

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305512

x  
1463



Lehrer im Buchdruckgewerbe:

- 1, Bindemann. Einfluss des Regulierendes und der  
auf den Abfluss der Provinz in. Thürn.
- 2, Schulte. Fortschritt in der Anwendung von Maschinen  
zur Herstellung der Buchdruckerei.
- 3, Engels. Buchdruckerei.
- 4, Köhler. Geschichte des Buchdruckers und Buchstellers.
- 5, Thiele. Einwirkung des Buchdruckers auf die Kunst in  
die Herstellung des Buchdruckers - Buch. Buchst.
- 6, Just. Buchdruckereivereinigung für die Arbeiter der  
Buchdruckerei in. Thürn.
- 7, Körte. Buchdruck. Fortschritt der Buchdruckerei  
in Deutschland.
- 8, Schulte, H. W. Die in der letzten Zeit der Buchdruckerei  
den Fortschritten in. Buchdruckerei und in den  
Buchdruckerei.
- 9, Franz. Einwirkung der Buchdruckerei auf  
die Fortschritte der Buchdruckerei.

F. No. 23708.

F. 2.

11.





1179/1 4290875  
VIII. INTERNATIONALER SCHIFFFAHRTS-CONGRESS

PARIS — 1900

---

IV. FRAGE

---

**EINWIRKUNG DES SCHIFFFAHRTBETRIEBES**  
AUF DIE SOHLE  
UND DIE BÖSCHUNGEN DES DORTMUNDS-EMSKANALS

NACH BEOBACHTUNGEN BEI DEN IM JAHRE 1898  
ZWISCHEN LINGEN UND MEPPEN ANGESTELLTEN VERSUCHEN

---

**BERICHT**

VON

**F. THIELE**

Königl. Baurath, Breslau

---

PARIS

IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE

9, RUE DE FLEURUS, 9

---

1900



III - 307058

DPK-10-157 | 2018



# EINWIRKUNG DES SCHIFFFAHRTSBETRIEBES

AUF

DIE SOHLE UND DIE BOSCHUNGEN DES DORTMUND-EMSKANALS

nach Beobachtungen bei den im Jahre 1898  
zwischen Lingen und Meppen angestellten Versuchen

---

## BERICHT

VON

**F. THIELE**

Königlichem Baurath, Breslau.

Im Sommer 1898 fanden auf dem Dortmund-Emskanal umfassende Versuche statt, durch welche die für den Betrieb des Kanals wichtigen Fragen gelöst werden sollten: erstens, welche grösste Geschwindigkeit bei Schiffen bis zu 1,75 Meter Tauchtiefe und zwar sowohl geschleppten, als auch durch eigene Kraft fortbewegten auf dem Dortmund-Emskanal zugelassen werden könne, und zweitens, ob eine grössere Tauchtiefe, eventuell bis zu welchem Masse zulässig, und wie für diese die grösste Geschwindigkeit festzusetzen sei. Mit der Ausführung der Versuche war vom Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten eine Commission betraut, welche aus den Herren Baurath Haack, Charlottenburg, Werftbesitzer Meyer-Papenburg und dem Berichterstatter bestand. Die Versuche fanden in der Zeit vom 8 Mai bis 26 August 1898 statt und wurden auch von den Schifffahrtsinteressenten mit Aufmerksamkeit verfolgt; so hatte u. A. die Westfälische Transportgesellschaft während der ganzen Dauer der Versuche ihren Betriebsingenieur Herrn Rossenbeck an den Beobachtungen Theil nehmen lassen. Nach Beendigung der Versuche und Beantwortung der obigen Fragen wurde die Commission aufgelöst, das gesammelte Material ist nachher von Herrn Baurath Haack bearbeitet und ausführlich veröffentlicht in dem Werke: « Schiffswiderstand und Schiffsbetrieb nach Versuchen auf dem Dortmund-Emskanal. » Im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten bearbeitet von R. Haack, Ingenieur und königlicher Baurath, Berlin, Verlag von Asher und C<sup>ie</sup>. 1900.

In diesem Werke werden diejenigen, welche sich für die Anordnung dieser Versuche und die dabei gemachten Aufzeichnungen interessiren, äusserst werthvolle Aufschlüsse finden und es mag daher hier noch ganz besonders darauf hingewiesen werden.

Nachstehende Abhandlung soll sich daher nur auf einige besondere bei den Versuchen gemachte Beobachtungen erstrecken, zum besseren Verständnisse soll nur noch bemerkt werden, dass an Fahrzeugen zu den Versuchen benutzt wurden :

1.) Ein Schraubenschleppdampfer « Goedhart » Länge über Alles 22,0 Meter ; grösste Breite 5 Meter, Tiefgang hinten, 1,80 Meter, mit einer Schraube von 1,62 Meter Durchmesser und 1,96 Meter mittlerer Steigung und einer Maschine von 175 indicirten Pferdestärken.

2.) Ein Schleppkahn « Emden », Länge über Alles 67,0 Meter, grösste Breite 8,1 Meter, Tiefgang zwischen 1,50 und 2,25 Meter wechselnd, mit öfelförmigem Vorder und Achterschiff.

3.) Ein Dampfkahn « Dortmund », von genau gleicher Form und Grösse, ausgerüstet mit einer Dampfmaschine von 100 indicirten Pferdestärken und einer Schraube von 1,25 Meter Durchmesser und 1,5 Meter mittlerer Steigung.

4.) Ein Seekahn « n° 85 » des Norddeutschen Lloyd, Länge zwischen den Lothen 55,0 Meter, grösste Breite 8,0 Meter, Tiefgang 1,75-2,25 Meter bei den Versuchen, mit zugeschärftem Vorder und Achterschiff.

Eine genaue Darstellung der Fahrzeuge findet sich in dem vorerwähnten Werk, für unsere Zwecke sind die vorstehenden Angaben ausreichend.

