Deutsches Schiffahrtsarchiv 12, 1989, S. 23–64

DAS LASTROHRFLOSS – DIE WURZEL DER SCHUB- UND CONTAINERSCHIFFAHRT

VON HORST A. WESSEL

Wilhelm Treue in Dankbarkeit

Der Container, »die magische Box«, gilt wohl zu Recht als die revolutionäre Innovation des Transportwesens unseres Jahrhunderts. Innerhalb eines erstaunlich kurzen Zeitraumes hat er sich weltweit durchgesetzt und ist dabei, auch letzte ihm bisher noch nicht erschlossene Fahrtgebiete zu erobern.[1]

Zu dieser Feststellung kommt Jansen in seiner jüngsten Darstellung zur Geschichte der Rheinschiffahrt. Sie bietet allerdings einen nur kurzen Abriß von den Anfängen in vor- und frühgeschichtlicher Zeit bis in unsere Gegenwart und vermittelt einen knappen Überblick über die technischen Umwälzungen zu verschiedenen Zeiten. Im Vordergrund der Betrachtungen stehen die Fortschritte in der Größe und Tragfähigkeit der Schiffe bis zum modernen Koppelverband sowie die Beschreibung der relativ kurzen Geschichte des Containertransportes und seiner technischen Ausprägungen.

Es ist zu bedauern, daß Seitensprünge in der Entwicklung, nur kurz- oder mittelfristig wirksame Problemlösungen sowie Fehlentwicklungen nicht einmal erwähnt werden. So sollte z.B. im Zusammenhang mit der Schleppschiffahrt auf dem Rhein, insbesondere bei der Nennung der »Central-Actien-Gesellschaft für Tauerei und Schleppschiffahrt zu Ruhrort«[2], der Hinweis auf die umfassende Darstellung von Lars U. Scholl[3] selbstverständlich sein. Mehr noch muß es verwundern, daß bei der eingehenden Betrachtung der Anfänge von Schub- und Containerschiffahrt die Betriebsversuche mit dem Lastrohrfloß nach Westphal, die während des Zweiten Weltkrieges und erneut in den 1950er Jahren auf dem Rhein und den westdeutschen Kanälen durchgeführt worden sind und zu einer bis heute mit Erfolg praktizierten Lösung geführt haben, überhaupt nicht beachtet worden sind.[4]

Hier handelt es sich – wie bei der modernen Schubschiffahrt – um einen Koppelverband mit einer konsequenten Trennung von Antrieb und Laderaum; letzterer besteht aus gleichförmigen Transportgefäßen mit glatten Wänden, die nicht nur schwimmfähig, sondern auch, auf Eisenbahnwaggongestelle gesetzt, zur Verwendung im Schienengüterverkehr geeignet sind. Bei diesen amphibischen Transportfahrzeugen handelt es sich keineswegs um einen willkürlichen Seitensprung in der Entwicklung oder um eine technische Spielerei, sondern um einen tragfähigen Ast, der sich in Richtung Schubschiffahrt und Containerverkehr verzweigt, darin seine leistungsstarke Ausprägung gefunden hat und sich selbst unter den gegebenen Bedingungen bis heute erfolgreich behaupten konnte. Es ist daher gerechtfertigt, die Anfänge einmal etwas eingehender zu betrachten.

Das Lastrohrfloß, nach seinem Erfinder auch Westphalfloß genannt, ist 1940 erfunden worden. Dr. Ing. Eberhard Westphal war Leiter der Abteilung Schiffahrt der damaligen Reichswerke »Hermann Göring« im Salzgittergebiet. Die Anregung zur Erfindung dieses neuartigen Wasserfahrzeuges für den Massenguttransport gaben der Bau und der Betrieb eines großen, auf der Grundlage der Salzgitter-Erze zu errichtenden Hüttenwerkes, der Hütte Braunschweig, die mindestens vier Mio. t Rohstahl im Jahr erzeugen und alle Erzeugungs-

stufen bis zum fertigen Walzprodukt umfassen sollte. Das Salzgitter-Erz besitzt einen nur geringen Eisengehalt und benötigt daher zu seiner Verhüttung wesentlich mehr Koks als Eisenerz. Um den für Massengüter günstigen Wassertransportweg nutzen zu können, erhielt der Werkshafen über einen eigenen Stichkanal von 18 km Länge Anschluß an den Mittellandkanal. Allerdings konnte dadurch der Wettbewerbsnachteil, der aufgrund der teueren Herstellung den Salzgitter-Stahl belastete, nicht ausgeglichen werden. Man setzte deshalb alles daran, auch die Kosten für den Kohletransport noch weiter zu reduzieren.

Auf den westdeutschen Kanälen bestand Schleppzwang des staatlichen Reichsschleppbetriebes: Kähne, also Schiffsgefäße ohne Eigenantrieb, mußten sich von Schleppern des staatlichen Schleppmonopols schleppen lassen. Solche Schleppzüge bewegten sich nur mit Fußgängertempo. Da die Kanäle sehr eng und die Schleppzüge lang waren, wurden schnellere Einzelfahrzeuge, Selbstfahrer und moderne Schleppzüge durch das für beladene Fahrzeuge gültige, bei der großen Verkehrsdichte unumgängliche Überholungsverbot gehemmt.[5] Da auch die Steigerung der Ladefähigkeit begrenzt war, konnten Versuche, die Transportkosten durch eine Abkürzung der Fahrzeit oder durch die Vergrößerung der Ladekapazität zu reduzieren, keine Lösung des Problems bringen. Anders verhielt es sich bei den Liegezeiten. Hier gab es in der Tat Möglichkeiten, den Kahnumlauf zu beschleunigen und die Transportleistung zu steigern. Abgesehen von behördlichen Maßnahmen, die die Lade- und Löschfristen betrafen und deren Einhaltung unter polizeiliche Aufsicht stellten, bedeutete auch der vermehrte Übergang zum Selbstfahrer einen wesentlichen Schritt in diese Richtung: Die Transporteinheit mit Eigenantrieb wurde vom untätigen Warten auf Schlepp- und Bugsierhilfe freigemacht. Viel wichtiger jedoch waren leistungsfähigere Umschlageinrichtungen, insbesondere die dann von den Reichswerken erstmals ergriffenen technischen Maßnahmen. Diese setzten zu ihrer Verwirklichung den Neubau von Schiffen voraus.

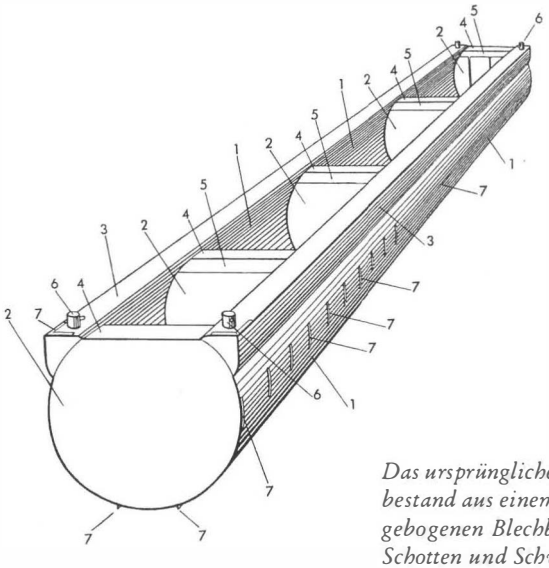
Das Hüttenwerk Braunschweig erforderte zu seiner Versorgung allein mit Roh- und Hilfsstoffen einen immensen Transportaufwand. Bei Vollausbau, so rechnete man, hätte allein für die Kohletransporte eine Kahnflotte von etwa 1000 Einheiten bereitgestellt und dauernd in Fahrt gehalten werden müssen. Für diese großen zusätzlichen Transporte war der auf den Binnenwasserstraßen eingesetzte Kahnraum nicht mehr aufnahmefähig. Er mußte in herkömmlicher oder neuer Form neu erstellt werden. In Salzgitter wich man vom Herkömmlichen ab und schuf mit dem Lastrohrfloß ein neuartiges Transportmittel, das durch Anwendung technischer Mittel die Zeitverluste infolge Stilliegens beschränkte oder weitgehend vermied und sich dadurch dem Kahn überlegen zeigte.

