, noch befahrbaren Wasserstände erheblich überschritten wird. In diesen Zeiten müssen doch Flussschiffe mit voller Ladung die Canäle benutzen können, letztere also mindestens eine Tiefe erhalten, welche der, bei mittleren Wasserständen vorhandenen nutzbaren Flusstiefe entspricht, weil andernfalls die Canäle dann ein Hinderniss für die Binnenschifffahrt sein würden. Das tief gehende Canalschiff findet nun allerdings zur Zeit noch in den meisten Flüssen bei niedrigen Wasserständen daselbst ein Hinderniss und kann dann dort nur mit verminderter Ladung verkehren. Dies zur Zeit noch vorhandene, für die Folge aber zu verringernde natürliche Hinderniss berechtigt jedoch nicht zu der Forderung, der Schifffahrt nun auch noch ein künstliches Hinderniss durch Canäle von zu geringer Tiefe zu schaffen, Flussschiffe also bei mittleren und höheren Wasserständen von der Benutzung der Canäle auszuschliessen. Es erscheint sonach richtig, die Beseitigung des geringeren Uebels — nicht ausreichende Minimalflusstiefe — zu erstreben, und das viel grössere Uebel — zu geringe Canal Tiefe — zu vermeiden. Endlich spricht hiefür auch noch die in grösseren canalisirten Flüssen bereits vorhandene Minimaltiefe von 2 m. Da nun die meisten regulirten Flüsse ebenfalls diese Tiefe bei mittleren Wasserständen besitzen, da ferner die gleiche Tiefe auch für die Canäle in Frankreich bereits eingeführt und zahlreichen Canalprojecten in verschiedenen Staaten zu Grunde gelegt worden und auch für die Verwendung der Dampfkraft, namentlich für Schraubendampfer, nothwendig ist, und da sie endlich eine wesentliche Erhöhung der bisherigen Tragfähigkeit der Schiffe gestattet, erscheint es zweckmässig, die Normaltiefe für Hauptcanäle mit 2 m zu bemessen, und eine etwa später nothwendig werdende Vertiefung der Canäle dadurch zu ermöglichen, dass man für die massiven Schwellen der das Canalprofil beeinflussenden Kunstbauten eine Minimaltiefe von 2·5 m unter dem Normalwasserspiegel festsetzt.

c) Normalbreite.

 α In gerader Strecke.

Die Normalbreite muss der Forderung genügen, dass auf den Hauptcanälen sowohl tiefgehende Canalschiffe, als auch breitere Flussschiffe verkehren, also vorbeifahren können. Dies bedingt zunächst in freier Canalstrecke durchweg ein zweischiffiges Querprofil. Bei gleicher Tragfähigkeit und gleichem Eigengewicht verdrängen beide Arten von Schiffen das gleiche Wasservolumen und stimmen auch bezüglich der benetzten Oberfläche, sowie bezüglich der aufzuwendenden Zugkraft nahezu überein. Man kann sonach die Frage stellen, ob es mit Rücksicht auf die zeitigen Flussverhältnisse nicht zweckmässiger sei, breite und flache, als schmale und tiefe Canäle anzulegen. Diese Frage muss indessen verneint werden, einerseits, weil flache Canäle die Einführung der Dampfkraft für den Canalbetrieb ausschliessen, daher der Forderung, die Lieferfristen zu verkürzen und die bisherige Ueberlegenheit der Eisenbahnen bezüglich der Schnelligkeit des Transportes möglichst zu vermindern, nicht entsprechen, und andererseits, weil breite und flache Canäle in der Anlage theurer sind, als schmale und tiefe. Da nämlich der Inhalt des Canalquerschnitts für beide Arten von Canälen derselbe bleibt, wenn dieselbe Tragfähigkeit und dasselbe Verhältniss des Schiffsquerschnitts zum Canalquerschnitt zu Grunde gelegt werden, sind für beide Canäle im Abtrag die gleichen Erdmassen zu fördern und nur im Auftrag die Massen für den breiten Canal etwas geringer, als für den schmalen. Es steht zwar auch der erstere in Bezug auf die Böschungen im Vortheil, erfordert aber für das Canalbett etwa die doppelte Bodenfläche, also erheblich grössere Grunderwerbskosten, als der schmale und tiefe Canal. Dies Moment und die Rücksicht auf den Dampfbetrieb geben sonach dem tiefen und schmalen vor dem flachen und breiten Canal den Vorzug.

Zur Ermittlung der Canalbreite möge dieselbe in der halben Wassertiefe des Canals mit B , die Breite des Normalcanalschiffes mit β bezeichnet und der Maximaltiefgang desselben mit 1.80 m, der Völligkeitsgrad mit 0.90 angenommen werden. Unter Verwendung der sub a und b ermittelten Werthe von $n = 4$ und Normalwassertiefe T im Canal = 2 m

ist dann der Schiffsquerschnitt = $\beta \cdot 1.8 \cdot 0.9 = 1.62 \beta$ q m

und der Canalquerschnitt = $1.62 \beta \cdot 4 = 6.48 \beta$ q m,

sonach die Canalbreite $B = \frac{6.48 \beta}{T} = \frac{6.48 \beta}{2} = 3.24 \beta = \text{rot. } 3\frac{1}{4} \beta$.