Um den Einfluss des Schiffszuges auf das Kanalprofil bei verschiedenen, besonders in Betracht kommenden Geschwindigkeiten und Tauchtiefen festzustellen, wurde jedesmal eine Reihe von Fahrten in der Versuchsstrecke ausgeführt und vor und nach diesen Fahrten der Zustand von 11 in je 10 Meter Abstand von einander befindlichen Querprofilen durch Nivellement (nicht Peilung) von je 1 Meter von einander entfernten Profilverpunkten festgestellt, welche an einer über die Endpunkte der Profile gespannten Leine markirt waren. Die auf diese Weise ermittelte Gestaltung jedes Querprofils vor und nach den Fahrten wurde in verschieden farbigen Linien, auf dieselben Coordinatenaxen bezogen, aufgetragen und veranschaulichte die Veränderungen, welche die Fahrzeuge durch die betreffende Fahrtenreihe hervorgebracht hatten. Um bei der Beurtheilung dieser Veränderungen, welche für die meisten Versuchsreihen nur sehr gering sind, nicht auf falsche Schlüsse zu kommen, sind die Fehler zu berücksichtigen, welche bei der Art der Profilaufnahme vorkommen können. Es sind dies :

1.) Größere Ablesungsfehler beim Nivellement, sie kennzeichnen sich dadurch, dass der zugehörige Profilverpunkt eine stark abweichende Lage hat, die er weder in den benachbarten noch auch in den früheren oder späteren Profilen zeigt.

2.) Verschiebungen der Leine, welche über die Endpunkte der Profile

gespannt ist. Der Fehler zeigt sich dadurch, dass in den beiden aufeinander gezeichneten Profilen die eine Böschung sich angegriffen zeigt, während die andere aufgehöhht erscheint.

5.) Schiefe Stellung der Nivellirlatte. Dieser Fehler hat bei den Punkten in der Sohle kaum merkbareren Einfluss, da es sich immer nur um geringe Neigungen der Latte handelt, bei den Punkten in der Böschung ist er grösser und äussert sich wie bei 1.

Mit Berücksichtigung dieser Fehlerquellen hatte ich mir bald nach Aufnahme der Profile die Veränderungen nach jeder Fahrtenreihe aufgezeichnet und sie der Beurtheilung der Einwirkung zu Grunde gelegt, da sofort nach Beendigung der Versuche die Profile selbst wie auch die Aufzeichnungen der Registrirapparate, Herrn Haack zur Bearbeitung eines Referats über die Versuche übergeben waren.

Der Wasser-Querschnitt der Versuchstrecke war als normales Profil des Dortmund-Emskanals hergestellt, mit 50 Meter Spiegelbreite, 2,5 Meter Wassertiefe, 18 Meter Sohlbreite, 5-facher Böschung bis 1 Meter unter Wasser und 2-facher von da bis zur Sohle. Der Inhalt des Wasser-Profils betrug danach 58,5 qm. nach den Aufnahmen schwankte er zwischen 58,8 bis 62,5 qm. vor, 59,2 bis 60,9 während, und 57,4 bis 59,4 nach den Versuchen, so dass als mittlerer Werth 60 qm. genommen werden kann.

Die Böschungen waren nur durch Schilfpflanzung befestigt, welche sich auch während der ganzen Dauer der Versuche gehalten hat.

Das Erdreich, in welchem der Kanal dort eingeschnitten ist, ist ein feiner Diluvialsand ohne Beimischung fremder Bestandtheile, die Durchsiegung zweier Proben ergab auf 100 Theile.

	PROBE I.	PROBE II.
Rückstand auf 60 Maschen auf 1 qcm . . . . .	2.5	1.5
— 120 — . . . . .	2.5	5.0
— 240 — . . . . .	5.0	7.5
— 500 — . . . . .	70.0	71.0
— 900 — . . . . .	11.0	8.0
Durchgang . . . . .	9.0	9.0
	100.0	100.0

Da das Sieb von 240 Maschen/qcm. eine Maschenweite von 0,45 mm. hat, so besteht der Sand zu etwa 90 0/0 aus Körnern von weniger als 0,45 mm. Durchmesser.

Der Kanalwasserstand entsprach etwa der mittleren Höhe des Grundwasserstandes, der an der rechten Seite etwas höher, an der linken etwas tiefer war. Die Versuchstrecke war mit Rücksicht hierauf ausgesucht, weil grössere Unterschiede in der Höhenlage des Grund- und Kanalwasserspiegels erheblichen Einfluss auf die Beweglichkeit des Sandes haben.

Um nun die Einwirkung des Schiffahrtbetriebes auf die Sohle und Böschungen des Kanals zu untersuchen, seien vorerst kurz die Erschei-

nungen angegeben, welche beim Vorüberfahren eines Schiffes bei den Versuchen beobachtet wurden. In der Abbildung 1 ist der Verlauf der Wasserlinie am Ufer und am fahrenden Schiffe angegeben, wie er bei dem auf 1,75 Meter Tauchtiefe beladenen und mit 1,75 Meter Geschwindigkeit fahrendem Schleppkahn sich ergab, und der als typisch betrachtet werden kann.

Auf der Strecke *a-b* vor dem Schiffe ist der normale Wasserstand; eine Hebung desselben durch das herauffahrende Schiff konnte mit Sicherheit in keinem Falle festgestellt werden. Am Ufer zeigt sich dann von *a* bis *b* ein ziemlich starkes Gefälle und das Wasser strömt dort entgegengesetzt der Fahrriichtung des Schiffes, da ja im Beharrungszustande secundlich eine Wassermenge gleich der Summe der Fläche des Nullspants und der Einsenkungstiefe des Schiffes mal Wasserspiegelbreite vervielfacht mit der Geschwindigkeit hinter das Schiff befördert werden muss. Von *c-d* besteht ein schwächeres ziemlich gleichmässiges Gefälle, welches ungefähr mit der Neigung übereinstimmt, den der lange Schleppkahn während der Fahrt einnimmt. Kurz vor *d* senkt sich der Wasserspiegel noch ein wenig, da das Wasser hier von dem leeren Raum hinter dem in Fahrt befindlichem Schiffe angesogen wird. Hinter *d* nach *e* hin steigt der Wasserspiegel wieder bis ungefähr auf die normale Kanalspiegelhöhe, die nach einigen geringeren Schwankungen etwas weiter wieder erreicht wird. Bei grösserer Geschwindigkeit bildet sich an der Stelle, wo die entgegengesetzt gerichteten Geschwindigkeiten aufeinandertreffen eine brandende Welle, welche einen starken Angriff auf das Ufer ausübt.

