Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 30 (1938)
Heft: 5-6

Artikel: Normalien und Normen für die Schifffahrtsstrasse Basel-Bodensee
Autor: Blattner, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-922167

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Linksseitige Linthebene (A)	Fr. 1 468 000
Rechtsseitige Linthebene (unt. Teil B)	Fr. 635 000
Rechtsseitige Linthebene (ob. Teil C)	Fr. 1 215 000
Zusammen	Fr. 3 318 000

Diese Gewässerkorrektionen müssten, auch wenn die eigentliche Melioration nicht durchgeführt würde, in absehbarer Zeit teilweise doch ausgeführt werden. Die heute bestehenden Zustände mit den periodischen Ueberschwemmungen sind auf die Dauer unhaltbar. Zudem rufen die fast untragbaren Aufwendungen der Grundbesitzer für den Unterhalt der Gräben nach einer gründlichen Sanierung. Ohne Gewässerkorrektion ergäbe sich pro ha für die reine Melioration nur eine Belastung von Fr. 2300. Im Vergleich zu andern umfangreichen Meliorationsunternehmen sind die Kosten des Meliorationswerkes der Linthebene sehr gering.

Vor dem Weltkrieg rechnete man für Entwässerungen mit durchschnittlich Fr. 2500 Baukosten pro ha. Als zur Zeit der Lebensmittelknappheit verschiedene Unternehmen in beschleunigtem Tempo mit den hohen Lohn- und Materialkosten der Nachkriegszeit durchgeführt werden mussten, ergaben sich Belastungen von Fr. 4000—7000 pro ha.

Die Melioration der Linthebene wird die grösste Ebene unseres Landes der intensiven landwirtschaftlichen Kultivierung erschliessen. Die Ertragsfähigkeit des ganzen Gebietes kann sehr stark erhöht und dadurch die einheimische Lebensmittelproduktion vergrössert werden. Bei Abzug von einem Viertel der Meliorationsfläche für die weitere Existenz und Verbesserung der bestehenden Randsiedelungen verbleiben immer noch zirka 3000 ha zu innenkolonisatorischen Zwecken. Eine intensive Bewirtschaftung dürfte mit der Zeit die Ansiedelung von zirka 500 Bauernfamilien ermöglichen.

Die Landwirtschaftsbetriebe in der Randzone der Linthebene sind zur Hauptsache auf Graswirtschaft eingestellt. Im Linthgebiet kann aber, wie dies Versuche zur Zeit der vermehrten Getreideanbaupflicht erwiesen haben, auch Wechselwirtschaft betrieben werden. Verschiedene Gebiete eignen sich vorzüglich für den Gemüsebau.

In Verbindung mit der bessern Bewirtschaftung des landwirtschaftlich nutzbaren Talgebietes wird natürlich auch eine Vermehrung des Viehstandes eintreten. Diese hat eine bessere Ausnützung des nahegelegenen Alpgebietes, vor allem der ungenügend bestossenen Alpen und Weiden bis ins Bündnerland zur Folge.

Das Linthgebiet eignet sich überdies auch vortrefflich für die Schaffung eines im Innern unseres Landes notwendigen grössern Flugplatzes. Die Entwässerung ist hiefür Voraussetzung.

Die Melioration der Linthebene steht als volkswirtschaftlich wertvolles Werk auch im Vordergrunde der Arbeitsbeschaffung.

Mit der Melioration der Linthebene entsteht ein Werk, das während Jahren Hunderten von unseren Bürgern Arbeit und Verdienst gibt, und in dessen wirtschaftlichen Auswirkungen dem Linthgebiet weite, dauernde Entwicklungsmöglichkeiten geboten werden. Die Opfer des Staates für dieses Werk werden einem schwer um sein Dasein kämpfenden Landesteil gebracht. Es ist gut angelegtes Kapital, das die Bauern und Siedler der Linthebene durch treue Arbeit an Scholle und Vaterland vergelten werden.

Normalien und Normen für die Schiffahrtsstrasse Basel-Bodensee

Referat von Dipl.-Ing. *H. Blattner*, Zürich, an dem vom S.W.V. und V.S.E. veranstalteten Vortragszyklus vom 2./3. Juni 1938 in Zürich

Wie überall, so hat auch auf dem Gebiete der Schiffahrt die Technik Fortschritte gemacht, die eine Ueberprüfung früherer Projekte über den Ausbau von Wasserstrassen zur Notwendigkeit machten. Die in den letzten Jahren einsetzende starke Zunahme des Selbstfahrerbetriebes auf dem Rhein veranlasste das Eidg. Amt für Wasserwirtschaft in Bern, auf die früheren Projekte über den Ausbau des Hochrheins zwischen Basel und Bodensee als Schiffahrtsstrasse zurückzukommen und die wirtschaftlichste Ausbaugrösse dieser Wasserstrasse, besonders mit Rücksicht auf die sich in den letzten Jahren stark entwickelnde Motorgüterschiffahrt, untersuchen zu lassen. An die bestellten Gutachter wurden über den Zweck und das Ziel der zu unternehmenden Studien vom Amt folgende Weisungen gegeben:

«Nachdem über die Wirtschaftlichkeit des Ausbaues des Hochrheins als Schiffahrtsstrasse nur Klarheit geschaffen werden kann, wenn die sorgfältig ermittelten Kosten für verschieden angenommene Ausbaugrössen miteinander verglichen werden, sollen die Ausbaukosten für folgende drei Schleusentypen, deren Abmessungen die Ausbaugrösse und Dimensionen der gesamten übrigen Einrichtungen der Wasserstrasse, also der zugehörigen

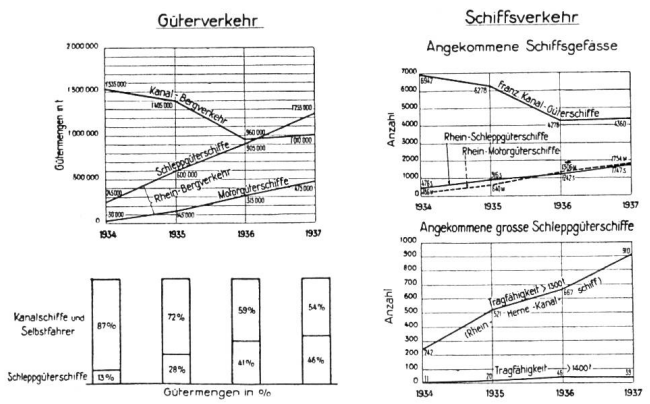

Abb. 51 Basler Rheinhafen-Statistik

Vorhäfen, der offenen und künstlichen Fahrrinnen und deren Krümmungsradien bestimmen, ermittelt werden:

1. der alten Schleppzugschleuse von 135 m / 12 m,
2. der Schleuse für gemischten Betrieb (also Schleppzug- und Selbstfahrerschleuse) von 90 m / 12 m und schliesslich
3. der eigentlichen Selbstfahrerschleuse von 70 m/ 9 m.»