Diese mittlere Breite genügt auch für die Passage von zwei der meistgebräuchlichen, wenn auch nicht der grössten Flussschiffe. Die Dimensionen der grössten Flussschiffe sind sub $4b$, Seite 17 angegeben.

Sehr annähernd zu dieser Canalbreite gelangt auch Bellingrath auf Seite 137 seines oben citirten Werkes, und zwar durch eine andere,

zur Ermittlung der zweckmässigsten Construction der Canalschiffe ange-
stellte Art der Berechnung. Dieselbe führt zu einer Canalbreite in der
Bodenhöhe des vollbeladenen Schiffes von $2\beta + 5.5$ m, wobei zwei sich
begegnende Schiffe 2 m von einander und je 1.75 m von den Canal-
böschungen entfernt bleiben, der gesammte Spielraum also 5.5 m beträgt.

Für eine Schiffbreite von 6.5 m ergibt sich nach Bellingrath, bei
zweifacher Anlage der Canalböschungen, 1.80 m Tauchtiefe und 2 m
Canaltiefe in der Bodenhöhe des Schiffes,

$$\text{eine Canalbreite} = 2 \cdot 6.5 + 5.5 = 18.50 \text{ m}$$

$$\text{daher eine Sohlenbreite} = 18.5 - 0.2 \cdot 4 = \mathbf{17.7} \text{ "}$$

$$\text{und eine Wasserspiegelbreite} = 18.5 + 1.8 \cdot 4 = \mathbf{25.7} \text{ "}$$

dagegen nach dem vorentwickelten Werth von $B = 3\frac{1}{4}\beta$ in der Höhe
der halben Canaltiefe

$$\text{eine Canalbreite} = 3.25 \cdot 6.5 \dots\dots\dots 21.125 \text{ m}$$

$$\text{daher eine Sohlenbreite} = 21.125 - 1.4 \dots\dots\dots \mathbf{17.125} \text{ "}$$

$$\text{und eine Wasserspiegelbreite} = 21.125 + 1.4 \dots\dots\dots \mathbf{25.125} \text{ "}$$

Der Techniker-Congress zu Berlin gelangte zu einer Sohlen-

$$\text{breite von} \dots\dots\dots 16.0 \text{ "}$$

so dass die vorentwickelte Sohlenbreite von rot. 17 m etwa in der
Mitte der von Bellingrath und dem Techniker-Congress vorgeschla-
genen liegt.

In den zur Zeit dem preussischen Landtage zur Berathung vor-
liegenden Canalprojecten ist die Sohlenbreite für den Dortmund-Ems-
Canal mit 16 m, die Wasserspiegelbreite mit 24 m, und für den Oder-
Spree-Canal mit 14 m bezw. mit 23.3 m festgesetzt, für letzteren Canal
jedoch der Grunderwerb für eine etwa später nothwendig werdende
Verbreiterung alsbald in Aussicht genommen.

Da bei dem Werthe von $B = 3\frac{1}{4}\beta$ die Maximaleintauchung mit
1.80 m angenommen worden ist, meist aber nur 1.75 m betragen dürfte,
und der Canal dann auch schon bei 16 m Sohlenbreite und 24 m Wasser-
spiegelbreite den vierfachen Querschnitt des Schiffsquerschnittes besitzt,
wird es genügen, diese Werthe als Minimaldimensionen für die Haupt-
canäle in gerader Strecke zu acceptiren.

β In Curven.

In Curven ist eine vom Radius und der Schiffslänge abhängige
Verbreiterung des Canalquerprofiles nothwendig, um das Anstossen der
Schiffe an die Canalböschungen und deren Beschädigen zu vermeiden.
Die Canalsohlenbreite B_1 ergibt sich nach Mocquery (Annales des ponts
et chaussées 1880, 2. Sem., Seite 118) nach der Formel

$$B_1 = \sqrt{\left[b + s + \sqrt{(R + b)^2 + \frac{l^2}{4}} \right]^2 + \frac{l^2}{4}} - R$$

worin b die Schiffsbreite, s den Spielraum zwischen zwei sich begegnen-

den Schiffen, R den Radius der Curve und l die Schiffslänge bezeichnen. Bei $b = 6.5$ m, $s = 2$ m, $R = 300$ m und $l = 52$ m ergibt sich beispielsweise eine Verbreiterung der Canalsohle um 2.48 m im Vergleiche zur geraden Strecke. Bellingrath empfiehlt als Maass der Verbreiterung die doppelte Bogenhöhe, welche sich ergibt, wenn die Länge des Schiffes als Sehne des Tracenbogens eingetragen wird und dies ist bei $R = 300$ m und bei $l = 52$ m eine Verbreiterung der Canalsohle von 2.28 m. Dieses Maass erscheint als Minimaldimension ausreichend und ist auch nur wenig geringer als das nach Mocquery ermittelte.

d) Böschungsverhältniss.