Am Schiff selber bildet sich vorn die Bugwelle, welche sich nur wenig nach voraus bemerkbar macht, im Uebrigen stimmt der Verlauf der Wasserlinie ziemlich mit der am Ufer überein.

Der Angriff auf unbefestigte, aus Sand bestehende Böschungen und Sohle findet erst bei einer gewissen Geschwindigkeit des vorbeiströmenden Wassers statt, welche im Stande ist, die Sandkörner aus ihrer Lagerung zu reissen, eine geringere Geschwindigkeit, auch wenn das Moment der bewegten Wassermasse noch so gross ist, bringt keine Profiländerung hervor. Es sind daher die grössten Geschwindigkeiten der Wasserbewegung für jeden Fall des Schifffahrtsbetriebes zu ermitteln, und es ist zu prüfen, ob diese das für die in Frage kommende Bodenart zulässige Maass überschreiten.

Für den obigen Fall des mit 1,75 Meter Geschwindigkeit fahrenden 1,75 Meter tief tauchenden 8,1 Meter breiten Schleppkahns ermittelt sich die neben demselben entstehende grösste mittlere Geschwindigkeit folgendermassen. Neben dem Schiff muss in jeder Secunde eine Wassermenge gleich dem Produkt aus der Geschwindigkeit mit dem Flächeninhalt des eingetauchten grössten Schiffsquerschnitts und der durch die Einsenkung verursachte Verkleinerung des Wasserprofils des Kanals also bei 0,22 Meter Einsenkung in unserem Falle von  $1,75 (1,75 \cdot 8,10 + 29,54 \cdot 0,22) = \text{rund } 57,4 \text{ cbm.}$

nach rückwärts fließen. Der dafür vorhandene Wasserquerschnitt neben dem fahrenden Schiffe ist gleich dem mittleren Wasserquerschnitt des Kanals von 60 qm., vermindert um den Querschnitt gleich der mittleren Wasserspiegelbreite mal Einsenkung des Wasserspiegels neben dem Schiffe und dem eingetauchten grössten Schiffsquerschnitt, also  $60,0 - 29,34 \cdot 0,22 - 1,75 \cdot 8,10 = \text{rd. } 58,4 \text{ qm.}$ , sodass sich die mittlere grösste Geschwindigkeit des rückströmenden Wassers zu  $\frac{57,4}{58,4} = 0,97 \text{ m.}$  ergibt.

Die wirkliche an der Sohle und den Böschungen stattfindende Geschwindigkeit ist etwas geringer, je nach Art der Oberflächenbeschaffenheit derselben. Die bei dem Versuchen beobachteten grössten Wassergeschwindigkeiten und die auf die vorgenannte Weise berechneten sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt. Der manchmal grosse Unterschied zwischen beiden Zahlen erklärt sich daraus, dass die zur Beobachtung angewandten Pendelapparate die genaue Grösse der Geschwindigkeit aus verschiedenen in den Verhältnissen liegenden unvermeidlichen Ursachen bei grösseren Geschwindigkeiten nur mangelhaft angeben können.

Die Bewegung des am fahrenden Schiffe rückwärts fließenden Wassers vollzieht sich ziemlich regelmässig, nur bei grossen Geschwindigkeiten, wie sie bei den Versuchen nur ausnahmsweise erreicht sind, tritt eine Unregelmässigkeit dadurch ein, dass die hinter dem Schiffe auftretende Erhebung des Wassers bis zur normalen Höhe nicht ruhig erfolgt, sondern die Welle am Ufer brandet. Es treten dadurch Wassergeschwindigkeiten an einzelnen Punkten ein, welche die Fahrgeschwindigkeit des Schiffes übertreffen, und in hohem Maasse zerstörend auf die Oberfläche der ungesicherten Böschung einwirken, namentlich da durch die vorherige Einsenkung des Wasserspiegels das Grundwasser nachdrängt und den Zusammenhang des Bodens lockert.

Da an der Versuchsstelle der obere Theil der Böschung mit Schilf bewachsen war, und diese brandende Welle nur ganz selten auftrat, so hat der Schilfwuchs auf den Böschungen soweit Widerstand geleistet, dass in den aufgenommenen Profilen eine Beschädigung dieser Stellen nicht sicher zu erkennen war.

Als weitere und hauptsächlichste Ursache zur Entstehung grösserer Wassergeschwindigkeiten wirkte die Schraube des Schleppdampfers oder Dampfkahns. Die Geschwindigkeit, mit der das von der Schraube rückwärts geworfene Wasser die Kanalsohle berührt, lässt sich annähernd folgendermassen ermitteln. Während das Schiff die Versuchsstrecke von 100 Meter Länge zurücklegt, macht die Schraube  $n$  Umdrehungen, die durchschnittliche Steigung derselben sei  $s$  und der Durchmesser  $d$  bei einem Abstände  $e$  der Schraubenwelle von der Kanalsohle.

Der Schraubenweg ist dann für 100 Meter Fahrt  $ns$  und es wird eine Wassersäule von  $ns - 100$  rückwärts bewegt. Wenn nun das Schiff mit einer Geschwindigkeit  $v$  fährt, so durchfährt es die Versuchsstrecke in

$\frac{100}{v}$  Sekunden, in jeder Secunde wird also von der Schraube das Wasser mit einer Geschwindigkeit von  $\frac{ns - 100}{100} = \frac{(ns - 100)v}{100}$  zurückgeworfen.