Diese Typen sind schon wiederholt von den Schiffahrtsinteressenten vorgeschlagen worden. Die Abmessungen beziehen sich auf die für die Schiffahrt praktisch wirklich nutzbare Länge und Breite.

Um einen einwandfreien Vergleich der Baukosten für diese drei Ausbaugrössen zu ermöglichen, mussten zuerst die Normalien und Normen, die den drei Projekten und Vergleichsvarianten zugrunde zu legen sind, geschaffen werden. Unter Normalien sind zu verstehen die normalisierten Abmessungen des künftigen Schiffsparkes, der Schleusen und Vorhäfen, der offenen Flusswasserstrasse und Schiffahrtskanäle und die Vorschriften über den eventuell zu begünstigenden, einheitlichen Schiffahrtsbetrieb. Die Normen behandeln den konstruktiven Teil der verschiedenen Schiffahrtseinrichtungen.

Die neu aufgestellten Normalien und Normen bilden die Grundlage, um, getrennt nach den drei Ausbaugrössen, jede der am Hochrhein liegenden Staustufen gesondert zu untersuchen, wobei diese Normalien und Normen den lokalen Bedürfnissen der einzelnen Staustufen sorgfältig anzupassen sind. Liegen die drei Projekte für jede Staustufe vor, so können auf Grund der aufzustellenden Ausmasslisten für jede Variante die Baukosten berechnet werden. Die Zusammenstellung der Baukosten der Einzelstaustufen ergibt die Gesamtkosten der ganzen Schiffahrtsstrasse von Basel bis zum Bodensee, getrennt für einen Ausbau auf Schleppzugs-, Selbstfahrer- oder gemischten Betrieb.

Erst wenn die Gesamtkosten für jede Betriebsart bekannt sind, wird man an die Bearbeitung des Hauptproblems, d. h. an die Beantwortung der Frage nach dem wirtchaftlichsten Gesamtausbau dieser Wasserstrasse gehen können. Erst dann wird man sich auch über die künftige, mutmassliche Entwicklung des Verkehrs auf dem Hochrhein ein richtiges Urteil bilden können.

Von der künftigen Einschätzung der Bedeutung dieses Schiffahrtsweges und seiner Verkehrsinteressen wird es abhängen, welche der drei Ausbaugrössen schliesslich gewählt wird. Vielleicht werden Deutschland und die Schweiz verschiedene Ausbaugrössen fordern. An Hand des Gesamtergebnisses der unternommenen Vergleichsstudien können die Kosten für jede Ausbauart angegeben werden.

Mit diesen Studien soll, entgegen geäusserten Ansichten, zur Frage der künftigen Betriebsform auf der neuen Wasserstrasse nicht Stellung genommen werden. Sie sollen die Grundlagen für die künftigen Unterhandlungen in technischer und finanzieller Beziehung liefern und den Entscheid über die zu wählende Ausbaugrösse vorbereiten und ermöglichen.

Bei der Aufstellung der neuen Normalien und Normen liessen sich die Gutachter von folgender Idee leiten: Der Ausbau des Hochrheins kann wirksam erst dann gefördert werden, wenn man sich von dem bisher verfolgten Prinzip frei macht, dass die Schiffahrt nur voll leistungsfähig sei, wenn sie, wie die Eisenbahn, eine Fahrstrasse und, statt der Bahnhöfe, Hafenanlagen vorfinde, die allen theoretisch errechneten Vorbedingungen entsprechen. Im Gegensatze zur schienengebundenen Bahn ist die Binnenschiffahrt in ihren Betriebsformen sehr anpassungsfähig, ohne dass sie durch diese Anpassung ihre natürlichen Vorteile verliert (Abb. 52).

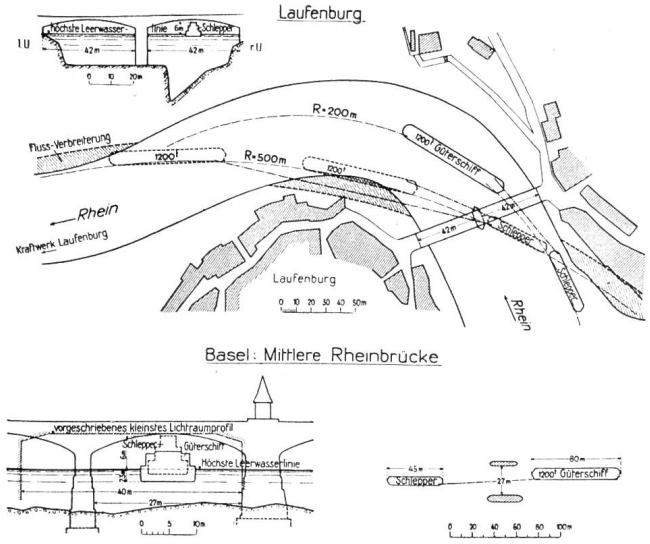

Abb. 52 Schiffahrts-Hindernisse

Die Auffassung, dass Schiffahrts- und Eisenbahnbetrieb ähnliche Verkehrsarten mit ähnlichen Verkehrseinrichtungen seien, lassen die alten Normalien und Normen deutlich erkennen. Besonders die Abmessungen von Vorhafenanlagen und Fahrrinnen in natürlichen und künstlichen Wasserstrassen, führen zu grosszügigen Anlagen, an denen auf Grund modernerer Anschauungen wesentliche Einsparungen möglich sind (Abb. 62 u. 65).

In diesem Zusammenhange war es äusserst lehrreich, die Anschauungen des Auslandes über die Notwendigkeit eines mehr oder weniger vollkommenen Ausbaues der einzelnen Schiffahrtseinrichtungen seiner Wasserstrassen kennenzulernen. Im Herbst 1937 haben Vertreter des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft und der Verfasser Neckar, Main, Seine und Mosel bereist. Dabei wurde über Ausbau- und Betriebsfragen ein reger Gedankenaustausch mit den deutschen und französischen Kollegen gepflogen. Ueber das Ergebnis der Studienreise gibt das erste Teilgutachten, das im Januar 1938 zur Ablieferung kam, Aufschluss.

