

Sammlung Götschen Band 585

Verkehrswasserbau

Von

Dr.-Ing. Hans Dehnert

Reg. und -baurat a. D., Zivilingenieur in Potsdam

I

Entwurfsgrundlagen Flußregelungen

Mit 52 Textabbildungen



Walter de Gruyter & Co.

vormals G. J. Götschen'sche Verlagshandlung • J. Guttentag, Verlags-
buchhandlung • Georg Reimer • Karl J. Trübner • Veit & Comp.

Berlin 1950

**Alle Rechte, insbesondere das Übersetzungsrecht,
von der Verlagsbehandlung vorbehalten**

Archiv - Nr. 11 05 97

Druck von Bodo Graefe, Berlin SW 68

Inhaltsverzeichnis.

A. Entwurfsgrundlagen.

I. Allgemeines über Wasserstraßen.

Seite

§ 1. Wasserstraßen in Wirtschaft und Verkehr	6
§ 2. Systematik des deutschen Wasserstraßennetzes..	9
§ 3. Wasserstraßenverhältnisse im Ausland.....	16

II. Fahrzeuge der Binnenschifffahrt.

§ 4. Grundbegriffe, Bauformen, Eichtung.....	21
§ 5. Bewegungswiderstände	26
§ 6. Uebersicht der Schiffstypen	28

III. Schifffahrtsbetrieb auf Wasserstraßen.

§ 7. Arten des Schifffahrtsbetriebes	33
§ 8. Troidelei und Schleppschifffahrt	35
§ 9. Betriebsordnungen	38
§ 10. Verwaltung der Wasserstraßen	40

B. Flußregelungen.

IV. Allgemeines über Flußregelungen.

§ 11. Entstehung der fließenden Gewässer	42
§ 12. Natürliche Vorbedingungen des Flußausbaues..	44
§ 13. Angriffskräfte des fließenden Wassers.....	47
§ 14. Ziele der Flußregelung	51

V. Gewässerkundliche Vorarbeiten.

§ 15. Stromkarten	54
§ 16. Peilungen	56
§ 17. Wasserstandsbeobachtungen	58
§ 18. Geschwindigkeitsmessungen	61
§ 19. Ermittlung der Wassermengen	64

VI. Entwerfen von Flußregelungen.

§ 20. Allgemeine Gesichtspunkte	66
§ 21. Form und Abmessungen des Flußquerschnittes..	68
§ 22. Linienführung des Gewässers	72

VII. Mittel des Ausbaues.		Seite
§ 23.	Baustoffe und Bauelemente der Strombauwerke..	75
§ 24.	Bauwerke zur seitlichen Begrenzung des Querschnittes	78
	a) Deckwerke	78
	b) Bühnen	79
	c) Parallelwerke	85
§ 25.	Bauwerke zur Sohlensicherung	88
§ 26.	Hindernisbeseitigung, Baggerungen	89
§ 27.	Durchstiche und Verbauungen	91
VIII. Wasserwirtschaftliche Maßnahmen.		
§ 28.	Zuschußwasser aus Talsperren	93
§ 29.	Eindeichungen	95
§ 30.	Eisbildung und Eisbrecherarbeiten	98
	Sachverzeichnis	101

Literatur.**Sammelwerke :**

- Handbuch der Ingenieurwissenschaften, III. Teil, 1. u. 6. Bd.
Engels, Handbuch des Wasserbaues, 3. Auflage 1923.
Franzius, Der Verkehrswasserbau, 1927.
Symphor-Soldan, Die Wasserwirtschaft Deutschlands und ihre neuen Aufgaben, Bd. I u. Bd. II, 1922, Bd. III, 1925.
Tollmilt/Zander, Grundlagen der Wasserbaukunst, 1947.
Dehnert, Verkehrswasserbau, Sammlung Götschen,
 Band II, Flußkanalisierungen und Schifffahrtskanäle,
 Band III, Schleusen und Hebewerke.

Sonderwerke :

(zu „Entwurfsgrundlagen“)

- Teubert*, Die Binnenschifffahrt, 2. Auflage 1932.
Markmann, Die deutschen Wasserstraßen 1938.