Die bisherigen Erfahrungen haben ergeben, dass ein Böschungsverhältniss von 1 : 2 für das benetzte Canalquerprofil genügt, wenn auch in manchen Fällen eine noch flachere Böschung den Vorzug verdient. Beim Dampftrieb werden nun zwar die Böschungen einem wesentlich grösseren Angriff ausgesetzt, als bisher, dieser Angriff würde aber auch noch bei dreifacher Anlage die Böschungen ohne besondere Befestigung in der Höhe des Normalwasserspiegels bis hinab zum Fusspunkt der Welle beschädigen. Ist sonach eine künstliche Befestigung der Böschungen jedenfalls nothwendig, so lässt sich dieselbe auch schon bei zweifacher Anlage genügend solide durch Pflaster, Mauerung, Beton und Faschindeckwerke, und zwar billiger als bei dreifacher Böschungsanlage herstellen, so dass das Verhältniss von 1 : 2 wohl als ausreichend angesehen werden kann.

2. Querprofil der Hauptcanäle unter Brücken.

Bei der grossen Mehrzahl der vorhandenen Canäle ist zur Zeit nur ein einschiffiges Querprofil vorhanden. Dasselbe erscheint auch bei Pferdezug und mässigem Verkehr als ausreichend, weil hiebei die Canalschiffe mit geringer Geschwindigkeit fahren und die Verringerung derselben bei der Brückenpassage, sowie das Abwarten auf freie Brückenpassage und die Ueberwindung eines grösseren Widerstandes daselbst keinen besonderen Nachtheil hervorrufen. Anders liegen die Verhältnisse jedoch bei Dampftrieb und lebhaftem Verkehr. Die Gefahr der Collision von Schiffen vor, unter und hinter den Brücken ist dann eine wesentlich grössere, und auch jeder Zeitverlust, der durch Verringerung der Fahrgeschwindigkeit und durch Abwarten auf freie Brückenpassage erwächst, störend und hinderlich. Dies hat sich beispielsweise schon auf den Canälen der märkischen Wasserstrassen, auf denen auch Dampfschiffe verkehren und eine sehr lebhaftere Schifffahrt stattfindet (beispielsweise verkehrten auf dem Finow-Canal im Jahre 1882 im Ganzen 20.029 Schiffe und 2560 Flösse), gezeigt und zur Umwandlung des einschiffigen Querprofiles in das zweischiffige unter Brücken Veranlassung gegeben. Auch die Rücksicht auf den Widerstand spricht für eine Ver-

grösserung des Canalquerprofils daselbst, und es lässt sich dieselbe ausser der Verbreiterung noch durch Erbauung des Leinpfades auf Einzelstützen und durch Vertiefung der Brückensohle erreichen. Es wird daher im Verkehrsinteresse wohl rätlich sein, für die lichte Weite unter Brücke mindestens das Maass der Sohlenbreite des Canales in freier, gerader Strecke, also 16 m, und die Brückensohle in 2.5 m Tiefe unter dem Normalwasserspiegel anzuordnen. Die lichte Höhe vom Normalwasserspiegel bis zur Unterkante der Brücken-Oberbauconstruction beträgt für die Canäle in Frankreich in der Regel 3.70 m. Diese Höhe wird für die zukünftigen Hauptcanäle nicht genügen, weil auf diesen grössere Schiffe, als auf den französischen Canälen, verkehren, die leer fahrenden Schiffe daher auch höher über dem Wasserstand hervorragen werden, weil ferner auch auf Dampfer mit umlegbaren Schornsteinen und auf sperrige Güter, wie Heu, Stroh, leere Fässer etc. und endlich auch auf zeitweise Ueberschreitungen des Normalwasserstandes durch vermehrten Wasserzufluss und durch Anstauung bei Wind und Sturm zu rücksichtigen ist. Aus diesen Gründen hat der Berliner Techniker-Congress die lichte Höhe unter Brücken auf 4.5 m bemessen, ein Maass, welches beispielsweise auch in dem Oder-Spree-Canalproject der preussischen Staatsregierung seiner Zeit zu Grunde gelegt worden ist und auch hier als Normaldimension vorgeschlagen wird.

3. Querprofil der Hauptcanäle in Aquäducten und unterirdischen Strecken.

Bei den erheblichen Kosten dieser Bauwerke wird für dieselben wohl, wie bisher, nur ein einschiffiges Querprofil in Aussicht zu nehmen sein, derartig jedoch, dass auch gebräuchliche Flussschiffe dort passiren können. Meist ist die lichte Weite des Profils um etwa 0.50 m grösser, als die der Schleusen zwischen den Thoren. Wenn letztere nach den Erörterungen sub 4 mit 7 m zutreffend bemessen ist, ergibt sich für die in Rede stehenden Bauwerke eine lichte Weite von 7.50 m. Zur Verminderung des Widerstandes wird jedoch durch die Erbauung des Leinpfades auf Einzelstützen oder Consolen, sowie durch eine Wassertiefe von 2.5 m, welche durch die Rücksicht auf eine spätere, etwa nothwendig werdende Vertiefung des Canales, ebenso wie bei den übrigen in Betracht kommenden Kunstbauten geboten ist, für entsprechende Vergrösserung des wasserbenetzten Querprofils zu sorgen sein.