Das Lastrohrfloß, kurz Lastfloß, ist ein aus zylinderförmigen Behältern floßartig zusammengekuppelter und mit Eigenantrieb versehener Fahrzeugtyp für den Transport vorwiegend von schüttfähigen Massengütern – im ausgehenden Verkehr Erz- und Hüttenprodukte, im eingehenden Verkehr Kohle und Baustoffe. Etwa 100 selbstfahrende Lastflöße mit einem Bruchteil der Beschaffungs- und Betriebskosten einer Kahnflotte von 1000 Einheiten und entsprechend niedrigen Frachten sollten das Transportaufkommen des Hüttenwerks bewältigen.

Das ursprüngliche Lastrohr zeichnete sich durch eine sehr einfache Bauweise aus. Der Rumpf bestand aus einem zylinderförmig gebogenen Blechbehälter mit Schotten und Schwimmern. Rumpf und Schotten hatten durchschnittlich 7 mm, die Schwimmer 6 mm Blechstärke. Zur Herstellung der Lastrohre bedurfte es keines Werftplatzes, nicht einmal eines Bauplatzes am Wasser. Der vollständig geschweißte Behälter konnte aufgrund seiner einfachen Konstruktion auch in kleinen Werkstätten mit einigen Werkzeugmaschinen für die Eisenarbeit und Schweißgeräten für den Zusammenbau gefertigt werden. Die zwei und mehr Meter breiten Bleche wurden auf Rohrdurchmesser gewalzt und stumpf aneinander geschweißt. Am Lastrohr befand sich kein Niet. Auch die Wiederherstellung und Pflege

LASTROHR

1 Rumpf
2 Schott
3 Schwimmer
4 Gangbord
5 Rutschblech
6 Poller
7 Scheuerleiste



Das ursprüngliche Lastrohr bestand aus einem zylinderförmig gebogenen Blechbehälter mit Schotten und Schwimmern.

erforderte keine aufwendigen Einrichtungen. Bei Bedarf wurden die Lastrohre am Umschlagplatz mittels Kippanlage aus dem Wasser gehoben und konnten dann an Land bequem mittels Sandstrahlgebläse entrostet und unter Einsatz einer Farbspritzanlage konserviert werden; eventuell aufgetretene Leckagen konnten durch Dichtschweißen beseitigt werden. Bei der Erstausführung mußte bei den Abmessungen auf die angenommene Hubleistung der Kippanlagen von 150 bis 160 t und die Kanalvorschriften sowie auf die Bahntransportmöglichkeit Rücksicht genommen werden. Der Rumpf erhielt eine Breite von 3 m, eine Höhe von 2,1 m und eine Länge von 24 m; der durch 3 Querschotten wasserdicht unterteilte Frachtraum maß zweimal 5 m (an den Enden) und zweimal 7 m – abzüglich der Wandstärken der Schotten. Die Schwimmer mit Außenkanten von jeweils 0,6 m dienten als Stabilisierungskörper und zugleich als Lukenaussteifungen und Gangborde.

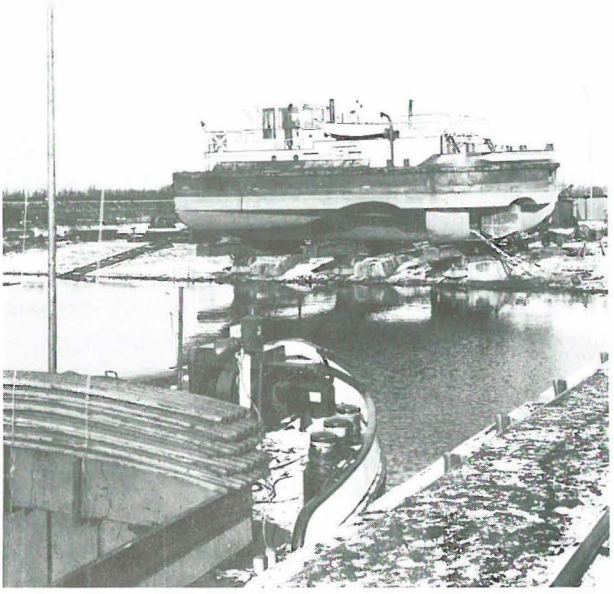
Die ersten Lastrohrflöße waren in vollständig geschweißter Bauart hergestellt. Innen wiesen sie keinerlei Spanten auf. Die ebenen Endschotten hatten drei vertikale Streifen. Die übrigen Querschnitte waren als Membranschotten ohne Streifen ausgeführt. Schräge Bleche am oberen Rand der Schotten dienten zugleich als Rutschbleche beim Löschen und als Abstützung der fünf Quergangborde. Außen waren an den vier Ecken Poller mit Gasrohrnägeln zum Kuppeln und Vertäuen der Lastrohre angeordnet. Vertikale und horizontale Halbrundeisen in halber Rumpfhöhe verhinderten in diagonal versetzter Anordnung die unmittelbare Berührung der Außenhaut zweier nebeneinander gekuppelter Rohre. Schienenprofile am Boden zu beiden Seiten schützten die Außenhaut im gefährdetsten Bereich bei Berührung der Kanalböschung oder des Flußbettes; außerdem gaben sie dem an Land gesetzten Lastrohr Standfestigkeit. Gegen das Scheuern der Kupplungsdrähte waren im Pollerbereich Halbrundeisen als Scheuerleisten auf die Schwimmer aufgeschweißt.[6]

Bei diesen Abmessungen besaß das Lastrohr eine Tragfähigkeit auf Höchsttiefgang von 130 t. Die Seitenhöhe war so gewählt, daß bei größtem Tiefgang und zulässigem Freibord das meistgefahrene Gut, die Kokskohle, mit einem Schüttgewicht von etwa 0,8 t pro cbm in trokkenem Zustand gerade den Frachtraum ausfüllte. Für die mögliche Verwendung oder Verschickung des Lastrohres auf der Schiene bildeten die gewählten Abmessungen äußerste Grenzwerte.

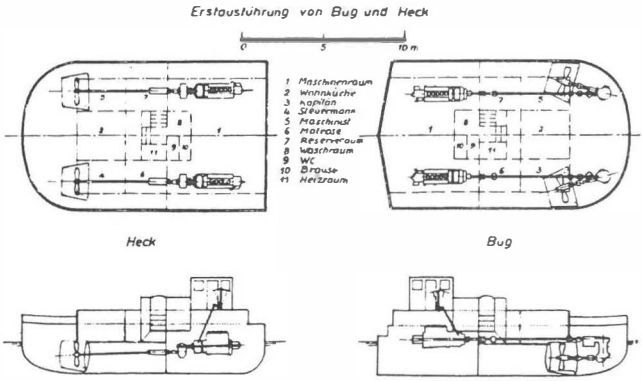
Drei Lastrohre wurden zu einem »Rohrdrilling« nebeneinander und acht solcher Drillinge hintereinander gekuppelt.

