

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Boldt, Günter; Finke, Gerhard; Heuser, Hans; Hoppe, Albrecht; Kraemer, Carl; Nagel, Dieter; Pabst, Hermann Ulrich; Raab, Ernst-Ludwig; Strähler, Walter

Folgen der schnellen Entwicklung der Beförderungsverfahren mit Spezialschiffen (Container-Schiffe, Roll-on/Roll-of-Schiffe, Leichterträger (LASH), Seeleichter) für den Ausbau und den Betrieb der Häfen und der Binnenwasserstrassen. Wirtschaftliche Vorteile, technische Merkmale, Integration in den Verkehr und Probleme der Normung

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/104779>
Deutsche Beiträge. Internationaler Schifffahrtskongress (PIANC)

Zugänglichkeit/Accessibility: <https://www.kooperationsverein.de> provided in Cooperation with:

~~PIANC Deutschland~~ **Boldt, Günter; Finke, Gerhard; Heuser, Hans; Hoppe, Albrecht; Kraemer, Carl; Nagel, Dieter; Pabst, Hermann Ulrich; Raab, Ernst-Ludwig; Strähler, Walter (1973): Folgen der schnellen Entwicklung der Beförderungsverfahren mit Spezialschiffen (Container-Schiffe, Roll-on/Roll-of-Schiffe, Leichterträger (LASH), Seeleichter) für den Ausbau und den Betrieb der Häfen und der Binnenwasserstrassen. Wirtschaftliche Vorteile, technische Merkmale, Integration in den Verkehr und Probleme der Normung. In: PIANC Deutschland (Hg.): Deutsche Beiträge. 23. Internationaler Schifffahrtskongress; Ottawa, Kanada, Juli 1973. Bonn: PIANC Deutschland. S. 149-169.**

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Abteilung I — Binnenschifffahrt

Thema 6

Folgen der schnellen Entwicklung der Beförderungsverfahren mit Spezialschiffen (Container-Schiffe, Roll-on/Roll-off-Schiffe, Leichterträger (Lash), Seeleichter) für den Ausbau und den Betrieb der Häfen und der Binnenwasserstraßen. Wirtschaftliche Vorteile, technische Merkmale, Integration in den Verkehr und Probleme der Normung

Berichtersteller: Dr. Günter Boldt, Prokurist, Bremer Lagerhaus-Gesellschaft, Dr.-Ing. Gerhard Finke, Hafendirektor, Duisburg-Ruhrort Häfen AG, Dr.-Ing. Hans Heuser, Direktor, Versuchsanstalt für Binnenschiffbau eV Duisburg, Dipl.-Ing. Albrecht Hoppe, Ministerialrat, Bundesverkehrsministerium Bonn, Dipl.-Ing. Carl Kraemer, Präsident, Wasser- und Schifffahrtsdirektion Duisburg, Dipl.-Ing. Dieter Nagel, Baudirektor, Strom- und Hafenbau, Freie und Hansestadt Hamburg, Rechtsanwalt Hermann Ullrich Pabst, Verein zur Wahrung der Rheinschifffahrtsinteressen, Duisburg, Dipl.-Ing. Ernst-Ludwig Raab, Regierungsbaudirektor, Wasser- und Schifffahrtsdirektion Mainz, Dipl.-Ing. Walter Strähler, Regierungsbaudirektor, Wasser- und Schifffahrtsamt Duisburg-Meiderich.

Zusammenfassung

Der Bericht befaßt sich mit den bisher bekannten Trägerschiffsleichtern (Kombileichtern) der Typen „Lash“ und „Seabee“. Ihre konstruktiven Einzelheiten werden angegeben, die hydrodynamischen Verhältnisse und die Manövrierfähigkeit werden auf Grund von Modellversuchen erörtert. Über die bisherige Verkehrsabwicklung in Seehäfen, auf Strömen, Kanälen und kanalisierten Flüssen und in Binnenhäfen wird berichtet. Dabei wird auf die in See- und Binnenhäfen vorzusehenden Umschlagseinrichtungen, die Liegeplätze, die Betreuung und Bewachung der unbemannten Trägerschiffsleichter (Kombileichter) sowie auf ihre Abfertigung eingegangen. Die Beförderung auf den Binnenschiffahrtstraßen geschieht im allgemeinen in Schubverbänden, deren Abmessungen sich nach den zu befahrenden Wasserstraßen richten. Die erste Fahrt eines derartigen Verbandes am 2. April 1970 auf dem Rhein mit Abzweigung auf den Main bis Frankfurt wird eingehend beschrieben, dabei auf die zu beachtenden Tiefgangsverhältnisse hingewiesen. Auf Konstruktionsdetails, die auf gedichteten Kanalstrecken im Bereich der Böschungen Schäden verursachen könnten, wird aufmerksam gemacht. Schließlich wird festgestellt, daß diese neue Verkehrsart hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und Verkehrssicherheit Probleme aufwirft, für die sich Lösungsmöglichkeiten abzeichnen.

Inhalt

	Seite
1. Begriffsbestimmung und Abgrenzung des Themas	150
2. Fahrzeuge, Verbandsbildung, Hydrodynamik	151
2.1. Ausführungsformen (Typen)	151
2.2. Konstruktive Einzelheiten	152
2.3. Flachwasser-Hydrodynamik	154
2.3.1. Widerstand und Vortrieb	154
2.3.2. Manövrierfähigkeit	156

	Seite
3. Verkehrsabwicklung (Operation)	158
3.1. Verkehrsabwicklung im Seehafen	158
3.1.1. Durch das Seeschiff bedingte hafenbautechnische Anlagen	158
3.1.2. Besondere Vorkehrungen bei gleichzeitiger Containerbehandlung	158
3.1.3. Lade- und Löschsysteme der Trägerschiffe	159
3.1.4. Sammeln und Vorstauen der Trägerschiffsleichter (Kombileichter)	159
3.1.5. Laden und Löschen der Trägerschiffsleichter (Kombileichter) in Vor- häfen oder auf offener See	160
3.1.6. Beladen und Entladen der Trägerschiffsleichter (Kombileichter)	160
3.2. Verkehrsabwicklung auf Strömen	160
3.2.1. Bericht über die erste Fahrt von Trägerschiffsleichtern (Kombi- leichtern) auf Rhein und Main	160
3.2.2. Bemerkungen zu Bau und Ausrüstung, Betriebs- und Verkehrssicher- heit	163
3.2.3. Abladetiefen	165
3.3. Verkehrsabwicklung auf Kanälen und kanalisierten Flüssen	165
3.4. Verkehrsabwicklung in Binnenhäfen	166
3.4.1. Transport der Trägerschiffsleichter in und aus dem Hafen	166
3.4.2. Anforderungen an den Hafen	166
3.4.3. Koppel- und Liegeplatz	166
3.4.4. Betreuung und Bewachung der Trägerschiffsleichter (Kombileichter) im Hafen	167
3.4.5. Transport im Hafen zur und von der Umschlagstelle	168
3.4.6. Anforderungen an die Umschlagstelle	168
3.4.7. Liegen der Trägerschiffsleichter (Kombileichter) an der Umschlag- stelle	168
3.4.8. Umschlag	169
3.4.9. Einsatz von Trägerschiffsleichtern (Kombileichtern) des Typs SEABEE	169
4. Schlußbetrachtung	169

1. Begriffsbestimmung und Abgrenzung des Themas

Diese Darstellung befaßt sich nicht mit Containern und, obwohl der „Lash-Verkehr“ angesprochen ist, nicht mit dem Trägerschiff, sondern allein mit dem Leichter, im folgenden mit Trägerschiffsleichter (Kombileichter) bezeichnet, der über die hohe See an Bord eines Schiffes, des Trägerschiffes befördert wird [(l)ighter (a)board (sh)ip] und der dazu bestimmt ist, im Vor- und Nachlauf zu und von den Seehäfen Binnenwasserstraßen zu befahren, unter Erleichterung des Umschlages in den Häfen.

Nach dem Bericht der „Commission des Communautés Européennes, Comité consultatif des transports“ vom 15. Dezember 1971 gilt folgende Definition, die auch von der

Europäischen Wirtschaftskommission (ECE) und der Zentralkommission für die Rheinschiffahrt (ZKR) verwendet wird, wobei der französische Text maßgebend ist:

„La barge de navire est un engin de transport

„a) destiné au transport (combiné) de marchandises par la navigation,

„b) ayant un caractère permanent quant à sa structure,

„c) spécialement conçu pour successivement

— être acheminé par un navire de mer équipé à cet effet et

— être poussé remorqué sur de voies d'eau non maritimes, sans adjonction d'autres installations assurant son état de navigabilité.“

Übersetzung:

„Der Trägerschiffsleichter (Kombileichter) ist ein Fahrzeug, das

„a) zur (kombinierten) Güterbeförderung in der Schifffahrt bestimmt ist,

„b) von dauerhafter Beschaffenheit hinsichtlich seiner Bauart,

„c) besonders konzipiert ist, um nacheinander

— durch ein entsprechend ausgestattetes Seeschiff befördert zu werden und

— auf nicht zur See gehörenden Wasserstraßen ohne andere Einrichtungen, die seine Fahrtüchtigkeit gewährleisten, geschoben oder geschleppt zu werden.“