Am Main sind die Vorhafen- und Schleusenanlagen sehr reichlich dimensioniert. (Schleusenlänge 300 m, Vorhafenlänge im Oberwasser 300 m, im Unterwasser 200 m.) Der Erbauer der Neckar-Wasserstrasse, Strombaudirektor Dr. Konz, hat Floss und mehrschiffigen Schleppzug bewusst ausgeschlossen. Er hat den Normalschleppzug, bestehend aus einem Schlepper und einem Güterschiff im Anhang, begünstigt und dadurch einen wesentlichen Abbau dieser Ausmasse ermöglicht. Die Neckarschleusen haben nur noch eine Länge von 110 m, die zugehörigen Vorhäfen im Ober- und Unterwasser eine Länge von je 150 m. Während auf der Rhein-Main-Donau-Wasserstrasse eine starke Anpassung des Ausbaues an den vorhandenen Schiffspark erfolgte, ist also am Neckar nach dem Grundsatze gebaut worden, dass sich der Schiffspark in einem gewissen

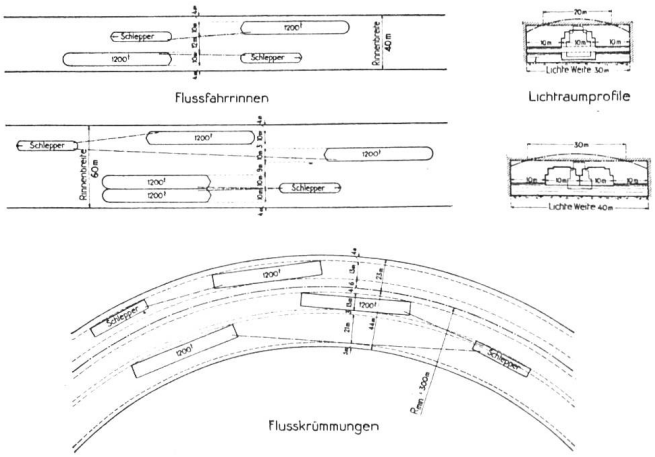

Abb. 54 Ausbau für Schleppzüge mit einem oder zwei Güterschiffen im Anhang.

Masse dem vorhandenen Ausbau anzupassen habe.

Auch die schwierigen topographischen Verhältnisse des Neckartales zwangen zu dieser Lösung und die praktische Ausübung der Schiffahrt zeigt, dass sie auch mit kurzen Vorhäfen und kleineren Krümmungsradien für die Fahrrinne auskommen kann, ohne ihre Leistungsfähigkeit einzubüssen.

Noch viel eindrucksvoller kommt diese Anpassungsfähigkeit der Schiffahrt an die gegebenen, natürlichen Verhältnisse in Frankreich zum Ausdruck. Vorhäfen finden sich auf den französischen Flusswasserstrassen meistens überhaupt nicht oder dann nur in rudimentären Formen, wobei die Verwendung von eisernen Spundwänden und hölzernen oder eisernen Leitwerken häufig ist.

Geradezu überraschend ist die grosse Leistungsfähigkeit der kleinen französischen Kanalschleusen, die als Einheitsschiff die kleine Peniche schleusen. Es zeigt sich also auch hier, dass, je einheitlicher das zu schleusende Schiffsmaterial, um so grösser die Leistungsfähigkeit der gesamten Wasserstrasse ist. Die natürliche Leistungsfähigkeit der besichtigten Kanalschleusenanlagen ist vor kurzem durch die

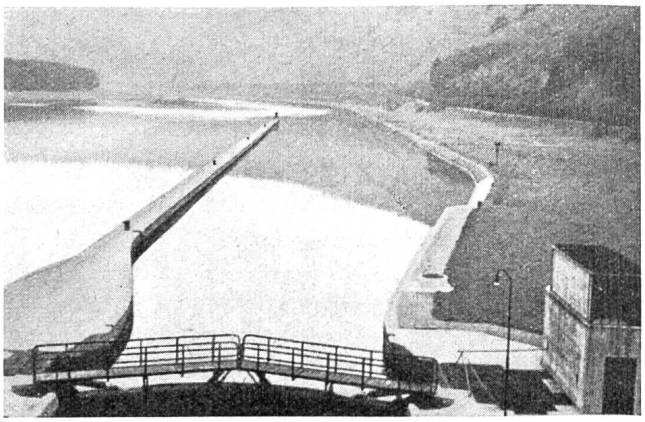

Abb. 53 Schleuse Eichel (Main). Oberer Vorhafen.

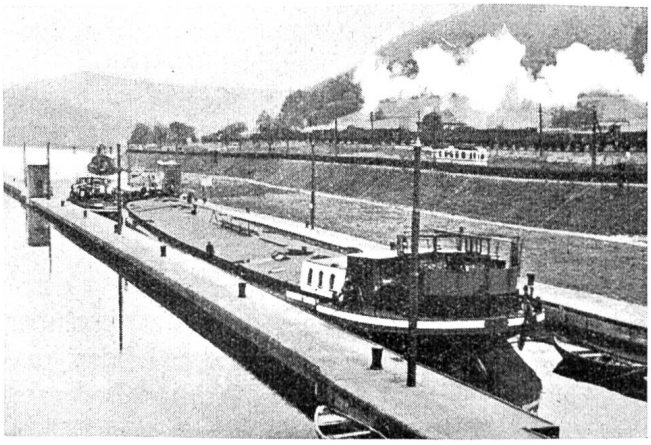

Abb. 55 Schleuse Neckargemünd

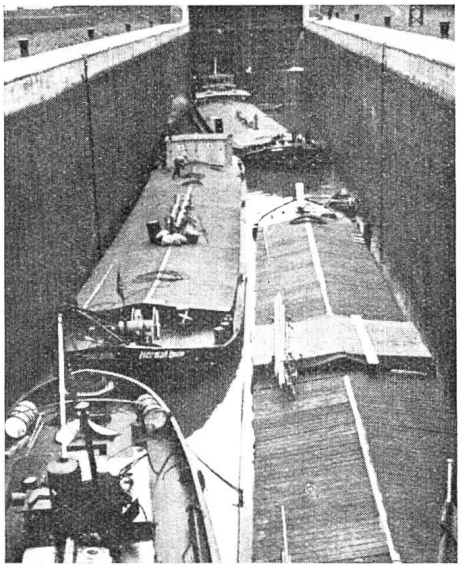

Abb. 56 Schleuse Wiblingen (Neckar)

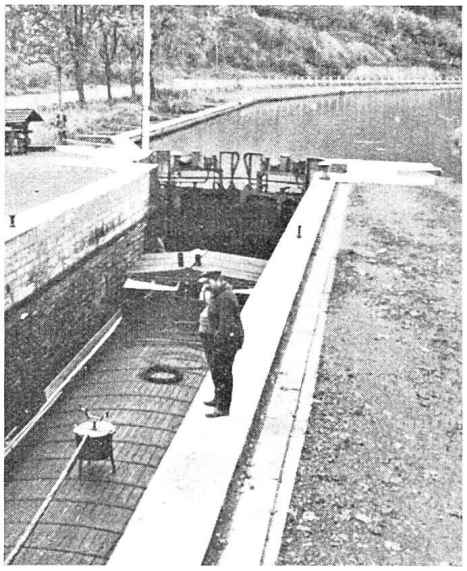

Abb. 58 Schleuse Liverdun (Moselkanal)

durchgeführte, vollkommene Mechanisierung des Schleusenvorganges erheblich gesteigert worden.