Ein Lastrohr wog 24 t, also 1 t pro Meter Länge. Bei den ersten Versuchen – vor Festlegung des Einheitstyps – hatte man die einzelnen Lastrohre durch einen einbetonierten, verschieden starken Boden auf eine gleiche Leerverdrängung gebracht und dadurch zugleich auch die Bedingungen für die zunächst erforderliche Greiferentleerung (ebener Boden) und für die Stabilitätsverhältnisse des Einzelrohres (Ballastwirkung) verbessert. Der Leertiefgang betrug 0,6 m, also ein Fünftel des Durchmessers. Die Luke des Lastrohres maß 1,8 m Breite und besaß eine an den Schotten durch die Quergangborde unterbrochene gesamte Nutzlänge von etwa 22 m.

Bug und Heck, die Antriebs- und Steuereinheiten, waren je 15 m lang und hatten die auf den westdeutschen Kanälen höchstzulässige Breite von 9 m. Ihre Unterwasserschiffsformen



Bug und Heck waren selbständige Einheiten; sie waren so breit wie ein Lastrohrdrilling. Werft: A.F. Smuders Werf Gusto, Schiedam/NL.



Das Lastrohrfloß fuhr mit einer Besatzung von sechs Mann. Das Kommando führte der Kapitän, der sich auf der Bugeinheit befand.

waren an der hinteren bzw. vorderen Stirnwand auf den Tauchquerschnitt der auf Tiefladelinie schwimmenden Lastrohre abgestimmt. Der Bug hatte weit vorn und außen liegende, durch Düsen geschützte Schrauben, die das von vorn angesaugte Wasser schräg seitlich nach hinten ausstießen. Diese Funktionsweise bedingte eine ungewöhnlich breite Schiffsform. Das war jedoch nicht mit einem höheren Widerstand verbunden, weil die Fahrgeschwindigkeit sehr gering war und die Bugwelle von den Schrauben abgesaugt wurde. Beim Bugsieren war die größere Schiffsbreite von Vorteil. Der Antrieb der Schrauben erfolgte durch Dieselmotoren über Wellenleitungen, die durch doppelte Kegelräderpaare in Spezialgetrieben umgelenkt wurden. In den Getrieben lag zugleich die Untersetzung von der Motorendrehzahl auf die Schraubendrehzahl; zum Schalten von Voraus- auf Rückwärtsfahrt waren Wendegetriebe eingebaut.

Für das Heckteil war ursprünglich eine um 360° drehbare, durch eine Düse geschützte

Bug und Heck besaßen ausgezeichnete Bugsiereigenschaften.

»Ruderschraube« vorgesehen gewesen. Da dieser Antrieb wegen kriegsbedingter Lieferschwierigkeiten nicht möglich war, erhielt die Erstausführung gleichfalls Doppelschraubenantrieb. Die Steuerung der Schraubenstrahlrichtung erfolgte vom Steuerstand aus. Ähnlich wie beim Bugteil lieferte ein Dieselmotor den Antrieb über eine Wellenleitung mit doppelter Umlenkung und mit Drehzahluntersetzung. Die Maschinenleistung war bei Bug- und Heckteil unterschiedlich groß. Da man der Zug- vor der Schubkraft den Vorzug gab und den Heckantrieb im wesentlichen auf die Steuerung beschränkte, erhielten die Erstausführungen im Bugteil Motoren von 2 x 150 PS und im Heckteil von 2 x 125 PS. Die Gesamtleistung von 550 PS wurde für den Betrieb bei mittlerer Kanalgeschwindigkeit nicht entfernt benötigt. Die Überdimensionierung der Maschinen geschah mit Rücksicht auf die nicht voraussehbaren Manövriereigenschaften des Lastrohrfloßes.

Im Innern der beiden Einheiten befanden sich jeweils ein Maschinenraum, drei Besatzungskammern, eine Reservekammer und auf halber Treppe Waschraum, Brause und WC, ferner Tanks und Heizungsraum mit selbsttrimmendem Bunker. Der Kapitän, ein Maschinist und ein Matrose hatten ihre Räume im Bugteil, der Steuermann, ein weiterer Maschinist und ein Matrose im Heckteil. Die Steuerhäuser waren mit Schalthebeln und Steuerrad zur Bedienung von Motoren und Ruder ausgerüstet, außerdem verfügten sie über einen direkten Zugang zum Maschinenraum. Nach Verlassen der Werft brauchten die Zug- und Steuereinheiten nur in seltenen Fällen zur Wiederherstellung dorthin zurück. Wie bei den Lastrohren reichte die Kippanlage am Umschlagplatz, um die Fahrzeuge an vier eingebauten Decksaugen aus dem Wasser zu heben und an Land alle häufigeren Unterwasserreparaturen vorzunehmen.[7]

Das Lastrohrfloß wurde für die Fahrt auf den westdeutschen Kanälen aus 24 Lastrohren zusammengestellt. Dabei wurden je drei Lastrohre zu einem »Rohrdrilling« nebeneinander und acht solcher Drillinge hintereinander gekuppelt. Dadurch entstand ein elastischer Behälterverband, der mit dem Vorschiff und dem Hinterschiff das Lastrohrfloß bildete. Der Floßverband hatte dann eine Länge von 8 x 24 = 192 m und eine Breite von 3 x 3 = 9 m wie Bug und Heck. Das komplette Lastrohrfloß paßte mit seiner Gesamtlänge von 192 + 2 x 15 = 222 m und 9 m Breite bei allseitig 1,5 m Spielraum gerade in die normale Schleusenkammer von 225 m Länge und 12 m Breite hinein. Die Tragfähigkeit des Lastrohrfloßes betrug insgesamt 24 x 130 t = 3120 t.

Die Kupplungsschlaufen bestanden aus 28 mm starkem Draht. Es handelte sich um endlos gespleißte Schlaufen und um Kupplungsschlaufen mit Seilklemmen. Diese einfache Kupplungsart reichte aus, weil wegen der geringen Geschwindigkeit des Floßbetriebes die Gefahr der gegenseitigen Beschädigung der Rohre beim Abbremsen und Auflaufen aufeinander nicht bestand. Längsschlaufen wurden nur bei den Außenpollern der äußeren beiden Rohrketten verwendet. Sie bildeten die einzigen Längsverbindungen zwischen zwei hintereinander liegenden Rohrsätzen. Eine oder mehrere innere Rohrketten wurden untereinander und mit den Außenketten nur durch Querschlaufen verbunden, also von den äußeren Rohrketten mitgenommen. Bei dieser Anordnung genügte das Lösen einer einzigen Längsschlaufe, um das Gelenk zwischen zwei Rohrsätzen spielen zu lassen, und ebenso genügte ein einziger Handgriff, um es wieder zu schließen.[8]

