Abteilung I — Binnenschifffahrt

Thema 3

Kriterien für den Bau neuer und die Anpassung bestehender Wasserstraßen im Hinblick auf die Entwicklung der Schifffahrt (Schubverbände, Luftkissenschiffe, Tragflügelboote usw.), auf die Sicherheit, auf das Liegen sowie Löschen und Laden von Schiffen entlang dieser Wasserstraßen

Von Dr. Arthur Birkendahl, Geschäftsführendes Präsidialmitglied des Zentral-Vereins für deutsche Binnenschifffahrt e. V., Beuel; Dipl.-Ing. Karl Büller, Supramar AG, Hamburg; Dipl.-Ing. Karl Dörholt, Regierungsbaudirektor Wasser- und Schifffahrtsdirektion Münster; Dr. Kaspar Düttemeyer, Verein zur Wahrung der Rheinschifffahrtsinteressen e. V., Duisburg-Ruhrort; Polizeioberst Schäfer, Hessisches Wasser- und Schifffahrtsamt, Wiesbaden; Dr. Franz-Joseph Schroiff, Professor, Universität Münster; Versuchsanstalt für Binnenschiffbau e. V., Duisburg.

Zusammenfassung

Im Abschnitt 1 werden die aus dem Wettbewerb zwischen den Verkehrsträgern und aus der völligen Überlastung des Wasserstraßennetzes gegebenen Notwendigkeiten zum Ausbau des deutschen Wasserstraßennetzes behandelt. Unter besonderem Hinweis auf die außerverkehrlichen Funktionen der Wasserstraßen werden die zu geringen Investitionen in das deutsche Wasserstraßennetz kritisiert.

Hieran anschließend werden im Abschnitt 2 die wichtigsten Ausbaumaßnahmen genannt, die zur Anpassung des deutschen Wasserstraßennetzes durchgeführt werden müssen. An besonderer Stelle steht hierbei die Vertiefung der Rheinstrecke zwischen St. Goar und Mannheim einschließlich der Schaffung eines dritten Fahrwassers in der Binger-Loch-Strecke. Eine gleichermaßen wichtige Bedeutung kommt der Verbreiterung und Vertiefung des Mittelland-Kanals, der entsprechenden Anpassung der Südstrecke des Dortmund-Ems-Kanals und der Ausstattung des Wesel-Datteln-Kanals mit zweiten Schleusen zu.

Im Hinblick auf die beim Ausbau des Wasserstraßennetzes zu berücksichtigenden Kriterien werden im Abschnitt 3 die betriebstechnischen Entwicklungstendenzen in der Binnenschifffahrt aufgezählt. Dabei wird zwischen dem Übergang zur großen nautischen Einheit (Schubverband, Gelenkverband, Weiterentwicklung herkömmlicher Schiffe), der Intensivierung der Fahrzeugnutzung (höhere Fahrgeschwindigkeit, bessere Verkehrsflüssigkeit) sowie der Steigerung der Fahrzeugnutzung in der Zeit (Tag- und Nachtfahrt, Verringerung der Stilliegezeiten durch Frost) unterschieden.

Im Abschnitt 4 werden schließlich die dem Ausbau des Wasserstraßennetzes zugrunde zu legenden Kriterien aufgezeigt:

Der Trend zur großen nautischen Einheit sowie die Bemühungen zur Intensivierung der Fahrzeugnutzung erfordern wesentlich größere Wasserstraßenquerschnitte, als sie früher für notwendig angesehen wurden. Für Binnenwasserstraßen sollte ein Verhältnis von Wasserstraßenquerschnitt zu eingetauchtem Schiffsquerschnitt von mindestens $n = 7$ angestrebt werden. Die Fahrwasserkrümmungen sollten mit einem solchen Radius angelegt bzw. mit einer solchen Fahrwasserbreite ausgestattet werden, daß sie von Fahrzeugen oder Schiffseinheiten ohne Schwierigkeiten und ohne den Gegenverkehr zu stören, durchfahren werden können. Den Erfordernissen der Schifffahrt sollte bei der Durchfahrthöhe unter Brücken dahingehend Rechnung getragen werden, daß das von der

CEMT festgelegte Mindestmaß von 5,25 m über HSW keineswegs unterschritten, sondern wenn irgendmöglich überschritten wird.

Für das Erreichen einer hohen Nutzungsintensität und für die Nutzung großer Fahrzeugeinheiten wird vorgeschlagen, daß beim Bau neuer Schleusen eine Länge von mindestens 110 m für Schubeinheiten mit 1 Leichter und von 185—190 m für Schubeinheiten mit 2 Leichtern hintereinander vorgesehen wird. Zur weiteren Verbesserung der Verkehrsflüssigkeit wird die Verlegung von Dauerliegeplätzen in die Schutzhäfen sowie die Schaffung von Stauräumen auf Streckenabschnitten empfohlen, auf denen erfahrungsgemäß immer wieder mit größerem Schiffsrückstau gerechnet werden muß. Bei direkt an der Wasserstraße befindlichen Hafenanlagen (Parallelhäfen) sollte eine Zurücksetzung der Uferwand erfolgen.

Für die Steigerung der Fahrzeugnutzung in der Zeit (Tag- und Nachtfahrt, die Vermeidung von Eisbildung) werden die im einzelnen zu treffenden Vorkehrungen aufgezeigt.

Inhalt

	Seite
1. Die mangelnde Anpassung des Wasserstraßennetzes an die wirtschaftlichen Erfordernisse	58
1.1 Der Wasserstraßenverkehr im Wettbewerb der Verkehrsträger	58
1.2 Die Überlastung des deutschen Wasserstraßennetzes	59
1.3 Die außerverkehrlichen Funktionen von Wasserstraßen	59
1.4 Die Unzulänglichkeit der Investitionen in das Wasserstraßennetz	62
2. Die vordringlichsten Ausbaumaßnahmen im deutschen Wasserstraßennetz	63
2.1 Die Rheinstrecke zwischen Mannheim und St. Goar	63
2.2 Der Mittellandkanal	63
2.3 Die Südstrecke des Dortmund-Ems-Kanals	64
2.4 Der Wesel-Datteln-Kanal	64
3. Die betriebstechnischen Entwicklungstendenzen in der Binnenschifffahrt	65
3.1 Der Übergang zur großen nautischen Einheit	65
3.11 Der Schubverband	67
3.12 Der Gelenkverband	69
3.13 Die Weiterentwicklung von Schiffen herkömmlicher Art	69
3.2 Die Intensivierung der Fahrzeugnutzung	70
3.21 Die Steigerung der Fahrgeschwindigkeit	70
3.22 Die Steigerung der Verkehrsflüssigkeit	70
3.3 Die Verbesserung der zeitlichen Nutzung des Fahrzeugmaterials	71
3.31 Tag- und Nachtfahrt	71
3.32 Verringerung der durch Eisbildung verursachten Stilliegezeiten	71
4. Die aus der Entwicklung der Binnenschifffahrt sich ergebenden Kriterien für den Wasserstraßenbau	72
4.1 Kriterien aus der Fahrzeuggröße, der Betriebsweisen und der Umlaufgeschwindigkeiten	72
4.11 Querschnitt	72
4.12 Krümmungserweiterungen	74

	Seite
4.13 Durchfahrtshöhe unter Brücken	74
4.14 Schleusen	75
4.15 Liegeplätze	76
4.2 Kriterien aus der Steigerung der zeitlichen Nutzung der Fahrzeuge	78
4.21 Tag- und Nachtfahrt	78
4.22 Vermeidung der Eisbildung	79

1. Die mangelnde Anpassung des Wasserstraßennetzes an die wirtschaftlichen Erfordernisse

1.1 Der Wasserstraßenverkehr im Wettbewerb der Verkehrsträger

In einer Wettbewerbswirtschaft, in der sich die Anbieter von Gütern und Dienstleistungen in den Preisen unterbieten und in der Qualität der Leistungen überbieten, unterliegen die Anbieter aufgrund ihres Interesses an einer langfristigen Gewinnmaximierung einem fortlaufenden Zwang zur Senkung ihres Produktionsaufwandes durch Rationalisierungsmaßnahmen. Dieser Zwang ist um so stärker, je intensiver der Preis- und Leistungswettbewerb auf den jeweiligen Marktgebieten ausgeprägt ist.

In der Bundesrepublik Deutschland ebenso wie im gesamten Bereich der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft befinden sich heute alle Verkehrsträger in einem scharfen Wettbewerb. Er würde ausgelöst durch die strukturellen Änderungen im Verkehrswesen. Das Leistungsangebot ist zunehmend vielfältiger geworden. Dem Aufkommen des Güterkraftverkehrs auf der Straße und seinem Eindringen in den Bereich mittlerer und weiter Transportentfernungen folgte in den letzten Jahren ein zügiger Ausbau des Leitungsnetzes in Form von Rohrleitungen für den Transport flüssiger und gasförmiger Güter und von Drahtleitungen für die Übertragung elektrischer Energie. Eine wesentliche Verschärfung erfuhr dieser strukturell bedingte Wettbewerb durch die überstürzte Einführung marktwirtschaftlicher Prinzipien im Verkehrsbereich, in welchem er bislang wegen der dort vorliegenden Besonderheiten mit Recht durch eine staatliche Koordinierung in Grenzen gehalten wurde. So erhielten die teilweise stark subventionierten Staatsbahnen im Zuge dieser marktwirtschaftlichen Tendenzen weitgehende Freiheit in ihrer Tarifpolitik, ohne daß zuvor gleiche Wettbewerbsvoraussetzungen zwischen öffentlich-rechtlichen und privatwirtschaftlichen Verkehrsunternehmen geschaffen wurden.

Die Binnenschifffahrt nimmt den strukturell bedingten Wettbewerb im Verkehr als eine Tatsache, mit der jeder Verkehrsträger rechnen muß. Während sie mit allem Nachdruck die Angleichung der Startbedingungen fordert, hat sie sich selbst die Aufgabe gestellt, durch intensive Rationalisierungsmaßnahmen ihren Produktionsaufwand zu senken, um langfristig die Ertragskraft ihrer Unternehmen zu gewährleisten. Beachtliche Erfolge sind auf dem Gebiet der Leistungsverbesserung in der Binnenschifffahrt schon erzielt worden; weitere Möglichkeiten der technischen und organisatorischen Rationalisierung werden noch ausgeschöpft werden.

Aber alle Anstrengungen des Binnenschifffahrtsgewerbes, seine Betriebsmittel zu modernisieren und deren Einsatz wirtschaftlicher zu gestalten, müssen vergeblich bleiben, wenn die für die Erstellung von Verkehrsleistungen notwendigen Fahrwege, die Wasserstraßen, nicht die gleiche Anpassung an die Transportbedürfnisse erfahren wie die Schiffe.

1.2 Die Überlastung des deutschen Wasserstraßennetzes

Ausbau und Unterhaltung der Wasserstraßen sind der Einflußnahme der Binnenschifffahrt entzogen. Sie unterstehen eigentums- und verwaltungsmäßig dem Staat, der sich hinsichtlich Auswahl, Ausmaß und Zeitpunkt der Bauvorhaben keineswegs in erster Linie von rein wirtschaftlichen, sondern überwiegend von politischen und fiskalischen Zielsetzungen leiten läßt. Das hat sich bei den deutschen Wasserstraßen sehr zum Nachteil der Binnenschifffahrt ausgewirkt. Es muß festgestellt werden, daß im Gegensatz zu den Wegeinvestitionen im Schienen- und Straßenverkehr der Ausbau und die Unterhaltung der Wasserstraßen in starkem Maße hinter den wirtschaftlichen Erfordernissen nachhinkt. Die technische Entwicklung der Binnenwasserstraßen ist in besorgniserregendem Umfang hinter der technischen Entwicklung der anderen beiden Verkehrsträger zurückgeblieben. Für die Wettbewerbsfähigkeit der Binnenschifffahrt bedeutet es eine entscheidende Belastung, wenn der Staat, der die Prinzipien der Marktwirtschaft im Verkehr forciert zum Zuge gebracht hat, bezüglich der Wasserstraßen seiner Verpflichtung zur laufenden Anpassung der Verkehrswege an die Verkehrsentwicklung nicht ausreichend nachkommt.