4. Normaldimensionen der Schleusen.

Die Schleusen müssen ausser den Canalschiffen auch Flussfrachtschiffe aufnehmen können. Von den grössten Flussschiffen wird man indessen in der Regel absehen können und nur die gebräuchlichste Art derselben bei Festsetzung der Normaldimensionen zu berücksichtigen haben. Sollten dieselben in Specialfällen nicht ausreichen, so würden sie zu vergrössern sein.

Solche Ausnahmen lassen es nicht gerechtfertigt erscheinen, grössere Normaldimensionen vorzuschlagen, als für den Verkehr innerhalb des begrenzten aber ausreichenden Ziels dringend nothwendig sind.

a) Drempeltiefe.

Die Höhenlage des Drempels ergibt sich nach den Erörterungen sub 1 b, mit 2·5 m unter dem Normalwasserspiegel. Diese Drempellage ist auch bei fast allen neueren Canalprojecten zu Grunde gelegt worden.

b) Lichte Weite in den Thoren und Länge der Kammer.

Wenn die Schleusenweite zwischen den Thoren 0·20—0·25 m mehr beträgt, als die Breite des grössten, auf dem Canal verkehrenden Schiffes, ist das Einfahren in die Schleuse mit ungenügender Vorsicht erfahrungsmässig möglich. Ein etwas breiterer Spielraum erleichtert jedoch das Einfahren und es beträgt derselbe auch vielfach 0·50 m.

Die nutzbare Länge der Schleusenkammer wird in der Regel von Drempelspitze des Oberthores bis zur Drempelspitze des Unterthores gemessen. Von dieser Länge wird etwa 1·0—1·5 m durch das umgelegte Steuerruder und durch das Bugspriet des Schiffes in Anspruch genommen.

Es entsteht nun bei Dimensionirung der Normalschleusen zunächst die Frage, welche Tragfähigkeit für das grösste, auf dem Canal verkehrende Schiff anzunehmen sei. Ueber diese Frage haben auf dem Techniker - Congress zu Berlin sehr eingehende Berathungen stattgefunden, und zwar unter Zuziehung hervorragender Vertreter des Handelsstandes und der Schifffahrt. Man erkannte allseitig die Nothwendigkeit an, zunächst eine bestimmte Tragfähigkeit der Schiffe, als die Grundlage aller, bezüglich der Transportkosten aufzustellenden Berechnungen zu vereinbaren. Theils wurde für eine Tragfähigkeit von 250, theils für eine solche von 500 Tonnen plaidirt. Für die geringere Tragfähigkeit wurde geltend gemacht, dass Schiffe von 250 Tonnen für den Handel in Kaufmanns-Gütern, wie Getreide, Oelsaaten, Kartoffeln etc. die zweckmässigsten seien, dass sie den zeitigen Lösch- und Ladevorrichtungen am besten entsprächen, dass grössere Ladungen vielfach nicht vorhanden und dass die Minimaltiefen der Flüsse meist zum Verkehr für Schiffe von grösserer Tragfähigkeit nicht ausreichend seien. Dem gegenüber wurde darauf hingewiesen, dass der Handel auch Schiffe von 500 Tonnen mit Vortheil verwende, und es jedenfalls weniger nachtheilig sei, wenn das grössere Schiff zeitweise mit halber Ladung fahre, als wenn das kleinere die grössere Ladung nicht fassen könne, dass die jetzigen Lösch- und Ladevorrichtungen mit dem Wachsen des Verkehrs zweifellos erweitert werden würden, und dass ebenso auch eine weitere Verbesserung der Schiffbarkeit der Flüsse zu erwarten sei, deren Minimaltiefe aber auch jetzt schon bei mittleren

Wasserständen meist 2 m betrage. Das Resultat der Verhandlungen war der Beschluss, eine Tragfähigkeit von 300—400 Tonnen für das Canal-schiff anzunehmen, und die Entwicklung des dem Verkehr am besten zusagenden Schiffes der Zukunft zu überlassen, die Entwicklungsfähigkeit jedoch nicht zu sehr zu beschränken, und dieserhalb, sowie mit Rücksicht auf Flussschiffe eine Schiffsbreite von 6·50 m und eine Schiffslänge von 56 m zu wählen, und hienach die lichte Schleusenweite in den Thoren mit 7 m und die Länge der Schleusen-kammer von Drepelspitze zu Drepelspitze mit 57·50 m zu bemessen. Diese Schiffsdimensionen ergeben ein Verhältniss der Breite zur Länge = 1 : 8·61 und für Schiffe von 6·8 m Breite, welche die 7 m weite Schleuse ebenfalls noch passiren können, ein Verhältniss von 1 : 8·23.

Zum Vergleich der vorstehenden Vereinbarung mit den thatsächlichen zeitigen Verhältnissen dienen nachfolgende, verschiedenen Quellen entnommene Angaben:

a) über Canäle

in	Canalwasser- tiefe	Tragfähigkeit der Schiffe	Lichte Schleusen- weite	Nutzbare Schleusen- länge
	m	Tonnen	m	m
Belgien	1·3—4·8	72—400	5·2—7·0	19·0—56·4
Deutschland	0·9—3·5	40—350	3·1—8·8	22·0—50·2
England	0·9—2·4	12—200	2·0—9·0	20·1—45·0
Frankreich } normal	1·0—2·2 2·0	? 250	2·7—6·5 5·2	28·0—60·0 38·5
Holland	2·0 u. mehr	?	4·2—9·5	20·8—50·0
Schweden	1·0—3·6	22—250	4·2—8·9	20·8—45·0

b) überschiffbare Flüsse.