Das Lastrohrfloß geht auf eine Idee von Dr. Eberhard Westphal, Leiter der Abteilung Schiffahrt der Reichswerke, zurück, die dieser in jahrelanger Entwicklung, Verbesserung und Erprobung verwirklicht hat. Als Deutsches Reichspatent Nr. 741525 trägt es die Bezeichnung »Floßartiges Binnenwasserfahrzeug« und war vom 3. November 1940 an im Deutschen Reich geschützt. Mitte des Jahres 1940 hielt Westphal über seine Erfindung einen Vortrag und erhielt die Genehmigung zu Modellversuchen. Im November des genannten Jahres wurden Manövrierversuche mit Modell 1:12,5 in der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt vorgenommen und die Festigkeitsversuche mit Modell 1:5 abgeschlossen. Etwa zur gleichen Zeit

Erteilt auf Grund der Verordnung vom 12. Mai 1943
(RGBl. II S. 150)

DEUTSCHES REICH

AUSGEGEBEN AM
12. NOVEMBER 1943

REICHSPATENTAMT

PATENTSCHRIFT

№ 741 525

KLASSE 65a¹ GRUPPE 8

R 108642 XI/65a¹

✲ **Dr.-Ing. Eberhard Westphal in Braunschweig** ✲
ist als Erfinder genannt worden

Deutsche Bergwerks- und Hüttenbau Gesellschaft m. b. H. in Berlin

Floßartiges Binnenwasserfahrzeug

Patentiert im Deutschen Reich vom 3. November 1940 an
Patenterteilung bekanntgemacht am 23. September 1943

Abb. 1.

Abb. 2.

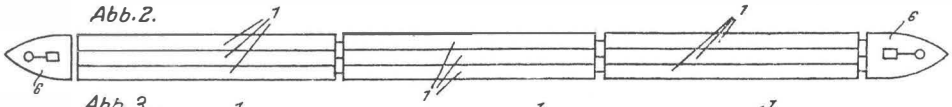


Abb. 3.

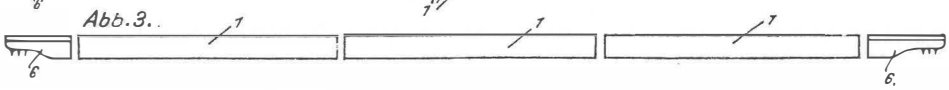


Abb. 4.

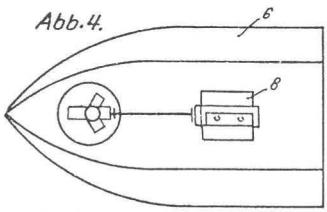


Abb. 5.

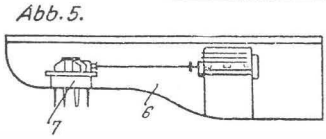
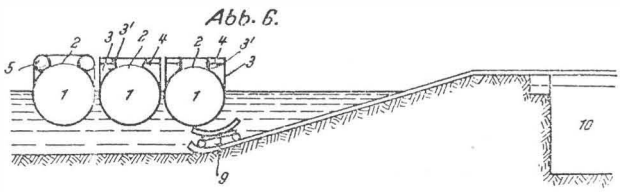


Abb. 6.

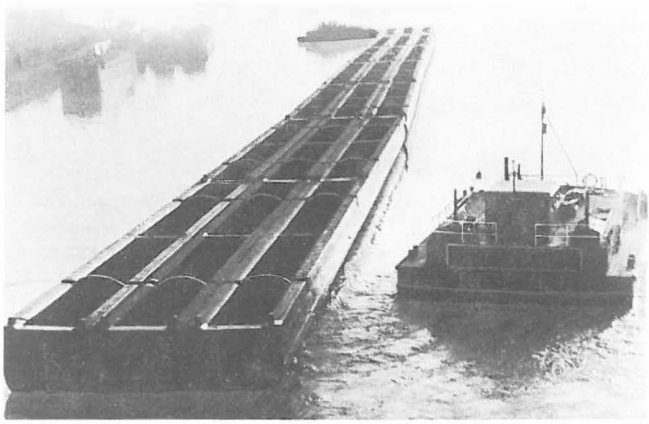


führte die DEMAG das Modell einer Spezialverladebrücke mit Erfolg vor. Im Anschluß daran wurden die Baukosten für den Bau des ersten ganzen Floßzuges genehmigt. Es dauerte dann aber noch länger als ein halbes Jahr, bis der Bau des Floßzuges in Auftrag gegeben wurde.[9] Auftragnehmerin war die Straßburger Werft in Straßburg-Neudorf. Diese Werft war erst 1937 aus Reparationsgeldern von der Gutehoffnungshütte in Oberhausen im Auftrag der Hafenverwaltung Straßburg erbaut und dann von der Société des Chantiers et Ateliers du Rhin (Scar), Paris, betrieben worden. Das Bauprogramm umfaßte Flußschiffe und -kähne im Serienbau für Rhein, Rhône sowie für die elsaß-lothringischen Kanäle. Die Anlagen mit zehn Helligen reichten aus, um jährlich 30 Schiffe zu 1000 t auf Stapel zu legen. Nach dem Frankreichfeldzug ging die Straßburger Werft in Treuhänderschaft der Reichswerke AG über.[10]

Knapp zwei Monate nach Auftragserteilung, am 28. Juli 1941, lief die erste Laströhre vom Stapel. Es folgten umfangreiche Festigkeits-, Kipp- und Krängungsversuche im Ruhrgebiet mit der ersten sowie dann Lade- und Löschversuche mittels Greifer mit der zweiten Laströhre. Auch die Modellversuche nahmen ihren Fortgang; man überließ nichts dem Zufall. Im Juni 1942 wurde mit Hilfe eines von der Lehrlingswerkstatt der Reichswerke gebauten Verladebrückenmodells im Maßstab 1:10 und eines selbstfahrenden Floßzug-Modells der Hamburgischen Versuchsanstalt im Maßstab 1:12,5 sowie eines Laströhren-Modells der Lehrlingswerkstatt im Maßstab 1:5 die Brauchbarkeit des Systems erfolgreich demonstriert.

Nach dem Vortrag vor der Zentralen Planung, Transportleitung, Generalfeldmarschall Milch, wurde die Dringlichkeitsstufe DE für die Durchführung des Großversuches erteilt. Nun wurden auch die ersten Einheiten für Bug und Heck (»Trecker« und »Drücker«) bei »A.F. Smuders Werf Gusto« in Schiedam/Niederlande in Auftrag gegeben. Die Motoren lieferte die Modag in Darmstadt, ein Konzernunternehmen der damaligen DEMAG AG in Duisburg; die Wellenleitungen, die Getriebe, die Kortdüsen[11] und die Schrauben kamen von der Schiffs- und Maschinenbau AG, gleichfalls Darmstadt.[12] Im September 1943 meldete Westphal nach erfolgreichen Probefahrten die Abnahme der Antriebseinheiten und den Beginn der Fahrt stromaufwärts.[13] Wegen des niedrigen Wasserstandes mußte die Fahrt bei Krefeld unterbrochen werden, und erst am 5. Oktober trafen die Antriebsfahrzeuge in Straßburg ein, wo inzwischen 24 Laströhren für ein umfangreiches Probeprogramm bereitlagen. Es berücksichtigte die verschiedenen Betriebsmanöver dieses neuartigen Schiffsverbundes. Geübt wurden vor allem das Queran- und -ablegen, das Wenden, Kreisen und Drehen, das

Üblich war das Durchfahren von Kurven bis zu 500 m Radius. Mit Versetzen der Längsschlaufen auf die innere Rohrkette konnten Krümmungen bis zu 200 m Radius passiert werden.