Von dem konventionellen Schubleichter unterscheidet sich der Trägerschiffsleichter (Kombileichter) nur dadurch, daß er kleiner ist, keine strömungsgünstige Bugform hat und auch nicht oder nicht in der gleichen Weise mit verschiedenen Einrichtungen, z. B. Ankern, ausgerüstet ist. Die Rheinzentralcommission hat daher festgestellt, daß Trägerschiffsleichter (Kombileichter) in jedem Falle Schubleichter sind und damit denselben Vorschriften wie diese unterliegen. Bisher gilt die einzige schiffahrtspolizeiliche Sondervorschrift, daß Trägerschiffsleichter (Kombileichter), von besonderer Zulassung abgesehen, nicht an die Spitze eines Schubverbandes gesetzt werden dürfen. Der Seeschiffahrt können die Trägerschiffsleichter (Kombileichter) als Fahrzeuge nicht zugerechnet werden, da sie ihrer Bauart und Ausrüstung nach nicht auf der hohen See, sondern nur in Häfen und auf Binnenwasserstraßen verwendet werden können. *)

2. Fahrzeuge, Verbandsbildung, Hydrodynamik

2.1. Ausführungsformen (Typen)

Bisher (Stand April 1972) sind die beiden folgenden Typen von Trägerschiffslechtern (Kombilechtern) genormt worden und kommen in größerem Umfang zum Einsatz:

*) Trägerschiffsleichter (Kombileichter) sind Binnenschiffe im Sinne der Schiffsregisterordnung (§ 3) und des Binnenschiffahrtsgesetzes, denn sie sind „schwimmfähige, mit einem Hohlraum ausgestattete Fahrzeuge, die über eine Bewegungsmöglichkeit verfügen und zur Schifffahrt bestimmt sind“. Dennoch unterliegen sie den einschlägigen gesetzlichen Vorschriften über Binnenschiffe, insbesondere sind sie Objekte selbständiger Rechte (Eigentum, Hypothek).

Trägerschiffsleichter (Kombileichter) entsprechen der Definition „Schubleichter“ nach der Rheinschiffahrtspolizeiverordnung. Unter Schubleichtern, z. B. der Typen „LASH“ und „SEABEE“ sind also Schubleichter eigentümlicher Bauweise und Ausrüstung zu verstehen, für die es einer besonderen Definition nicht bedarf, denn die Begriffsbestimmung der Schubleichter nach RheinSchPVO (§ 1.01 d) trifft voll auf sie zu: „ein zur Fortbewegung durch Schieben gebautes oder hierfür besonders eingerichtetes Fahrzeug“.

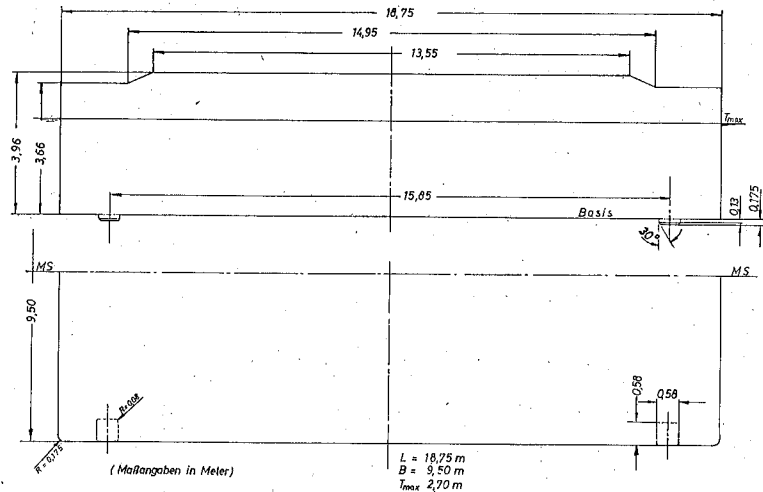


Abb. 1: Trägerschiffsleichter (Kombileichter) Typ LASH

Typ LASH (Abb. 1)

Länge über alles	$L_{\text{ü.a.}} = 18,75 \text{ m}$
Breite	$B_{\text{ü.a.}} = 9,50 \text{ m}$
Seitenhöhe	$H = 3,66 \text{ m}$
Höhe bis OK Laderaum	$H_{\text{tot}} = 3,96 \text{ m}$
max. Tiefgang (über Boden)	$T_{\text{max}} = 2,70 \text{ m}$
max. Wasserverdrängung	$V_{\text{max}} = 480 \text{ m}^3$
Eigengewicht (ca.)	$G = 80 \text{ t}$
max. Ladefähigkeit	$L_{\text{max}} = 400 \text{ t}$

Typ SEABEE (Abb. 2)

Länge über alles	$L_{\text{ü.a.}} = 29,72 \text{ m}$
Breite	$B_{\text{ü.a.}} = 10,67 \text{ m}$
Seitenhöhe	$H = 3,25 \text{ m}$
Höhe bis OK Laderaum	$H_{\text{tot}} = 4,90 \text{ m}$
max. Tiefgang (über Boden)	$T_{\text{max}} = 3,25 \text{ m}$
max. Wasserverdrängung	$V_{\text{max}} = 1030 \text{ m}^3$
Eigengewicht (ca.)	$G = 180 \text{ t}$
max. Ladefähigkeit	$L_{\text{max}} = 850 \text{ t}$

2.2. Konstruktive Einzelheiten

Schiffbaulich gesehen stellt der Trägerschiffsleichter (Kombileichter) ein schwimmfähiges Gefäß einfacher Form mit genormten Abmessungen und Ausrüstungsteilen dar, das in großen Stückzahlen nach Stahlbau-Methoden gefertigt wird. Beide unter 2.1. genannten

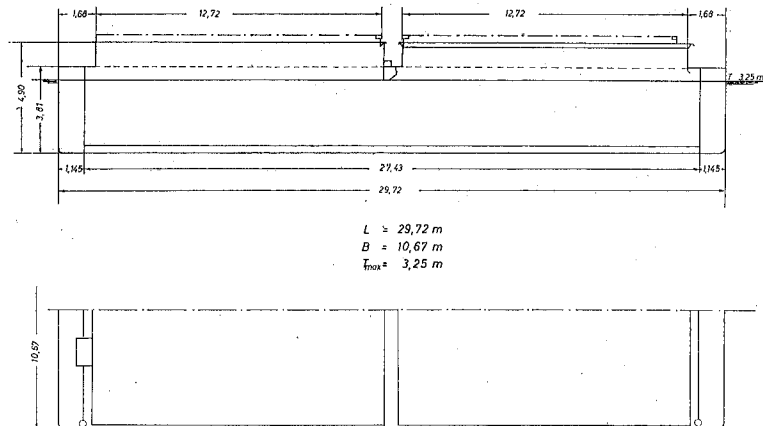


Abb. 2: Trägerschiffsleichter (Kombileichter)
Typ SEABEE

Typen sind quaderförmige Behälter mit Rechteckgrundriß ohne nennenswerte Abrundungen, so daß sie den Blockkoeffizienten $\delta = 1,0$ besitzen. Ein mit Lukendeckel verschließbarer Laderaum mit glatten, senkrechten Wänden und ebenem Boden bietet optimale Raumnutzungsmöglichkeiten. Den Vorzügen niedriger Gesteungskosten und günstiger Ersatzteilhaltung bei optimalem Verhältnis von Nutzlast zu Eigengewicht stehen Nachteile für den Einsatz der Trägerschiffsleichter (Kombileichter) im Vergleich zu normalen Schubleichtern auf Binnenschiffsstraßen gegenüber.

Diese Nachteile entstehen einerseits aus der hydrodynamisch sehr ungünstigen äußeren Form und zum anderen dadurch, daß die Ausrüstung der z. Z. im Betrieb befindlichen Ausführungen für den Verkehr auf Binnengewässern als unzureichend bezeichnet werden muß. Dabei sind insbesondere das Fehlen von Ankern und die unterdimensionierte Ausführung von Winden und Pollern wichtige Einzelpunkte, die einer Änderung bedürfen. Während Abänderungen dieser Art durchaus im Rahmen der technischen Möglichkeiten — auch unter Berücksichtigung des Transports der Trägerschiffsleichter (Kombileichter) in Seeschiffen — liegen, sind die Hauptabmessungen und die äußere Form durch die Platzverhältnisse sowie durch Art und Dimensionierung der Transportvorrichtungen in den Trägerschiffen weitestgehend festgelegt.

Beim kleineren Typ LASH, der bisher schon in größerem Umfang auf deutsche Binnenwasserstraßen verbracht wird und dessen Breite den Einsatz im westdeutschen Kanalsystem noch gerade ermöglicht, ist ein Konstruktionsdetail für den praktischen Betrieb besonders unvorteilhaft:

Die Behälter benötigen zum Übereinander-Stau im Trägerschiff vier Stützpfosten als vertikal tragende Bauteile. Gemäß Skizze Abb. 1 befinden sich diese Pfosten unmittelbar an den Seitenwänden und ragen ca. 180 mm über den Boden nach unten heraus. Sie vergrößern dadurch den tatsächlichen Tiefgang, erhöhen den Wasserwiderstand und stellen eine besondere Gefahr für die Beschädigung von geneigten Kanalböschungen dar. Es bleibt zu prüfen, ob es möglich ist, durch konstruktive Änderungen diese Nachteile zu vermeiden.

Hinsichtlich der Bewegung an der Oberfläche von Wasserläufen geringer Tiefe ist die Quaderform der Trägerschiffsleichter (Kombileichter) denkbar schlecht. Widerstand und Kursstabilität des einzelnen Leichters werden nicht nur durch die Form, sondern auch durch das ungünstige Längen-Breiten-Verhältnis sehr nachteilig beeinflusst.