In diesem Zusammenhang ist es auch lehrreich, die Erfahrungen mit der grössten französischen Flußschiffahrtsschleuse in Kembs unterhalb Basel kennenzulernen. Ursprünglich sollte diese Schleuse auch die grossen Radschleppdampfer aufnehmen. Deshalb wurden die beiden Schleusen 25 m breit gebaut. Die grossen Schlepper kehren aber an der Schleuse um zur Talfahrt und die Güterschiffe werden von den kleinen Basler Rheinhafenschleppern stromaufwärts durch die Schleuse befördert. Die Schleuse wird dadurch schlecht ausgenutzt. Um dem entgegenzuwirken, wartet man die Ankunft der für eine bessere Füllung nötigen Schiffe ab, was die Leistungsfähigkeit der ganzen Wasserstrasse beeinträchtigt.

Dieses Beispiel zeigt, dass die grössere Schleuse nicht unbedingt auch eine grössere Leistungsfähigkeit der Wasserstrasse selbst zur Folge haben muss.

Zur Festlegung der Abmessungen der Schiffe, die künftig den Hochrhein befahren sollen, wurde vom Amt für Wasserwirtschaft Ing. Ryniker in Basel als Experte beigezogen. Sein Gutachten ist im Berichte des Verfassers verarbeitet.

Dieser Bericht umfasst zwei Teile:

I. Teil:

Kapitel A. Allgemeines und Vorstudien.

Kapitel B. Schleusenabmessungen und Schleusenleistungsfähigkeit.

II. Teil:

Kapitel C. Länge der Schleusen und Charakterisierung der einzelnen Schleusentypen; Schleusenverschlüsse und Schleusenfüllungs- und Entleerungsvorrichtungen.

Kapitel D. Berechnungsgrundlagen und konstruktive Ausbildung der Schleusen; Schleusenausrüstung und allgemeine Betriebseinrichtungen.

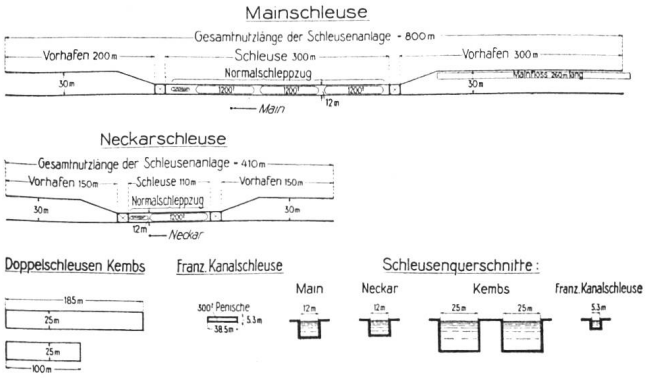

Abb. 57 Ausländische Schleusenanlagen

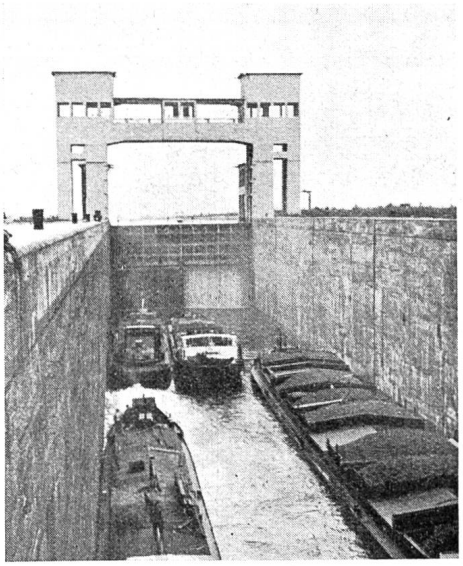

Abb. 59 Grosse Schleuse Kembs (Rhein)

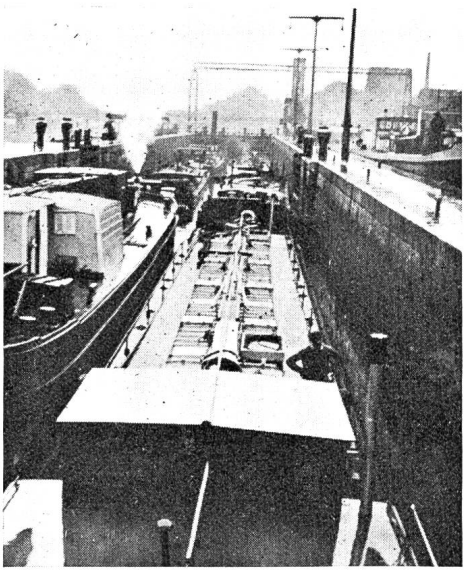

Abb. 60 Doppelschleuse Suresnes (Seine)

Kapitel E. Vorhäfen der Schleusenanlagen.

Kapitel F. Ausbildung der offenen Flusswasserstrasse, beziehungsweise der künstlichen Schiffahrtskanäle und -Tunnel.

Kapitel G. Schlussfolgerungen und Zusammenstellung der von Locher & Cie. vorgeschlagenen Normalien und technischen Normen.

Der zur Verfügung stehende Raum gestattet es nicht, die wissenschaftliche Begründung mit ihren zahlreichen Einzeluntersuchungen und ausführlichen Berechnungen zur Querschnittbestimmung von Schleusen, Kanälen und offenen Flussrinnen, den mathematischen Ableitungen über Füllungs- und Entleerungsvorgänge, Fahrwiderständen und den zu ihrer Ueberwindung notwendigen Schleppkräften auch nur auszugsweise wiederzugeben. Für diese Detailuntersuchungen müssen wir die Interessenten auf den Originalbericht und die beigegebenen Diagramme verweisen.

Schlussfolgerungen und Zusammenstellung der von Locher & Cie. vorgeschlagenen Normalien und Normen

In diesem Kapitel sind alle Vorschläge, soweit sie sich auf die Normalien und Normen beziehen, zusammengestellt. Diese Zusammenstellung hält sich an die Reihenfolge, wie sie im Hauptbericht für die verschiedenen Probleme innegehalten wurde.

I. Der Schiffpark auf dem Hochrhein

Als Höchstabmessungen der auf dem Hochrhein zugelassenen Schiffsgefässe haben zu gelten:

1. Für die Schleppschiffahrt

a) das Schleppgüterschiff

Typ Rhein-Herne-Schiff:	Ladefähigkeit	1350 t
	Länge	80 m
	Breite	9,5 m
	Tiefgang	2,6 m

als Normalkahn gilt ein solcher mit

Ladefähigkeit	1200 t
Länge	80 m
Breite	10 m
Tiefgang	2,3 m

b) der Schlepper

Maschinenstärke	1000 PSe
Länge	45 m
Breite	7 m
Tiefgang	variabel

2. Für die Selbstfahrer

das Motorgüterschiff mit	Ladefähigkeit	900 t
	Länge	70 m
	Breite	8,5 m
	Tiefgang	2,3 m

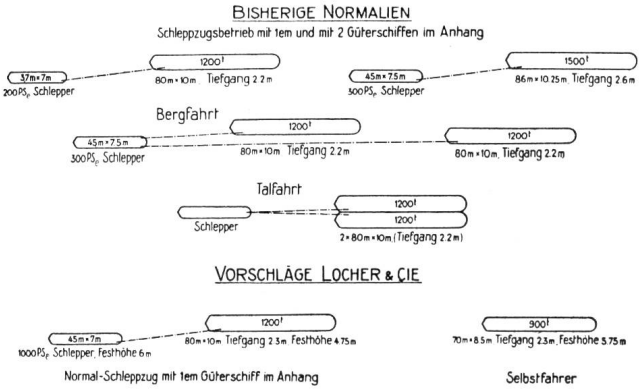

Abb. 61 Fahrzeugpark und Betriebssysteme. Grösstzulässige Schiffsabmessungen.