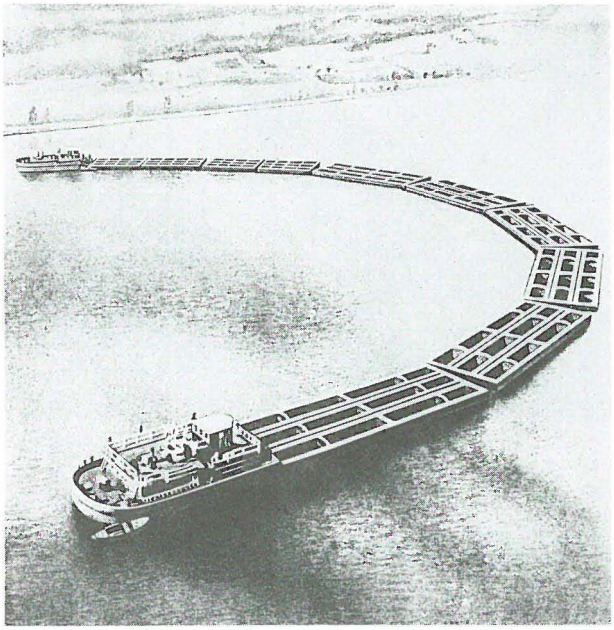


Zum Wenden tauschten lediglich Bug und Heck ihre Plätze; Ladung und Lastrohre brauchten nicht gewendet zu werden.

Beim An- und Ablegen konnte durch Querfahren die risikoreiche Schrägfahrt vermieden werden.

Schleusen und Stoppen mit leerem und beladenem (mit Wasser gefülltem) Floßzug; sie fielen umfangreicher als ursprünglich geplant aus, weil die gewünschte Überführung durch Niedrigwasser des Rheines bis Anfang Dezember 1943 hinausgezögert wurde.

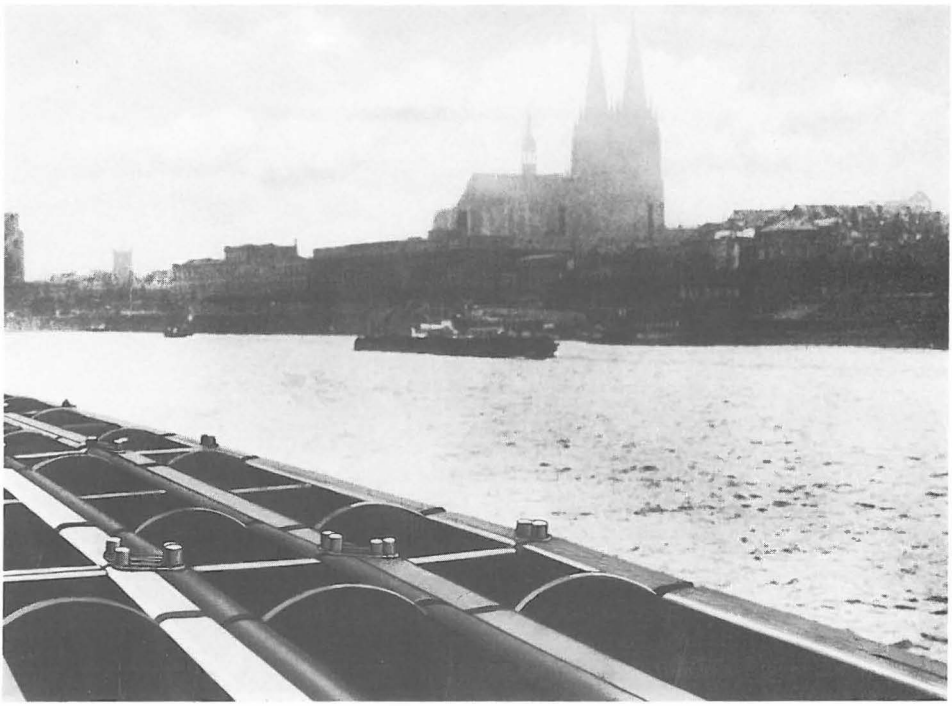
Weil die Fahrrinne genau ausgefahren werden mußte, war die Mitnahme von Ladung ab Straßburg nicht möglich. Auch bei höherem Wasserstand wäre die beladene Talfahrt ein Risiko gewesen, weil die für eine Geschwindigkeit von 6 km in ruhigem Wasser bemessene Maschinenanlage nicht ausgereicht hätte, um ohne fremde Hilfe gegen die oft größere Stromgeschwindigkeit zu stoppen. Es wurde daher Schlepperhilfe in Anspruch genommen und je zwei Lastrohrdrillinge nebeneinander gekuppelt, so daß das Lastfloß eine Gesamtlänge von 126 m hatte.[15] Am Freitag, dem 3. Dezember 1943, verließ das Lastrohrfloß, das auf den Namen MS PAUL-MARIE getauft worden war, im Anschluß an eine Vorführung Straßburg und erreichte vier Tage später Bonn. Eine kurze Erprobung von Haus Momm bis Wesel in Berg- und Talfahrt mit Originalkupplung der Lastrohre – acht Drillinge hintereinander – verlief trotz ungünstiger Wind- und Wetterverhältnisse – Sturm und Frost – ohne Zwischenfälle. Mit Rücksicht auf die größere Breite des Stromes gegenüber den Kanälen empfahl sich auch für die Bergfahrt das Nebeneinanderkuppeln von sechs Lastrohren. Bei Wesel verließ der Floßverband den Rhein und nahm seinen Weg über den Wesel-Datteln-, den Dortmund-



Bei einem Erprobungsversuch gelang es durch den Verzicht auf Außenkupplungen, mit dem Verband einen geschlossenen Kreis von 90 m Außen- bzw. 70 m Innendurchmesser zu bilden.