	Der grössten Frachtschiffe			
	Tragfähigkeit	Breite	Länge	Verhältniss der Breite zur Länge
	Tonnen	m	m	b : l
Donau	500	8·7	67·9	1 : 7·80
Elbe	600	9·0	66·0	1 : 7·67
Havel und Spree	150 120	4·5 5·7	40·15 34·0	1 : 8·92 1 : 6·45
Memel	300	9·0	50·0	1 : 4·86
Oder	225	5·0	47·0	1 : 9·15
Rhein	1000	9·62	75·0	1 : 8·40
Save	350	7·59	53·7	1 : 7·10
Theiss	400	8·38	51·2	1 : 6·10
Weser	340	8·0	48·0	1 : 6·85
Weichsel	175	5·0	40·0	1 : 8·45

Hieraus ergibt sich, dass die Maximallichtweiten der Canal-schleusen, mit Ausnahme derjenigen in Belgien und Frankreich, grösser, die Maximallängen dagegen, mit Ausnahme derjenigen in Frankreich, kleiner sind, als die vom Techniker-Congress vereinbarten Schleusen-dimensionen, sowie dass letztere nur für die grössten Flussfrachtschiffe der Havel, Spree, Oder und Weichsel, nicht aber für die der Donau, Elbe, Memel, des Rheins, der Save, Theiss und Weser genügen.

Sollen nun die grössten Frachtschiffe der letztgenannten Flüsse auf den Canälen verkehren, so bedingt dies für viele Canäle eine wesentliche Vermehrung der Anlagekosten. Man wird sich dieserhalb wohl zu einer Beschränkung auf das dringend Nothwendige und demgemäss zu der Annahme entschliessen müssen, die Canäle in der Regel nur den meist gebräuchlichen Flussfrachtschiffen, deren Dimensionen geringer sind, als diejenigen der grössten Schiffe, zugänglich zu machen und den Verkehr der letzteren auf den Canälen nur als Ausnahmen anzusehen.

Bei der Festsetzung der Normalschleusen-Dimensionen sind ferner die für Frankreich mit 5·2 m lichter Weite und 38·5 m nutzbarer Länge normirten in Betracht zu ziehen. Leider jedoch erscheinen dieselben für den grossen Verkehr nicht ausreichend. Durch Annahme derselben würde die Leistungs- und Entwicklungs-Fähigkeit der Canäle zu sehr beschränkt und das erstrebte Ziel nicht erreicht werden. Frankreich stand bei Festsetzung seiner Schleusendimensionen unter dem Zwange vorhandener Verhältnisse, es musste mit den Dimensionen einer sehr grossen Anzahl von Schleusen seines ausgedehnten Canalnetzes rechnen, und diese wiesen auf die oben angegebenen normirten Dimensionen hin. Dass eine Vergrösserung derselben zweckmässig sei, hat man aber auch dort sehr wohl erkannt, wie sich aus dem, durch Krantz, dem um die Canalfrage so hochverdienten französischen Hydrotekten, an die Nationalversammlung im Jahre 1874 erstatteten Bericht Nr. 2474 ergibt, woselbst anerkannt wird, dass für eine Schleusenweite von 6 m wichtige Gründe sprechen, dass aber bei der grossen Zahl der nur 5·20 m weiten Schleusen dieses Maass den Vorzug verdiene.

Derartige Erwägungen treffen jedoch dort nicht zu, wo es sich darum handelt, neue Canäle zu erbauen, und die Zahl der vorhandenen Canäle noch eine relativ geringe ist, wo man also für die Festsetzung von Normaldimensionen noch freie Hand hat.

Bei den erwiesenen Vortheilen, welche grössere Normaldimensionen für den Verkehr gewähren und bei dem erheblichen Einfluss, den sie auf die Transportkosten und die Schnelligkeit des Verkehrs ausüben, wird man sich nur zur Durchführung solcher Schleusendimensionen entschliessen können, welche eine den Eisenbahnen gegenüber genügende Leistungsfähigkeit der Hauptcanäle garantiren. Das ist aber der Fall, wenn man mindestens die vom Techniker-Congress in Vorschlag gebrachten und zwar: 7 m lichte Weite in den Schleusenthoren und

57·5 m nutzbare Länge der Schleusenammer acceptirt, und eine Ueberschreitung dieser Dimensionen nur für solche Canäle in Aussicht nimmt, auf denen entsprechend grössere Flussfrachtschiffe verkehren. Letzteres ist beispielsweise für die Seitens der preussischen Staatsregierung projectirten Canäle geschehen, indem für den Oder - Spree - Canal die lichte Schleusenweite mit 8·6 m bei 55 m Länge der Schleusenammer, und für den Dortmund-Ems-Canal die lichte Schleusenweite ebenfalls mit 8·6 m, die Länge der Schleusenammer aber mit 67 m, der Grösse der in Betracht kommenden Flussschiffe entsprechend, festgesetzt worden ist.