II. Das Betriebssystem der Hochrheinschiffahrt

1. Der Schleppzugbetrieb.

Grundsätzlich soll auf dem Hochrhein in durchgehender Fahrt der Normalschleppzug begünstigt werden. Er besteht aus

1 Schlepper von 1000 PSe mit
1 Normalgüterschiff (1200 t) im Anhang.

Im Interesse der Steigerung der Leistungsfähigkeit der Schleusen sollten Schlepper mit zwei und mehr grossen Güterschiffen im Anhang auf dem Hochrhein nicht verkehren.

Selbstverständlich sind alle kleineren, weniger als 1200 t Ladefähigkeit aufweisenden Güterschiffe, so insbesondere die französische Kanalpenische mit einer

Ladefähigkeit	von 300 t
Länge	38,5 m
Breite	5 m
Tiefgang	1,8 m

zugelassen.

2. Der Selbstfahrerbetrieb.

Auf dem Hochrhein sind alle Motorgüterschiffe bis zu 900 t Ladefähigkeit und einer Länge bis zu 70 m zugelassen. Stark vertreten wird auch die motorisierte französische Kanalpenische von 300 t Ladefähigkeit sein.

III. Die Schiffschleusen auf dem Hochrhein

1. Schleusentypen.

Auf Wunsch des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft sind in dem vorliegenden Gutachten untersucht worden:

Eine Schleppzugschleuse,
eine Selbstfahrerschleuse und
eine Schleuse für gemischten Betrieb.

Die Untersuchungen ergaben für diese Schleusen folgende günstige Abmessungen:

a) Grosse Schleppzugschleuse: 135 m / 12 m, wobei alle Untersuchungen auf die Schleuse 130 m / 11 m bezogen worden sind.

Vor der definitiven Beschlussfassung über den Ausbau des Hochrheins wird man sich darüber einigen müssen, ob nicht auch die Schleusenabmessungen von 130 m / 11 m genügen würden, nachdem wir theoretisch nachgewiesen haben, dass diese Reduktion ohne Wirkung auf die Leistungsfähigkeit der Schleuse 135 m / 12 m ist. Die nachgewiesenen Leistungsfähigkeiten betragen bei 16 Std. Schleusenbetrieb und 300 Tagen pro Jahr im Bergverkehr

für den Schleppzugbetrieb 4 100 000 t pro Jahr
für den Selbstfahrerbetrieb 3 100 000 t pro Jahr

b) Mittlere Schleuse für gemischten Betrieb: 85 m / 11 m.

Betriebsdauer wie unter a).

Leistungsfähigkeit im Bergverkehr:

für den Schleppzugbetrieb 2 300 000 t pro Jahr
für den Selbstfahrerbetrieb 2 900 000 t pro Jahr

Für beide Betriebsarten ist diese Schleuse nicht besonders gut ausgenützt.

c) Kleine Selbstfahrerschleuse: 75 m / 9 m.

Betriebsdauer wie unter a).

Leistungsfähigkeit im Bergverkehr:

für den Schleppzugbetrieb 1 700 000 t pro Jahr
für den Selbstfahrerbetrieb 3 600 000 t pro Jahr

Man beachte die Leistungssteigerung dieser Schleuse gegenüber den Leistungen unter a) und b), sobald ein reiner Selbstfahrerbetrieb vorausgesetzt wird.

2. Lage der Schleusen.

Massgebend für die Wahl der Lage der Schleusen sind:

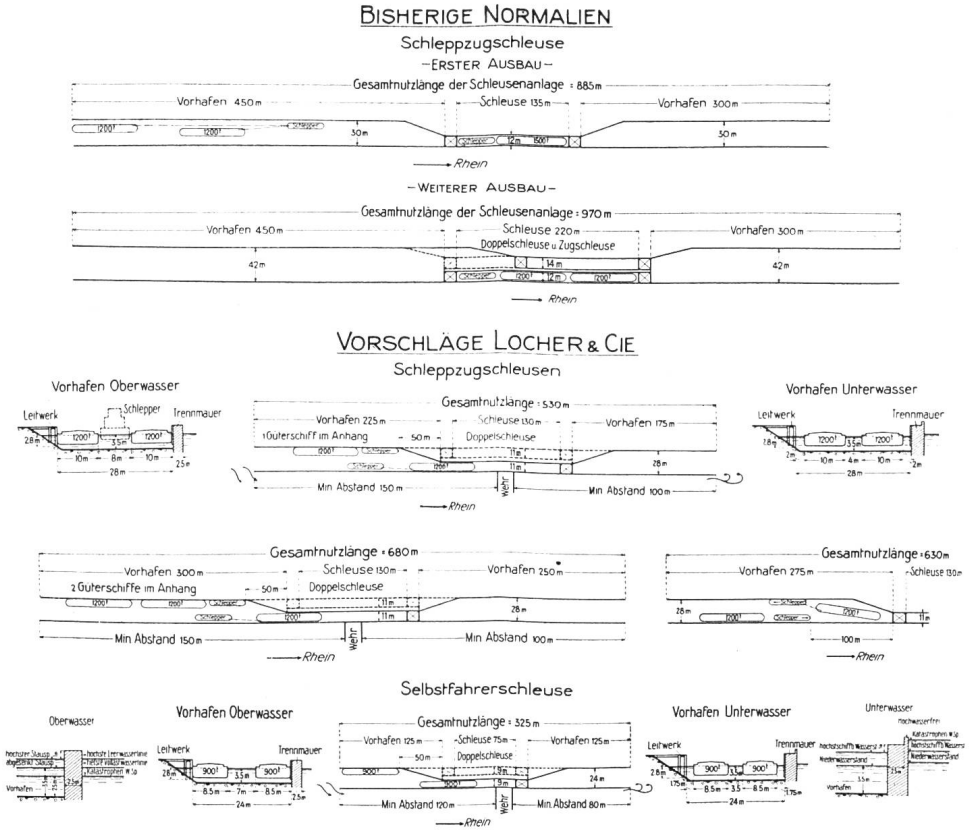

Abb. 62 Schleusen und Vorhafen-Anlagen

a) Aesthetische Belange und solche des Natur- und Heimatschutzes.

b) Bautechnische Ueberlegungen, wie Rücksichtnahme auf die allgemeinen topographischen Verhältnisse, Qualität des Baugrundes und Grundwasservorkommen, wobei immer die Erweiterung der Schleusenanlage auf eine Doppelschleuse im Auge zu behalten ist.

c) Flussbautechnische Ueberlegungen, wie Rücksichtnahme auf das herrschende Hochwasserregime, Geschiebe-, Sinkstoff- und Eisverhältnisse. Die Schiffahrt soll nur in dringenden Fällen vom freien Strom in Kanäle verlegt werden. Grundsätzlich dürfen die Schleusen nicht zur Hochwasserentlastung beigezogen werden.