Nimmt man nun an, dass sich das Schraubenwasser hinter der Schraube kegelförmig ausbreite, so erreicht es die Kanalsohle mit einer Geschwin-

digkeit, die sich zu den eben ermittelten verhält wie  $\frac{\left(\frac{d}{2}\right)^2}{e^2}$ , die Geschwindigkeit des auf die Kanalsohle auftreffenden Schraubenwassers ist also  $\frac{(ns - 100)vd^2}{100 \cdot 4 \cdot e^2}$ ;

Für den Schleppdampfer und den Dampfkahn sind hiernach unter Berücksichtigung der Einsenkung beim Fahren die Geschwindigkeiten, mit welchen das Schraubenwasser die Kanalsohle berührt, in den folgenden Tabellen zusammengestellt. In der letzten Spalte sind die vor diesen Berechnungen früher gewonnenen Ansichten angegeben, welche sich lediglich durch Vergleichung der Querprofile der Versuchsstrecke vor und nach den Versuchen ergeben hatten. Es mag noch bemerkt sein, dass die sämtlichen Querprofile nach den Versuchen einen beträchtlich geringeren Wasserquerschnitt aufwiesen als vorher, was zum Theil daher rühren mag, dass die Versuche während der Vegetationszeit der Pflanzen im Kanal stattfand, und dieselben dann umfangreicher werden, zum Theil aber auch daher, dass die feineren Bodentheilchen, welche durch die Versuche aufgewirbelt wurden und welche vorher die Zwischenräume zwischen den gröberen Sandkörnern ausgefüllt hatten, sich später als diese und auf dieselben oder an geschützten Stellen gelagert hatten. Im Ganzen ist ein Angriff auf die Böschungen nicht wahrzunehmen, was auch durch die Wahrnehmung bestätigt wird, dass der Schilfwuchs an den Böschungen nicht zerstört wurde, während die Sohle in der Mitte vertieft, und an den Seiten erhöht wurde. Die erste Erscheinung ist wohl darin begründet, dass die Böschungen durch die Wurzeln der Schilfpflanzen geschützt waren und dass die grössten mittleren Geschwindigkeiten des zurückströmenden Wassers noch nicht häufig genug vorkamen um die Wurzeln loszuspülen, ein Branden der Welle am Ufer wurde nur bei 5 Schleppversuchen wahrgenommen. Hierbei wurden einzelne Schilfpflanzen losgerissen, bei häufigerer Wiederholung dieses Angriffs würde die Böschung zerstört worden sein.

Tabelle der grössten Wassergeschwindigkeiten im Kanal beim Schiffahrtsbetriebe.

DES FAHRZEUGS			DES WASSERS NEBEN DEM FAHRZEUG		SCHRAUBEN- DURCHMESSER	SCHRAUBENWEG AUF 100 METER	BERECHNETE WASSER- GESCHWINDIGKEIT		WAHRNEHMUNGEN VON PROFILÄNDERUNGEN	BEMERKUNGEN
TIEFGANG	FAHRGESCHWIN- DIGKEIT	EINSENKUNG WÄHREND DER FAHRT	BEOBACHTETE GESCHWINDIGKEIT AM UFER	BERECHNETE GRÖSSTE DURCHSCHNITT- GESCHWINDIGKEIT			AN DER SCHRAUBE M.	AN DER KANALSÖHLE M.		
<b>I — Ein Schleppkahn vom Dampfer gezogen.</b>										
1.50	0.93	0.00	»	0.24	1.96	222	1.16	0.55	Keine sichere Einwirkung.	2 Fahrten.
	1.24	0.02	»	0.54	»	190	1.12	0.52		10 —
	1.41	0.09	»	0.46	»	244	2.05	0.59		10 —
	1.70	0.14	»	0.66	»	241	2.40	0.69		10 —
	2.00	0.22	»	0.90	»	272	5.44	0.99		10 —
	2.17	0.25	»	0.97	»	280	5.91	1.15		10 —
1.75	0.97	0.02	0.15	0.52	1.96	258	1.55	0.44	Keine sichere Einwirkung. Desgl. Desgl.	2 Fahrten.
	1.28	0.08	0.55	0.49	»	264	2.10	0.61		10 —
	1.50	0.13	0.60	0.68	»	270	2.55	0.74		10 —
	1.74	0.21	0.80	0.89	»	294	3.58	0.97		10 —
	1.81	0.25	0.70	1.01	»	294	5.51	1.01		10 —
2.00	1.05	0.06	0.58	0.44	»	284	1.90	0.55	Keine sichere Einwirkung. Desgl.	3 Fahrten.
	1.25	0.10	0.52	0.59	»	500	2.50	0.72		10 —
	1.49	0.19	0.60	0.85	»	512	5.16	0.91		10 —
	1.61	0.22	0.74	0.98	»	526	5.64	1.05		10 —
2.25	1.05	0.10	0.61	0.56	»	540	2.47	0.71	Flache Rinnebildung, Angriff d. Sohle n. d. Schiffsbod.	10 Fahrten.
	1.19	0.12	0.74	0.68	»	576	5.29	0.95		8 —
<b>II — Zwei Schleppkähne vom Dampfer gezogen.</b>										
1.50	1.02	0.04	0.18	0.50	»	512	2.14	0.62	Schwache Rinnebildung, wahrscheinlich von den letzten Geschwindigkeiten.	2 Fahrten.
	1.50	0.08	0.27	0.42	»	512	2.76	0.80		10 —
	1.52	0.10	0.51	0.52	»	555	3.52	1.05		10 —
	1.79	0.14	0.67	0.64	»	527	4.07	1.17		10 —
1.75	0.61	0.02	0.15	0.20	»	516	1.52	0.58	Keine sichere Einwirkung. Schwacher Angriff der Sohle in Schiffsbreite.	2 Fahrten.
	1.00	0.04	0.22	0.55	»	543	2.40	0.69		10 —
	1.27	0.10	0.56	0.51	»	555	2.99	0.86		10 —
	1.49	0.15	0.60	0.64	»	551	5.74	1.08		10 —
2.00	1.05	0.07	0.58	0.46	»	590	5.05	0.88	Keine sichere Einwirkung. Schwache Rinnebildung.	12 Fahrten.
	1.25	0.12	0.68	0.62	»	412	5.90	1.15		10 —
2.25	0.35	0.02	0.08	0.24	»	470	1.96	0.56	Theilweise Ausfüllung d. Rin- ne, Ablagerung an den Seiten.	2 Fahrten.
	0.75	0.05	0.56	0.56	»	489	2.84	0.82		2 —
<b>III — Ein Seekahn vom Dampfer gezogen.</b>										
1.75	1.03	0.05	0.25	0.57	»	215	1.20	0.55	Schwache Rinnebildung, Angriff auf die Böschungen Zweifelhaft.	2 Fahrten.
	1.41	0.08	0.58	0.35	»	251	1.85	0.55		4 —
	1.76	0.17	0.52	0.81	»	246	2.37	0.74		4 —
	1.98	0.28	0.66	1.16	»	289	5.57	1.5		4 —
2.00	0.94	0.07	0.50	0.41	»	262	1.52	0.44	Schwache Rinnebildung.	2 Fahrten.
	1.59	0.15	0.52	0.72	»	269	2.55	0.68		4 —
	1.68	0.20	0.55	0.96	»	286	5.15	0.90		4 —
	1.76	0.26	0.57	1.14	»	559	4.21	1.21		4 —
2.25	1.01	0.07	0.81	0.52	»	295	1.98	0.57	Keine sichere Einwirkung.	2 Fahrten.
	1.55	0.12	0.74	0.76	»	508	2.81	0.81		4 —
<b>IV — Dampfkahn.</b>										
1.50	1.10	0.06	0.25	0.55	»	260	1.76	0.28	Keine sichere Einwirkung.	2 Fahrten.
	1.24	0.09	0.51	0.41	»	»	»	»		10 —
	1.41	0.14	0.44	0.55	»	»	»	»		10 —
	1.72	0.19	0.48	0.72	»	»	»	»		10 —
	1.76	0.20	0.47	0.76	»	276	5.10	0.60		10 —
					»					10 —
1.75	1.05	0.05	0.51	0.57	»	268	1.75	0.59	Keine sichere Einwirkung. Desgl. Deutliche Rinnebildung.	2 Fahrten.
	1.25	0.08	0.46	0.47	»	270	2.09	0.49		10 —
	1.50	0.16	0.55	0.69	»	500	5.00	0.79		10 —
	1.65	0.23	0.50	0.82	»	298	5.25	0.91		10 —
2.00	0.99	0.07	0.52	0.44	»	520	2.18	0.77	Rinnebildung. Desgl.	2 Fahrten.
	1.27	0.12	0.58	0.62	»	551	2.94	1.14		10 —
	1.58	0.17	0.54	0.76	»	550	5.48	1.48		10 —
2.25	0.52	0.05	0.14	0.24	»	575	1.42	0.77	Sehr starke Rinnebildung.	2 Fahrten.
	0.80	0.06	0.28	0.49	»	557	2.06	1.20		10 —
	1.02	0.08	0.61	0.54	»	564	2.69	1.54		10 —
	1.22	0.10	0.70	0.66	»	578	5.50	2.17		2 —