Die unzumutbare Überlastung des deutschen Wasserstraßennetzes verdeutlichen die folgenden Angaben:

Während die tonnenkilometrische Leistung der Binnenschifffahrt auf den Wasserstraßen des Deutschen Reiches zwischen 1913 und 1936 von 21,5 Mrd. tkm auf 26 Mrd. tkm anstieg, wuchs im kleineren Gebiet der Bundesrepublik Deutschland die auf den Binnenwasserstraßen erstellte tonnenkilometrische Leistung von 20 Mrd. tkm im Jahre 1936 auf etwa 40 Mrd. Tonnenkilometer im Jahre 1962. Dabei konzentrierte sich dieser Verkehr auf die Relationen größter Verkehrsdichte. Bezogen auf das Gesamtnetz von ca. 4600 km Länge erreichte die Verkehrsdichte in den Jahren 1962 und 1963 rd. 8,6 Mill. Tonnenkilometer pro Kilometer Strecke (tkm/km). Dem steht für den Güterverkehr der Deutschen Bundesbahn, bezogen auf ihr Streckennetz, eine Verkehrsdichte von 2,11 Mill. tkm/km und für den Güterfern- und Werkfernverkehr, bezogen auf das Straßennetz, eine solche von 0,14 Mill. tkm/km gegenüber. Natürlich handelt es sich hierbei um Durchschnittszahlen, die über die einzelnen Streckenbelastungen nichts aussagen, die aber doch eine größenmäßige Vorstellung von der unterschiedlichen Verkehrsintensität der Verkehrswege vermitteln.

Die Belastungen des Wasserstraßennetzes werden am Beispiel von Teilabschnitten des deutschen Wasserstraßennetzes noch deutlicher. Am Niederrhein beträgt die Verkehrsdichte rd. 60 Mill. tkm/km. Am Mittelrhein bis nach Mannheim liegt sie zwischen 40 und 50 Mill. tkm/km. In der Verkehrsdichte folgt dann der Dortmund-Ems-Kanal, die verkehrsreichste künstliche Wasserstraße Europas, die auf ihrer 100 Kilometer langen Südstrecke eine Dichte von rd. 20 Mill. tkm/km aufweist; etwa die gleiche Verkehrsdichte hat der Rhein-Herne-Kanal, während die Verkehrsdichte des Weser-Datteln-Kanals bei rd. 13 Mill. tkm/km liegt.

1.3 Die außerverkehrlichen Funktionen von Wasserstraßen

Die schiffbaren Wasserstraßen unterscheiden sich dadurch grundlegend von allen anderen Verkehrswegen, daß sie nicht nur dem Verkehr dienen, sondern darüber hinaus in einer glücklichen Synthese die verschiedensten Funktionen in sich vereinigen.

Hier ist zunächst der Sicherungswasserbau zu nennen. Ihm obliegt neben der Abwendung von Hochwasser- und Eisgefahr die Fürsorge zur Erhaltung der Vorflut. Alle anderen Nutzungsmöglichkeiten an den Gewässern sind letzten Endes Nebenprodukte der natürlichen Bestimmung der Gewässer als Träger dieser Vorflut.

Als zweite außerverkehrliche Funktion ist der Kraftwasserbau zu nennen, der die durch das Wasser dargebotene billige Energie zu nutzen bestrebt ist. So werden z. B. an den Bundeswasserstraßen jährlich rd. 2,7 Mrd. kWh durch Wasserkraftwerke gewonnen. Die Ende 1958 in 85 Kraftwerken installierte Leistung von 430 000 kW soll durch die im Bau befindlichen und noch geplanten Bauwerke auf eine installierte Leistung von 990 000 kW und eine mittlere Jahreskapazität von 5,5 Mrd. kWh gebracht werden.

Die dritte in der modernen Volkswirtschaft immer bedeutsamere außerverkehrliche Funktion ist der Wasserwirtschaftsbau. Jede mit dem Ausbau eines Flusses oder mit dem Bau von Kanälen verbundene Maßnahme beeinflusst die Grundwasserstände der Tal Landschaft und verbessert die Möglichkeiten zur Wasserentnahme für Landwirtschaft, Industrie und Siedlungen. Der stärkste Eingriff in die Grundwasserverhältnisse läßt sich dabei durch die Kanalisierung eines Flusses erreichen. Durch die Stauhaltungen können die Grundwasserstände völlig beherrscht werden. Fast alle frei fließenden Flüsse haben die Tendenz, sich einzutiefen. (Erosionserscheinungen). Ein entsprechendes Absinken der Grundwasserstände ist die Folge. Diese Erscheinung kann so stark werden, daß schon deshalb allein der Einbau von Stauhaltungen erforderlich wird. Gleichzeitig bietet eine Flußkanalisierung die Möglichkeit einer entscheidenden Verbesserung der Hochwasserabflußverhältnisse.

Mit der Vergleichmäßigung der Wasserstände durch Regulierung, mit der Errichtung von Stauhaltungen durch Kanalisierung und mit dem Bau von Kanälen werden gleichzeitig die Möglichkeiten zur Wasserentnahme für die Landwirtschaft, sowie für die Wasserversorgung von Industrie und Siedlungen entscheidend verbessert. Diese Möglichkeiten zusammen mit dem Schutz vor Hochwasser verbessern die Standortbedingungen, insbesondere für die industrielle Besiedlung. Dabei wird die Wasserentnahme aus Kanälen von Städten und von der Industrie zu Gebrauchs- und Verbrauchszwecken besonders bevorzugt, weil in Kanäle kein Abwasser eingeleitet werden darf, das Kanalwasser daher verhältnismäßig sauber ist.

Welche wirtschaftlichen Aufgaben z. B. die westdeutschen Kanäle bisher erfüllt haben, zeigt die jährliche Entnahme von 300 Mill. cbm Wasser für industrielle Zwecke. Auch der über 300 km lange Mittellandkanal wird mit Recht als die größte Wasserversorgungsleitung der deutschen Volkswirtschaft bezeichnet.

Die auf ausreichende Wassermengen angewiesene Großindustrie hat sich überwiegend an den Wasserstraßen angesiedelt. Die Zechen mit Wasserstraßenanschluß — sogenannte nasse Zechen — erbringen 74 % der Steinkohlenförderung des Bundesgebietes. 75 % der Gesamtstahlproduktion wird von Hütten erzeugt, die an Wasserstraßen liegen. Etwa ein Drittel der Leistungen der Wärmekraftwerke, die auf billige Brennstoffzufuhr ebenso wie auf große Kühlwassermengen angewiesen sind, wird in Werken erzeugt, die an Bundeswasserstraßen liegen. Dieser Anteil wird sich künftig noch wesentlich erhöhen. Alle bereits im Bau befindlichen und alle noch neu geplanten Wärmekraftwerke werden aus den vorgenannten Gründen unmittelbar an den natürlichen oder künstlichen Wasserwegen errichtet. Die Großchemie und neuerdings die Ölraffinerien haben ihren Standort überwiegend an leistungsfähigen Wasserstraßen. Auch zahlreiche andere Industrien, wie z. B. die Zementindustrie, die Mühlen, die Industrie der Steine und Erden, die Zellstoff- und Papierindustrie bevorzugen die Lage an den Binnenwasserstraßen.

Aus den deutschen Binnenwasserstraßen werden an rd. 1800 Entnahmestellen insgesamt jede Sekunde 470 cbm Wasser entnommen. Das ist etwa die mittlere Abflußmenge von Main und Mosel zusammen. Davon sind 290 cbm je Sekunde Kühlwasser und 180 cbm je Sekunde Brauchwasser und Versorgungswasser für Industrie und Siedlungen. Die für die Kühlzwecke aus den Binnenwasserstraßen entnommenen Wasser-

mengen bilden rd. 55 % des gesamten industriellen Wasserverbrauches. Ebenso stellt die entnommene Menge an Brauch- und Versorgungswasser rd. 67 % der gesamten Brauchwassermenge des Bundesgebietes dar. Diesen Mengen entspricht die in die Binnenwasserstraßen eingeleitete Abwassermenge.

Für die Wasserstraßen als Verkehrswege sind diese außerverkehrlichen Funktionen in ihrer Auswirkung auf die Volkswirtschaft ein Positivum, dem ein stets wachsendes Gewicht zukommt. Die Binnenschifffahrt bildet demnach lediglich eine der Nutzungsmöglichkeiten der Wasserstraßen, so daß nur in dieser Gesamtschau eine richtige Beurteilung des Wasserstraßenbaues vorgenommen werden kann.

1.4 Die Unzulänglichkeit der Investitionen in das Wasserstraßennetz

Für den Straßenbau sind in den Jahren von 1950 bis 1962 von Bund, Ländern und Gemeinden insgesamt 27 Mrd. DM aufgebracht worden. Die Bruttoinvestitionen der Bundesbahn in Infrastruktur betragen in diesem Zeitraum 12,1 Mrd. DM.

Selbst wenn man berücksichtigt, daß die Aufwendungen für Schienenwege und Straßen sich auch auf den Personenverkehr beziehen, so stehen die Binnenwasserstraßeninvestitionen in krassem Gegensatz zu den für den Schienen- und Straßenverkehr aufgewandten Mitteln. Die Wasserstraßen (ohne Binnenhäfen), die dem Binnenschiffsverkehr dienen, sind im gesamten Zeitraum mit nur 1,8 Mrd. DM bedacht worden. Dabei muß überdies in Rechnung gestellt werden, daß diese Investitionen mit einem gewissen Anteil auf außerverkehrliche Funktionen der Wasserstraßen entfallen, also auf die Wasserwirtschaft, die Energieversorgung und die Wasserversorgung.

Auch ein Vergleich (s. nachstehende Übersicht 1) der investierten Mittel für die verschiedenen Verkehrswege in den binnenschifffahrtstreibenden Ländern der EWG zeigt, daß allgemein für die Verkehrswege der Binnenschifffahrt die geringsten Mittel aufgewendet wurden. Auffallend ist jedoch — selbst unter Berücksichtigung der strukturellen Unterschiede — das besonders ungünstige Verhältnis in der Bundesrepublik und in Frankreich.