2.3. Flachwasser-Hydrodynamik

2.3.1. Widerstand und Vortrieb

Die Beförderung auf Binnenwasserstraßen kann wirtschaftlich nur im Schubverband erfolgen. (Das Verbringen im Schleppzug erfordert je ein Schlepper vor und hinter dem Leichterverband und damit einen zu hohen Personalaufwand.)

Die Zusammenstellung im ein- oder zweireihigen Verband (Abb. 3) ermöglicht eine Verbesserung sowohl des spezifischen Widerstandes je t Ladung als auch der Kursstetigkeit, da das L/B-Verhältnis des Verbandes gegenüber dem Einzelleichter größer werden kann.

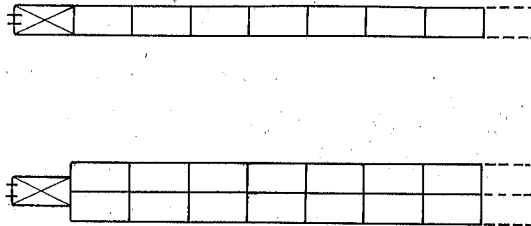


Abb. 3: Trägerschiffsleichter (Kombileichter)
Verbandsbildungen mit Schubboot
und Bugeinheiten
Beispiel: Typ LASH

In der Bundesrepublik Deutschland (BRD) sind in der Versuchsanstalt für Binnenschiffbau eV, Duisburg, (VBD) während der letzten Jahre umfangreiche Modelluntersuchungen mit Trägerschiffsleichter-(Kombileichter-)Verbänden der Typen LASH und SEABEE durchgeführt worden mit dem Ziel, den Leistungsbedarf eines Schubbootes bei verschiedenartigen Verbandsformationen und Anzahlen der Leichter als Funktion von Geschwindigkeit und gesamter Wasserverdrängung auf flachem Wasser zu ermitteln. Dabei wurde deutlich, daß Trägerschiffsleichter-(Kombileichter-)Verbände mit angemessenem Leistungsaufwand nur befördert werden können, wenn ihnen Bugeinheiten vorgesetzt werden, die eine strömungsgünstige Formgebung aufweisen. Dazu werden zweckmäßig entweder vorhandene Schubleichter des Typs EUROPA I (70 × 9,50 m) oder deren Vorschiffe — als selbständig schwimmende Einheiten — verwendet. Wenn die Zahl der ins Binnenland weiter zu transportierenden Trägerschiffsleichter (Kombileichter) zunimmt, wird die letztere Variante bevorzugt werden, da im ersteren Fall wegen der begrenzten zulässigen Gesamtlängen zu wenig Leichter in einem Verband befördert werden können. Solche speziellen Bugeinheiten in der Formgebung der Vorschiffe von EUROPA-Typschubleichtern können eine dreifache Aufgabe erfüllen:

1. sie sind Träger der Ankereinrichtung für den Verband
2. sie vermindern sehr erheblich den Fahrtwiderstand
3. sie erhöhen die Kursstabilität des Verbandes und verkürzen den Zeitbedarf für ein Ausweichmanöver.

Mit Eigenantrieb versehen würden sie sowohl als Bugsteuerorgan in Fahrt als auch zum Verholen und Kuppeln der Trägerschiffsleichter (Kombileichter) im Hafen zusätzlich Vorteile bieten.

Schwierigkeiten bereitet die Frage der Anpassung der Bugeinheiten an den Verband hinsichtlich Tiefgang und Trimmlage. Sie müssen deshalb über Ballasträume und eine

leistungsfähige Pumpeneinrichtung verfügen. Dazu ist eine bestimmte Mindestlänge erforderlich, die auf ca. 18—19 m zu beziffern ist. Der Vorschlag geht dahin, das Vorschiff eines Typleichters EUROPA I mit der Länge eines Trägerschiffsleichters (Kombileichters) zu verwenden.

Die Abbildung zeigt eine Skizze des VBD-Vorschlages mit folgenden Daten:

Länge über alles	$L_{\text{ü.a.}}$	=	18,75 m
Länge i. d. WL 2500	$L_{\text{WL 2500}}$	=	15,80 m
Länge i. d. WL 3250	$L_{\text{WL 3250}}$	=	17,30 m
Breite a. Spt.	$B_{\text{Spt.}}$	=	9,46 m
Tiefgang, max.	T_{max}	=	3,25 m
Wasserverdrängung gll.			
a. WL 2500		=	307 m ³
a. WL 3250		=	425 m ³

Obgleich die Bugeinheiten ca. 1,20 m schmaler als die Trägerschiffsleichter (Kombileichter) Typ SEABEE sind, können sie auch bei Verbänden aus Leichtern dieses Typs verwendet werden.

Es liegt nahe, den ohnehin erforderlichen Antriebsmotor für die Ballastpumpe stärker zu nehmen und ihn wahlweise für den Betrieb eines aktiven Steuerorgans einzusetzen. Dieses Steuerorgan sollte ein Ruderpropeller oder ein gleichwertiges Aggregat mit stetig veränderlicher Schubrichtung sein, damit beim Koppeln und Verholen feinfühlig manövriert werden kann. Eine motorische Antriebsleistung von 250—300 Pse wäre voll ausreichend. Die Bedienung muß sowohl auf der Bugeinheit selbst als auch vom Schubboot ferngesteuert erfolgen können.

Hinsichtlich Punkt 2 der Vorteile bei der Verwendung von Bugeinheiten — Verminderung des Fahrtwiderstandes — hatten die Modellversuche eindeutige und in ihrer Größenordnung überraschende Resultate.

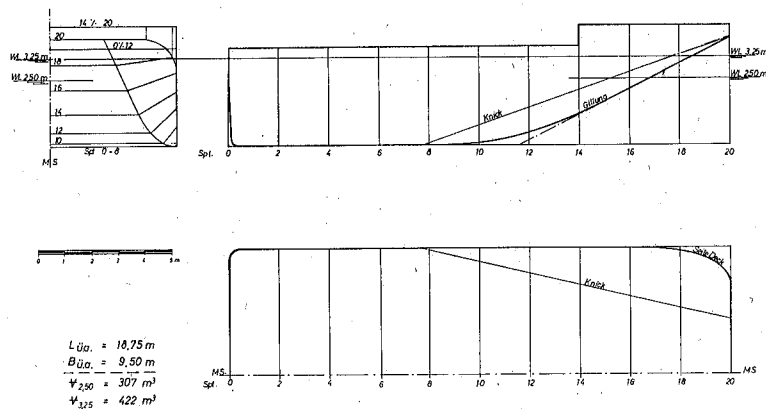
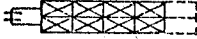
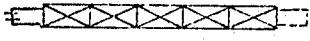


Abb. 4: Bugeinheit für Verbände aus Trägerschiffsleichtern (Kombileichtern) Vorschlag VBD

Mit der Vergleichsleistung von 2×750 WPS eines 2-Schrauben-Schubbootes von 19,0 m Länge mit Propellerdüsen wurden beispielsweise folgende Fahrgeschwindigkeiten ermittelt:

Verbandskombination	Leichter Typ	Tiefgang der Leichter (m)	Fahrgeschwindigkeit (km/h)	
			ohne Bugeinheit	mit Bugeinheit
	LASH	2,50	8,10	11,50
	SEABEE	3,25	10,80	13,15

Vergleichswassertiefe $h = 5,0$ m.

Der Geschwindigkeitsgewinn bei Vorsetzen der Bugteile beträgt somit, trotz der Mehrverdrängung des Gesamtverbandes, 42 bzw. 22 %. Dieses Ergebnis gilt für die Fahrt in stehendem Wasser. Der Gewinn bei der Bergfahrt in strömendem Wasser ist zwar absolut gleich, relativ jedoch noch wesentlich größer. So beträgt beispielsweise die Geschwindigkeitsdifferenz bergwärts relativ zum Ufer in einer Strömung von 4 km/h: für das Beispiel Typ LASH 83 %, für das Beispiel Typ SEABEE 35 %.

Die Versuchsergebnisse lassen auch eine Näherungsberechnung des Leistungsbedarfs für Verbandszusammenstellungen mit unterschiedlicher Zahl und Anordnung der Trägerschiffslechter (Kombileichter) zu. Abbildung 5 zeigt als Beispiel das Berechnungsdiagramm, das für die Vergleichswassertiefe 5,0 m und Verbände aus Leichtern Typ LASH mit Bugeinheiten gilt. Tiefgang der Ladungsträger 2,50 m. Die mögliche Fehlergröße im Leistungsbedarf wird etwa ± 6 % nicht unterschreiten, da Einflüsse aus dem Propulsionsgütegrad durch Abweichungen in Größe und Formgebung des Schubbootes sowie in Art und Dimensionierung seiner Vortriebsorgane nicht berücksichtigt werden konnten.

So werden die Ergebnisse für ein längeres Schubboot mit optimaler Formgebung und geringer Propellerbelastung günstiger, d. h. im negativen Toleranzbereich, die für ein kurzes Schubboot mit Propellern ohne Düse, ungünstiger Formgebung und kleinem Propellerdurchmesser im positiven Toleranzbereich liegen.

2.3.2. Manövrierfähigkeit

Hinsichtlich der allgemeinen Manövrierfähigkeit von Trägerschiffslechter-(Kombileichter-)Verbänden konnten wichtige Erkenntnisse aus vergleichenden Standard-Manövrierversuchen gewonnen werden:

Bei gleicher Antriebsleistung, also wesentlich geringerer Geschwindigkeit und entsprechend verminderter Ruderquerkraft am Schubboot erfolgt eine Kursänderung als Reaktion auf Ruderlegen (ANSCHWENKEN) beim Verband ohne Bugeinheiten ebenso schnell wie beim Verband mit Bugeinheiten. Bezogen auf gleiche Ruderquerkraft bedeutet dies eine erheblich kürzere Reaktionszeit ohne Bugeinheiten — der Verband ist weniger kursstabil.