Die oben vorgeschlagenen Normaldimensionen würden sich auch auf die betreffenden Theile hydraulischer Schleusen und geneigter Ebenen zu beziehen haben, für welche sonstige Dimensionen zu vereinbaren nicht opportun sein dürfte, weil hierzu die bisherigen nur geringen Erfahrungen nicht ausreichend erscheinen.

II. Canalisirte Flüsse.

I. Minimaldimensionen der Querprofile und Bauwerke.

Die Schiffbarmachung der Flüsse durch das Mittel der Canalisierung, welches etwa $\frac{1}{2}$ Jahrhundert nach Erfindung der Kammerschleuse zuerst in den französischen Flüssen Lot und Vilain in der Zeit von 1527—1538 angewendet worden ist, hat erst seit Erfindung des beweglichen Nadelwehrs durch Poirée im Jahre 1839 für die Schifffahrt grössere Bedeutung gewonnen. Während vorher die Wassertiefe, wegen der für die Flussverhältnisse in vieler Beziehung nachtheiligen festen Wehre und der hierdurch bedingten, relativ geringen Wehrhöhe, meist nur etwa 1 m betragen konnte, wurde dieselbe mit dem Nadelwehr zunächst auf 1·50 m, bald darauf auf 2 m und durch weitere Entwicklung des Poirée'schen Systemes und Anwendung anderweitiger neuer Systeme bis auf 3 m in einzelnen Fällen sogar noch mehr gesteigert. Aus diesem Entwicklungsgange erklärt sich die grosse Verschiedenheit der zeitigen Schiffbarkeit der canalisirten Flüsse, wie sie nachstehend nach verschiedenen Quellen zusammengestellt worden ist.

Canalisirte Flüsse.

In	Wassertiefe	Der Schiffe Trag- fähigkeit	Der Schleusen	
			lichte Weite in den Thoren	Kammer- länge
			m	m
Belgien	1·2—2·1	15—350	3·0 — 12·0	20·5—100
Deutschland	0·6—2·0	75—350	4·55—10·5	27·5— 80
England	1·0—3·6	20—185	2·1 — 6·0	19·8— 63·6
Frankreich	1·0—4·0 ?	?	4·3 — 16·0	28 — 185

Für die grosse Schifffahrt können nur canalisirte Flüsse von 2 m Wassertiefe und mehr in Betracht kommen, aber auch bei diesen differiren die Querprofile und die Dimensionen der zugehörigen Bauwerke erheblich, indem Flussbreite, Wehre, Schleusen und Schifffahrts- bzw. Flossdurchlässe in jedem einzelnen Falle von vorhandenen natürlichen Verhältnissen und gegebenen Verkehrsbedingungen abhängen. Während manche canalisirte Flüsse nur Schleusen von den Dimensionen der Canalschleusen besitzen, sind in anderen so gross dimensionirte Schleusen erbaut worden, dass dort grosse vom Remorqueur oder Toueur geschleppte Schiffszüge Aufnahme finden können. An diesen Verhältnissen lässt sich nichts Wesentliches ändern.

Unter diesen Umständen wird sich nur die Vereinbarung empfehlen. Die Normaldimensionen für die Querprofile und die zugehörigen Bauwerke der dem nationalen und internationalen Durchgangsverkehr dienenden canalisirten Flüsse mindestens derartig zu bemessen, dass sie den betreffenden Minimaldimensionen der Hauptcanäle entsprechen.

Schluss-Anträge.

Auf Grund vorstehender Erörterungen gestattet sich der unterzeichnete Referent den nachfolgenden Antrag:

Der Schifffahrts-Congress in Wien wolle die nachstehend angegebenen Minimal-Normaldimensionen für künstliche, dem grossen nationalen und internationalen Verkehr dienenden Binnenwasserstrassen acceptiren und zwar:

I. Für Hauptcanäle.

1. Verhältniss des 1.75 m tief eingetauchten, grössten Schiffsquerschnittes zum benetzten Canalquerschnitt = 1 : 4
2. Normalwassertiefe:
 - a) in freier Strecke 2.00 m
 - b) unter Brücken 2.50 "
 - c) in Aquäducten und unterirdischen Strecken 2.50 "
3. Normalbreite:
 - a) Sohlenbreite in freier, gerader Strecke 16.00 "
 - b) Vermehrung der Sohlenbreite in Curven um die zweifache Höhe des Bogens, dessen Sehne die grösste Schiffslänge bildet.
 - c) unter Brücken 16.00 "
 - d) in Aquäducten und unterirdischen Strecken 7.50 "
4. Normalhöhe unter Brücken 4.50 "
5. Böschungsverhältniss in freier Strecke 1 : 2

6. Normalschleuse:

a) Drempttiefe unter dem Normalwasser- spiegel	2·50 m
b) Lichte Weite in den Thoren	7·00 „
c) Länge der Kammer von Dremptspitze zu Dremptspitze	57·50 „

Die Dimensionen ad *b*) und *c*) sind, falls breitere und längere Flussfrachtschiffe auf dem Canal verkehren müssen, entsprechend zu vermehren.