Aus der Tabelle ist zu ersehen, dass ein deutlich wahrnehmbarer Angriff auf die unbefestigte Sohle bei einer berechneten Wassergeschwindigkeit von etwa 0,90 Meter eintritt, während ein Angriff auf die mit Schilf bewachsenen Böschungen nicht sicher nachweisbar ist, trotzdem hier die berechneten Geschwindigkeiten von 1,14 Meter und 1,16 Meter eintraten. Da aber diese Geschwindigkeiten nur bei wenigen Fahrten erreicht werden und dabei einzelne Schilfpflanzen losgerissen wurden, so ist es wohl anzunehmen, dass bei häufigerer Wiederholung eine Zerstörung der Böschungen eintreten würde. Der grösste Feind der Erhaltung des normalen Kanalprofils ist die tiefliegende Schraube, welche doppelt gefährlich ist, weil die von dem rückwärts geworfenen Wasser ausgetiefte Rinne bei steter Wiederholung auch etwaige Dichtungen der Sohle zerstört, und weil der seitlich der Rinne zur Ablagerung kommende Boden die nutzbare Sohlenbreite des Kanals verringert, sodass bei Begegnungen von Fahrzeugen die Gefahr der Collision sich bedeutend erhöht. Bei langen Binnenschiffahrtskanälen ist mit Rücksicht auf die Sicherheit die Forderung an den Betrieb zu stellen, dass die Geschwindigkeit des von der Schraube rückwärts geworfenen Wassers an der Kanalsohle einen bestimmten nach der Bodenart verschiedenen Werth nicht überschreitet, während im schiffbaren Fluss es unter Umständen erwünscht sein kann, diese Geschwindigkeit möglichst gross zu erhalten. Für den langen Binnenschiffahrtskanal wird aus Rücksicht auf die Unterhaltung und Sicherheit das Ziehen der Kähne vom Ufer aus am vortheilhaftesten sein und es ist zu wünschen, dass die Mängel, welche den bisher versuchten Systemen des Zugs vom Ufer noch anhafteten, bald überwunden werden. Bei kurzen Verbindungskanälen zwischen anderen Schiffahrtstrassen treten natürlich andere wirtschaftliche Gesichtspunkte in den Vordergrund.

Werden auf einem Kanal so grosse Fahrgeschwindigkeiten zugelassen, dass die Heckwelle am Ufer brandet, so ist die Sicherung der Uferböschung durch Schilfwuchs nicht genügend. Dies lässt sich häufig bei kleinen freifahrenden Dampfern beobachten, welche nur durch die brandende Heckwelle starke Zerstörungen an den Böschungen in Höhe der Wasserlinie anrichten. Zum Schutze sind künstliche Befestigungen erforderlich, welche je nach der Grösse der Welle bis zu einer bestimmten Tiefe unter Wasser reichen müssen. Bei Böschungen, welche aus feinem Sand bestehen, ist es ein besonders ungünstiger Umstand, dass vor der Heckwelle neben dem fahrenden Schiffe ein starkes Sinken des Wasserspiegels eintritt, wodurch das in der Böschung enthaltene Grundwasser nachdrängt und den Zusammenhang des Bodens stark lockert. Es ist daher die künstliche Befestigung so herzustellen, dass entweder ein Austreten des Wassers aus der Böschung ganz verhindert wird, oder dass dies ohne Lockerung des Sandes erfolgen kann, was durch Aufbringen einer Filterschicht auf die Böschung erreicht wird, welche durch die eigentliche Befestigung (Pflaster, oder genügend grosse Schüttsteine) gehalten wird. Lässt man diese Filterschicht fort, so wird bei dem Sinken des Wassers der Sand der Böschung aus den Fugen gespült und die Befesti-



gung zum Einsturz gebracht. Im Ubrigen sind Böschungsbefestigungen gleicher Profilform, nach diesen Gesichtspunkten und aus wetterbeständigem Material hergestellt, für den Betrieb gleichwerthig und es wird eine Frage des Rostenpunkts sein, ob man sich für die eine oder andere Art entscheiden soll.