Besonders klar ist das Versuchsergebnis beim STUTZEN. Die eingeleitete Drehbewegung um die Hochachse kann beim Verband ohne Bugeinheiten in 28 % kürzerer Zeit zum Stillstand gebracht werden als beim Verband mit Bugeinheiten. Die erreichbare QUERVERSETZUNG — Ziel eines Ausweichmanövers beim Begegnen — ist mit Bugeinheiten ca. 20 % größer als ohne diese. Die Verwendung von strömungsgünstig geformten

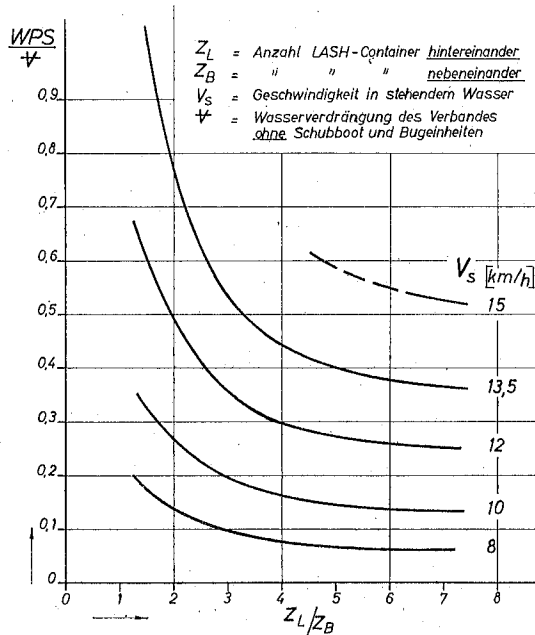


Abb. 5: Antriebsleistung für Schubboote zum Transport von Verbänden aus Trägerschiff-leichtern (Kombileichtern)

Typ LASH

Wassertiefe $h = 5,0$ m Tiefgang $T = 2,5$ m
 Verbände mit Bugeinheiten

Bugeinheiten ist also auch vom Standpunkt des Manövrierverhaltens aus sehr zu empfehlen.

Das Stoppvermögen (Zeit- und Wegbedarf vom Beginn eines Stoppmanövers bis zum Stillstand) ist bei Trägerschiff-leichter-(Kombileichter-)Verband durchweg schlechter als beim normalen Schubverband gleicher Größe. Dies gilt insbesondere für den wichtigsten Fall: das Stoppen ausschließlich mit Hilfe der Propeller des Schubbootes bei Talfahrt in einem Fluß bis zum Stillstand relativ zum Ufer. Der nach Voraus gerichtete Propellerschub wird durch Auftreffen des Strahls auf die senkrechte Rückwand der letzten Leichter, abhängig von der Tiefgangsdifferenz zum Schubboot, in seiner Bremswirkung mehr oder minder stark reduziert. In der letzten Phase der Rückwärtsfahrt relativ zum strömenden Wasser ist der nutzbare Schub dadurch ebenfalls verhältnismäßig gering.

Besitzt der Verband vorgesetzte Bugeinheiten, so vergrößern sich die Stoppwege und -zeiten weiter, da aus höheren Anfangsgeschwindigkeiten heraus gestoppt werden muß.

Schubboote mit relativ großem Tiefgang ergeben — wie bei allen Schubverbänden — auch hier eine Verbesserung der Stoppeigenschaften. Modellversuche mit einem Übergangsstück zwischen Schubboot und Leichter im Unterwasserbereich, das in der Praxis als aufblasbares PVC-Formteil auf dem Schubboot mitgeführt werden könnte, erbrachten eine wesentliche Erhöhung des nutzbaren Rückwärtsschubes der Schubbootpropeller beim Stoppmanöver und damit eine deutliche Verminderung des Weg- und Zeitbedarfs. Ein solches Übergangsstück würde auch eine Steigerung der erreichbaren Vorausgeschwindigkeiten als Funktion der Antriebsleistung bringen.

3. Verkehrsabwicklung (Operation)

3.1. Verkehrsabwicklung im Seehafen

3.1.1. Durch das Seeschiff bedingte hafenbautechnische Anlagen

Das einen Seehafen anlaufende Leichter-Trägerschiff macht zum Zwecke des Ladens oder Löschens entweder

- an Dalben oder
- an Ufermauern oder
- an Bojen

fest. Dalben, Ufermauern und Bojen können dabei im strömenden Wasser (Buchten oder Flußmündungen) oder im stehenden Wasser (offene und abgeschleuste Hafenbecken) liegen. Im Gegensatz zu den Verhältnissen im stehenden Wasser wird das Laden und Löschen der Leichter im strömenden Wasser von drei Faktoren hinsichtlich der Umschlagsgeschwindigkeit beeinflusst. Es sind dies die Lage des Schiffes relativ zur Strömung, die Strömungsgeschwindigkeit und im Falle des Festmachens an Bojen der Bewegungsspielraum der Bojen.

Durch die Größe der Trägerschiffe und ihre hohen Ladungen über Deck sind von den Festmache-Einrichtungen erhebliche Kräfte aufzunehmen. Bei einem Dalbenliegeplatz sind zwei Anlege- und mindestens zwei zurückgesetzte Vertäudalben erforderlich. Die Anlegealben müssen für ein Arbeitsvermögen von etwa 130 Mpm und bei den an der deutschen Nordseeküste herrschenden Windverhältnissen mindestens für eine Kraft von 110 Mp bemessen werden. Für die Vertäudalben ergibt sich ein Trossenzug von 220—250 Mp in einer Höhe von 6,0 m über NN. Bei derartigen Kräfteverhältnissen werden zweckmäßig mehrpfählige Rohrdalben verwendet, wobei die Einleitung der Kräfte in die Anlegealben über vorbauende Stahlfenderkonstruktionen mit einer Holzfenderschürze erfolgt. Die grundsätzliche Anordnung eines Dalbenliegeplatzes ist in Abb. 6 dargestellt.

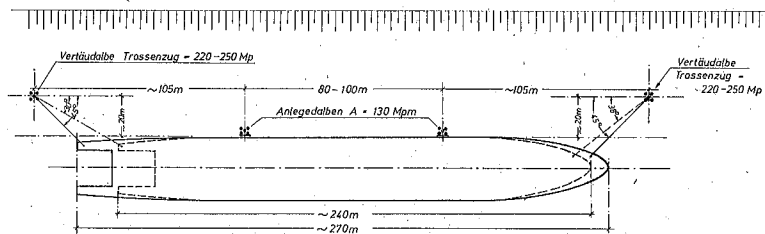


Abb. 6:

Bei einem Liegeplatz an einer Ufermauer müssen die vorhandenen Festmacheeinrichtungen (Poller) und Fender überprüft werden, inwieweit sie in der Lage sind, die durch das Leichter-Trägerschiff auftretenden Kräfte aufzunehmen.

3.1.2. Besondere Vorkehrungen bei gleichzeitiger Containerbehandlung

Einige Typen von Leichter-Trägerschiffen sind derart ausgerüstet, daß sie über und unter Deck Container tragen können. In diesem Falle müssen solche Trägerschiffe an einer Ufermauer abgefertigt werden, die mit Containerhebezeugen versehen ist. Das Laden und Löschen der Trägerschiffsleichter (Kombileichter) kann an derselben Ufermauer vor-

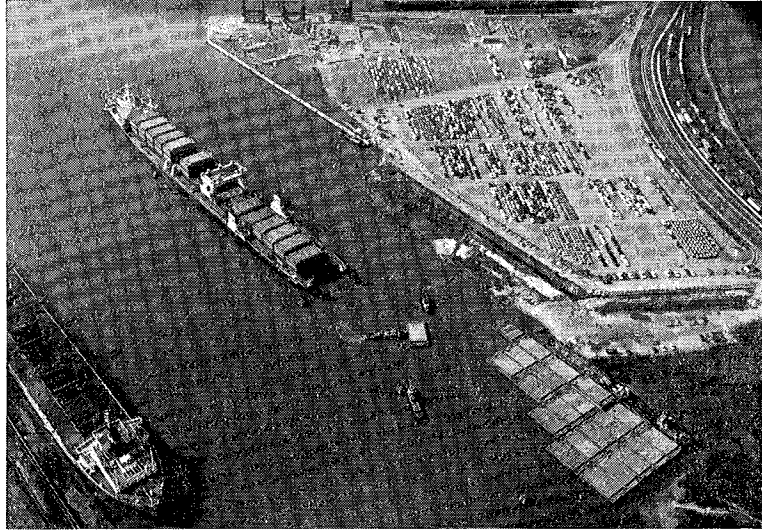


Abb. 7: Trägerschiff und „fleeting area“ in Bremerhaven

genommen werden oder an einem anderen Platz zu dem das Schiff verholt. Dies trifft nicht zu für Trägerschiffe, bei denen die Container nur in den Leichtern verstaut sind.

3.1.3. Lade- und Löschsysteme der Trägerschiffe

Zur Zeit existieren zwei unterschiedliche Lade- und Löschsysteme für die Trägerschiffe.