II. Für canalisirte Flüsse.

7. Die Normalprofile und zugehörigen Bauwerke sollen mindestens den betreffenden Normaldimensionen für Hauptcanäle entsprechen.

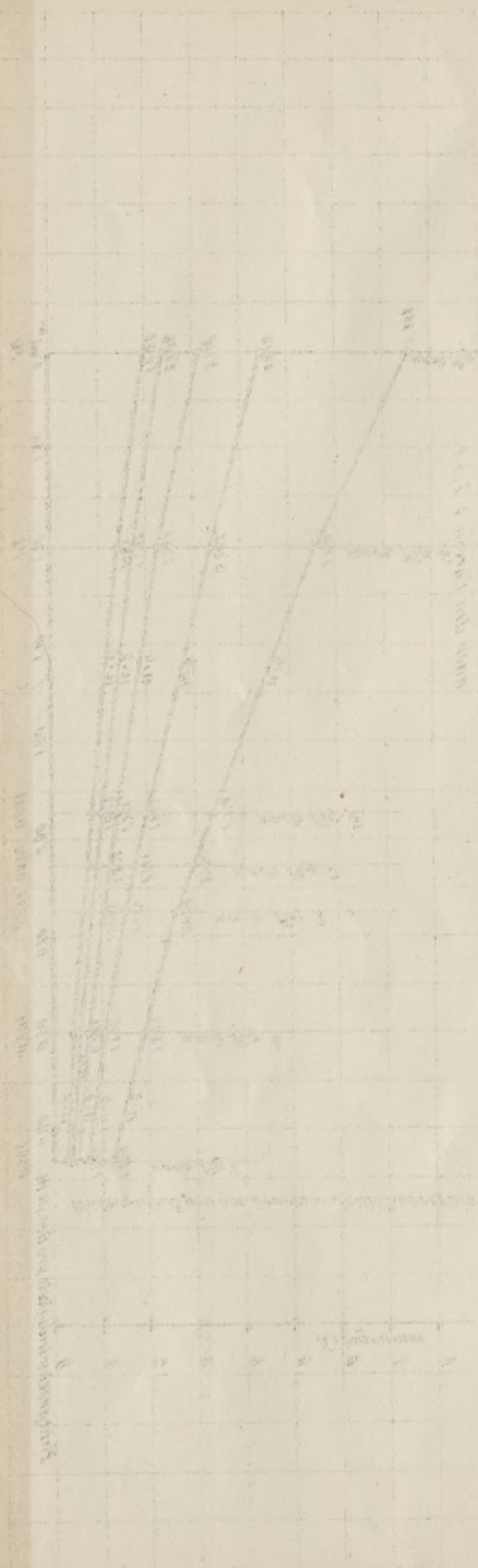
Wien, den 1. Mai 1886.