Bei dieser Gelegenheit möge es gestattet sein, noch einen kleinen Versuch zu erwähnen, welcher ohne grosse Kosten und Vorbereitungen angestellt werden kann, und vielleicht im Stande ist, werthvolle Ergebnisse für den Schifffahrtsbetrieb auf Kanälen zu liefern. Die Anfangs erwähnten grossen Versuche fanden statt, um den Einfluss des Betriebes bei bestimmten Geschwindigkeiten in einer bestimmten kurzen Versuchsstrecke festzustellen. Um diese Geschwindigkeit genau zu erhalten, liess es sich nicht vermeiden, dass beim Durchfahren der Versuchsstrecke geringe Aenderungen der Zugkraft zu erforderlich wurden, und um die Grösse der Zugkraft zu erhalten, welche bei gleichmässiger Geschwindigkeit erforderlich ist, darf man nicht einfach das arithmetische Mittel der Beobachtungen nehmen. Die richtige Grösse erhält man am zutreffendsten auf graphischem Wege, indem man die beobachteten Zahlen als Punkte in einem Coordinatensystem aufträgt, und so kennzeichnet, dass man diejenigen, welche bei steigender Zugkraft in der Versuchsstrecke gewonnen sind, durch +., die bei fallender mit. — und die bei gleichmässiger durch  $\odot$  markirt. Sind keine Beobachtungsfehler vorhanden, so muss die Linie der Zugkräfte zwischen den mit +. und. — bezeichneten Punkten verlaufen. Die auf diese Weise gewonnene Linie der Zugkräfte für den 1,75 Meter tief beladenen Schleppkahn ist in Fig. 2 dargestellt.

Für geringere Geschwindigkeiten konnten die gleichen Beobachtungen aus Mangel an Zeit und Mitteln nicht angestellt werden, ich habe daher nach Beendigung der Versuche auf der Fahrt des 1,75 Meter tiefgehenden Schleppkahns nach dem Entladungsplatze gesucht, durch einfache Beobachtung der Geschwindigkeitsänderungen zum Ziel zu kommen. Die Limpfade des Kanals sind in genau 10 Meter. Abständen mit Alleebäumen bepflanzt, sodass nur eine genaue Bestimmung der Zeit erforderlich war. Hierzu wurden die zwei bei den Hauptversuchen verwendeten Secundenuhren mit Arretirvorsichting benutzt, welche die übliche Einrichtung hatten, das beim ersten Druck auf einen Knopf der Zeiger in Gang gesetzt, beim zweiten angehalten, beim dritten wieder auf Null gestellt wurde, um für den folgenden ersten Druck bereit zu sein.

Es wurde nun der Schleppkahn auf grosse Geschwindigkeit gebracht, dann die Schlepptrasse abgeworfen und die erste der beiden auf Null gestellten Uhren in Gang gesetzt, als der erste Baum eine auf dem Kahne angebrachte Visirlinie passirte. Beim Passiren jedes zweiten Baumes, also nach je 20 Meter Weglänge wurden die Knöpfe beider Uhren gegeneinander gedrückt, wodurch der Zeiger der ersten Uhr angehalten und gleichzeitig der der zweiten in Gang gesetzt wurde. Dann wurde die Angabe der ersten

Uhr abgelesen und der Zeiger wieder auf Null gestellt und dies Spiel alle 20 Meter wiederholt. Gleichzeitig wurde zu Anfang und Schluss der ganzen Beobachtungsreihe die Zeit bestimmt und es ergab sich, dass die Summe der 50 Einzelbeobachtungen nur um 0,5 Secunden von der gesammten Beobachtungszeit abwich, also sehr geringe Fehler aufwies. Die so ermittelten Geschwindigkeiten sind als Ordinaten, die Zeiten als Abscissen aufgetragen und ergeben die in Fig. 5 dargestellten Linien, welche den beobachteten Punkten möglichst angepasst sind. Aus diesen Linien lässt sich der Zugwiderstand des Kahnes bei verschiedenen Geschwindigkeiten einfach ermitteln, da die Masse des bewegten Kahns mal der Verzögerung jedesmal den Widerstand ergibt.

Nach der Displacementsscale des Kahns ist das Displacement bei 1,75 Meter Tauchtiefe 818 Tonnen, also seine Masse  $\frac{818.1000}{9,81} = 85584$ , oder wenn man berücksichtigt, dass die Masse durch das unmittelbar an den Schiffswänden haftende Wasser etwas vergrößert wird rund 85 000. Die Beschleunigung  $\frac{dv}{dt}$  ergibt sich durch Ziehen einer Tangente an die Geschwindigkeitcurve. Die hierdurch ermittelten Zugkräfte für verschiedene Geschwindigkeiten sind in Fig. 2 als Punkte eingetragen und durch eine Linie zusammengefasst, welche sich möglichst den einzelnen Punkten anschliesst und gut mit den am Dynamometer direct ermittelten Zugkräften übereinstimmt.

Diese Versuche sind einmal in dem früher beschriebenen normalen Kanalprofil gemacht worden und ausserdem in einem weiteren, welcher bei 40 Meter Spiegelbreite, dreifacher Böschung bis 4 Meter unter Wasserspiegel und zweifacher von 1 bis 5,5 Meter unter Wasserspiegel, 24 Meter Sohlbreite und 109,5 Quadratmeter Wasserquerschnitt hat.

Bei näherer Betrachtung der aufgetragenen Punkte in Fig. 5 für das Normalprofil zeigt sich bei der Geschwindigkeit von 0,50 bis 0,60 eine auffallende Unregelmässigkeit, so dass die durchgelegte Linie unter möglichster Ausgleichung etwaiger Beobachtungsfehler dort eine Art Knick enthält. Bei den Punkten für das weitere Profil tritt diese Erscheinung, allerdings in schwächerem Maasse, bei den Geschwindigkeiten von 0,70 bis 0,80 Meter ein. Der Grund dieser Erscheinung ist nicht aufgeklärt, vielleicht hängt sie mit der Form des Fahrzeugs zusammen.