Beim LASH-System werden die Trägerschiffsleichter (Kombileichter) ähnlich wie bei den Containerschiffen in Zellen senkrecht übereinander gestaut. Die Leichter werden mit einem an Bord des Trägerschiffes installierten Portalkran einzeln am Heck des Schiffes zu Wasser gelassen oder aus dem Wasser gehoben, in Längsrichtung des Schiffes auf Kranbahnen verfahren und an den Stauplätzen des Schiffes in den verschiedenen Lagen abgesetzt bzw. von den Stauplätzen abgehoben.

Beim SEABEE-System werden die Leichter ähnlich wie bei den Roll-on/roll-off-Schiffen horizontal hintereinander auf den drei Decks gestaut. Die Leichter werden mit einem im Heck des Schiffes eingebauten Lift zu Wasser gelassen oder aus dem Wasser gehoben und zu den einzelnen Decks des Schiffes verbracht; die horizontale Bewegung der Leichter in Längsrichtung des Schiffes auf den Decks übernimmt ein Transportsystem mit eigenem Antrieb.

3.1.4. Sammeln und Vorstauen der Trägerschiffsleichter (Kombileichter)

Die gelöschten oder zu ladenden Leichter werden in der Nähe des Liegeplatzes des Trägerschiffes in einer „fleeting area“ gesammelt. Den Transport der Leichter von oder zum Trägerschiff zur oder von der „fleeting area“ besorgen Hafenschlepper oder Barkassen.

In der „fleeting area“ für das Laden gesammelte Leichter werden so vorgestaut, daß sie entweder in der Ladereihenfolge des Trägerschiffes zusammengestellt werden oder freien Zugriff („random access“) durch die Schlepper zu jedem Leichter ermöglichen. Dies ergibt sich aus der Notwendigkeit, das Trägerschiff nach einem Stauplan zu laden,

der die Stabilität des Schiffes und die Sequenz der Leichter an Bord gemäß den angefahrenen bzw. anzulaufenden Häfen berücksichtigt.

Die zu ladenden Leichter sind entweder auf dem Wasserwege aus dem Hinterland beladen (leer) eingetroffen oder wurden im Hafengebiet beladen bzw. kommen entladen aus dem Hafengebiet. Die gelöschten Leichter sollen entweder auf dem Wasserwege ins Hinterland transportiert oder im Seehafengebiet entladen werden.

Die bisherige Erfahrung im Leichterverkehr zeigt, daß der überwiegende Teil der Leichter in den Seehäfen beladen und entladen wird.

Der Transport innerhalb des Seehafengebietes vollzieht sich in der Regel in kleineren Einheiten mittels Schlepper oder Schubboot zu oder von den Lade- oder Löschstellen.

3.1.5. Laden und Löschen der Trägerschiffsleichter (Kombileichter) in Vorhäfen oder auf offener See

Eine Variante des Transportes im Hafengebiet tritt dann ein, wenn die Lade- und Löschoption des Trägerschiffes nicht unmittelbar im Seehafengebiet ausgeführt wird, sondern in Vorhäfen (z. B. Bremerhaven an der offenen See und Bremen weiter im Binnenland) oder im offenen Küstenbereich vor einem Hafen, so daß ein Transport der Leichter zum oder vom Bestimmungshafen notwendig wird. In diesem Falle wird zusätzlich zur „fleeting area“ in der Nähe des Liegeplatzes des Trägerschiffes eine „marshalling area“ im Bestimmungshafen erforderlich. Diese Wasserfläche dient dem Zweck, vom Trägerschiff gelöschte über die „fleeting area“ eintreffende Leichter aufzunehmen, die in der Folge von dieser „marshalling area“ auf die einzelnen Löschstellen disponiert werden. Umgekehrt nimmt diese Wasserfläche die Funktion wahr, an Ladestellen des Hafens beladene Leichter aufzunehmen, bis ein Schubverband für das Trägerschiff gebildet wird. Das Zusammenstellen und Auflösen von Schubverbänden vollzieht sich in dieser „marshalling area“. Diese Wasserfläche muß dergestalt ausgelegt und örtlich angelegt sein, daß kostspielige Verholbewegungen der Leichter im Hafen minimiert werden.

3.1.6. Beladen und Entladen der Trägerschiffsleichter (Kombileichter)

Beladen und Entladen der Trägerschiffsleichter (Kombileichter) im Seehafen geschehen konventionell. Die hierfür vorzuhaltenden Ufermauern, Hebezeuge und Schuppen müssen den Tiefgängen der Leichter, den Gewichten und Massen der Packstücke etc. entsprechen. Für diesen Zweck bieten sich solche Anlagen an, die für andere moderne Verkehre (Container-, Roll-on/roll-off- und Unitschiffe) nicht mehr adäquat sind. Die Ent- und Beladung der Leichter einschließlich Transport von oder zum Trägerschiff muß jedoch in der Zeitspanne erfolgen, die sich aus zwei aufeinander folgenden Ankünften des Trägerschiffes ergibt.

Sind für den Bestimmungshafen disponierte Leichter mit Containern beladen oder sollen mit solchen beladen werden, so müssen die Leichter an mit entsprechenden Hebezeugen ausgerüsteten Anlagen abgefertigt werden.

3.2. Verkehrsabwicklung auf Strömen

3.2.1. Bericht über die erste Fahrt von Trägerschiffsleichtern (Kombileichtern) auf Rhein und Main

Anfang Dezember 1969 lief das erste Trägerschiff, die „Acadia Forest“ mit 75 Trägerschiffsleichtern (Kombileichtern) an Bord in Rotterdam ein. Die Leichter wurden im

Hafen zu Wasser gelassen und Schubverbände für den Weitertransport auf dem Rhein zusammengestellt.

Am 2. April 1970 fuhr ein Schubverband, bestehend aus dem Schubboot „A. Detoef“ und den beiden voreinander gekuppelten Trägerschiffslechtern (Kombileichtern) „CG 90“ und „CG 145“ sowie dem Schubleichter „Navis 6“ an der Spitze, durch die Gebirgsstrecke. Die Leichter haben von der Schiffsuntersuchungskommission Rotterdam am 4. November 1969 ein Schiffsattest erhalten. Der Leichter „CG 90“ war auf 1,76 m und der Leichter „CG 145“ auf 1,48 m abgeladen.

Der Verband hatte eine Gesamtlänge von 141,98 m bei einer Breite des Schubbootes von 11,30 m und der Leichter von 9,50 m.

Nach § 11.02 Rheinschiffahrtspolizeiverordnung dürfen Schubverbände folgende Abmessungen nicht überschreiten:

Lfd. Nr.	Strecke	Länge in m	Breite in m
I.	Basel—unterste Schleusen des kanalisiertes Rheins		
	a) Schleusen Kembs:		
	große Kammer	180 *)	22,80
	kleine Kammer	95	22,80
	in der b) Schleusen Ottmarsheim, Fessenheim, Berg- und Vogelgrün, Marckolsheim und Rheinau:		
	große Kammer	183 *)	22,80 **)
	kleine Kammer	183 *)	11,40
	fahrt c) übrige Schleusen:		
	große Kammer	185	22,80
	kleine Kammer	185	11,40
II.	Unterste Schleusen des kanalisiertes Rheins—Lauterburg		
	a) in der Bergfahrt	185	11,40
	b) in der Talfahrt	110	22,80
III.	Lauterburg—Bingen		
	a) in der Berg- und Talfahrt	185	22,80
	b) in der Talfahrt wahlweise	150	33,60
IV.	Bingen—St. Goar		
	in der Berg- und Talfahrt	110 ***)	22,80
V.	St. Goar—Gorinchem		
	a) in der Berg- und Talfahrt	185	22,80
	b) in der Talfahrt wahlweise	150	33,60
VI.	Pannerden—Krimpen		
	in der Berg- und Talfahrt	110 ***)	12,00 ***)

*) Die Länge darf mit Erlaubnis der zuständigen Behörde auf 185 m erhöht werden.

**) Die Breite eines Schubverbandes darf 22,40 m nicht überschreiten, wenn die kleine Kammer der Schleuse außer Betrieb ist.

***) Die zuständige Behörde kann Verbände mit größeren Abmessungen zulassen.

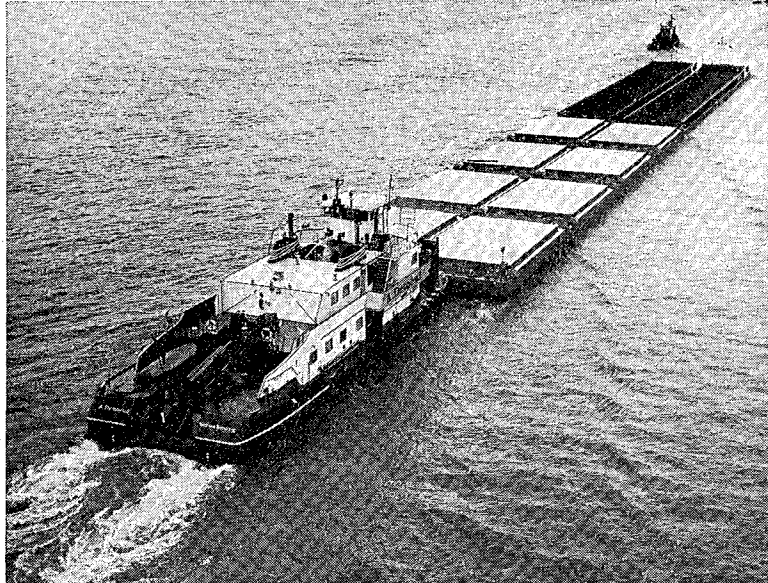


Abb. 8
Schubboot „A. Detoef“ mit 8 Trägerschiffsleichtern
und 2 Schubleichtern auf dem Rhein

Die Manöviereigenschaften und die Fahrweise des Verbandes entsprachen denen eines Schubverbandes mit konventionellen Schubleichtern. Dies ist darauf zurückzuführen, daß ein normaler Schubleichter an der Spitze des Verbandes eingestellt wurde.