Übersicht 1

Höhe der jährlichen Investitionen für Wegebau im Binnenverkehr
(in Mill. nationaler Währungseinheiten) in den Jahren 1953 bis 1958

	Deutschland DM	Belgien bfr.	Frankreich ffr.	Niederlande hfl.
Wasserstraßen ¹⁾	457	3 842	283	435
Straßen	10 122	19 727	9 726	1 766
Eisenbahn	5 577	12 275	3 519	506

Quelle: Denkschrift über die Grundausrichtung der gemeinsamen Verkehrspolitik (Anhänge) vom 10. April 1961 der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft (Kommission), Tabelle 7

¹⁾ Binnen- und Seewasserstraßen zusammen

2. Die vordringlichsten Ausbaumaßnahmen im deutschen Wasserstraßennetz

Ausbaumaßnahmen zur Verbesserung der bestehenden Verkehrsverhältnisse sind heute am notwendigsten an folgenden Strecken oder Teilstrecken:

- an der Rheinstrecke zwischen Mannheim und St. Goar
- am Mittellandkanal
- an der Südstrecke des Dortmund-Ems-Kanals.
- am Wesel-Datteln-Kanal

2.1 Die Rheinstrecke zwischen Mannheim und St. Goar

Durch den bedeutenden Anstieg des Schiffsverkehrs auf dieser Strecke in den letzten 25 Jahren um fast das Doppelte ist die Leistungsfähigkeit dieses Stromabschnittes in dem heutigen Ausbauzustand erreicht. Eine größere Dichte des Schiffsverkehrs bedingt neben wesentlich erhöhten Unfallgefahren eine langsamere Fahrt der Schiffe. Niedrige Rheinwasserstände beeinträchtigen die Abladung der Schiffe. Zur Erfüllung eingegangener Transportverpflichtungen müssen in solchen Zeiten daher mehr Schiffe eingesetzt werden, wodurch sich die Fahrt weiter verlangsamt. Stauungen machen sich besonders auf dieser Strecke und vor dem Binger Loch bemerkbar und reichen manchmal hinunter bis Koblenz. Die Verloader müssen von bestimmten Wasserständen an zusätzlich zur Fracht Kleinwasserzuschläge zahlen, wobei jedoch diese Zuschläge den Schiffahrtreibenden keinen Ausgleich für die wegen der Minderabladung fehlenden Transporteinnahmen bieten. Der im Winter 1962/63 spürbare Mangel an trockenen und flüssigen Brennstoffen in Süddeutschland beruhte im besonderen Maße auf der vorangegangenen Kleinwasserperiode im Herbst 1962, da in dieser Zeit die Fahrwasserverhältnisse zwischen St. Goar und Mannheim sowie das „Nadelöhr“ des Binger Lochs keine größeren Verkehrsleistungen zuließen.

Diese Mißstände können durch die Vertiefung des Rheins zwischen St. Goar und Mannheim um nur 40 cm und durch Schaffung eines dritten Fahrweges im Binger-Loch-Bereich, durch Strombauarbeiten an 17 weiteren Stellen auf dieser Strecke zur Verbreiterung der Schiffahrtsrinne sowie durch Vergrößerungen von Krümmungsradien wesentlich gemildert und zum Teil völlig beseitigt werden. Damit würde die schon jetzt auf der Strecke Köln-St. Goar bestehende Fahrwassertiefe von 2,10 m bei GLW (= gleichwertiger Wasserstand) durchgehend bis Mannheim erreicht werden. Außerdem wird ein zügiges und sicheres Durchfahren der Strecke mit einem Schiffsverband bis zu 180 m Länge und maximal 11,20 m Breite ermöglicht. Es handelt sich hier um einen Plan, dessen Realisierung den größten volkswirtschaftlichen, mit keinem anderen Wasserstraßenprojekt vergleichbaren Nutzeffekt hat. Die Zeit, in der die Rheinschiffe mit voller Abladung fahren können, würde sich dadurch von durchschnittlich 195 Tagen auf 290 Tage im Jahr verlängern, d. h. um rd. 50 %. An den restlichen Tagen kann die eingesetzte Flotte ebenfalls bis zu 50 % besser ausgelastet werden.

2.2 Der Mittellandkanal

Der Mittellandkanal (Klasse III), dessen westlicher Teil von der Abzweigung vom Dortmund-Ems-Kanal bei Bergeshövede bis Hannover von grundlegender Bedeutung für den wirtschaftlichen Zusammenschluß mehrerer Stromgebiete ist, muß als die am meisten hinter den heutigen wirtschaftlichen Erfordernissen zurückgebliebene und vernachlässigte deutsche Binnenwasserstraße angesehen werden. Diese Strecke wurde vor rd. 50 Jahren dem Verkehr übergeben. Inzwischen ist der Verkehr dort fast um das

Vierfache gegenüber den damaligen Planungen gestiegen. Der Wasserquerschnitt dieser Kanalstrecke beträgt bei einer Wasserspiegelbreite von 3,30 m und einer Wassertiefe von 3,50 m in Kanalmitte nur 76 m², zugeschnitten auf einen langsamen Verkehr für Schleppzüge mit Fahrgeschwindigkeiten von etwa 4 km/Std. Ein Vergleich des Wasserquerschnittes mit dem einer neuzeitlichen Wasserstraße, z. B. dem Kanal Bamberg-Nürnberg (Klasse IV) mit 176 m², zeigt wohl am deutlichsten die völlige Unzulänglichkeit dieser Kanalstrecke. Durch die Motorisierung der Fahrzeuge und den großen Verkehr auf dieser viel zu engen und flachen Kanalstraße droht der Kanal infolge der vielen und kaum noch instandzuhaltenden Uferabbrüche zu verfallen, wenn er nicht baldigst der heutigen Entwicklung angepaßt wird. Da der Wasserspiegel der langen Kanalstrecke an zahlreichen Stellen mehrere Meter über dem Gelände liegt, kann es zu einer Katastrophe größeren Ausmaßes kommen, wenn durch die ständigen Abbrüche der Kanalböschungen einmal der Kanaldamm an einer solchen Stelle brechen sollte oder in der Kanalsohle durch die Schraubeneinwirkung der Motoren größere Vertiefungen entstehen, welche die Dichtungsschicht in den Auftragsstrecken freilegen. Deshalb muß der Mittellandkanal so verbreitert und vertieft werden, daß diese Gefahr nicht mehr besteht und daß auf diesem Kanal auch das Europaschiff¹⁾ mit einer Reisegeschwindigkeit von mindestens 10 km/Std. in der Alleinfahrt verkehren kann.

2.3 Die Südstrecke des Dortmund-Ems-Kanals

Damit die Südstrecke des Dortmund-Ems-Kanals von Henrichenburg bis Bergeshövede als stärkst befahrene Teilstrecke der West-Ost-Verbindung etwa gleichwertige Verhältnisse erhält wie ihre Fortsetzung auf dem Mittellandkanal nach dessen Ausbau, müßte die für das 1350-t-Schiff freigegebene Südstrecke wenigstens bezüglich ausreichender Überholstrecken und Liegeplätze dem auszubauenden Mittellandkanal angepaßt werden.

Auf die Dauer ist es unumgänglich, diese Kanalstrecke dreischiffig für das Europaschiff auszubauen, wenn der Verkehr zügig durchgeführt werden soll.

2.4 Der Wesel-Datteln-Kanal

Für die Rheinschifffahrt und den gesamten Wasserstraßenverkehr in der Bundesrepublik ist die Ausstattung des Wesel-Datteln-Kanals mit zweiten Schleusen und der Ausbau der Kanalstrecke auf der ganzen Länge von besonderer Bedeutung. Der Kanal hat heute in seinem Westteil einen Jahresdurchgangsverkehr von rd. 13 Mill. Gütertonnen. Infolgedessen kommt es in den Schleusenvorhöfen zu großen Verstopfungen und damit zu erheblichen Behinderungen für den gesamten Verkehrsfluß. Für die 60 km lange Kanalstrecke mit ihren 6 Schleusenstufen benötigen die Fahrzeuge bei starkem Schiffsandrang oftmals 2—3 Tage. Das entspricht einer Tagesleistung von nur 20—30 km. Diese Verhältnisse sind untragbar.

Dem Wesel-Datteln-Kanal wurde eine doppelte Aufgabe übertragen. Einerseits sollte er eine reibungslose Bewältigung der Durchfahrt zwischen Rhein, Dortmund-Ems-Kanal, Mittellandkanal und Weser gewährleisten. Zum anderen sollte mit dem Bau dieser nördlich vom Rhein-Herne-Kanal im Lippetal errichteten künstlichen Wasserstraße der Nordwanderung der Ruhrwirtschaft Rechnung getragen werden. Der Kanal, der an seinen 6 Schleusenstufen nur mit je einer Schleusenkammer ausgestattet wurde, war

¹⁾ Europa-Schiff = Schiff von 80 m Länge und 9,50 m Breite, das als Schleppkahn bei einer Abladetiefe von 2,50 m 1350 t tragen kann

dieser doppelseitigen Verkehrsanforderung sehr bald nicht mehr gewachsen. Bei seiner stets steigenden Verkehrsbelastung ist er immer weniger in der Lage, den Rhein-Herne-Kanal zu entlasten. In dieser Situation muß der Ausfall auch nur einer einzigen Schleuse für längere Zeit zu Verkehrsstockungen unübersehbaren Ausmaßes führen. Der ohnehin überlastete Rhein-Herne-Kanal kann unmöglich den zusätzlichen Verkehr des Wesel-Datteln-Kanals aufnehmen.

Der Wasserquerschnitt dieses Kanals ist mit 95 m² nur etwas größer als der des Mittel-landkanals und damit für die heutigen Verkehrsbedürfnisse entschieden zu klein. Bei einer Wassertiefe von 3,50 m in Kanalmitte und einer Wasserspiegelbreite von nur 38 m ist der Kanal bei diesem Verkehr viel zu eng.

3. Die betriebstechnischen Entwicklungstendenzen in der Binnenschifffahrt

Die Binnenschifffahrt ist in starkem Maße bestrebt, im Rahmen des wirtschaftlich Vertretbaren und auf weite Sicht hin alle technischen und organisatorischen Rationalisierungsmöglichkeiten zu nutzen, um eine Senkung des Betriebsaufwandes zu erreichen und die stärksten Nachteile unzureichender Wasserstraßen auszugleichen. Einen Querschnitt über die in der deutschen Binnenschifffahrt weithin angestellten Rationalisierungsüberlegungen bietet hierfür die unlängst veröffentlichte Broschüre „Gedanken zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Binnenschifffahrt“¹⁾.

3.1 Der Übergang zur großen nautischen Einheit

Entscheidende technische Rationalisierungsmöglichkeiten sind dem Übergang zur großen nautischen Einheit zuzumessen. Die wirtschaftlichen Gründe hierfür sind einleuchtend. Das große Schiff und der Schiffsverband werden der Aufgabe auf Senkung der Kosten pro Leistungseinheit am besten gerecht, und zwar aufgrund des relativen Rückgangs des Personal- wie des Sachaufwandes bei zunehmender Fahrzeuggröße. Voraussetzung ist allerdings, daß die Transportmengen in einer solchen Massenhaftigkeit auftreten, daß die Ausnutzung großer Schiffsgefäße möglich ist.

Dem Trend zur größeren nautischen Einheit sind in Anbetracht der allgemein begrenzten Abmessungen der bundesdeutschen Wasserstraßen und der unterschiedlichen Abmessungen der einzelnen Wasserstraßenabschnitte jedoch Grenzen gesetzt. Schiffe und Schiffsverbände, die in dem gesamten von der Binnenschifffahrt erschlossenen Verkehrsraum eingesetzt werden sollen, müssen sich in ihren Abmessungen zwangsläufig nach den engsten Kanal- und Schleusenquerschnitten richten.

Abgesehen von denjenigen Wasserstraßen, die größere Fahrzeugabmessungen zulassen, entspricht die Mehrzahl der wichtigen deutschen Wasserstraßen den Mindestnormen der Klasse IV der von der Europäischen Verkehrsministerkonferenz (CEMT) für den Ausbau und Neubau von Wasserstraßen europäischer Bedeutung festgelegten Klasseneinteilung (s. Übersicht 2). Sie haben damit Abmessungen, wie sie das Europa-Typschiiff fordert. Der Rhein erfüllt die Mindestnormen der Klasse V (Rhein oberhalb Duisburg) und VI (Rhein unterhalb von Duisburg).