3. Wahl des Schleusensystems.

a) Schleusentyp.

Auf dem Hochrhein empfehlen wir die umlauflose, *einfache oder doppelte Kammerschleuse* mit entsprechenden Energievernichtungseinrichtungen, als den einfachsten und sichersten Schleusentyp.

b) Schleusenverschlüsse.

Sorgfältige Studien ergaben, dass sowohl in der Einfachheit und Wirtschaftlichkeit der Konstruktion, als auch in der Betriebsweise und deren Einfluss auf den Füllungs- und Entleerungsvorgang das *Hub- oder Senktor* weitaus den günstigsten Schleusenverschluss darstellt. Im Oberhaupt empfehlen wir das Senktor und im Unterhaupt ein doppeltes Hubtor, womit die unschönen, hohen Aufbauten vermieden werden können. Statt einer besonderen Segmentschütze dient hier die untere Schütze beim Entleeren als Regulierorgan.

c) Füllungs- und Entleerungseinrichtungen.

Der Schleusungsvorgang und die Schleusungszeiten sind so zu wählen, dass die Trossenkräfte $\frac{1}{800}$ bis $\frac{1}{600}$ der Schiffstragfähigkeit nicht übersteigen. Der rechnerische Nachweis, dass dieses Verhältnis nicht überschritten wurde, lässt sich nicht erbringen und ist für jede Schleuse *vor* deren Bau durch Modellversuche nachzuweisen.

Die genannten Einrichtungen müssen folgende zwei Bedingungen erfüllen:

1. Das in die Schleuse ein- und ausströmende Wasser soll mit kleinen Geschwindigkeiten, möglichst auf den ganzen benetzten Schleusenquerschnitt gleichmässig verteilt und parallel zur Schleusenachse ein- und in den unteren Vorhafen ausströmen, was nur bei einer weitgehenden Vernichtung der an das Wasser gebundenen Energien möglich ist.

2. Die Füllwassermenge darf nur ganz langsam und stetig von Null bis zur maximalen pro Sekunde einströmenden Wassermenge ansteigen.

Diese Forderungen erfüllen die unter b) genannten Hub- und Senktore, die als Schleusenverschlüsse für die empfohlenen, umlauflosen Kammerschleusen mit Energievernichtern dienen.

Die Schleusung kann im Hinblick auf die Wassergeschwindigkeitsverhältnisse, auch in den Vorhäfen, mit einer Wasserentnahme für die Füllung und mit einer Wasserabgabe für die Entleerung von maximal 40 bis 50 m^3/sec vorgenommen werden, ohne dass dabei eine Gefährdung des Schiffahrtsbetriebes durch zu hohe Sunk- und Schwallwellen oder zu grosse Wassergeschwindigkeiten in den Vorhäfen eintritt.

Die bestehenden Kraftwerke müssen über eine automatische, hydraulisch-mechanische oder elektrische Zuflussregulierung verfügen, um jederzeit die durch ihren Betrieb ausgelösten und für die Schiffahrt gefährlichen, plötzlichen Wasserspiegelschwankungen zu dämpfen.

d) Konstruktive Ausbildung der Schleuse.

Die wirtschaftlichste Schleusenkonstruktion für Schweizer Verhältnisse ist eine *robuste Eisenbetonkonstruktion*, mit Mauerstärken von nicht unter 1 m. Die Armierungseisen sollen zur Vermeidung des Rostens mindestens 5 cm unter die Aussenhaut des Betons verlegt werden.

Verputze sind prinzipiell zu vermeiden.

Der spätere Ausbau der einfachen Schleuse erfolgt als angebaute *Zwillingsschleuse*, wodurch dieser sich ohne Betriebsunterbruch für die bestehende Schleusenanlage durchführen lässt.

Die *Drempeltiefe* beträgt:
im Oberwasser 3,2 m unter tiefster Vollastwasserlinie
im Unterwasser 3,5 m unter Niederwasserstand.

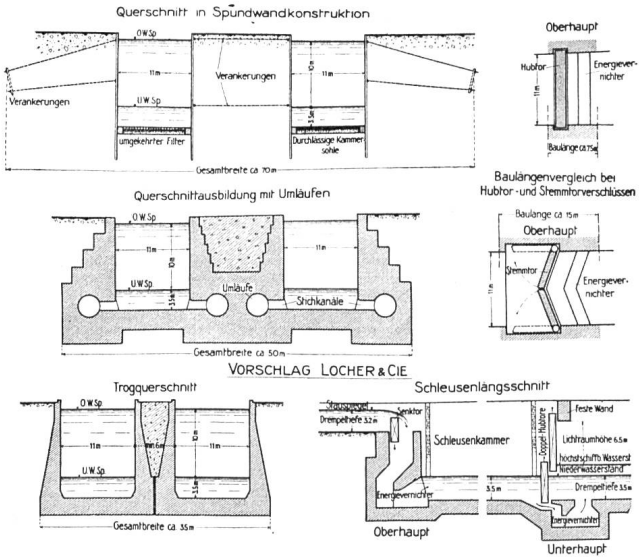

Abb. 63 Konstruktive Ausbildung der Schleusen

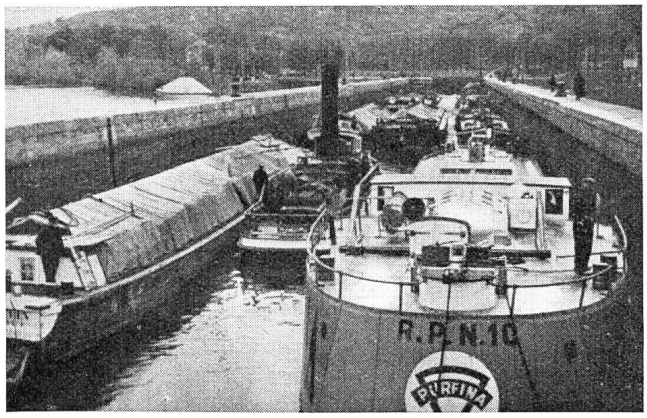

Abb. 64 Schleuse Bougival (Seine)

IV. Die Vorhäfen der Schleusenanlagen

Für die einzelnen Schleusentypen sind die zugehörigen Vorhäfen wie folgt zu bemessen:

1. Schleusen 135 / 12 m und 85 / 11 m.

Vorhafenlänge im Unterwasser	175 m
Vorhafenlänge im Oberwasser	225 m
Breite des Vorhafens	28 m
Vorhafentiefe im Ober- und Unterwasser	3,5 m

2. Selbstfahrerschleuse 75 / 9 m.

Vorhafenlänge im Ober- und Unterwasser	125 m
Vorhafenbreite	24 m
Vorhafentiefe im Ober- und Unterwasser	3,5 m

Ganz allgemein können noch folgende *Minimalabmessungen* angegeben werden: Die Vorhafeneinfahrten sind im Oberwasser in mindestens 150 m Distanz oberhalb der Wehre vorzusehen und im Unterwasser mindestens 100 m unterhalb der Wehre. Der kleinste Krümmungshalbmesser soll 300 m betragen und die Verbreiterungszuschläge sind entsprechend vorzunehmen. Vor der Schleuseneinfahrt ist der Vorhafen auf mindestens 100 m geradlinig an den Schleusenvorkopf anzuschliessen. Die Krone der Vorhafenmauern soll 1 m über höchst schiffbarem Wasserstand bzw. höchstem Stauspiegel liegen und auf alle Fälle hochwasserfrei sein.