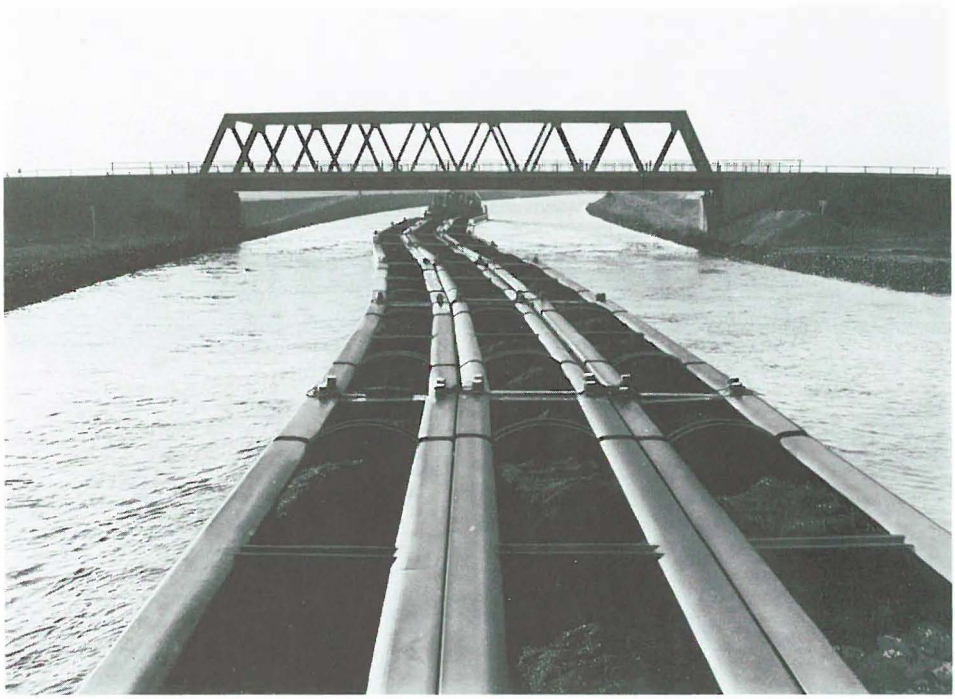
Ems- und den Mittellandkanal zum Hafen Beddingen der Hütte Braunschweig. Unterwegs waren die erste Kohleladung genommen und mit dem beladenen Floß auf den Kanälen, insbesondere in Kurvenstrecken und bei Einbiegungen, Steuer- und Kupplungsmanöver erprobt worden. Wegen der großen Richtungsträgheit der Masse des beladenen Lastfloßes und der Kufenwirkung der Lastrohre erwies es sich als um so leichter, das Floß durch Krümmungen zu ziehen, je mehr Gelenke man besonders im vorderen Teil des Zuges löste. Von größter Wichtigkeit war, daß auch vor schwachen Krümmungen die Fahrt abgestoppt wurde, die Einfahrt in die Krümmung mit der geringsten Geschwindigkeit begann und erst in der Krümmung nach und nach gesteigert wurde. Der Führer des Lastfloßes mußte sich durch Erfahrung ein Gefühl dafür erwerben, wie schwer die gegenüber Kanalkähnen ungewöhnlich große Masse des Lastfloßes aus ihrer Richtung zu bewegen und wie notwendig die weitere Herabsetzung der an sich gering erscheinenden Geschwindigkeit war, um sicher durch die Krümmung zu steuern. Nicht einseitige Steigerung der Maschinenleistung, der ja Grenzen gesetzt war, sondern Stoppen, d.h. beiderseitige Verringerung der Maschinenleistung und das Lösen von Gelenken zur Vergrößerung des Zugmoments ermöglichten einwandfreies Kurvenfahren im beladenen Zustand. Auf der Überführungsfahrt kam es zu etwa 450 Begegnungen; sie bereiteten keine größeren Schwierigkeiten. Glatt und wesentlich schneller als beim Schleppzug verliefen die Schleusungen.[16]

Da es sich beim Lastrohr um einen mathematischen Körper handelte, ließ sich – im Gegensatz zum Kahn – z.B. sein Eigengewicht und, bei Annahme eines konstanten mittleren Böschungswinkels der Zuladung (45°), auch sein Ladungsvolumen genau bestimmen. Das gilt auch für Verdrängungen und die Verdrängungsschwerpunkte der verschiedenen Tiefgänge. Das leere Lastrohr schwamm infolge des Lukenausschnitts für sich allein aufrecht. Allerdings war die Stabilität gering, weil der Systemschwerpunkt nur knapp unter der Längsachse des Lastrohres lag. Kuppelte man zwei oder drei leere Lastrohre nebeneinander, so konnte man sich mit der gleichen Sicherheit auf dem Gangbord bewegen wie beim breiten und stabilen Kahn. Das beladene Lastrohr war um so stabiler, je größer das Schüttgewicht der Ladung war.



Am 8. Dezember 1943 passierte das Lastrohrfloß Köln.

Die Begegnung mit Schleppzügen verlief auch auf engen Kanälen unproblematisch.



Zug- und Heckantrieb bildeten mit den Lastrohren eine flexible Einheit.

Während des Ladevorgangs nahm die Stabilität wegen der anfänglichen Ballastwirkung der Ladung zunächst stark zu, dann jedoch bei weiterem Anstieg des Ladungsgewichts-Schwerpunktes wieder ab, bis die Schwimmer eintauchten und stabilisierend wirkten. Letztere spielten insbesondere bei leichter Ladung eine Rolle für die Stabilität des Lastrohres. Nicht raumfüllende Ladung war wegen ihrer Ballastwirkung ungefährlich für die Stabilität, auch wenn die Ladung einmal überging. Bei raumfüllender Ladung war ein Übergehen der Ladung im Lastrohr wegen des Fehlens von Hohlräumen und von nicht ausgefüllten Ecken unmöglich. Mit flüssiger Ladung war das Lastrohr auf allen Tiefgängen stabil, besaß also absolute Leckstabilität.

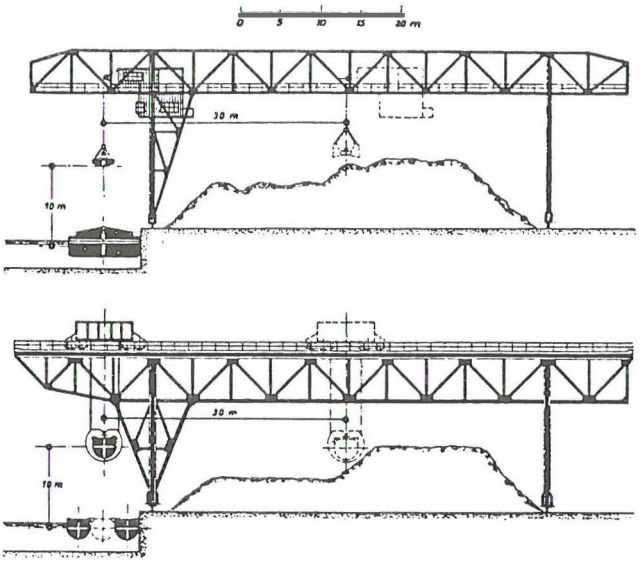
Damit ist schon die Eigenschaft des Lastrohres als weitgehender Selbsttrimmer angesprochen, eine Eigenschaft, die die damaligen Kahntypen entbehrten. Bei diesen war es beim Laden nur unter Einsatz zusätzlicher menschlicher Arbeitskräfte möglich, die Winkel und Ecken, denen das Schüttgut nicht von selbst zufloß, anzufüllen und auszunutzen. Ebenso war beim Löschen nicht alles Schüttgut dem Greifer ohne Nachhilfe durch die menschlichen Trimmer erreichbar. Selbst nicht raumfüllende, spezifisch schwere Ladung, wie Erz, Sand und Kies, muß auch heute noch im Kahn aus Festigkeitsgründen über den Boden gleichmäßig verteilt werden. Andererseits bedeuten bei raumfüllenden und -überfüllenden, spezifisch leichten Ladungen, z.B. Kohle und Koks, Hohlräume Raumverschwendung. Das Lastrohr war beim Laden und Löschen ein fast totaler Selbsttrimmer. Beim Beladen füllte es sich, in der Querrichtung gesehen, restlos ohne Trimmarbeit und ohne daß Hohlräume entstanden. In der Längsrichtung gesehen waren die Stützbleche der Quergangborde so angebracht, daß sie sich ebenfalls der Böschung des Schüttgutes anpaßten. Beim Entladen durch Drehen des Lastrohres um die Längsachse floß das gesamte Schüttgut über den einen Schwimmer ab.