Es wäre wünschenswert, wenn ähnliche Versuche mit anderen Fahrzeugen und auf anderen Wasserstrassen angestellt würden, um festzustellen, ob sich auf diese Weise sichere Werte für die Zugkräfte gewinnen lassen. Um die Versuche auch auf Fahrten in fliessendem Wasser ausdehnen zu können, würde die Beobachtung etwas abzuändern sein, indem man etwa 5 Meter vor dem Fahrzeug einen hydraulischen Flügel in das Wasser senkt, der nach einer bestimmten Anzahl von Umdrehungen jedesmal electricisch die Zeit auf einer durch ein Uhrwerk getriebenen und mit einem Papier-

streifen versehenen Trommel markirt. Bei Benutzung einer solchen Vorrichtung kann man dann auch auf einem Kanale die Beobachtungen machen, ohne dass vorher eine Absteckung der Länge auf dem Kanalufer erforderlich wäre. Solche Versuche könnten dazu dienen, die Modellversuche wirksam zu unterstützen, und die Ergebnisse derselben mit der Wirklichkeit zu verbinden, ohne die bedeutenden Kosten der eingehenden Versuche mit grossen Fahrzeugen zu erfordern.

Die Bestimmung der Neigung und der Einsenkungstiefe der Schiffe während der Fahrt wird sich am alleinfahrenden Schiffe aus voraussichtlich schwer feststellen lassen. Bei den Versuchen am Dortmund-Emskanal zeigten sich, als auf Anregung des Herrn Professor Möller die Neigung des Schiffes durch ein auf Seile aufgestelltes Nivellirinstrument festgestellt werden sollte, dass das geringe Stampfen des Fahrzeugs ein Einstellen der Libelle nicht zulies. Man hätte sonst aus der Neigung und der Einsenkung eines etwa 5 Meter vor dem Bug angebrachten und mit dem Schiffe verbundenen Pegels über diese beiden Grössen an jeder Stelle der Fahrt Aufschluss erhalten können. Die bei den Versuchen angeführte Anordnung gibt aber gleichzeitig den Wasserstand am Ufer und am Fahrzeug durch photographische Aufnahme an, zweckmässig ist dabei die Anwendung schrägliegender Pegel, da man den Wasserstand auch bei ungünstiger Beleuchtung daran erkennen kann, dass die Pegeleintheilung, soweit sie unter Wasser liegt, durch die Brechung der Lichtstrahlen verkürzt erscheint.



FIG. 1.

Wasserstandsbeobachtungen bei 1,73 Meter Fahrtgeschwindigkeit.  
(Observations du niveau de l'eau à la vitesse de marche de 1<sup>m</sup>,73).

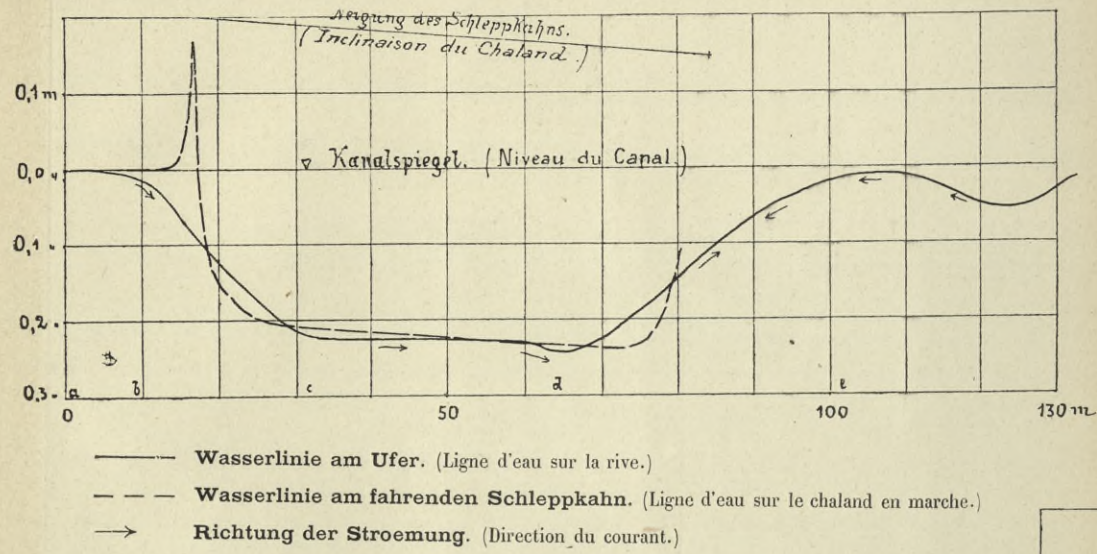
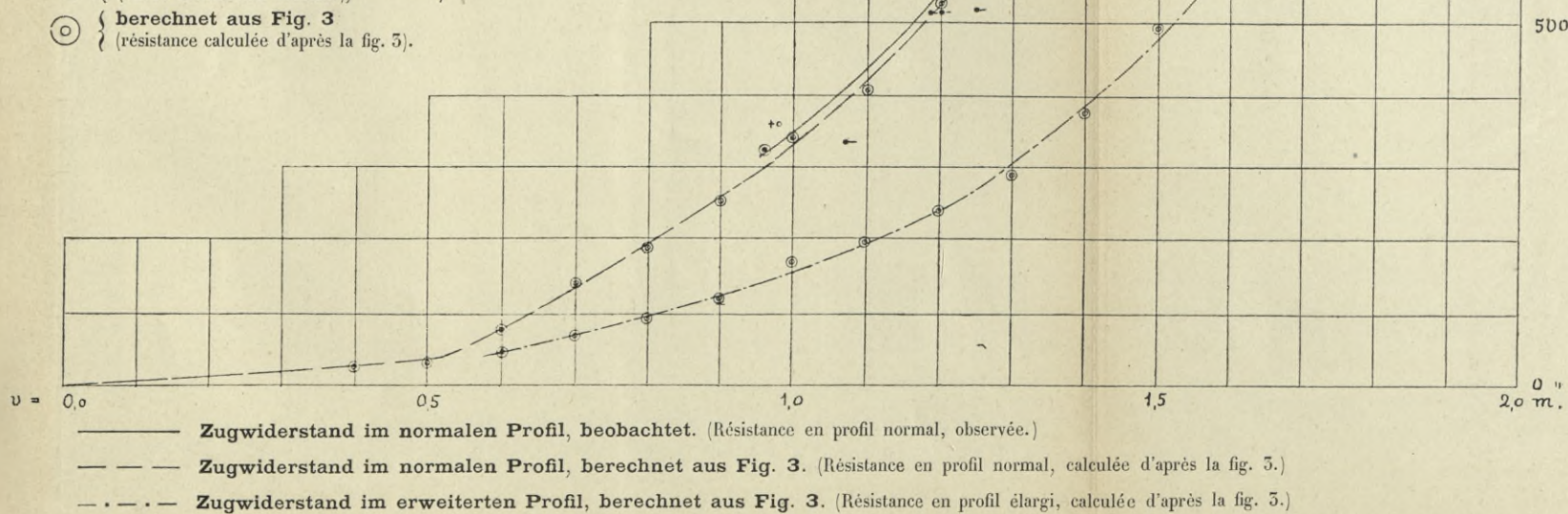


FIG. 2.