¹⁾ Birkendahl, Düttemeyer, Geile, Huber, Hüttner, Müller, Schroiff, Schuth: „Gedanken zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Binnenschifffahrt“, Duisburg 1963

Übersicht 2

Klassifizierung der deutschen Wasserstraßen entsprechend den CEMT-Normen

Wasserstraße	Wasserstraßenklasse	Fahrwasser		Anzahl der Staufstufen	Schleusen		
		Mindestquerschnitt m ²	Mindestradius m		Länge m	Breite m	Drempeltiefe m
Rhein							
Rheinseitenkanal bis Duisburg	V	156 ¹⁾		4	185	23	5,0
unterhalb Duisburg	V			—	—	—	—
	VI			—	—	—	—
Neckar	IV		350	23	110	12	3,2
Main							
bis Frankfurt—Offenbach	V				350	15+	3,5
						13	(3,25)
Offenbach—Schweinfurt	IV		450	45	300	12	2,5
Schweinfurt-Bamberg	IV	168	800		300	12	2,5
Main-Donau-Kanal	IV				190	12	3,5
Mosel							
(Koblenz)	IV		350	12	170	12	3,5
					(122,5)	(12)	(3,5)
Ruhr							
Duisburg	V			1	350	13	2,5 ²⁾
Raffelberg				1	130	13	5,0
Wasserstraßen zwischen Rhein und Elbe							
Rhein-Herne-Kanal	IV	112		7	165	10	3,0
Wesel-Datteln-Kanal	IV	92		6	225	12	4,5
Dortmund-Ems-Kanal	IV						
neues Hebewerk				1	90	12	3,0
Südstrecke	IV	120	900	1	225	12	3,4
Nordstrecke	III ³⁾	114	350	13	165	10+	3,5
						12	
Mittelweser	IV			7	225	12,5	3,2
Mittellandkanal	III ⁴⁾	72,2		2	225	12	3,0
Küstenkanal	III	76		2	105	12	3,5
Datteln-Hamm-Kanal	III	66		2	85+	10+	
					105	12	3,0
Elbe (Geesthacht)	V+	160—		1	230	25	3,2
	IV	250					
Elbe-Lübeck-Kanal	III	63		7	80	12	2,5
Donau	IV	280	300	2	230	24	2,7 ⁵⁾

1) zunehmend bis 375 bei GIW (Binger Loch 51)

2) bei NNW im Rhein

3) jedoch freigegeben für 1350-t-Schiffe

4) zur Zeit im Ausbau noch Klasse IV

5) bei NNW unterhalb Jochenstein

In Anbetracht der Heterogenität des deutschen Wasserstraßennetzes und infolge der unterschiedlichen wirtschaftlichen Gegebenheiten muß der Trend zum großen Schiff sich in verschiedener Form äußern; Man muß daher unterscheiden zwischen:

- der neu aufgekommenen Schubschiffahrt amerikanischer Art mit starren Schubverbänden größerer Länge und paarweise nebeneinander gekoppelten Schubleichtern,
- der sich hieraus in Anpassung an die einschränkenden Verhältnisse verschiedener Wasserstraßen weiter entwickelten Schubschiffahrt mit gelenkigen Verbindungen,
- der Weiterentwicklung von Schiffen herkömmlicher Art.

3.11 Der Schubverband

Auf dem Rhein (Klasse V und VI) mit seinen für deutsche Wasserstraßenverhältnisse außergewöhnlich breiten Wasserflächen konnte sich die Schubschiffahrt amerikanischer Art ohne Schwierigkeiten entwickeln. Gewisse Einschränkungen bestehen lediglich hinsichtlich der Längen- und Breitenabmessungen in der Gebirgsstrecke zwischen Koblenz und Bingen. Am günstigsten sind die Voraussetzungen für die Schubschiffahrt auf dem Niederrhein unterhalb Duisburg. Im Niederrheinverkehr zwischen Rotterdam und Duisburg werden heute überwiegend Schubverbände bestehend aus 4 Schubleichtern von 70 m Länge und 9,50 m Breite eingesetzt, die paarweise hintereinander gekoppelt sind. Die Abmessungen dieser Leichter sind zur Typisierung vorgeschlagen, so daß sie als Standardleichter bezeichnet werden können. Bei einer Länge des zugehörigen Streckenschubbootes von ca. 35 m ergibt sich ein Verband von rd. 175 m Länge und rd. 19 m Breite. Bei einer Ladefähigkeit des einzelnen Standardleichters von 1600 t (3,00 m Abladetiefe) liegt die somit erzielte Ladefähigkeit des Schubverbandes bei 6400 t.

So günstig die technischen Voraussetzungen für die Schubschiffahrt mit den obengenannten Abmessungen auf dem Rhein sind, so ist es jedoch ausgeschlossen, die Schubschiffahrt in dieser starren Form und mit diesen Abmessungen auf die zum Rhein führenden kanalisiertem Nebenflüsse (Neckar, Main, Mosel) und auf die Kanäle (westdeutsches Kanalgebiet = Kanalnetz zwischen dem Rhein unterhalb von Duisburg und der Elbe) zu übertragen, da die Kunstbauten dieser Wasserstraßen, die engen Fahrwasserverhältnisse und die Krümmungen den Schubverbandabmessungen Grenzen setzen.

Die mögliche Gesamtbreite einer Schubeinheit wird auf den meisten deutschen Wasserstraßen nicht nur vom Fahrwasserquerschnitt, sondern vor allem von der Breite der Schleusen bestimmt. Sie beträgt auf den kanalisiertem Nebenflüssen des Rheins und dem westdeutschen Kanalgebiet größtenteils nur 10 bis 15 m. Die Länge der Schubzüge wird demgegenüber von den Krümmungsverhältnissen auf der freien Strecke eingeschränkt. Der Mindestradius beträgt auf den genannten Wasserstraßen vielfach nur 300 bis 350 m. Immerhin wird der obengenannten Standardleichter von 70 m Länge künftig jedoch einzeln mit Hilfe eines Kleinschubbootes von 10 m Länge in den Kanälen und kanalisiertem Flüssen der Bundesrepublik befördert werden können. Im westdeutschen Kanalgebiet (im Mittellandkanal allerdings erst nach dessen dringend notwendigem Ausbau) kann der so gebildete Schubverband von 80 m Gesamtlänge und 9,50 m Breite bei 2,50 maximalem Tiefgang durchgehend verkehren. Das gleiche gilt für Neckar, Main und Mosel. Soweit es die Fahrwasserverhältnisse gestatten, können auch 2 Standardleichter in Reihe mit einem Streckenschubboot oder 2 parallel gekoppelten Kleinschubbooten verkehren. Dieser wesentlich wirtschaftlichere Verkehr mit 2 Schubleichtern wird jedoch bei starrer Verbindung der Schiffe weder im westdeutschen Kanalgebiet noch auf Main und Neckar in absehbarer Zeit möglich sein.

Übersicht 3
Übliche Schubboot- und Leichterabmessungen

	Länge (m)	Breite (m)	Tiefgang (m)	PS		
Streckenschubboot (Rhein)	32—36	9,5	1,4—1,6	1500—1800		
Kleinschubboot (Kanalisierte Nebenflüsse des Rheins und Kanäle)	10	4,5	1,3—1,5	450		
	Länge (m)	Breite (m)	Höhe (m)	Tiefgang (m)	Trag- fähigkeit (t)	Lade- raum (m ³)
Leichter (Zur Typisierung vorgeschlagen)	70	9,46	3,20	2,00	930	1 175
				2,50	1 265	1 510
				3,00	1 600	1 845

Zum System starr verbundener Einheiten gehört eine weitere Entwicklung, die zur Zeit Gegenstand theoretischer und modellmäßiger Untersuchungen ist. Sie geht zum großen starren Gliederschiff für den Massenguttransport auf dem Niederrhein. Die Projekte sehen ein zweigliedriges starres Schiff folgender Abmessung vor:

Länge über alles	185,00 m
Heckeinheit	100,00 m
Bugeinheit	85,00 m
Breite	16,00 m
Tiefgang, maximal	3,20 m
Ladefähigkeit bei T = 3,20 m	6980 t
bei T = 3,00 m	6400 t.

Über die Aussichten für den Bau solcher Großraumgliederschiffe bestehen unterschiedliche Meinungen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß in naher Zukunft ein erstes Schiff dieser Art — dreiteilige Gliederschiffe mit größeren Abmessungen verkehren bereits auf der Wolga — gebaut und bezüglich seiner Eigenschaften und seiner Wirtschaftlichkeit in der Niederrheinfahrt erprobt wird. Für den regelmäßigen Verkehr zwischen Rotterdam und einem festen Endpunkt am Rhein unterhalb Koblenz können solche Schiffe neben den Schubverbänden durchaus Bedeutung erlangen, zumal sie besonders niedrige Selbstkosten erwarten lassen. Dies gilt besonders dann, wenn die Möglichkeiten einer schnelleren Be- und Entladung der großen Räume voll ausgenutzt werden.

3.12 Der Gelenkverband

In Anbetracht der bei kleinen Krümmungsradien bestehenden Hemmnisse für die starre Schub- und Gliederschiffahrt werden bereits seit einigen Jahren Modell- und Großversuche mit gelenkig verbundenen Einzelschiffen vorgenommen. Sie haben bisher zur Bildung von Motorgüterschiff-Schubgelenkverbänden und Motorgüterschiff-Schleppgelenkverbänden geführt. Hierbei wird ein Motorgüterschiff mit einem Kahn oder Leichter gelenkig verbunden, wobei die Gelenkstellen im Schubverband aktiv, d. h. kraftbetätigt sein müssen, während im Schleppverband eine passive Verbindung ausreicht, wenn die Ruder des eng hinter dem Motorgüterschiff geschleppten Kahns zur Einleitung der Eigenbewegungen verwendet werden. Das dem Motorgüterschiff-Schubverband vorgesetzte, antriebslose Schiff benötigt erfahrungsgemäß zur einwandfreien Beherrschung der Anstell- und Rückstellvorgänge ein Aktivrudder am Bug. Ein Ruderpropeller hat sich für diesen Zweck als besonders geeignet erwiesen, weil er gleichzeitig das Verholen und kürzere Alleinfahrten des geschobenen Schiffes ermöglicht.

Es war nach den bislang angestellten Versuchen auf allen wichtigen deutschen Wasserstraßen (einschließlich Klasse III) möglich, gelenkig eingerichtete Schubverbände in einer den Schleusenabmessungen der jeweiligen Wasserstraße entsprechenden Länge und Breite einzusetzen, so beispielsweise auf dem Dortmund-Ems-Kanal und dem Rhein-Herne-Kanal mit Längen bis 162 m und Breiten von 8,20 m bis 9,50 m, auf dem Mittel-land-Kanal mit Schleusen von 225 m Länge und Gelenkzüge von 222 m Länge und 9,00 m Breite (Lastrohrfloß). Gelenkig verbundene Schubeinheiten mit Tragfähigkeiten je Schubverband von 1000 bis 3000 t werden also auf fast allen vorhandenen Wasserstraßen fahren können, ohne daß spezielle Ausbauten dieser Wasserstraßen über das für die herkömmliche Art von Fahrzeugen hinausgehende Maß notwendig werden.

Einen weiteren Schritt in Richtung auf das nicht starre Schiff, das in der Zukunft voraussichtlich besondere Bedeutung gewinnen wird, stellt die Entwicklung eines Motorgliederschiffes mit Gelenkverbindungen dar. Durch die Unterteilung des Fahrzeuges in 4 Glieder mit Längen von 2×36 m (starr gekoppelte Mitteleinheiten) und 2×45 m (Endglieder gelenkig mit den Mitteleinheiten verbunden) entsteht ein besonders anpassungsfähiges Güterschiff, das alle diejenigen Wasserstraßen der Bundesrepublik befahren kann, für die das Europa-Typschild (80 m $\times$ 9,50 m) zugelassen ist.