J. Schlichting.

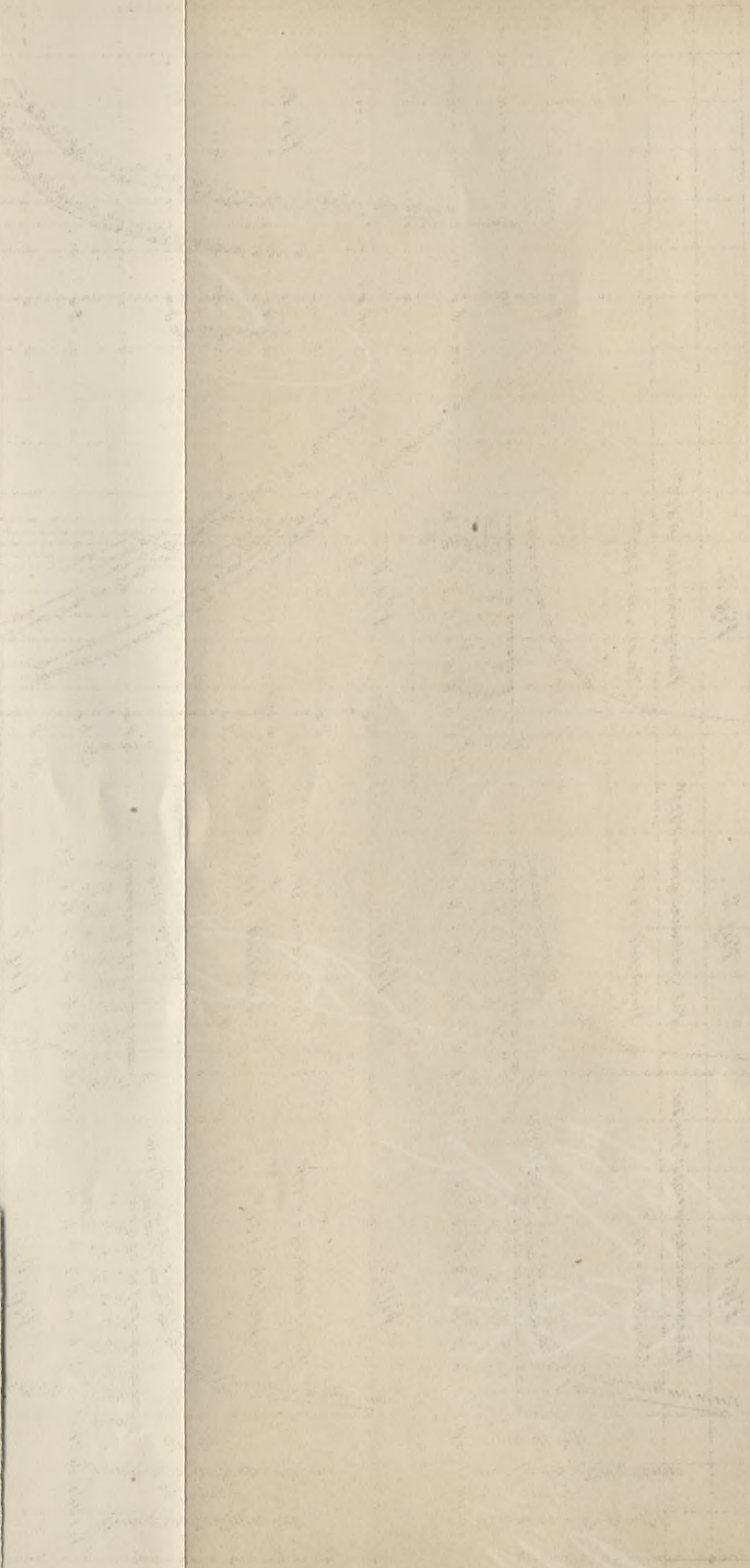
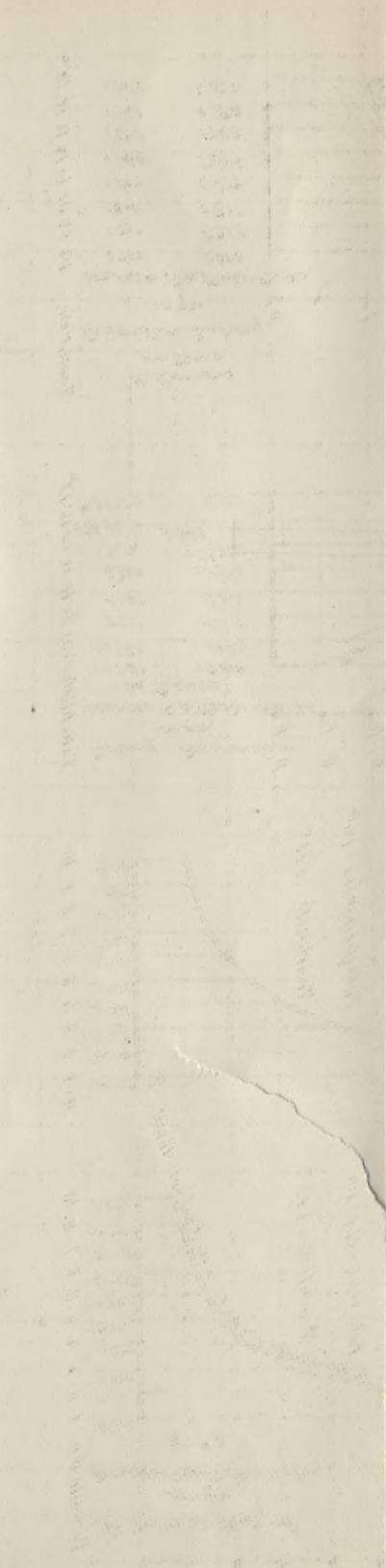
INHALT.

	Seite
I. Binnenschiffahrts-Canäle	3
1. Querprofil der Hauptcanäle in freier Strecke	4
<i>a</i>) Verhältniss des benetzten Schiffsquerschnitts zum benetzten Canalquerschnitt	4
<i>b</i>) Normaltiefe	7
<i>c</i>) Normalbreite	12
<i>α</i> In gerader Strecke	12
<i>β</i> In Curven	13
<i>d</i>) Böschungsverhältniss	14
2. Querprofil der Hauptcanäle unter Brücken	14
3. " " " in Aquäducten und unterirdischen Strecken	15
4. Normaldimensionen der Schleusen	15
<i>a</i>) Drepeltiefe	16
<i>b</i>) Lichte Weite in den Thoren und Länge der Kammer	16
II. Canalisirte Flüsse	19
1. Minimaldimensionen der Querprofile und Bauwerke	19
Schluss-Anträge	20

Hierzu „Graphische Darstellung des Schiffswiderstandes in Schiffahrtscanälen“.



The graph shows the relationship between the variables X and Y. The curves represent different experimental conditions or parameters. The data points are plotted and connected by smooth lines. The overall trend indicates that as X increases, Y also increases, though the rate of increase varies depending on the curve.



The graph illustrates the dependence of Y on X. The curves represent different experimental conditions or parameters. The data points are plotted and connected by smooth lines. The overall trend indicates that as X increases, Y also increases, though the rate of increase varies depending on the curve.

The graph shows the relationship between the variables X and Y. The curves represent different experimental conditions or parameters. The data points are plotted and connected by smooth lines. The overall trend indicates that as X increases, Y also increases, though the rate of increase varies depending on the curve.