Darstellung des Zugwiderstandes  
(Graphique de la résistance à la traction):

- + o { bei zunehmender Zugkraft (effort de traction croissant);
  - - { bei abnehmender Zugkraft (effort de traction décroissant);
  - ⊙ { bei gleichmaessiger Zugkraft (effort de traction constant);
  - ⊙ { berechnet aus Fig. 3 (résistance calculée d'après la fig. 3).
- } beobachtet (observé);



Beobachtungen bei den Versuchsfahrten des Schleppkahns Emden  
auf dem Dortmund-Ems-Kanal.

Tiefgang 1,75 Meter. — Déplacement 818 Tonnen.

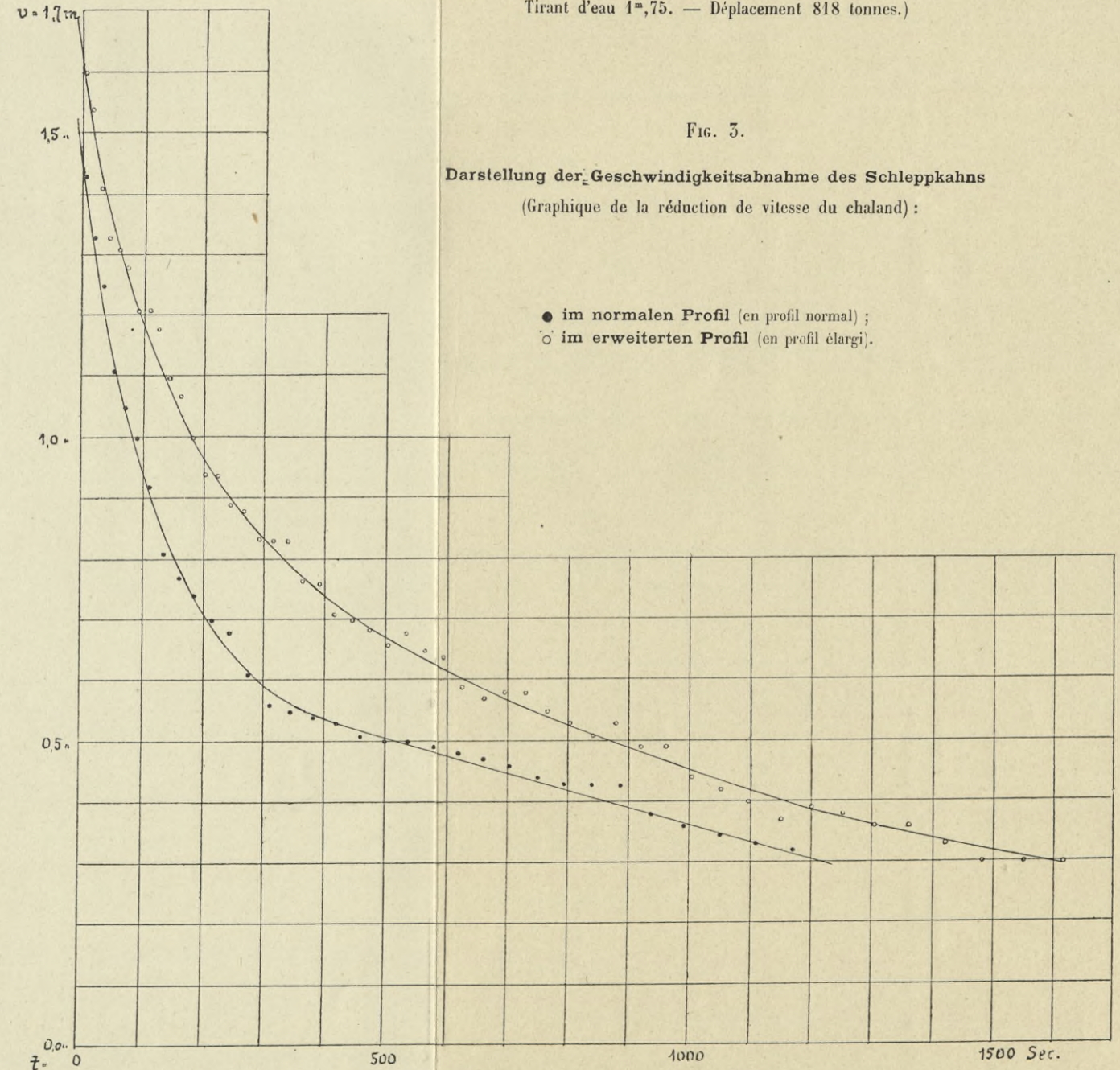
(Observations faites lors des voyages d'essai du chaland Emden  
sur le canal de Dortmund à l'Ems.)

Tirant d'eau 1<sup>m</sup>,75. — Déplacement 818 tonnes.)

FIG. 3.

Darstellung der Geschwindigkeitsabnahme des Schleppkahns  
(Graphique de la réduction de vitesse du chaland):

- im normalen Profil (en profil normal);
- im erweiterten Profil (en profil élargi).







S. 67









WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

~~III 17684~~  
L. inw.

U. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307055

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305512

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307057

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316025

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307081

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307060

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316024

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316026

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307056

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316023

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307058

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316022

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307059

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316021

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307061

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



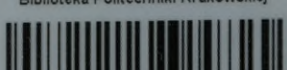
100000316020

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307080

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316019