Die Abmessungen dieser Gelenkverbände sind wegen der Schleusenabmessungen im westdeutschen Kanalgebiet für absehbare Zeit begrenzt auf

Länge über alles	162,00 m
Breite	9,50 m
Tiefgang	2,50 m
Ladefähigkeit ca.	2600 t

3.13 Die Weiterentwicklung von Schiffen herkömmlicher Art

Für das Motorgüterschiff, das gegenwärtig auf den deutschen Wasserstraßen vorherrscht und dem auch weiterhin eine ganz besondere wirtschaftliche Bedeutung zukommen wird, läuft die technische Entwicklung auf die Einfachbauweise in Pontonform hinaus, wobei Motorenstärken und Vorrichtungen für die Mitnahme eines Schubleichters von $70 \times 9,50$ m im Schub- oder Schleppverband ausgelegt sein werden.

Dementsprechend wird wahrscheinlich auch die Konstruktion des Europa-Typschildes mit den Abmessungen von $80 \times 9,50$ m auf der kostensparenden und zweckmäßigen Pontonbauweise basieren (siehe Übersicht 3).

3.2 Die Intensivierung der Fahrzeugnutzung

Neben dem Trend zur größeren nautischen Einheit konzentrieren sich die Rationalisierungsbemühungen der Binnenschifffahrt auf die Intensivierung der Fahrzeugnutzung, also auf die Beschleunigung des Schiffsumlaufs, wofür — soweit dieses den reinen Transportvorgang auf den Wasserstraßen betrifft — die Erhöhung der Fahrzeuggeschwindigkeit und die Verbesserung der Verkehrsflüssigkeit in Betracht kommen. Hierdurch kann eine Beschleunigung des Kapitalumschlags und folglich eine absolute Senkung des Betriebsaufwandes erreicht werden.

3.21 Die Steigerung der Fahrgeschwindigkeit

Der wirtschaftliche Zwang zur Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit ergibt sich speziell auf den künstlichen Wasserstraßen, wo heute die Fahrgeschwindigkeit sehr niedrig ist. Auf dem Mittellandkanal liegt sie beispielsweise für Schleppzüge bei 6 km/Std. und für Selbstfahrer bei 8 km/Std. Diese Geschwindigkeitsbegrenzungen ergeben sich aus den Querschnitts- und Profilverhältnissen, wo bei höheren Fahrgeschwindigkeiten Böschungen und Kanalsohle unzulässigen Beschädigungen ausgesetzt sind.

Andererseits sind hier der Steigerung der Fahrgeschwindigkeit auch von der Wirtschaftlichkeit her Grenzen gesetzt. Die unzulänglichen Querschnittsverhältnisse machen es wirtschaftlich sinnlos, die für Fahrten auf Stromstrecken installierte volle Maschinenleistung auszufahren. Der größte Teil der Maschinenleistung würde lediglich in Wellenenergie umgesetzt werden, die ihrerseits wieder zu unzumutbaren Beschädigungen an Böschungen und Sohle führt. Darüber hinaus würde eine höhere Geschwindigkeit wegen des ungünstigeren Völligkeitsgrades bei schnellen Schiffen mit einer Minderung der Tragfähigkeit erkaufte werden, so daß sie nicht in Betracht kommt.

Ein Ausweichen auf die Luftkissen- oder Tragflügelboottechnik steht beim gegenwärtigen Stand der technischen Entwicklung und der wirtschaftlichen Einsatzfähigkeit für die Güterschifffahrt nicht zur Diskussion. Luftkissen- und Tragflügelboote können auf den Binnenwasserstraßen der Bundesrepublik nur auf den größeren Wasserstraßen der Klassen V und VI zugelassen werden und zwar als Sport- bzw. kleine Fahrgastboote für 60 bis 80 Personen. Sie sind auf diesen Fahrgebieten aber nur dann vertretbar und auch wirtschaftlich ausnutzbar, wenn die Fahrwasserbreite ausreicht, um z. B. Tragflügelbooten die Fahrt auf Flügel mit Geschwindigkeiten bis zu 75 km/Std. ohne Behinderung der übrigen Schifffahrt über längere Strecken zu ermöglichen. Außerdem muß die Fahrwassertiefe im Einsatzgebiet ausreichen, um gegebenenfalls die Fahrt im Schwimmzustand ohne Gefahr einer Grundberührung fortsetzen zu können.

Auf Wasserstraßen herab etwa bis zur Größe der Klasse IV verbietet sich wegen der geringen Wasserbreiten der Einsatz von Tragflügelbooten schon deshalb, weil auf diesen eine Flügelfahrt kaum noch möglich ist. Das gilt auch für die Luftkissenfahrzeuge, deren Verwendung außerdem wegen der zur Zeit noch außerordentlich hohen Anschaffungs- und Betriebskosten auf den Wasserstraßen der Bundesrepublik nicht in Betracht kommen dürfte.

3.22 Die Steigerung der Verkehrsflüssigkeit

Für die Wirkung der Geschwindigkeitssteigerung ist jedoch entscheidend, daß der erreichbare Produktionseffekt nicht wieder durch eine wachsende Beeinträchtigung der Verkehrsflüssigkeit reduziert wird. Bereits heute ist auf den mit ihren nutzbaren Fahrwasserbreiten und -tiefen meist unverändert gebliebenen Binnenwasserstraßen (einschließlich Rhein) durch die Verkehrssteigerung sowie durch die Entwicklung der Fahr-

zeugtechnik und der Betriebsweisen in Verbindung mit der Erhöhung der Reisegeschwindigkeiten eine so erhebliche Steigerung der Verkehrsdichte auf den deutschen Wasserstraßen eingetreten, daß zumindest auf größeren Teilstrecken die stete Flüssigkeit des Verkehrsablaufs nur durch besondere Lenkungsmaßnahmen aufrechterhalten werden kann. Daneben sind vielfach die Zwangsaufenthalte an Schleusenstufen so zeitraubend, daß die Umlaufgeschwindigkeit der Fahrzeuge stark beeinträchtigt wird.

Es müssen heute neue technische Möglichkeiten und Organisationsformen gefunden werden, die es gestatten, den gewandelten Verkehr auf den deutschen Wasserstraßen flüssiger ablaufen zu lassen.

3.3 *Die Verbesserung der zeitlichen Nutzung des Fahrzeugmaterials*

3.31 Tag- und Nachtfahrt

Um den vollen Rationalisierungseffekt moderner Binnenschiffe zu erzielen, muß als naturgegebene Möglichkeit des Betriebes auch die Nachtfahrt in Betracht gezogen werden. Im Blickpunkt des Interesses steht daher in zunehmendem Maße die Fahrt nicht nur am Tage, sondern auch zur Nachtzeit oder jedenfalls von den frühen Morgenstunden bis in die Nacht.

Allerdings wird ein echter Vorteil nicht unbedingt zu bejahen sein, sondern von Art und Zustand der jeweiligen Wasserstraße, von Strecke und Volumen des Verkehrs sowie von weiteren Faktoren abhängen.

Recht unterschiedlich kann auch das Ausmaß des durch die Nachtfahrt im günstigsten Falle erreichbaren Rationalisierungseffektes sein. Ausgehend von den in den letzten Jahren beobachteten Umläufen von Schleppkähnen und Motorgüterschiffen beim Steinkohlentransport Ruhr/Süddeutschland ist z. B. ermittelt worden, daß von der gesamten zur Verfügung stehenden Zeit während eines Kalenderjahres weniger als 40 % auf produktive Stunden (reine Fahrzeit, Laden und Löschen) und mehr als 60 % auf unproduktive Stunden (Wartezeit, Reparatur-, Nebel-, Hoch- und Kleinwassertage, Ladungsmangel und Nachtliegezeiten) entfallen, davon auf die Nachtliegezeit etwa 10 bis 15 %. Es ist fraglich, ob sich bei einem derartig geringfügigen Anteil der Nachtliegezeit am Gesamtumlauf eine Betriebszeitverlängerung lohnt und ob den Mehrkosten, die sich aus der verlängerten Betriebszeit ergeben, auch entsprechende Mehrerlöse gegenüberstehen. Entscheidend kommt es darauf an, wie sich das Verhältnis der reinen Fahrzeit zur gesamten Umlaufzeit gestaltet. Je höher der Anteil der reinen Fahrzeit ist und je geringer insbesondere die Wartezeiten sowie die Zeiten für Laden und Löschen sind, um so höher ist der Prozentsatz, der auf die unproduktive Nachtliegezeit entfällt und um so mehr rechtfertigt sich der für die Nachtfahrt erforderliche zusätzliche Aufwand und die Erwartung auf einen weiteren Rationalisierungseffekt. Diese Voraussetzungen werden am ehesten beim durchgehenden Verkehr zwischen fest bestimmten Lade- und Löschplätzen mit kurzen Lade- und Löschzeiten und einem stets genügenden Ladungsaufkommen erfüllt sein.

3.32 Verringerung der durch Eisbildung verursachten Stilliegezeiten

Im Interesse einer Steigerung der zeitlichen Nutzung des Fahrzeugmaterials sind auch Überlegungen darüber anzustellen, wie die Stilliegezeiten der Binnenschifffahrt in den Frostperioden verringert werden können. Der Ausfall der Rheinschifffahrt wegen Eis betrug allein während der Zeit des offiziellen Schifffahrtsschlusses auf dem Mittelrhein in den letzten zehn Jahren (1954—1963) im Jahresdurchschnitt 8,1 Tage, obgleich der

Rhein wegen seiner starken Strömung weit später vereist, als seine kanalisierten Nebenflüsse oder gar das westdeutsche Kanalnetz. Für das westdeutsche Kanalnetz ergeben sich für den gleichen Zeitraum im Jahresdurchschnitt folgende Ausfälle durch Vereisung:

Rhein-Herne-Kanal	14 Tage
Wesel-Datteln-Kanal	15 Tage
Dortmund-Ems-Kanal (Südstrecke)	16 Tage
Mittellandkanal	20 Tage

4. Die aus der Entwicklung der Binnenschifffahrt sich ergebenden Kriterien für den Wasserstraßenbau

Aus den genannten Rationalisierungsbestrebungen der Binnenschifffahrt ergeben sich bestimmte Kriterien für den Bau neuer und die Anpassung bestehender Wasserstraßen, die nachstehend aufgezeigt werden sollen:

4.1 Kriterien aus der Fahrzeuggröße, der Betriebsweisen und der Umlaufgeschwindigkeiten

Der Trend zur großen nautischen Einheit sowie die Bemühungen zur Steigerung der Umlaufgeschwindigkeit stellen Forderungen an den Ausbau der Wasserstraßen hinsichtlich

- der Querschnittgestaltung des Fahrwassers
- der Krümmungserweiterungen
- der lichten Durchfahrtshöhe unter den Brücken
- der Schleusengestaltung und der Schleusenabmessungen
- der Liegeplätze

4.11 Querschnitt

Bei der Querschnittgestaltung einer Wasserstraße ist davon auszugehen,

daß auf der freien Strecke eine möglichst hohe Reisegeschwindigkeit gewährleistet werden muß. Dabei ist sicherzustellen, daß Fahrzeugbegegnungen gefahrlos möglich sind,

daß auf weniger stark belasteten Strecken das Überholen in den Pausen des Gegenverkehrs keine Schwierigkeiten bieten darf,

daß auf stark frequentierten Strecken eine gleichzeitige Überholung und Begegnung — entweder an jeder Stelle der freien Strecke oder mindestens in bestimmten Überholstrecken — möglich sein muß.