V. Ausbildung der offenen Flusswasserstrasse

1. Definition des Begriffes «Nieder- und höchstschiffbarer Wasserstand».

a) Der *Niederwasserstand* auf dem Hochrhein ist der Stand, der an jedem Ort im Mittel an 40 Tagen pro Jahr unterschritten wird.

b) Als *höchstschiffbarer Wasserstand* gilt vorläufig auch für den Hochrhein der Pegel Rheinfelden +4,30, der an 2,7 Tagen pro Jahr überschritten wird und einer Wasserführung des Rheins von $Q = 2421\ m^3/sec$ entspricht.

Die Untersuchung der Einzelstaustufen wird ergeben, ob nachträglich auf dem Hochrhein nicht mit Vorteil neue, mit dem Pegel Rheinfelden in Beziehung stehende Pegelrelationen für oberhalb Rheinfelden gelegene Stationen (wie z. B. die Aare- oder die Thurmündung) eingeführt werden sollen.

2. Reisezeiten.

Als mittlere Reisezeiten (also Fahr- + Schleusungszeiten) zwischen Basel und Bodensee können angenommen werden:

a) Für den Normalschleppzug	32 Stunden
b) Für den Selbstfahrer	21 Stunden

3. Abmessungen der Fahrrinne.

Der Hochrhein ist als Wasserstrasse durchgehend *zweischiffig* auszubauen.

a) Breite der Fahrrinne:

Für den Normalschleppzug in 2,8 m Tiefe unter Niederwasserstand	min. 40 m
Für Schlepper mit zwei Güterschiffen im Anhang	min. 60 m

b) Lichtraumprofil der offenen Wasserstrasse:

Durchfahrtsbreiten für einschiffige Durchfahrten	
für Schleppzüge	min. 30 m
für Selbstfahrer	min. 25 m
Durchfahrtsbreiten für zweigekoppelte Güterschiffe für beide Betriebsarten	40 m

Sämtliche Breitenmasse gemessen in 2,8 m Tiefe bei Niederwasserstand.

Durchfahrtshöhen:

Maximale Festhöhe über der Leerwasserlinie der Schiffe gemessen	6,0 m
Minimale Lichtraumhöhe, einzuhalten für die ganze Durchfahrtsbreite	6,3 m

Stark- und Schwachstromleitungen, Fährseile liegen 15,0 m über höchstschiffbarem Wasserstand.

c) Flusskrümmungen.

In Flusskrümmungen sind die Minimalprofile zu verbreitern und zwar um die doppelte Bogenhöhe, gemessen über der grössten Schiffslänge als Sehne eines Kreises mit dem mittleren Flusskrümmungsradius als Radius. Dies gilt nur für den Normalschleppzug. Für Schleppzüge mit mehr als einem Güterschiff im Anhang sind weitere Zuschläge zu machen. Unter ungünstigen topographischen Verhältnissen kann mit dem Krümmungsradius bis auf 300 m hinunter gegangen werden.

VI. Ausbildung der künstlichen Schiffahrtskanäle.

Schiffahrtskanäle umfahren grosse Schiffahrtshindernisse im offenen Strom. Sie sind zweischiffig auszubilden oder, wo dies nicht möglich ist, mit Kreuzungsstellen zu versehen. Wenn tunlich, sind sie von Werkkanälen zu trennen.

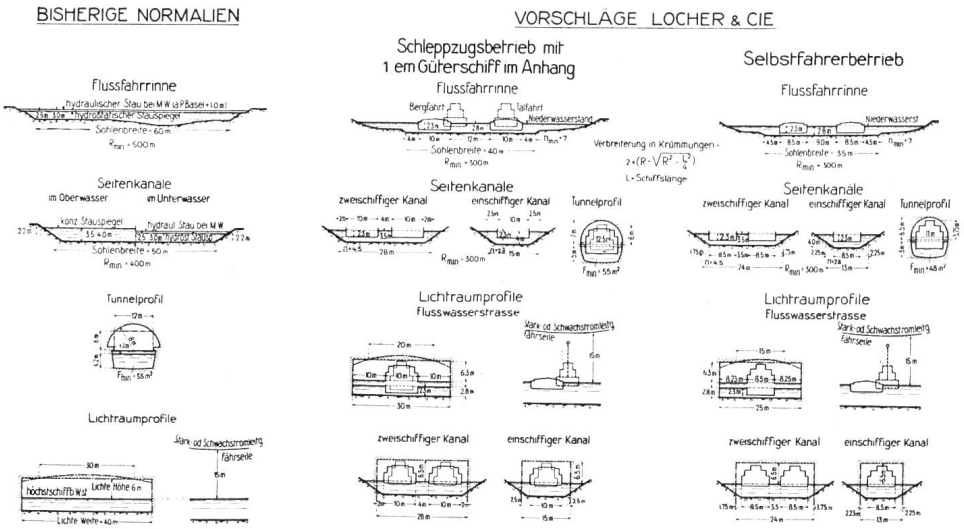

Abb. 65 Flusswasserstrasse und Kanäle

1. Zweischiffige Kanäle.
   a) Breite des Kanals für Schleppzugbetrieb 28 m
      Breite des Kanals für Selbstfahrerbetrieb 24 m
   b) Mindesttiefe bei allen schiffbaren Wasserständen 3,5 m
2. Einschiffige Kanäle.
   a) Breite des Kanals für Schleppzugbetrieb 15 m
      Breite des Kanals für Selbstfahrerbetrieb 13 m
   b) Mindesttiefe bei allen schiffbaren Wasserständen 4 m
3. Schiffahrttunnels.

Aus wirtschaftlichen Gründen werden diese in der Regel einschiffig ausgebaut.

a) Breite des Tunnels für Schleppzugbetrieb 12,5 m
   Breite des Tunnels für Selbstfahrerbetrieb 11,0 m
b) Lichtraumprofil über Wasser
   für Schleppzugbetrieb 7,0 m
   für Selbstfahrerbetrieb 6,5 m
c) Wassertiefe 5,0 m.