(zu „Flußregelungen“)

- Paxmann*, Leitgedanken zum Wasserbau 1947.
Winkel, Die Grundlagen der Flußregelung, 2. Auflage 1947.
Winkel, Angewandte Hydromechanik im Wasserbau 1947.
Marquardt, Die Methoden des Flußbaues 1922.
Neger, Entwicklung des Buhnenbaues in den deutschen Stromgebieten 1932.

Zeitschriftenaufsätze :

- Muttray und Soldan*, Der Ausbau der Weser auf Niedrigwasser, Zeitschrift für Bauwesen 1919.
Faber, Der Oberrhein und seine bauliche Behandlung, Bautechnik 1925.
Fuchs, Schiffbarmachung des Oberrheins von Basel bis Straßburg, Bautechnik 1925.
Hirsch, Zur Frage der Aufbesserung der Niedrigwasserstände der Elbe unterhalb der Saalemündung durch Talsperrenzuschußwasser, Bautechnik 1931.
Hansmann und Hirsch, Die Niedrigwasserregulierung der Elbe auf der Strecke Hämerien (km 395,0) — Artlenburg (km 573,8), Bautechnik 1932.
Lüders, Geschiebebewegung in S-förmig gekrümmten Flußläufen, Bautechnik 1925.

A. Entwurfsgrundlagen.

I. Allgemeines über Wasserstraßen.

§ 1. Wasserstraßen in Wirtschaft und Verkehr.

Der Verkehrswasserbau umfaßt als Teilgebiet des Wasserbaues alle bautechnischen Maßnahmen zur Nutzung des Wassers als Verkehrsträger. Er dient somit der Schifffahrt als der gewerblichen Beförderung von Personen und Gütern.

Man unterscheidet Seeschifffahrt und Binnenschifffahrt. Die Straße der Seeschifffahrt ist das offene Meer. Die Straßen der Binnenschifffahrt sind die von Natur aus schiffbaren Ströme, die durch Stauregelung schiffbar gemachten Flüsse und die als rein künstliche Wasserwege anzusprechenden Kanäle. Die örtlichen Grenzen zwischen See- und Binnenwasserstraßen sind schwankend. Die Seeschifffahrt bemüht sich, vom Meere so tief wie möglich in das Festland einzudringen, um die von ihr beförderten Güter ohne Umladung an die Verbrauchsstellen heranzubringen. Entscheidend sind hier Umfang des einen oder anderen Schifffahrtszweckes und der Charakter des Stromes. Man wird die Weser unterhalb Bremen, die Elbe unterhalb Hamburg oder die Oder unterhalb Stettin stets als Seewasserstraße bezeichnen, obwohl es sich hier um Flüsse handelt, während niemand Köln als Seestadt ansieht, wenn auch einige Seeschiffe von hier direkt nach London fahren. Wasserbaulich liegt in einem Strom die Grenze zwischen Binnen- und Seewasserstraße etwa da, wo der Einfluß von Ebbe und Flut aufhört. Die technische Behandlung der Mündungen großer Flüsse gehört daher in das Gebiet des Seebaues. Die nachfolgenden Darlegungen über Verkehrswasserbau beziehen sich in der Hauptsache auf den Ausbau, die Herstellung und den Betrieb von Binnenwasserstraßen.

Jeder Fluß ist eine Straße. Sie war als solche schon da, lange bevor vom Menschen die ersten Pfade getreten wurden. Von den Gebirgen führte sie durch das weite Land zum Meer. Der Mensch erkannte daher schon in den ältesten Zeiten die großen Möglichkeiten der Nutzung eines Gewässers als Verkehrsträger. Selbst schwere Lasten ließen sich auf ihm befördern, ohne daß andere Arbeit als das Lenken des Fahrzeugs nötig war. Freilich ging dies nur zu Tal. Die Schiffe wurden nach ihrer Ankunft am Endziel der Reise zerschlagen und das Holz anderweitig verwertet. Mit den Jahren vervollkommneten sich die Fahrzeuge. Und die Fortschritte der Technik befähigten den Menschen, die Wasserstraßen den wachsenden Bedürfnissen des Handels und Verkehrs entsprechend auszubauen oder umzugestalten.