Diese Grundsätze erfordern Wasserquerschnitte, die weit über das Maß hinausgehen, nach dem früher Kanäle und Flüsse gebaut bzw. ausgebaut wurden. Zur Zeit beträgt das Verhältnis von Wasserquerschnitt (F) zum eingetauchten Schiffsquerschnitt (f) bei den deutschen Kanälen mit den Typschiffen der Wasserstraße IV im allgemeinen höchstens nur etwa $n = 5$. Dieses Verhältnis läßt Fahrgeschwindigkeiten der beladenen Selbstfahrer bis zu 8 km/Std. in der Alleinfahrt zu. Eine Begegnung ist bei diesem Querschnitt nur mit einer Höchstgeschwindigkeit bis etwa 5 km/Std. möglich. Im Hinblick auf das Streben nach größerer Reisegeschwindigkeit unter Ausnutzung der für den Verkehr auf Flüssen erforderlichen starken Motorenkräfte ist dieses Verhältnis heute zu klein.

Aufbauend auf früheren Versuchen der Hamburgischen Schiffbauversuchsanstalt sind für die Wasserstraßen der Klasse IV die zweckmäßigsten Abmessungen und die zulässige Höchstgeschwindigkeit unter Verwendung kürzlich ausgeführter Modell- und Großversuche durch die Versuchsanstalt für Binnenschifffahrt in Duisburg ermittelt worden. Die Versuchsergebnisse ermöglichten die Erfassung der erosionsbedingten Faktoren und die Berücksichtigung der auf älteren Kanälen festgestellten Schäden. Die Hauptergebnisse dieser Untersuchungen führten zu folgenden Schlußfolgerungen:

Für Binnenwasserstraßen der Klasse IV sollte ein Querschnitt angestrebt werden, der bei ausreichender Wassertiefe einen dreischiffigen Verkehr gewährleistet, um den schneller fahrenden Motorschiffen, insbesondere den kleinen Einheiten, eine möglichst hohe mittlere Reisegeschwindigkeit zu ermöglichen.

Die CEMT hat als Mindest-Kanalquerschnitt den fünffachen eingetauchten Schiffsquerschnitt, also $n = 5$, empfohlen. Die deutsche Seite strebt jedoch bei der CEMT ein Verhältnis von mindesten $n = 7$ an. Der Kanal Bamberg-Nürnberg erfüllt mit $n = 7$ bereits diese Forderung. Die Versuchsergebnisse der Versuchsanstalt für Binnenschifffahrt in Duisburg lassen sogar ein Abschnittsverhältnis von $n = 7,6$ als zweckmäßig erscheinen.

Bei einem Querschnittsverhältnis von $n = 7,6$ steigert sich im übrigen in einem Rechteckprofil¹⁾ bei gleichem Energieaufwand die Geschwindigkeit um gut 4,5% und bei einem Rechteck-Trapez-Profil um ca. 4% zu der im Trapez-Profil mit gleichem Querschnittsverhältnis. Darüber hinaus können Fahrgeschwindigkeiten für das Europa-Schiff von mindestens 10 km/Std. u. U. sogar 11 km/Std. zugelassen werden. Allerdings kann die zur Verfügung stehende maximale Maschinenleistung auch bei dieser Querschnittsgröße weder bei dem Europa-Schiff (700 PS) noch bei den meisten kleineren Selbstfahrern voll ausgenutzt werden, und zwar aus 3 Gründen: a) Es gibt in Kanälen eine querschnittsbedingte nautische Höchstgeschwindigkeit. b) Ein Kanalquerschnitt, in welchem die für den Verkehr auf den Flüssen installierte Maschinenleistung voll ausgefahren werden könnte, müßte zur Vermeidung von weit über das tragbare Maß hinausgehenden Angriffen auf Böschung und Sohle mehr als doppelt so groß wie das vorgeschlagene dreischiffige Profil sein. Diese Forderung ist für künstliche Wasserstraßen undiskutabel. c) Das Fahren mit voller Leistung wäre für freifahrende Motorschiffe in dem vorgeschlagenen Profil auch unwirtschaftlich, weil für eine Steigerung der Geschwindigkeit um nur 5% mehr als die Hälfte der installierten Leistung erforderlich ist.

Wirtschaftlich sinnvoll ist bei dem vorgeschlagenen Profil für freifahrende Motorschiffe des Europa-Typs noch die Ausnutzung von ca. 45% der vollen Maschinenleistung. Das Europa-Schiff könnte dann etwa 10,5 km/Std. auf freier Strecke fahren¹⁾. Zur wirtschaftlichen Ausnutzung zumindest eines Teils der vorhandenen maschinellen Leistungsreserve von ca. 55% ist die zusätzliche Mitnahme eines Schleppkahns oder eines Schubleichters im Schubgelenk oder Schleppgelenkverband anzuempfehlen. Das gleiche gilt für Schubverbände und Gliederschiffe. Die Angriffe auf die Kanalböschungen würden sich bei gleicher Geschwindigkeit wie freifahrend noch zulässig kaum wesentlich verstärken. Auch der Angriff auf die Sohle wird trotz der höheren Schraubenbelastung (stärkerer Propellerstrahl) wegen der günstigeren Trimmlage der Gelenkzüge etwa gleich bleiben. Vorsicht ist dagegen geboten beim Schleppverband mit einem Schubleichter, da bei diesem der Propellerstrahl am schräg auflaufenden Vorschiff des Leichter in Richtung zur Kanalsohle abgelenkt wird.

¹⁾ Vgl. den deutschen Bericht zu „Mitteilung I/1“ des XVIII. Internationalen Schiffahrtskongresses Rom 1953

¹⁾ Internationale Binnenschifffahrts-Union (I. B. U.): „Abmessungen der Anlagen internationaler Wasserstraßen“, Paris 1961

Als Abmessungen für den Bau neuer und die Erweiterung bestehender Wasserstraßen der Klasse IV werden hiernach heute als notwendig angesehen:

Wasserquerschnitt (mindestens $n = 7$)	166—170 m ²
Querschnittsbreite in Schiffsbodenhöhe des voll abgeladenen Fahrzeugs	rd. 2,2facher Wert der Summen der Schiffsbreiten beim Europaschiff 2,2 × 19 = 41,8 m
Wassertiefe in Kanalmitte	4,15—4,25 m
Wassertiefe in Kanalsole an der Böschung	4,00 m

Die Wasserspiegelbreite ergibt sich danach bei einem Trapezquerschnitt zu 53—55 m.

4.12 Krümmungserweiterungen

Die Krümmungen einer Wasserstraße setzen den zuzulassenden Längen der Schiffseinheiten eine Grenze, wenn sie nicht der Länge der Schiffseinheiten angepaßt werden, d. h. so erweitert werden, daß sie von Fahrzeugen oder Schiffseinheiten ohne Schwierigkeiten und ohne den Gegenverkehr zu stören, durchfahren werden können. Aufgrund von Erfahrungen und Versuchen ist das Maß der Verbreiterung nach den Richtlinien der CEMT inzwischen auf eine Mindestverbreiterung festgelegt worden, die sich nach der

Formel $\Delta B = \frac{L^2}{2R}$ ergibt.

Für Fahrzeuge von 80 m Länge (L) ergeben sich hiernach Verbreiterungen bei Krümmungsradien (R) von 300 bis 1000 m, die zwischen 10,7 und 3,2 m schwanken. Bei starren Schubverbänden von 165 m Länge würden nach der gleichen Formel bei den genannten Krümmungsradien Verbreiterungen erforderlich werden, die zwischen 13,6 m (1000 m) und 45,5 m (300 m) liegen.

Bei neuen Kanälen sollten deshalb nach den heutigen Erkenntnissen keine Krümmungen unter $R = 800$ m (zehnfache Länge des Europa-Schiffes) mit Rücksicht auf Fahrzeugbegegnungen zugelassen werden.

Bei Flußläufen ist jedoch eine Begradigung und Verbreiterung auf die genannten Maße aus geographischen und wirtschaftlichen Gründen häufig undurchführbar. Bei der Kanalisierung der Mosel waren gerade in dieser Hinsicht manche Schwierigkeiten zu überwinden, um Begegnungen von langen, starr hintereinander gekoppelten Schubverbänden (Schubboot und 2 Leichter) in den Krümmungen zu ermöglichen. In Anbetracht des stark gewundenen Laufs der Mosel von Diedenhofen bis Koblenz (Gesamtlänge 270 km) hat man sich deshalb beim Ausbau auf eine für die Schubschiffahrt vertretbare Lösung geeinigt, die im Vergleich zu den anderen untersuchten Lösungen erhebliche Kostenersparnisse brachte, ohne für die Schubschiffahrt allzu einschneidende Einschränkungen zu verursachen. Diese Lösung geht davon aus, daß eine Begegnung von langen starren Schubverbänden nicht in allen Haltungen auf ganzer Länge möglich ist. In 6 Fällen ist in unmittelbarem Anschluß an eine Staustufe eine Begegnung von Schubverbänden auf einer Gesamtstrecke von 13 bis 14 km ausgeschlossen. Dieses Beispiel zeigt, wie man beim Ausbau einer neuen Wasserstraße der Entwicklung der Schifffahrt in fortschrittlicher Weise Rechnung tragen kann.

4.13 Durchfahrtshöhe unter Brücken

Nach den Richtlinien der CEMT wurde das Maß für die lichte Durchfahrtshöhe für Fahrzeuge der Wasserstraßenklasse IV auf 5,25 m über dem Normalwasserstand der Kanäle bzw. über dem höchsten schiffbaren Wasserstand der Flüsse festgesetzt.

Für Schubverbände von 165 m Länge und mehr dürfte das Maß von 5,25 m nicht ausreichen, weil die Steuerstühle der Schubboote zur Verringerung des toten Blickwinkels vor der Einheit wegen der großen Länge der Schubzüge höher sein müssen als bei Selbstfahrern oder Schleppern. Verstellbare Steuerstühle können wegen der zahlreichen, dicht aufeinander folgenden Brücken über künstliche Wasserstraßen beim Versagen des elektrohydraulisch betriebenen Ruderhausliftes eine Gefahr für Schiff und Brücke bilden. Sie sind eine ständige Belastung für den Schiffsführer. Eine Lösung könnte höchstens dadurch gefunden werden, daß am Bug ein Fernsehauge angebracht wird, welches dem Schiffsführer die erforderliche Sicht im toten Blickwinkel gibt.

Grundsätzlich fordert die Schifffahrt deshalb vor allem an natürlichen, größeren Wasserstraßen größere Durchfahrtshöhen. In der bereits genannten Denkschrift fordert die Internationale Binnenschifffahrts-Union (I. B. U.) — bezogen auf den höchsten schiffbaren Wasserstand — eine Mindestdurchfahrtshöhe von 7,50 m für den Ausbau oder Neubau von Wasserstraßen. Dieses Maß wird am Rhein (Klasse V und VI) nur von den Brücken unterhalb Kehl erreicht (9,10 m). Oberhalb Kehl wird diese Höhe schon um 0,50 m unterschritten. An der kanalisierten Mosel beträgt die Durchfahrtshöhe mit wenigen Ausnahmen 6,00 m, ebenso am Neckar und Main, an der Donau werden 8,00 m angestrebt.