Der Verband legte die 6 km lange Strecke von St. Goar nach Oberwesel in etwa 1 Stunde und die 21 km lange Strecke zwischen Oberwesel und Bingen in rd. 2 $\frac{1}{2}$ Stunden zurück. Das entspricht einer Geschwindigkeit über Grund in der ersten Strecke von 6 km/h und in der zweiten Strecke von rd. 8,5 km/h. Unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Fließgeschwindigkeit des Rheins entspricht dem eine relative Geschwindigkeit des Verbandes gegen Wasser zwischen St. Goar und Oberwesel von rd. 13 km/h und zwischen Oberwesel und Bingen eine solche von rd. 16 km/h.

Dies ist natürlich eine recht grobe Betrachtung. Bei jeder Fahrt wird man auf dieser nautisch schwierigen Stromstrecke abweichende Werte für die Geschwindigkeit erhalten. Selbst innerhalb der beiden Teilstrecken können diese Durchschnittswerte mehr oder weniger stark unter- bzw. überschritten werden. In der Bergfahrt müßte mit einer Höchstgeschwindigkeit Schiff gegen Wasser von rd. 16 km/h gerechnet werden. Bei dem beobachteten Verband sind dabei keine Schwierigkeiten entstanden. Es ist zu berücksichtigen, daß die Formation (Schubleichter an der Spitze) günstige war und die beiden Trägerschiffsleichter (Kombileichter) nur zu etwa 50 % abgeladen waren.

Ein Leichter war für einen Empfänger in Frankfurt-Osthafen bestimmt. Während ein Leichter nach Teilentladung in einem Schubverband seine Reise nach Straßburg fortsetzte, wurde der andere Leichter von einem Schubboot in Mainz übernommen und mainaufwärts nach Frankfurt bugsirt.

Aus einem Bericht über die Fahrt von Mainz nach Frankfurt-Osthafen (rd. 37 km, 3 Schleusen) ist zu entnehmen, daß wegen der Gefahr des Eintauchens der Vorderkante des Fahrzeugs keine höhere Geschwindigkeit als 4 km/h über Grund erreicht

werden konnte. Ohne Aufenthalt an den Schleusen benötigte der Verband für diese Strecke 9 Stunden.

Seit der ersten Fahrt März/April 1970 sind die Trägerschiffsleichter (Kombileichter) auf dem Rhein und seinen schiffbaren Nebenflüssen nun immer wieder beobachtet worden. Dabei wird in den meisten Fällen in der Formation: Schubboot, 3—4 Trägerschiffsleichter und als Bugeinheit ein konventioneller Schubleichter gefahren. Gelegentlich sieht man aber auch, daß einzelne Leichter — besonders in der Talfahrt — längsseits an ein Gütermotorschiff gekuppelt werden. Diese Formation kann dann selbstverständlich nur auf dem freien Rheinstrom oder auf der kanalisierten Rheinstraße verkehren, wo es die Fahrwasserbreiten bzw. die Breite der Schleusenammern gestatten.

Trägerschiffsleichter (Kombileichter) zum Transport gefährlicher Güter sind bisher nicht angetroffen worden. Diese müßten den Vorschriften über die Beförderung gefährlicher Güter auf dem Rhein (ADNR) vom 23. November 1971 entsprechen und als Fahrzeuge, die gefährliche Güter transportieren, gekennzeichnet sein.

3.2.2. Bemerkungen zu Bau und Ausrüstung, Betriebs- und Verkehrssicherheit

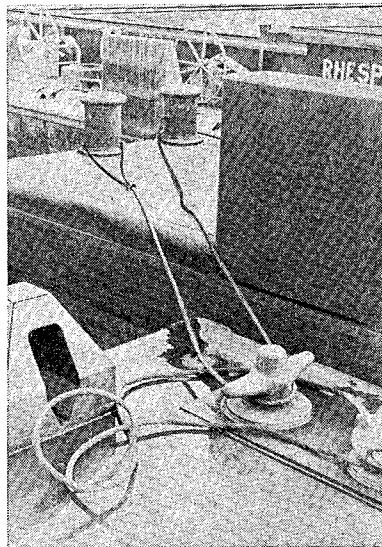


Abb. 9:
Klampe auf Trägerschiffsleichter
(vorne)

Allgemein wurde von den Aufsichtsbehörden bemängelt, daß die auf den LASH-Leichtern vorhandenen Klampen zu geringe Durchmesser aufweisen und daher für das Belegen mit den Kupplungsdrähten der Schubboote bzw. der konventionellen Schubleichter ungeeignet sind.

Das Fehlen von Ankergeschirr und geeigneten Vorrichtungen zum Setzen von Signallichtern und sonstigen Schiffahrtszeichen erledigt sich durch das Verbot des Einstellens an die Spitze eines Schubverbandes. Nur können Trägerschiffsleichter (Kombileichter) nicht im freien Strom abgelegt werden, sondern sind hierzu immer auf Festmachervorrichtungen am Ufer angewiesen.

Ohne darauf einzugehen, ob die Trägerschiffsleichter (Kombileichter) den Bauvorschriften für Binnenschiffe, wie sie in der Rheinschiffs-Untersuchungsordnung festgelegt sind, entsprechen (z. B. Vorhandensein von Kollisionsschotten usw.), sei auf einige Forderungen hingewiesen die bei den Leichtern erfüllt werden müssen, um die während des Transports erforderlichen Arbeiten an Bord ohne Gefahr für Mann und Schiff durchführen zu können.

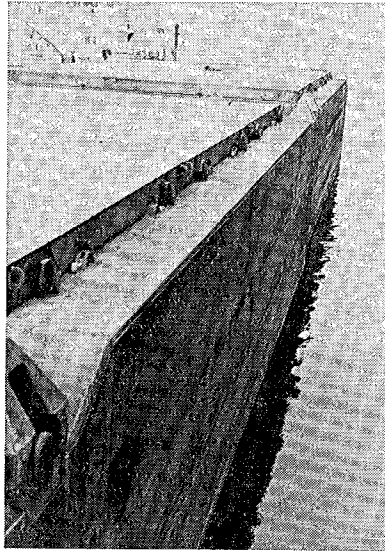


Abb. 10:
Gangbord eines
Trägerschiffsleichters

Nach den geltenden Unfallverhütungsvorschriften müssen an den Außenkanten der Decks zum Schutz gegen Ausgleiten und Abstürzen Leisten oder Winkel angebracht sein.

Die Außenkanten der Gangborde der LASH-Leichter, der einzigen bisher auf europäischen Wasserstraßen verkehrenden Trägerschiffsleichter (Kombileichter), sind abgerundet. Hiermit ist eine erhöhte Gefahr für das Personal gegeben. Ein Schutz gegen Abrutschen ist unbedingt vorzusehen. Ein Ersatz kann durch Anbringen eines Geländers mit 3 Durchzügen geschaffen werden, wenn der unterste Durchzug nicht höher als 10 cm über Deck angebracht wird. Dieses Geländer muß bei Zuwasserlassen des Leichters gesetzt und darf erst vor Anbordnahme in das Trägerschiff wieder entfernt werden.

Weiter wird vorgeschrieben, daß Schuten im Bereich der Gangborde ein Lukenstül von mindestens 400 mm Höhe haben müssen. Die LASH-Leichter haben ein solches Lukenstül nicht. Eine besondere Sicherung gegen Abstürzen in den Laderaum ist jedoch nicht erforderlich, wenn die Bordkante durch das oben beschriebene Geländer gesichert ist. Sollte dies nicht der Fall sein, so müßte am Lukenrand ein entsprechendes Geländer aufgestellt werden.

Die bisher im Verkehr befindlichen Trägerschiffsleichter (Kombileichter) sind mit glatten Decks versehen. Bei Neubauten ist darauf zu achten, daß diese Decks, Gangborde usw. aus Warzen- oder Raupenblech hergestellt werden. Die Decks der bereits im Verkehr befindlichen Leichtern sind durch Aufbringen von Spachtelmasse oder durch Aufschweißen von Warzen rutschsicher zu machen. Die schrägen Absätze zwischen Gangbord und Deck sind durch Stufen aus Warzen- oder Raupenblech oder aufgeschweißte

Stege zu sichern. Nach den Unfallverhütungsvorschriften wird ferner gefordert, daß die Unterkanten der Lukenstulle so ausgebildet sein müssen, daß Ladegeschirr oder Hieven sich nicht festhaken können. Bei Neubauten müßte diese Forderung durch entsprechende Konstruktion besser erfüllt werden als bisher.

3.2.3. Abladetiefen

Die Binnenschifffahrt auf freien Strömen ist hinsichtlich der Abladung der Schiffe von den Pegelständen abhängig.

Gegebenenfalls müssen Leichterungen von zu tief abgeladenen Trägerschiffsleichtern (Kombileichtern) vorgenommen werden. Dies kann sowohl im Seehafen als auch an Unterwegsstationen vorgenommen werden, was allerdings die Wirtschaftlichkeit dieses Verkehrs stark beeinträchtigen und auch zollrechtliche Schwierigkeiten auslösen würde.