Das bedeutendste Ereignis in dieser Entwicklung war die Erfindung der Kammer Schleuse, die zeitlich nahezu mit der Entdeckung Amerikas und des Seeweges nach Ostindien zusammenfällt. Sie gestattete dem Wasserverkehr die Ueberwindung der Höhenunterschiede im Gelände. So war bis ins neunzehnte Jahrhundert hinein die Wasserstraße hinsichtlich Billigkeit und Leistungsfähigkeit der Landstraße überlegen. Die ersten Dampfschiffe eröffneten hierbei ganz neue Aussichten. Da begann der Siegeszug der Eisenbahn. Sie ermöglicht gegenüber dem Wasserstraßenverkehr eine bedeutend schnellere, dabei regelmäßige und pünktliche Güterbeförderung. Die Schifffahrt erleidet durch Hochwasser, Eisgang, Nebel und außergewöhnliche Niedrigwasser zeitweise starke Unterbrechungen. In allen solchen Fällen sind ihre Fahrzeuge gezwungen, da liegen zu bleiben, wo sie sich augenblicklich befinden oder sichere Schutz- und Liegehäfen aufzusuchen. Die Postbeförderung und fast der gesamte Personenverkehr wurden hinfort von der Eisenbahn bewältigt. Das Schicksal der Binnenschifffahrt schien besiegelt und man erwog schon, vorhandene Kanäle zuzuschütten oder sie als Fischteiche zu verwenden.

Ein Naturgesetz verliert aber nicht an Wahrheit dadurch, daß es durch Zeitströmungen vorübergehend in seinen Auswirkungen gehemmt wird. Und das ist: Die Zugkräfte zur Fortbewegung eines Schiffes sind unter gewissen Bedingungen erheblich geringer als diejenigen der Eisenbahn, wodurch die Frachtkosten entsprechend niedrig gehalten werden können. Befördert man nämlich mit einer Geschwindigkeit von 1 m pro Sekunde auf der Landstraße 1 t, so mit der gleichen Zugkraft bei derselben Geschwindigkeit auf der Eisenbahn 8 t und auf dem Wasserweg 75 t. Der Schiffsverkehr besitzt somit ein außerordentlich günstiges Verhältnis von Nutzlast zu bewegter toter Last.

Es hat daher trotz der Ausbreitung der Eisenbahnen die Binnenschifffahrt als Träger des Verkehrs mit großen Lasten auf weite Entfernungen ihre Bedeutung wieder erhalten. Gegen Ende des vergangenen Jahrhunderts erlangten die Wasserstraßen erneut allgemeines Interesse. Ihr Ausbau wurde planmäßig in Angriff genommen. Gleichzeitig wurden die Schiffsmaschinen vollkommener. Seit Ende des ersten Weltkrieges erhielt die Binnenschifffahrt einen neuen, starken Auftrieb durch die Zunahme der Selbstfahrer, die Laderaum und Antriebskraft in sich vereinen.

Schiff und Eisenbahn haben heute klar umrissene, getrennte Aufgaben: Die Bahn befördert alles, was schnelle und pünktliche Anlieferung erfordert, also vorwiegend Stückgüter, Halbfabrikate, Fertigfabrikate, Güter von Wert, — das Schiff aber zieht überwiegend Massengüter an sich: Kohle, Erze, Getreide, Erden, Baustoffe, Holz usw., für deren Beförderung große Transportgefäße nötig sind. Ein mittlerer Rheinkahn kann den Inhalt von 150 Güterwagen fassen, dementsprechend mehr ein Schleppzug mit 5 bis 7 solcher Kähne.

Der Güterverkehr in Deutschland verteilt sich nach dem Stande von 1939 zu etwa 75 % auf die

Reichsbahn, zu mehr als 20 % auf die Binnenschifffahrt und zu etwa 5 % auf den Landstraßenverkehr. Dabei wechseln selbstverständlich die Verhältniszahlen in den verschiedenen deutschen Landschaften.

§ 2. Systematik des deutschen Wasserstraßennetzes.

Die Wasserstraßenverhältnisse Deutschlands erhalten ihre naturgegebene Ausrichtung durch den Rhein, die Weser, die Elbe und die Oder, ferner durch die zur Bewegung dieser Flüsse fast senkrecht strömende Donau. Ausgehend von diesem Flußsystem ist das Kanalsystem darauf abgestellt, ein geschlossenes Verkehrsnetz und damit ein möglichst weiträumiges Hinterland für die an den Strommündungen liegenden Seehäfen zu schaffen. Man hat daher vielfach von der „Querschaltung der deutschen Kanäle“ gesprochen, indem man den Nord-Ostsee-Kanal als erste, den Mittellandkanal als zweite und die Großschiffahrtsstraße Rhein-Main-Donau als dritte Querverbindung vom Osten zum Westen ansieht (Abb. 1).