Das westdeutsche Kanalgebiet weist gegenwärtig am Mittellandkanal Brückendurchfahrtshöhen von nur 4,00 m, beim Dortmund-Ems-Kanal und Rhein-Herne-Kanal von nur 4,50 m auf. Diese Durchfahrtshöhen reichen für das Europa-Schiff nicht aus, das eine Leerhöhe von 4,40 m hat. Denn bei künstlichen Wasserstraßen ist mit Wasserstandsschwankungen zu rechnen, die durch Windstau, Schleusungswellen oder Hochwasser verursacht werden. Da die westdeutschen Kanäle auf verschiedenen Strecken mit dem Wasserspiegel über Geländehöhe liegen, lassen sich solche Durchfahrtsmaße mit Rücksicht auf die Vielzahl der Brücken und der erforderlichen langen Rampen in dichtem Bebauungsgebiet nicht immer oder nur mit erheblichem Mittelaufwand erreichen. Es wäre schon etwas erreicht, wenn die Brücken an diesen Wasserstraßen so gestaltet würden, daß das Europa-Schiff mit einer Leerhöhe von 4,40 m ohne Brückenberührung und ohne Wasserballast auch bei Wasserstandsschwankungen sicher hindurchfahren kann. Dieser Forderung würde eine lichte Höhe von mindestens 4,85 bis 5,00 m entsprechen. Bei neuen Wasserstraßen der Klasse IV sollte jedoch das von der CEMT festgelegte Mindestmaß von 5,25 m keinesfalls unterschritten, sondern — wenn irgend möglich — überschritten werden.

4.14 Schleusen

Für das Erreichen einer hohen Umlaufgeschwindigkeit und für die Nutzung großer Fahrzeugeinheiten sind besonders die Gestaltung und die Abmessungen von Schleusen wesentlich. Die CEMT hat die Schleusenmindestabmessungen wie folgt festgelegt:

Nutzlänge	85,00 m
Nutzbreite	12,00 m
Wassertiefe über dem Drempe	3,50 m

Dieser Beschluß wurde zu einer Zeit gefaßt, als in der europäischen Schifffahrt die Schubschifffahrt noch nicht eingeführt war. Ganz abgesehen davon, daß die Länge von 85 m auch für die traditionelle Schleppschifffahrt unzweckmäßig ist, weil Schlepper und Schleppkahn gezwungen sind, getrennt eine Schleuse zu passieren, genügen die im Jahre 1954 festgelegten Schleusenabmessungen in keiner Weise den Anforderungen der Schubschifffahrt. Damit den neuen wirtschaftlichen Bedürfnissen der Binnenschifffahrt Rechnung getragen wird, ist zu fordern, daß beim Bau neuer Schleusen eine Länge von mindestens 110 m für Schubeinheiten mit einem Leichter und von 185 bis 190 m für

Schubeinheiten mit 2 Leichtern hintereinander vorgesehen wird. Diese Abmessungen sind im Rhein-Seiten-Kanal und bei der Rhein-Main-Donau-Großschiffahrtsstraße bereits vorhanden bzw. vorgesehen (für Schleppzüge von $2 \times 80 \text{ m} + 25 \text{ m}$ für den Schlepper). Nicht erreicht wird dieses Längenmaß u. a. bei den inzwischen fertiggestellten Schleusen der kanalisierten Mosel (179 m) sowie bei den vorhandenen Schleusen am Neckar (110 m), im Rhein-Herne-Kanal und einem Teil des Dortmund-Ems-Kanals (165 m). Die Mindestbreite der Schleusen von 12 m genügt nur für einen hintereinander gekoppelten Verband. Paarweise gekoppelte Verbände müssen für das Passieren der Schleusen geteilt werden. Doppelte oder dreifache Breiten würden Schubverbänden weitaus größere Transportleistungen erlauben. Sie sind in Zukunft dort erforderlich, wo Verbände auf den jeweiligen Wasserstraßen paarweise nebeneinander gekoppelt fahren können. Je mehr Spielraum beim Schleusen zwischen Fahrzeug und Kammerwand sowie den beiden Schleusenanschlüssen am Unter- und am Oberhaupt besteht, desto schneller ist das Ein- und Ausfahren der Fahrzeuge möglich. Außerdem werden dadurch Berührungen mit den Schleusenwänden oder das Anfahren der Schleusenverschlüsse vermieden und damit die Gefahr einer Torbeschädigung oder ein vorzeitiger Verschleiß der Kammerwände unterbunden. Ausreichende Wasserpolster zwischen Schleusensole (Drempel) und Schiffsboden ermöglichen ebenfalls ein schnelleres Ein- und Ausfahren. Eine Drempeltiefe von mindestens 3,50 m bei 2,50 m abgeladenen Fahrzeugen (Wasserstraßenklasse IV) oder 4,00 m bei 3,00 m abgeladenen Fahrzeugen wird für erforderlich gehalten.

Wirtschaftlich stark ins Gewicht fallende Verzögerungen in der Umlaufzeit erhalten die Fahrzeuge an den mit veralteten Schleusen ausgerüsteten Wasserstraßen, sowie dadurch, daß die Zahl der Schleusen an den Schleusenstufen zu gering ist. Deshalb ist es ein wichtiges Kriterium, daß die Umlaufzeiten der Fahrzeuge überall dort, wo sich zu lange Wartezeiten an den Schleusen ergeben, durch den Bau weiterer Schleusen verkürzt werden.

Leitwerke und ausreichende Anlegeplätze an Leitwerken oder an Dalben erleichtern und beschleunigen daher das Einfahren in die Schleuse und somit auch den Schleusungsvorgang. Länge und Ausbildung der Schleusenleitwerke, d. h. die Strecke von den Füllorganen der Schleuse bis zum Beginn der Schiffsliegeplätze, können auch auf die Leistungsfähigkeit der Schleuse einwirken. Hierzu wird auf den deutschen Bericht zum XVIII. Internationalen Schiffahrtskongreß (Rom 1953) hingewiesen. Ebenso wichtig für die Erhöhung der Leistungsfähigkeit ist es, daß beim Bau neuer Schleusen sämtliche Betriebsvorrichtungen nach den modernsten Erkenntnissen ausgeführt werden. Ausreichend breite und lange Vorhäfen tragen ebenfalls viel dazu bei, den Schleusungsvorgang zu beschleunigen. Die Schubschiffahrt schließlich erfordert in den Schleusenvorhäfen Leitwerke in Verlängerung einer Schleusenwand, wie sie an den neuen Moselschleusen zum Teil auch zur Ausführung kamen, da die bisher vorhandenen schrägen Leitwerke für die Schubschiffahrt wegen ihrer langen Verbandsabmessungen und der Bugform der Leichter nicht geeignet sind.

4.15 Liegeplätze

Die zügige Fahrt der durchlaufenden Schiffahrt wird an vielen Stellen auch dadurch behindert, daß sie an den zahlreichen ungeschützt auf freien Strom- oder Kanalstrecken vorhandenen und oft auch noch dicht hintereinanderliegenden Kleinst-Umschlagplätzen und Dauerliegestellen (am Rhein besonders solche kleinerer oder mittelgroßer Fahrgastschiffe), auf die dort ladenden, löschenden oder stillliegenden Fahrzeuge Rücksicht nehmen und deshalb ihre Fahrstufen erheblich mindern muß. Da diese Minderung der Fahrgeschwindigkeit zur Vermeidung von übermäßigem Sog und Wellenschlag schon in erheblicher Entfernung vor diesen Stellen einsetzen und auch auf einer genau-

men Strecke nach ihrem Passieren beibehalten werden muß, ist der dadurch für die durchgehende Schifffahrt entstehende Zeitverlust nicht unbeträchtlich. Dieser Nachteil könnte abgeschwächt, in vielen Fällen sogar beseitigt werden, wenn durch geeignete wasserbauliche Maßnahmen der Sog und der Wellenschlag der vorbeifahrenden Schiffe wirksam abgefangen würde. Dadurch würde dann auch der an diesen Umschlagstellen ladenden oder löschenden Schifffahrt erheblich mehr Sicherheit als bisher geboten. Es dürfte weiter notwendig sein, den auf Dauerliegstellen längere Zeit unbeschäftigt festgemachten Fahrzeugen andere und sichere Liegeplätze zur Verfügung zu stellen. Diese Dauerliegeplätze sind meist noch in den Zeiten der langsamen und weniger dichten Schifffahrt angelegt worden. Es ist zu untersuchen, ob nicht im Interesse einer zügigeren Fahrt für die gesamte Binnenschifffahrt die Verlegung dieser Dauerliegeplätze in die in Normalzeiten meist kaum belegten Schutzhäfen die für alle Teile nützlichste und wirtschaftlichste Abhilfe sein könnte, gegebenenfalls unter Befreiung von der Zahlung des Liegegeldes. Fahrzeugen, die nur einige Tage auf Strom oder an sonstigen normalen Liegeplätzen liegen, ist jedoch nicht zuzumuten, jeweils in einen Schutzhafen zu fahren, da dies zu erheblichen Verzögerungen im allgemeinen Verkehrsablauf und auch zu zusätzlichen Havariegefahren führen würde.

Auf den Wasserstraßen müßten außerdem in angemessenen Abständen voneinander entfernt liegende und ausreichend große Auffangräume (Reeden oder sonstige Liegeplätze, Übernachtungsstellen) zur Verfügung stehen. Zur besseren und sicheren Einrangierung müßten in diesen Auffangräumen auch noch getrennte Liegemöglichkeiten mit Aufdreh- und Ablaufräumen für Einzelfahrzeuge und für Schub-, Schlepp- oder Koppelverbände vorhanden sein. Die Anlegung solcher Auffangräume wird sich auf die Dauer vor allem in den Gebieten nicht vermeiden lassen, in denen erfahrungsgemäß immer wieder mit größerem Schiffsrückstau gerechnet werden muß. Das sind besonders

- Stromstrecken mit dichter Verkehrsbelegung,
- Stromstrecken, von denen Eingangsschleusen zu stark befahrenen Nebenflüssen oder Kanälen abgehen,
- Wasserstreckenabschnitte vor Stromengen und vor besonders gefährlichen Fahrwassern sowie vor in unmittelbarer Fahrwassernähe gelegenen stark benutzten Reeden und vor besonders nebelgefährdeten Gebieten.

Auf frei fließenden Strömen sind solche Auffangräume teilweise bereits vorhanden. Die darüber hinaus benötigten dürften sich im Zuge des weiteren Ausbaues dieser Schifffahrtsstraßen in ausreichender Größe und Zahl oder übermäßigen Mittelaufwand einplanen und ausbauen lassen.

Auf gestauten Wasserstraßen und Kanälen wird sich der Schiffsnachlauf auch bei stärkerem Andrang meist durch entsprechende Steuerung der Schleusungen benachbarter Schleusen ordnen lassen. Auf ihnen werden besonders Auffangräume zum Auffangen von übermäßig starkem Schiffsnachlauf in der Regel nur in der Nähe der Zusammenflüsse mehrerer Wasserstraßen oder Kanäle oder vor den Mündungen von Häfen mit starkem Schiffsverkehr bzw. vor ständig stark belegten Umschlagstellen notwendig sein. Aber auch dort sind sie oberhalb und unterhalb der betreffenden Stellen — und auch hier möglichst getrennt nach Fahrzeugarten und -zusammenstellungen — so anzulegen, daß die an anderen Umschlagplätzen liegenden, ladenden oder löschenden Schiffe nicht behindert und der ungestörte Zu- und Ablauf zu anderen Häfen nicht gestört werden. Bei direkt an der Wasserstraße befindlichen Hafenanlagen (Parallelhäfen) ist die Uferwand des Hafens so weit aus der Fahrstraße herauszulegen, daß die vorbeifahrende Schifffahrt mit ungedrosselter Maschinenkraft und gleicher Geschwindigkeit wie auf der Strecke an diesen Stellen vorbeifahren kann. Versuche an den engen west-

deutschen Kanälen haben ergeben, daß dieser Forderung Rechnung getragen wird, wenn die Wasserspiegelbreite der Wasserstraße an der Hafenanlage mindestens um 25 m verbreitert wird, bei stärkerer Belegung mit Fahrzeugen vor der Hafenanlage um eine weitere Schiffsbreite. Dieses Maß gewährleistet eine glatte Vorbeifahrt ohne unzulässige Sogwirkung und ohne die Trossen des im Hafen löschenden Schiffes übermäßig zu beanspruchen.