Gegen Ende des Kippvorganges fungierten die Stützbleche an den Querstegen als Rutschbleche und bewirkten restlose Entleerung auch in der Längsrichtung gesehen. Die drei Querschotte bildeten weder beim Laden noch beim Löschen ein Hindernis. Das völlige Selbsttrimmen des Lastrohres machte den Einsatz von Trimmern entbehrlich und befreite von einer Arbeit, die als besonders schwer, schmutzig und ungesund galt und auch schlecht bezahlt wurde.[17]

Das Beladen des Floßes mit Kohle mußte anfangs mit den Lademethoden durchgeführt werden, die später nur für den Notfall in Frage kommen sollten. Erprobt wurden Greifer-, Klappkübel- und Förderbandbeladung. Beladungsversuche mit dem Greifer sind gleich nach Fertigstellung der ersten Lastrohre durchgeführt worden. Wenn sich auch Greifer beliebiger Größe verwenden ließen, so eigneten sich doch mittlere Greifergrößen am besten. Bei Verwendung von Klappkübeln – entsprechende Versuche sind nach Indienststellung des ersten Floßes an der Verladestelle Ruhrzeche gemacht worden – erwiesen sich die kleineren Typen als die praktischsten; bei den größeren Typen war eine Drehung des Kübels um 90° vor dem Öffnen erforderlich. Festigkeitsbedenken gegen eine raumweise Füllung oder gar eine Fahrt mit leeren Endräumen und raumfüllend beladenen Mittelräumen wie beim Kahn bestanden hier nicht. Beim Laden wurden z.B. die Lastrohre eines Drillings nicht ausgekuppelt und wiederholt das ganze Floß ohne Auskuppeln der Rohrsätze nach und nach beladen.

Die Förderband-Beladung, die mit Erzladung erprobt wurde, erwies sich wegen ihrer stetigen und zuverlässig zentrischen Beschickung als besser für Behälter und Ladegut. Bei gleichzeitig zwei oder drei nebeneinander gekuppelten Lastrohren sind auch mehrere nebeneinander arbeitende Förderbänder eingesetzt worden. Die schnellste und beste Beladung erfolgte

Das Entladen im Hüttenhafen Beddingen mittels Greifer.



Lastkähne sind auf den Greiferbetrieb angewiesen; für die Lastrohrflöße war eine spezielle Kippanlage geplant, für die die DEMAG ein funktionstüchtiges Modell konstruierte.

an werkseigenen Zechen unter einem speziellen Hochbunker, der den floßbreiten Lade-Kanal überbrückte. Die Schüttrinnen des Bunkers waren so angeordnet, daß sie gleichzeitig die zwölf Abteilungen von drei nebeneinander liegenden Lastrohren gleichmäßig füllten.

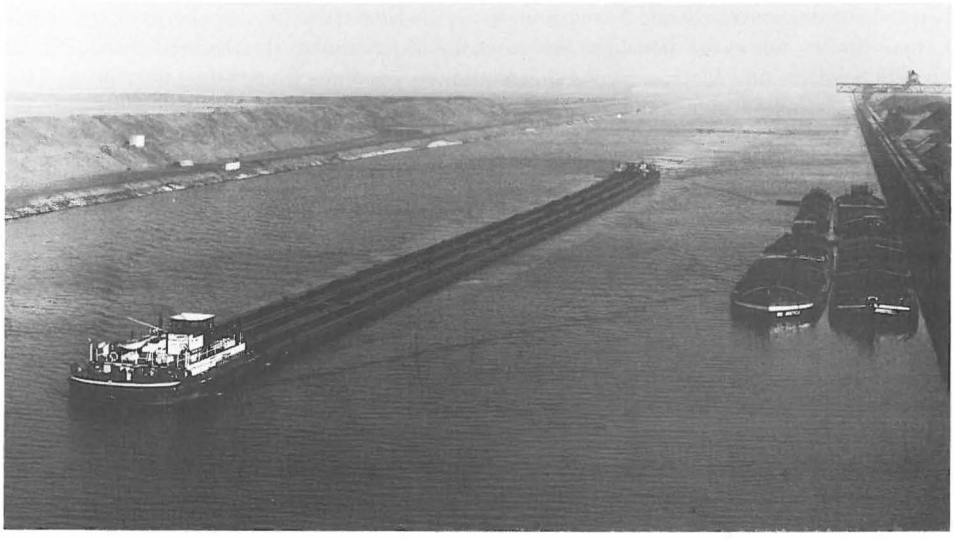
Auch das Entladen der Lastrohre ist zunächst behelfsmäßig mittels Greifer erprobt worden – ein Entladen unter Verwendung von Transportbändern oder Becherwerken ließen die Raumverhältnisse nicht zu. Bei den Greifern erwiesen sich die größeren Typen als unzweckmäßig, weil sie beim Löschvorgang mehrfach gewendet werden mußten. Die kleineren Greifer arbeiteten trotz geringeren Fassungsvermögens infolge häufigerer Spiele ebenso schnell und wegen des nachrutschenden Ladegutes bis zuletzt mit großer Wirkung. Trimmarbeit war nur vor dem letzten Hub erforderlich. Der Betonboden, der zum Gewichtsausgleich der verschiedenen Bautypen bei den meisten Rohren hatte eingebaut werden müssen und der mit Rücksicht auf das Löschen mit längseinfahrenden Trimmgreifern eben war, erleichterte das Löschen mit normalen Greifern nicht; Lastrohre ohne Betonboden wurden ebenso schnell gelöscht. Die Löschzeit wurde erheblich abgekürzt, wenn, was bei Ausnutzung des Höchsttiefganges und bei nicht ganz trockener Kohle möglich war, nur die mittleren Zellen des Lastrohres raumfüllend beladen waren. Es war dann nur die Hälfte der Frachträume zu entladen, und die Greifer konnten länger aus dem Vollen greifen.[18]

Gegenüber diesem aushilfsweise stets anwendbaren Löschverfahren gab es ein leistungsmäßig weit überlegeneres. Die Entladung im Hüttenhafen sollte mittels einer Lastrohr-Kippanlage erfolgen. Dabei dachte man an eine Verladebrücke, die, auf einer ufer- und einer landseitigen U-förmigen Stütze ruhend, den Lagerplatz überspannte und längs der Ufermauer befuhr. Auf den emporragenden Armen der Stützen lagen quer zur Ufermauer die Fahrbahnen eines Laufkrans mit etwas größerer Spannweite als eine Lastrohrlänge. Der Laufkran war mit elektrischen Winden zum selbsttätigen Fahren sowie zum Heben, Senken und Kippen der Lastrohre ausgerüstet. Die Lastrohre wurden losgekuppelt und einzeln mittels zweier Zangen oder Seilbänder durch gleichmäßiges Hieven gehoben oder gesenkt, durch gegenseitiges Hieven auf der einen und Fieren auf der anderen Längsseite des Behälters gewendet und ausgekippt. Die Kippanlage bei der Hütte Braunschweig war so geplant, daß für die unmittelbare