VII. Schlussbemerkungen.

Wir haben die alten und neuen Normalien in einer Tabelle zusammengestellt. Auch aus diesen Gegenüberstellungen geht mit aller Deutlichkeit hervor, dass es, unbeschadet der Leistungsfähigkeit der einzelnen Ausbaugrössen, insbesondere aber für den Grossausbau, möglich ist, ganz wesentliche Einsparungen bei den Baukosten zu erzielen, indem die früheren Abmessungen der Schleusen und der zugehörigen Vorhäfen, Fahrwasserrinnen oder Kanäle stark verkleinert werden konnten.

Das Verlassen der alten Massivkonstruktion für die Kammerschleusen und ihr Ersatz durch eine robuste Eisenbetonkonstruktion war möglich, indem die Untersuchungen sowohl in theoretischer als finanzieller Hinsicht einwandfrei gezeigt haben, dass die umlauflose Schleuse den Schleusen mit Umläufen ganz wesentlich überlegen ist. Dieses Ergebnis wird auch durch ausländische Beispiele bestätigt.

Ebenso günstig sind die Ergebnisse bei den von den Gutachtern untersuchten Hub- oder Senktoren. Ihr Einbau in die umlauflosen Kammerschleusen, die mit Energievernichtern auszurüsten sind, ermöglicht einen einfachen und wirtschaftlichen Betrieb, ohne dass die frühern Nachteile dieser Lösungen, nämlich die teuern und unschönen, hohen Aufbauten in Kauf genommen werden müssen. Auch diese Resultate werden zum Teil durch ausländische Ausführungsbeispiele bestätigt.

Im übrigen haben die bisherigen Studien auch gezeigt, dass nur durch eine vollständige Abklärung aller hydraulischen Probleme, die auf die Schiffahrt in den verschiedensten Formen ihren Einfluss ausüben, alle Fragen konstruktiver und betriebstechnischer Natur gelöst werden können. Es ist vielleicht früher der Theorie über Schiffahrtseinrichtungen etwas zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden und man kam dadurch zu mehr gefühlsmässigen Lösungen, als zu Lösungen, die wissenschaftlich unterbaut waren.

Wie wir früher betont haben, kann sich die Binnenschiffahrt leicht an die praktischen Betriebsbedürfnisse anpassen. Das Fahrpersonal überwindet auch Schiffahrtshindernisse, die theoretisch kaum zu bemeistern wären. Trotzdem kann nur die theoretische Untersuchung die Vergleichsunterlagen schaffen, die im Streit der Meinungen von allen Beteiligten als objektiv und neutral anerkannt werden. Wenn also gesagt worden ist, man hätte sich die Untersuchung der mittleren Schleuse erparen können, da die damit erzielten Resultate auch durch die Interpolation der Versuchsergebnisse der grossen und der kleinen Schleuse hätte erhalten werden können, so ist dem nicht zuzustimmen. Die Verhältnisse sind

viel komplizierter, als sie sich der praktisch Schiffahrtstreibende vorstellt, und man wäre mit einer solchen Interpolation sowohl für die technischen als auch für die wirtschaftlichen Probleme zu recht fragwürdigen, unsichern Resultaten gelangt, was man vermeiden wollte, nachdem sich die Wertlosigkeit früherer Hypothesen und Annahmen herausgestellt hatte.

Als wichtigstes Untersuchungsergebnis zeigte sich, dass für jede der drei verglichenen Ausbaugrössen ganz bestimmte Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Normalien bestehen, die für das betreffende Schleusen- oder Betriebssystem charakteristisch sind. Die vorliegenden Untersuchungen werden namentlich für die kommenden internationalen Verhandlungen eine wertvolle Unterlage bilden.

Vergleichende Zusammenstellung der bisherigen Normalien und der Vorschläge von Locher & Cie.

Betriebssysteme		Bisherige Normalien	Vorschläge Locher & Cie.	
		Schleppzug mit 2 Güterschiffen im Anhang	Normalschleppzug mit 1 Güterschiff im Anhang	Selbstfahrer
Fahrzeuge	grösstes Güterschiff: Tragfähigkeit	1200 t (1500 t)	1200 t	900 t
	Länge	80 m (86 m)	80 m	70 m
	Breite	10 m (10,25 m)	10 m	8,5 m
	Tiefgang	2,2 m (2,6 m)	2,3 m	2,3 m
	grösster Schlepper: Leistung	200 PS_e (300 PS_e) (Schraubendampfer)	1000 PS_e (Motorschlepper)	—
	Länge	37 m (45 m)	45 m	—
	Breite	7,0 m (7,5 m)	7,0 m	—
	Tiefgang	2,0 m (2,2 m)	1,2 m	—
Wasserstände	Niederwasserstand	ersetzt durch «hydrostatischen Wasserstand»	an 40 Tagen im Jahre unterschritten	
	höchstschiffbarer Wasserstand	an 1em Tag überschritten	an 2,7 Tagen im Jahre überschritten	
Schleusen	Ausbaumöglichkeit	Doppel- und Zugschleuse	Doppelschleuse	Doppelschleuse
	Nutzlänge	135 m	130 m (event. 85 m)	75 m
	Nutzbreite	12 m	11 m	9 m
	Drempeltiefe am Oberhaupt	3,5—4,0 m	3,2 m	3,2 m
	Drempeltiefe am Unterhaupt	2,5 m (bezw. 3,0 m)	3,5 m	3,5 m
	Plattformhöhe	1,0 m	1,0 m	1,0 m
	Lichtraumhöhe	—	6,5 m	6,5 m
Vorhäfen	Länge im Oberwasser	450 m	225 m	125 m
	Länge im Unterwasser	300 m	175 m	125 m
	Breite	30 m	28 m	24 m
	Tiefe im Oberwasser	3,5—4,0 m	3,5 m	3,5 m
	Tiefe im Unterwasser	2,5 m (bezw. 3,0 m)	3,5 m	3,5 m
	Kronenhöhe	1,0 m	1,0 m	1,0 m
	Kronenbreite	2,5 m	2,5 m	2,5 m
Flusswasserstrasse	Fahrrinnenbreite	60 m	40 m	35 m
	Fahrrinnentiefe	2,5 m (bezw. 3,0 m)	2,8 m	2,8 m
	minimaler Krümmungsradius	500 m	300 m	300 m
	Lichtraumbreite	40 m	30 m	25 m
	Lichtraumhöhe	6,0 m	6,3 m	6,3 m
	Durchfahrtshöhe unter Freileitungen und Fährseilen	15 m	15 m	15 m
Kanäle	Breite	50 m	28 m	24 m
	Tiefe im Oberwasser	3,5 – 4,0 m	3,5 m	3,5 m
	Tiefe im Unterwasser	2,5 m (bezw. 3,0 m)	3,5 m	3,5 m
	minimaler Krümmungsradius	400 m	300 m	300 m
	Lichtraumbreite	40 m	28 m	24 m
	Lichtraumhöhe	6,0 m	6,5 m	6,5 m