3.3. Verkehrsabwicklung auf Kanälen und kanalisierten Flüssen

Der Trägerschiffsleichter (Kombileichter) erscheint auch in zunehmendem Maße in den Kanälen und kanalisierten Flüssen. Der Grund hierfür ist seine Eignung für die Haus-zu-Haus-Beförderung großer Gütermengen, die erst durch die Verteilerfunktion der Nebenwasserstraßen voll ausgenutzt werden kann. So verkehrten z. B. in der zweiten Hälfte des Jahres 1971 mehr als 30 LASH-Leichter mit Stahlblech zwischen dem Stadthafen Gelsenkirchen am Rhein-Herne-Kanal und den US-Häfen Houston und Vicksburg am Mississippi.

Verlader und Empfänger legen großen Wert auf die durch den Trägerschiffsleichter (Kombileichter) mögliche Vermeidung von Umladungen der Ware. Trägerschiffe werden daher Seehäfen bevorzugen, von denen aus jeder Zeit volle Abladetiefe garantierende Binnenwasserstraßen ins Landesinnere führen.

Für den Verkehr von Trägerschiffsleichtern (Kombileichtern) geeignet sind Kanäle und staugeregelte Flüsse, die für Schubverbände ausgebaut und zugelassen sind. Die Fahrt ohne Bugeinheit wird wegen der geringen Geschwindigkeit und der Angriffe auf das Gewässerbett auch auf Stillgewässern nur über kurze Entfernungen möglich sein. Von der Disposition her ist es jedoch schwierig, als Vorschiff für beladene Trägerschiffsleichter (Kombileichter) stets einen beladenen Normalleichter und umgekehrt einzusetzen. Eine mit einem entsprechenden Antrieb versehene Bugeinheit könnte demgegenüber auch den Verholdienst im Hafen- und Schleusenbereich übernehmen. Das wäre besonders dort vorteilhaft, wo längere Verbände wegen zu kurzer Schleusen oder Hebewerke aufgeteilt werden müssen (s. auch Abschnitt 2.3.).

Grundsätzlich werden die Höchst-Abmessungen der Schubverbände aus Trägerschiffsleichtern (Kombileichtern) den zulässigen Abmessungen konventioneller Schubverbände entsprechen müssen. Die Verbandslänge richtet sich nicht nur nach der Schleusenlänge, sondern auch nach den Kurvenverhältnissen. Für die 9,50 m breiten Leichter vom Typ LASH genügen 10 m breite Schleusenammern, während für den 10,67 m breiten Typ SEABEE die bei neueren Schleusen übliche Kammerbreite von 12 m geeignet ist. Die in der BRD für Wasserstraßen der Klasse IV empfohlene Drempeltiefe von 4 m genügt auch bei voller Abladung. Die vorhandenen Drempeltiefen sind jedoch teilweise geringer.

Wie weit das Gewässerbett eine Vollabladung der Trägerschiffsleichter (Kombileichter) ermöglicht, muß von Fall zu Fall überprüft werden. So können z. B. die bei dem Typ LASH über den Boden rd. 180 mm nach unten herausragenden Stützpfeiler der Kanal- oder Flußsohle im allgemeinen keinen unmittelbaren Schaden zufügen, während sie geneigte Uferböschungen durchaus beschädigen können. Eine besondere Gefahr besteht

für gedichtete Kanalstrecken im Bereich der Uferböschungen, so daß eine Verbesserung dieser Konstruktionsdetails dringend erwünscht ist (vgl. Abschnitt 2).

3.4. *Verkehrsabwicklung in Binnenhäfen*

3.4.1. Transport der Trägerschiffsleichter in und aus dem Hafen

Die festgelegten An- und Abfahrtszeiten der im Liniendienst zwischen amerikanischen und europäischen Seehäfen eingesetzten Trägerschiffe für Trägerschiffsleichter (Kombileichter) wirken sich auch auf die Ankunfts- bzw. Abfahrtszeiten der Leichter in den Binnenhäfen aus, so daß auch hier — mehr als bei anderen Schiffen — ein gewisser Fahrplan entsteht, zumindest versucht wird.

Ist es nicht möglich, mit dem geschlossenen Verband in den Hafen einzufahren, so muß er in der Nähe auf einem Liegeplatz der Wasserstraße verankert werden. Die für den Hafen bestimmten Leichter können abgekoppelt und in einer geeigneten kleineren Formation von einem Strecken- oder Hafenschubboot zur Umschlaganlage oder zum Liegeplatz gebracht werden. Von den Raum- und Verkehrsverhältnissen des Hafens hängt es ab, welche Abmessungen der aus Leichtern zusammengestellte Schubverband haben kann. Grundsätzlich sollten jedoch die für den Schubverkehr erlassenen Bestimmungen auch auf den Trägerschiffsleichter-(Kombileichter-)Verkehr angewendet werden. Für die Ausfahrt gelten die gleichen Regelungen, nur in umgekehrter Reihenfolge.

Beim bisher ausschließlich beobachteten Verkehr mit Trägerschiffsleichtern (Kombileichtern) vom Typ LASH gab es in den Binnenhäfen anfangs ähnliche Probleme wie schon zu Beginn der Schubschiffahrt; sie waren und sind infolge der mangelnden Ausrüstung dieser Fahrzeuge eher noch größer. Spezielle Vorschriften über die Handhabung der Leichter in den Häfen bestehen nicht. Die Hafenbehörde kann, wenn von den für den Schubverkehr geltenden Vorschriften abweichende Regelungen erforderlich sind, besondere Anordnungen erlassen.

3.4.2. Anforderungen an den Hafen

In den von Trägerschiffsleichtern (Kombileichtern) angelaufenen Binnenhäfen müssen für ihren Transport und den Umschlag erforderliche Einrichtungen und technische Ausrüstungen vorhanden sein, insbesondere soll — was allgemein für einen Binnenhafen zu empfehlen ist — die jeweilige Wassertiefe mindestens so groß sein, wie auf der angeschlossenen Wasserstraße. Die Trägerschiffsleichter (Kombileichter) erfordern in ihrer Behandlung und Abfertigung mehr Sorgfalt als andere Schiffe. Diese Voraussetzungen sind im allgemeinen dort, wo bereits Schubschiffahrt betrieben wird, gegeben.

Beim Trägerschiffsleichter-(Kombileichter-)Verkehr besteht das Problem des gleichmäßigen Ladungsaufkommens, der Partigröße und der ausreichenden Rückladung. Vor allem für die Rückladung ist schwer abzusehen, mit welcher Menge in einem Hafen zu rechnen ist; denn diese Leichter sind in erster Linie für ein „Halbmassengut“ geeignet; es besteht die Schwierigkeit darin, dieses Gut in die Binnenhäfen als Rückfracht heranzuziehen, zumal derartige Güter in der Bundesrepublik Deutschland als Exportartikel nach den Vereinigten Staaten wenig anfallen. Aus diesem Grund wird der Versuch unternommen, in verschiedenen Hafenplätzen dem Trägerschiffsleichter-(Kombileichter-)Verkehr auch Sammelstückgüter zu erschließen.

3.4.3. Koppel- und Liegeplatz

Die unbemannten Trägerschiffsleichter ((Kombileichter) liegen an Uferanlagen, gleich welcher Bauart, nicht so gut und ordnungsgemäß wie konventionelle Schubleichter oder gar bemannte Schiffe. Sie lassen sich wegen ihrer Abmessungen nicht gut über einen

längeren Zeitraum zwischen anderen Schiffen an den Umschlagplätzen unterbringen. Da die Aufenthaltszeit der Leichter im Hafen von der Abfahrt des Seeschiffes und vom Warten auf Rückladung abhängt, was deshalb u. U. sehr lange dauern kann, ist es besonders dann zweckmäßig, einen geeigneten Koppel- und Liegeplatz für diese Spezialfahrzeuge einzurichten, wenn gleichzeitig mit einer größeren Anzahl von Leichtern gerechnet werden muß.

Es empfiehlt sich, einen Liegeplatz mit senkrechtem Ufer auszuwählen, damit ein sicheres Liegen dieser unbemannten Fahrzeuge ohne größeren Wartungsaufwand gewährleistet ist. Geböschte Ufer sind nicht geeignet, und an Dalben lassen sich diese Leichter wegen ihrer geringen Länge nicht ordnungsgemäß festmachen, selbst wenn mehrere hintereinander gekoppelt sind, es sei denn, es werden wie z. B. im Hafen Rotterdam besondere Schwimmstege ausgelegt. Steht ein geeigneter Platz nicht zur Verfügung oder ist nur mit einem geringen Verkehr dieser Fahrzeuge zu rechnen, können sie auch auf den evtl. vorhandenen Liegeplätzen für konventionelle Schubleichter untergebracht werden. Notfalls lassen sich diese Leichter auch neben Schubleichter oder andere Fahrzeuge legen und dort festmachen.

Bei nennenswertem Trägerschiffsleichter-(Kombileichter)-Verkehr ist auf die Dauer somit ein besonderer Koppel- und Liegeplatz an einem gut und weitmöglichst senkrecht ausgebauten Ufer nicht zu umgehen, damit die Leichter störungsfrei abseits der anderen Schifffahrt liegen. Dieser Platz sollte außerdem in ruhigem Wasser, also nicht im Strom oder durchströmten Hafenteil angeordnet werden.

3.4.4. Betreuung und Bewachung der Trägerschiffsleichter (Kombileichter) im Hafen

Ähnlich wie schon bei den unbemannten konventionellen Schubleichtern stellt sich auch bei den Trägerschiffsleichtern (Kombileichtern) die Frage, wer für sie im Hafen verantwortlich ist, sie zu betreuen und zu bewachen hat. Solange sich der Leichter in einem Schubverband befindet, erstreckt sich die Verantwortung des Schubschiffsführers auch auf den Leichter. Dessen Verantwortlichkeit endet in der Regel mit dem Ablegen des Leichters an der Umschlagstelle oder dem vorgesehenen Liegeplatz.