4.2 Kriterien aus der Steigerung der zeitlichen Nutzung der Fahrzeuge

4.21 Tag- und Nachtfahrt

Schon bisher war die Nachtfahrt auf verschiedenen Wasserstraßen erlaubt und wurde, wenn auch vereinzelt, betrieben. Die Schifffahrt mußte sich dann jedoch meistens mit den gegebenen, im allgemeinen nur dem Tagesbetrieb entsprechenden Verhältnissen abfinden. Infolgedessen mußte die Nachtfahrt mit erhöhten Gefahren und mit dem Risiko eines Stopps vor Strecken mit Nachtfahrtsverbot oder vor des nachts stillgelegten Schleusen durchgeführt werden. Daß unter solchen Umständen der regelmäßige lohnintensive Nachtverkehr in der Binnenschifffahrt in ständiger oder halbständiger Fahrt auf die Dauer nicht durchführbar ist, liegt auf der Hand. Abgesehen von durchaus möglichen verwaltungstechnischen Hilfen, wie nächtlichem Schleusen-, Wahrschau-, Beleuchtungs-, Radar-, Polizei-, Warn- und Wetter- oder sonstigen Melde- und Orderdienst, sind aber die Voraussetzungen für die Qualifikation von auch des nachts befahrbaren Wasserstraßen durch geeignete Baumaßnahmen, die insoweit meistens nur einen verhältnismäßig geringfügigen finanziellen Aufwand erfordern, ohne weiteres zu schaffen.

Bei der näheren Untersuchung dieser Frage werden in der Regel alle Wasserstraßen ausscheiden, die nur einen bescheidenen Verkehr aufweisen oder Ausmaße haben, die den heutigen Anforderungen an die Größenverhältnisse einer modernen Wasserstraße nicht entsprechen. Im allgemeinen wird es als Norm angesehen werden dürfen, daß für die Durchführung der Nachtfahrt nur Wasserstraßen der Klassen IV und V im Sinne der von der CEMT vorgenommenen Klassifizierung in Betracht kommen. Denn nur eine ausreichende Querschnittsgestaltung wird in Anbetracht der größeren Gefährdung des Nachtverkehrs eine zügige Durchführung der Nachtfahrt gewährleisten.

Hinsichtlich des technischen Zustandes der Wasserstraßen richtet sich die erste Anforderung an ein Fahrwasser, das auch bei schwierigen nautischen Verhältnissen und in starken Krümmungen, selbst bei schlechten Sichtverhältnissen, noch ein sicheres Navigieren ermöglicht. Das Fahrwasser muß ferner so ausgebaut werden, daß der Verkehr auch während der Nacht in beiden Richtungen möglich ist und nicht etwa in einer Richtung, wie z. B. der Talverkehr auf der Gebirgsstrecke des Rheins, des nachts untersagt werden muß. Würde z. B. das von der CEMT seit Jahren als besonders dringlich bezeichnete Projekt des Rheinausbaues zwischen St. Goar und Bingen (Vertiefung um 40 cm) schon realisiert sein, könnte das Nachtfahrtsverbot im Talverkehr dieser Strecke entfallen.

An schwierigen Stellen ist das Fahrwasser mit Schifffahrtszeichen so zu kennzeichnen, daß seine Begrenzung, evtl. mit Hilfe der zur Verfügung stehenden Bordmittel (Scheinwerfer und Radargeräte), ohne weiteres erkennbar wird. Demgemäß sind Leuchtbojen (Bojen mit Blinkfeuer) und solche mit Reflexwirkung oder speziellen Radarreflektoren auszulegen. Auf schmalen Kanälen ist die Kenntlichmachung der Uferlinie durch Beleuchtungs- und Blinklichtanlagen in Betracht zu ziehen. Dabei sollten Schleusenanlagen mit modernsten Geräten während der ganzen Nacht beleuchtet werden (gelbes Natriumdampflicht). Eine durchgehende Beleuchtung des gesamten Wasserstraßenlaufs wird dagegen wegen der Kosten kaum zu realisieren, im allgemeinen auch nicht notwendig

sein. In jedem Falle sind aber ausreichende Beleuchtungs-, Funkspruch-, Radaranlagen und Radarleitstellen an Hafenein- und -ausfahrten, Flußmündungen, Fahrwasserengungen und Staustufen zu fordern. An Haltestellen, Liegeplätzen und Umschlagstellen muß durch ausreichende Beleuchtungsquellen das gefahrlose Anbord- und Vonbordgehen gewährleistet werden.

Nicht minder wichtig ist die Verbesserung der Signalgebung von Land aus, wobei der Wahrschaudiens mit modernen Lichtzeichen dem Schiffer eine einwandfreie und im Vergleich zu den heutigen Einrichtungen noch bessere Vorstellung über die Belegung einer schwierigen, unübersichtlichen Strecke als am Tage vermitteln muß. Dabei sollte die Ausnutzung von Funksprechgeräten eine immer größere Rolle spielen.

Die Schleusen sind mit Fern- und Funksprechgeräten auszurüsten, um schnelle und richtige Dispositionen bei der Beorderung der auf Schleusung wartenden Schiffe treffen und den betreffenden Schiffsführern unverzüglich mitteilen zu können. Im Interesse der Zügigkeit des Verkehrs und zur Vermeidung von kostspieligen Aufenthalten muß unbedingt vermieden werden, daß Schiffspersonal im Schleusenbereich nachts an Land gehen und sich u. U. durch unebenes und unbeleuchtetes Gelände einen Weg zwecks Meldung bei der Schleuse suchen muß. Sofern die Dienststellen der Wasserstraßenverwaltung, insbesondere die Schleusen, mit entsprechenden und heute schon sehr billig zu erstehenden Geräten ausgestattet werden, wird sich auch die fahrende Schifffahrt baldigst anpassen und entsprechende Geräte an Bord verwenden. Die Wasserstraßenverwaltung muß aber selbst den Anfang machen und die erste Möglichkeit für die Ausnutzung modernen Nachrichtengeräts bieten.

Weiterhin sind gefahrlos begehbbare Anlegestellen bzw. Steiger an den Grenzabfertigungspunkten einzurichten, damit erforderliche Zoll- und Paßkontrollen schnellstens und gefahrlos erledigt werden können.

Von einiger Bedeutung ist auch das Problem der Nachtruhe und Verkehrssicherheit der Stillieger. Es muß darauf geachtet werden, daß die des Nachts fahrenden Schiffe in genügendem Abstand an stillliegenden Fahrzeugen vorbeifahren, um die Nachtruhe schlafender Besatzungen nicht zu stören oder die Schiffe durch starken Wellenschlag auf ihrem Ankerplatz nicht zu gefährden. Wo ein Passieren nur mit geringem Abstand möglich ist, muß die Geschwindigkeit gemäß den bereits bestehenden Vorschriften entsprechend herabgesetzt werden.

Es bedarf kaum der Erwähnung, daß der Rationalisierungseffekt der Nachtfahrt nur eintritt, wenn auch die Häfen, soweit sie überhaupt als Anfangs- oder Endpunkt eines Nachtschiffahrtsverkehrs in Betracht kommen, für die Abfertigung solcher des Nachts abfahrenden oder ankommenden Schiffe in wasserbaulicher Hinsicht vorbereitet und mit entsprechenden Einrichtungen, vor allem mit geeigneten Beleuchtungs- und sonstigen Sicherungsanlagen, ausgestattet sind.

Dabei muß an den Häfen Vorsorge getroffen werden, daß der Zu- und Ablaufverkehr der anderen Verkehrsträger (Eisenbahn und LKW) auch für den Nachtverkehr der Binnenschifffahrt eingerichtet wird, wie überhaupt jede Möglichkeit zur Verringerung der Wartezeiten in Häfen und an Umschlagstellen vor dem eigentlichen Beginn des Ladens oder Löschens ausgenutzt werden sollte.

4.22 Vermeidung der Eisbildung

Wenn auch die Eisbildung auf den Wasserstraßen und damit der wiederkehrende Ausfall der Binnenschifffahrt in starken Frostperioden mit wirtschaftlich vertretbarem Kostenaufwand nicht verhindert werden kann, so sollten jedoch alle vertretbaren Maß-

nahmen eingeleitet werden, um die Eisbildung einzuschränken und den Ausfall der Binnenschifffahrt zu verringern. Eine naheliegende Maßnahme ist die Einleitung des warmen Kühlwassers von Kraftwerken in die Wasserstraßen. Am Rhein-Herne-Kanal liegen z. B. viele Kraftwerke, die das noch warme Kühlwasser in den Kanal leiten. Dort zeigt sich, daß dieser Kanal viel später als die anderen Kanäle zufriert, manche erwärmten Strecken auf diesem Kanal überhaupt nicht. Durch die Schleusen kommt das warme Wasser auch an die unteren Haltungen, so daß der Rheinverkehr, der im übrigen in Frostzeiten infolge des strömenden Wassers viel später zum Erliegen kommt als der Kanalverkehr, hiervon auch seinen Nutzen hat. Deshalb muß das Einleiten von Kühlwasser gefordert werden, wo es nur irgend möglich ist.

Auch kann die Einspeisung wärmerer Flußwassermengen, wie z. B. aus der Lippe bei Hamm, dazu beitragen, die Vereisung der Kanäle hinauszuzögern bzw. ein schnelleres Auftauen bei Abklingen des Frostes zu fördern. Das Wasser müßte als überschüssiges Freiwasser an den Abstiegschleusen zwecks Erwärmung und Bewegung des Wassers in den gestauten Kanalhaltungen von einer Haltung in die andere Haltung weiter abgelassen werden.

Nach der Frostperiode müssen Eisbrecher das Eis auf der Strecke aufbrechen, wenn die Wiederaufnahme der Schifffahrt beschleunigt werden soll. Bislang wurden Eisbrecher auf den Flüssen und Kanälen nur eingesetzt, um Eisversetzungen zu vermeiden oder im Interesse einer ungehinderten Vorflut oder zum Schutz von Wasserbauanlagen. Die Eisbrecher sollten aber auch vorgehalten und eingesetzt werden, wenn dadurch der Schiffsverkehr nach einer Frostperiode beschleunigt wiederaufgenommen werden kann.

An Kanälen oder kanalisierten Flüssen vereisen die Tornischen der Schleusen oder die Füll- und Entleerungsanlagen besonders leicht. Letztere werden auch durch mitgerissene Eisschollen schnell verstopft und erschweren und verlangsamen dadurch den Schleusenbetrieb. Bei Stemmtorverschlüssen lagert sich das Eis zwischen Kammerwand und Tor, so daß die Tore sich nicht mehr ganz öffnen lassen. Die Hubtore vereisen bei Frostbeginn häufig so stark, daß durch das Mehrgewicht die Tore nicht mehr gehoben werden können.

Hier sind geeignete Maßnahmen zu treffen, die dieses verhindern oder mildern, sei es durch elektrische Beheizung bestimmter Einzelteile der Schleusenanlagen, wie das am neuen Hebewerk bei Henrichenburg bereits durchgeführt wurde, sei es durch Einleiten von Heißdampf oder Heißluft in die Füll- und Entleerungsschächte, sei es schließlich durch Beseitigung der Eisansammlungen in den Tornischen, damit der Schiffsverkehr zu Beginn oder nach der Frostperiode nicht behindert wird.