Der Rhein ist die Wiege des deutschen und darüber hinaus auch des europäischen Flußbaues. Sein über ein Jahrhundert in stetiger Fortentwicklung vollzogener Ausbau stellt ein Kulturwerk ersten Ranges dar. Er ist mit einem Jahresverkehr von rd. 90 Millionen t (1937) die bedeutendste Binnenwasserstraße der Welt. Diese Tatsache hat ihren Ursprung in dem Rheintal als der natürlichen deutschen Wirtschafts- und Verkehrsstraße zwischen dem Mittelmeer und der Nordsee. Sie ist begünstigt durch den Umstand, daß die Zuflüsse des Rheines teils aus dem Hoch- und Mittelgebirge, teils aus dem Tiefland kommen und ihm zeitlich verschieden abgestimmte Niederschlagsmengen zuführen, wodurch sein Wasserhaushalt auf das Vorteilhafteste reguliert wird. Bei einem Niederschlagsgebiet von rd. 160 000 km² beträgt bei Koblenz (ohne

Mosel) die niedrigste Wasserführung $565 \text{ m}^3/\text{sec}$, die höchste etwa $10\,000 \text{ m}^3/\text{sec}$. Die Länge des Rheins von der Quelle bis zur Mündung beläuft sich auf 1320 km, davon entfallen auf Deutschland 698 km. Der Gedanke

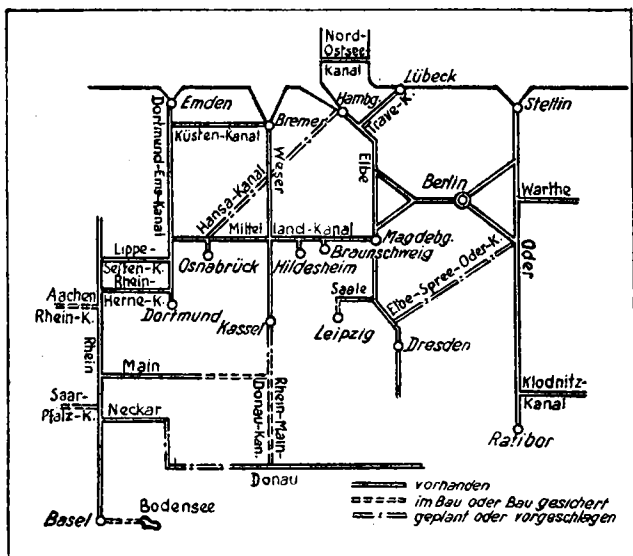


Abb. 1. Systemskizze des deutschen Wasserstraßennetzes.

einer Stromregulierung im Schiffsverkehrsinteresse geht auf die Zeit zwischen 1840 und 1850 zurück, als mit der Entwicklung der Dampfmaschine sich auch der Schiffsverkehrsbetrieb in zunehmendem Maße von den Leinpfaden unabhängig machte. Als Endziel der Strombauarbeiten sind an Fahrwassertiefe bei gemitteltem Niedrigwasser für die Strecken unterhalb Köln 3,00 m, zwischen Köln und St. Goar 2,50 m, zwischen St. Goar und Mannheim 2,00 m und zwischen Mannheim und Kehl 1,50 m festgelegt wor-

den. Die im Jahre 1930 begonnenen Arbeiten zur Niedrigwasserregulierung des Oberrheins von Straßburg bis Basel wurden bisher auf Kosten der Schweiz und Deutschlands durchgeführt. Die Schiffbarmachung des Hochrheins zwischen dem Bodensee und Basel harrt noch der Ausführung. Der Schifffahrtsbetrieb auf dem Rhein ist in der Hauptsache Schleppbetrieb. Die durchschnittliche Tragfähigkeit der deutschen Rheinschiffe liegt bei 800 t. Die größten Kähne fassen bis 4000 t.