Während bei anderen Fahrzeugen der Frachtführer oder Eigentümer auch während der Liegezeit an der Umschlagstelle für sein Fahrzeug verantwortlich bleibt, wird bei Trägerschiffsleichtern (Kombileichtern) zum erstenmal von diesem schiffahrtsüblichen Grundsatz abgewichen. Zwischen der für die BRD zuständigen Vertretung des Eigentümers dieser Leichter und den Umschlagfirmen werden Verwahrungsverträge abgeschlossen, die letztere verpflichten, die Leichter nach dem ordnungsgemäßen Ablegen durch die Schubbootbesatzung während der Aufenthaltszeit am Umschlagplatz zu betreuen und zu bewachen. Dazu gehört: fachgerechtes Verholen mit Losmachen und Wiederfestmachen, ferner Beleuchten, Laden, Löschen und schließlich Bereitstellen für das Abholen. Der Umschlagbetrieb hat deshalb nicht nur fachkundiges Personal bereitzuhalten, sondern auch das notwendige Gerät wie Leinen, Leuchten und dergleichen zur Verfügung zu stellen.

Die Betreuung und Bewachung der LASH-Leichter während der übrigen Aufenthaltszeit im Hafen ist, abweichend von den auf Verschuldungsprinzip beruhenden Verantwortlichkeiten, ebenfalls dergestalt geregelt, daß jeweils für den Einzelfall mit einem Reedereibetrieb ein Verwahrungsvertrag abgeschlossen wird. Im übrigen sind die allgemeinen Grundsätze der Sorgfaltspflicht anzuwenden.

Allgemein gesagt sind die Leichter so zu bewachen und zu betreuen, daß sie keine Gefahr für die Sicherheit und Leichtigkeit des übrigen Schiffsverkehrs bilden. Die Obhut-

pflichtigen haben der Hafenbehörde eine ortsansässige, für die Leichter verantwortliche Person namhaft zu machen, die in der Lage ist, den Anweisungen der Hafenbehörde hinsichtlich des Verholens, der Befestigung und anderer Sicherheitsmaßnahmen unverzüglich Folge zu leisten.

Die notwendigen Gerätschaften sind von den Obhutspflichtigen jederzeit greifbar unterzubringen. Im allgemeinen geschieht dieses, außer auf den Bugsier-Schubbooten der Reederei bei den Umschlagbetrieben, an denen LASH-Leichter vorgelegt werden.

3.4.5. Transport im Hafen zur und von der Umschlagstelle

Trägerschiffsleichter (Kombileichter) sind wegen ihrer Kastenform und der geringen Länge selbst dann nicht genügend kursstabil, wenn sie auf Kreuzdraht verschleppt werden. Diese Leichter sollten deshalb auch in Häfen nur mit Schubbooten bewegt werden. Hierfür eignen sich am besten spezielle Hafenschubboote. Nur in Notfällen sollte von der durch die Unfallverhütungsvorschriften zugelassenen Möglichkeit Gebrauch gemacht werden, einen Leichter längsseits eines Schleppers oder besser eines Motorschiffs gekoppelt zu verholen. In den Häfen ist auch die für Ortsveränderungen auf kurzen Strecken zugelassene Schubverbandform mit den jeweils vorgeschriebenen Ausmaßen nicht zu überschreiten.

Schließlich ist es empfehlenswert, daß der Bugsierdienst dieser Spezialfahrzeuge und damit auch ihre Wartung und Betreuung von nur einem Schubbugsierunternehmen ausgeführt wird, sofern das Verholen wegen geringen Verkehrs nicht von der Streckenschubboot-Reederei mit erledigt wird.

3.4.6. Anforderungen an die Umschlagstelle

Schiffsform, Ausrüstung und fehlende Bemannung gestatten also nur bei erhöhter Aufmerksamkeit und an besonders günstigen Stellen, die Trägerschiffsleichter (Kombileichter) in durchströmten Uferbereichen anzulegen. Deshalb ist ihre Verwendung und der Umschlag in Parallelhäfen an Flüssen, ferner in der Nähe durchgehender Schifffahrt nicht zu empfehlen. Sie bedingen im allgemeinen einen Umschlag in Hafenbecken mit ruhigem Wasser. Außerdem ist an der Umschlagstelle ein guter Uferausbau, möglichst senkrecht zum Ufer im Bereich der Wasserspiegelschwankungen, erforderlich.

3.4.7. Liegen der Trägerschiffsleichter (Kombileichter) an der Umschlagstelle

Die Trägerschiffsleichter (Kombileichter) erhalten schon bei ihrer Ankunft einen fest angewiesenen Liegeplatz unmittelbar an der vorgesehenen Umschlagstelle, damit sich ein Verholen zum oder während des Umschlags erübrigt.

Sie sollen nach Möglichkeit nur für die Dauer des Umschlags am Umschlagplatz liegen, da sie den übrigen Schiffs- und Umschlagverkehr behindern. Die betrieblichen Schwierigkeiten mit diesen kleinen unbemannten Fahrzeugen sind um so geringer, je größere Uferlänge und Anzahl von Kranen der Umschlagbetrieb hat. Im übrigen ist festzustellen, daß sich die Umschlagbetriebe durch die konventionellen Schubleichter, die wegen ihrer Größe zumindest gleiche Schwierigkeiten für den Umschlagbetrieb bringen, an die unbemannten Fahrzeuge gewöhnt haben. Hinzu kommt, daß für die Trägerschiffsleichter (Kombileichter) die Obhutspflicht anders und wohl auch sicherer geregelt ist. Trotzdem ist es unbedingt wichtig, daß die Leichter rechtzeitig und unmittelbar nach ihrer ladungsmäßigen Abfertigung am Umschlagplatz abgeholt werden. Hierzu wird die zuständige Bugsierreederei umgehend verständigt und aufgefordert.

3.4.8. Umschlag

Die Trägerschiffsleichter (Kombileichter) werden bisher im allgemeinen für jeweils ein Ladungsgut verwendet, so daß ihre Abfertigung gut vorbereitet und schnell durchgeführt werden kann. Bei der Beladung ist auf eine seemäßige Verstaung der Güter zu achten. Für den Umschlagbetrieb sind Unfallverhütungsvorschriften erlassen. U. a. sind hiernach wegen der nicht ausreichenden Ausrüstung dieser Fahrzeuge bereitzuhalten: Rettungsringe, Rettungskragen, Bootshaken, Landstege, Raumleitern. Letztere, weil in den Leichtern des bekannten Typs LASH keine Leitern für den Ein- und Ausstieg des Umschlagpersonals vorhanden sind.

3.4.9. Einsatz von Trägerschiffsleichtern (Kombileichtern) des Typs SEABEE

In nächster Zeit ist auch auf hiesigen Wasserstraßen der größere Typ SEABEE zu erwarten. In ihrer Konstruktion weichen diese Fahrzeuge von den LASH-Leichtern ab, und zwar vor allem dahingehend, daß sie Wallgänge haben, d. h. eine Doppelwand; damit ist ihre Sinksicherheit bei etwaigen Havarien größer. Im übrigen haben sie eben wie die LASH-Leichter keinerlei Ausrüstung, sind genauso eckig und dementsprechend auch wie LASH-Leichter zu behandeln. Für ihren Betrieb wird vorgesehen, daß sie auf der Strecke ebenfalls nur von einer Reederei bedient werden und in Häfen, soweit die Voraussetzungen gegeben sind, wiederum eine Schubbugsier-Reederei das Verholen durchführt. Ihre Einsatzdispositionen werden ebenfalls nur von einem Unternehmen getroffen, das Verträge mit den betreffenden Reedereien hat.

Wegen ihrer größeren Form werden sich die Trägerschiffsleichter (Kombileichter) des Typs SEABEE im Umschlagbetrieb besser handhaben lassen als die Lash-Leichter, zumal auch bei ihnen mit jeweils einheitlicher Ladung zu rechnen ist. Der Lade- und Löschbetrieb ist auch einfacher, weil unter den Gangborden kein Ladungsspielraum ist. Dieser ist somit glattwandig. Außerdem befindet sich z. T. die Ladung in containerähnlichen aber leichteren Verschlügen, die in die SEABEEs ein- oder ausgeladen werden und deren Einzelgewicht 25 t nicht überschreitet. Diese Verpackungsart erfordert jedoch, daß am Umschlagplatz ein Container-Ladegericht bereitgehalten wird.

4. Schlußbetrachtung

Aus den mitgeteilten Fakten und Schlußfolgerungen geht hervor, daß der Transport von Trägerschiffsleichtern (Kombileichtern) auf Binnenwasserstraßen und insbesondere auf strömenden Gewässern mit hoher Verkehrsdichte gegenüber der konventionellen Schubschiffahrt mit Typleichtern weitergehende und teilweise neuartige Fragen aufwirft. Sie betreffen sowohl die Wirtschaftlichkeit als auch die Sicherheit des Verkehrs. Es erscheint jedoch durchaus möglich, die Probleme durch Maßnahmen im Bereich des Schiffbaues und der Schiffs-Betriebstechnik so zu lösen, daß eine geordnete Verkehrsabwicklung mit Trägerschiffsleichter-(Kombileichter-)Schubverbänden gewährleistet wird.