Der Anschluß Südwestdeutschlands an den Rhein erfolgt durch die im Jahre 1920 in Angriff genommene Kanalisierung des Neckars für 1200-t-Schiffe. Sie war 1935 bis Heilbronn fertig und sollte bis 1946 unter Anschluß Stuttgart bis Plochingen vollendet sein, um dann später mit der Donau durch den Kanal Plochingen—Ulm eine Verbindung zu erhalten. Der von Mannheim gen Westen geplante Saarpfalz-Rhein-Kanal dürfte in absehbarer Zeit kaum gebaut werden. Der bedeutendste Nebenfluß des Rheins ist der Main. Er ist heute bis Bamberg für den Verkehr von 1200-t-Fahrzeugen nach modernsten Grundsätzen kanalisiert, um im Zusammenhang mit dem Kanal Bamberg—Kehlheim einen Teil der Großschiffahrtsstraße Rhein-Main-Donau zu bilden. Die Moselschifffahrt kennt nur kleine Schiffe.

Die westdeutschen Kanäle sind ein wesentlicher Bestandteil des deutschen Wasserstraßennetzes. Der Rhein-Herne-Kanal hat mit seinen 7 Gefällstufen die doppelte Aufgabe, der Ruhrkohle einen Anschluß an den Rhein und nach Osten an das Mittellandkanalsystem zu verschaffen. Der Verkehr auf ihm betrug im Jahre 1938 im Ortsverkehr rd. 16,5 Millionen t, im Durchgangsverkehr rd. 3,5 Millionen t. Er ist damit die am stärksten befahrene Kanalstrecke Deutschlands. An seiner Einmündung in den Rhein liegt der als wirtschaftliche Einheit zu betrachtende Komplex der Rhein-Ruhr-Häfen, welche 1937 einen Gesamtumschlag von 44 Millionen t aufgewiesen haben. Der dem Rhein-Herne-Kanal nahezu parallele

Lippe-Seitenkanal hat den Zweck, den Kohlenverkehr aus dem sich allmählich von der Ruhr nach Norden ausdehnenden Bergbau aufzunehmen. Sein im Jahre 1930 vollendeter Ausbau ist auf das 1000-t-Schiff abgestellt worden. Beide Kanäle finden nach Norden ihren Anschluß an den Dortmund-Ems-Kanal, welcher auf dem Weg bis Emden aus rund 174 km Kanalstrecke und 75 km kanalisierter bzw. freier Ems besteht. Diese im Jahr 1899 fertiggestellte Wasserstraße verdankt ihre Entstehung der Notwendigkeit, dem westfälischen Industriegebiet einen Anschluß an den Nordseehafen Emden zu verschaffen. Sie hat mit einem Verkehr von 8,7 Millionen t im Jahre 1930 vorwiegend Fahrzeuge von 500 bis 800 t getragen. Um verbilligte Schiffsfrachten gegenüber der Anziehungskraft des Rheins zu erhalten, ist 1933 mit dem Umbau des Kanals auf das 1500-t-Schiff begonnen worden. Dabei ist geplant, die kanalisierte Ems auf der Strecke Gleesen—Papenburg zu verlassen und durch einen neuen Seitenkanal von 76 km Länge mit rd. 28 m Gefälle zu ersetzen.

Ems und Weser werden durch den für 700-t-Schiffe ausgebauten Küstenkanal verbunden. Projekt geblieben ist bis heute der Hansa-Kanal, der Hamburg und Lübeck mit dem westdeutschen Industrierevier verbinden soll.

Das als Mittellandkanal bezeichnete Kanalsystem ist eine schiffbare Verbindung aller norddeutschen Stromsysteme vom Rhein bis zur Elbe. Es findet seine Fortsetzung zur Oder in den märkischen Wasserstraßen. Die Strecken des Mittellandkanals zwischen Rhein und Elbe bestehen im einzelnen aus dem Rhein-Herne-Kanal bzw. Lippe-Seitenkanal, dem Teilstück des Dortmund-Ems-Kanals von Herne bis Bevergern, dem Ems-Weser-Kanal und dem Weser-Elbe-Kanal. Dieses Kanalsystem ist allmählich entstanden und daher entsprechend den jeweilig geltenden Bedürfnissen nicht gleichmäßig gestaltet. Die Schleusen der Hauptlinie ermöglichen jedoch überall