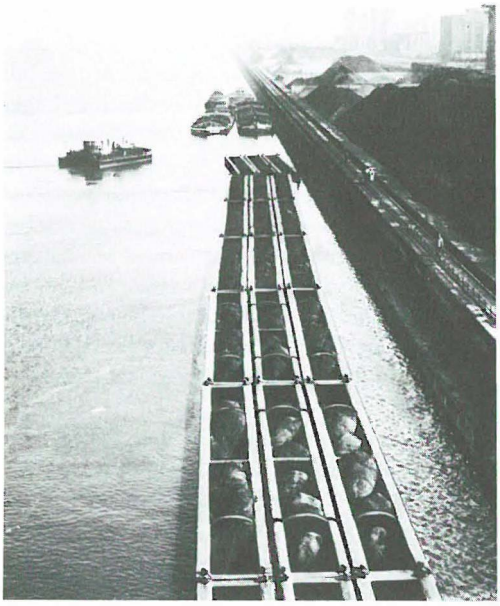
Versorgung der Kokerei einzelne Lastrohre je nach Bedarf in einem mit der Verladebrücke mitfahrenden trichterförmigen Bunker ausgekippt werden konnten, der seinen Inhalt nach und nach auf ein zur Kokerei führendes Transportband entleerte. Ferner war die Brücke mit einem Greiferdrehkran ausgerüstet, der es erlaubte, das Transportband zusätzlich vom Lager aus zu beschicken. Der Greiferkran diente im Notfall auch zum Löschen von Kähnen. Die Konstruktion der Kippanlage für die Hütte Braunschweig war der DEMAG in Duisburg in Auftrag gegeben worden. Sie erarbeitete eine brauchbare Lösung, die allerdings zunächst nicht über das Stadium eines funktionstüchtigen Modells hinauskam, weil sich der Bau erst bei Indienststellung einer Reihe von Lastrohrflößen lohnte. Ferner wurde nach einem Modellversuch mit einem bei der Firma Büssing N.A.G., Werk Elbing, hergestellten Lastrohrmodell im Maßstab 1:5 dann mit dem fertigen Erstbau im Hafen Grimberg bei Gelsenkirchen ein Großversuch mit Schwedenerzladung durchgeführt. Nach dem Krieg wurde von der DEMAG ein einfacher, wenig kostspieliger und daher für jeden, auch kleineren Hafen geeigneter Lastrohr-Kipperkran entwickelt und gebaut.

Die Erprobungsphase bezog sich im wesentlichen auf den Bau und den Betrieb des Lastrohrfloßes und nicht auf den bestmöglichen Umschlag. Gerade in der Verkürzung der Umschlagszeit lag jedoch der entscheidende Vorteil des Lastrohrbetriebs gegenüber der Kahnverwendung. Zwar waren beim Laden und Löschen schon mit den provisorischen Einrichtungen Vorteile zu erzielen, die den Lastrohrbetrieb lohnten; aber durch den Einsatz von Kippanlage und Kippkran wurde die Löschzeit eines Lastfloßes von 3000 t Tragfähigkeit auf zwei Stunden reduziert. Die Löschleistungen von Kippanlage und traditionellem Greifer verhielten sich wie 10:1.[18a]

Das Lastrohrfloß fuhr mit einer Besatzung von sechs Mann. Das Kommando führte der Kapitän, der sich auf der Bugeinheit befand. Der Hecksteuermann hatte eine dem Schiffer eines Selbstfahrers oder letzten Kahnes im Schleppzug vergleichbare Funktion, jedoch mit dem Unterschied, daß die Verantwortung des Lastrohrsteuermannes sich hier auf einen Teil der Lastrohr-Einheit, nämlich auf den Heckteil und die letzten Rohrsätze des Verbandes, erstreckte. Zwischen Kapitän und Steuermann lag eine Strecke von rund 200 m. Sie konnte im Bedarfsfalle zur gegenseitigen Verständigung durch einfache optische oder akustische Signale



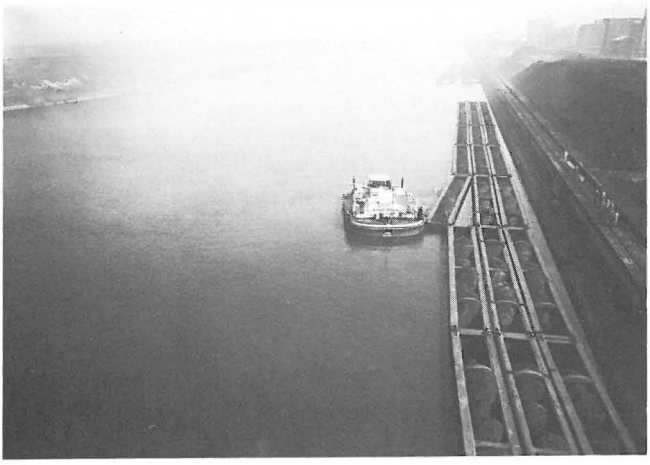
Das Lastrohrfloß erreicht den Hüttenhafen Beddingen.



Das Lastrohrfloß konnte je nach den Umständen schnell beliebig verlängert oder verkürzt werden.

überbrückt werden; es war jedoch – anders als beim Schleppzug – auch möglich, Nachrichten durch Boten auszutauschen.[19] Je ein Maschinist beaufsichtigte die Maschinenanlage auf Bug- bzw. Heckteil und betätigte sich bei Manövern, wie auf Selbstfahrern üblich, an Deck. Außerdem fuhr bei Kapitän und Steuermann je ein Matrose mit. Kupplungen und Fender brauchten nur in engen Kurven, in den Schleusen und bei Begegnungen auf engen Wasserstraßen bedient zu werden; das war die Aufgabe der beiden Matrosen. Eine Begleitmannschaft für die Ladung – wie sie bei Kahnschleppzügen erforderlich war – wurde im Lastrohrbetrieb nicht benötigt. Das heißt, daß nur 6 statt 16 Mann für den Betrieb des Lastrohrfloßes ausreichten – eine Personaleinsparung, die auch damals schon von größter Bedeutung für die Betriebskosten war. Ferner hatte das weitreichende Auswirkungen auf die Konstruktion, denn bei der Länge eines Lastrohrfloßes, wie es die damaligen Schleusen des Mittellandkanals erlaubten, wurden sechs bis acht Schiffer- und Matrosenwohnungen mit ihrer gesamten Einrichtung überflüssig. Der dafür erforderliche Raum stand beim Lastrohrfloß als Raum ausschließlich für die Nutzladung zur Verfügung. Auch drei bis vier Deckhilfsmaschinen-Anlagen mit Ruder-, Anker- und Verholwinden fielen fort; die auf der Bug- und Heckeinheit installierten Anlagen reichten beim Lastrohrfloß völlig aus. Infolgedessen und vor allem auch wegen der Kurzkupplung der Lastrohre war die Länge eines Lastrohrfloßes weniger als die Hälfte eines Kahnschleppzuges gleicher Tragfähigkeit. Veranschlagt man für den Schleppzug mit einer Tragfähigkeit von rd. 3000 t einen Schlepper und drei 80 m-Kähne bzw. vier 67 m-Kähne, so kommt man einschließlich der Schleppdrahtlängen von 240 m bzw. 268 m Länge auf Gesamtlängen von 510 m bzw. 566 m – beim Lastrohrfloß waren es nur 222 m. Was das für den Betrieb auf den Wasserstraßen, insbesondere auf Flüssen mit starken Windungen und in den Schleusen, bedeutete, ist leicht zu ermessen. Der Reibungswiderstand ist wegen der größeren Querbenetzung etwas größer als beim Schleppzug. Dafür waren der Wellenwiderstand, weil ja nur eine Bugwelle erzeugt wurde, die darüber hinaus von den Bugschrauben angesaugt und schräg seitlich nach hinten ausgestoßen wurde, und auch der Gesamtwiderstand geringer.[20]

Eine Leckage war auch beim Lastrohrfloß nicht auszuschließen. Allerdings beschränkte sich die Leckgefahr auf einen kleineren Teil der Ladung als beim Schleppzug oder auch beim

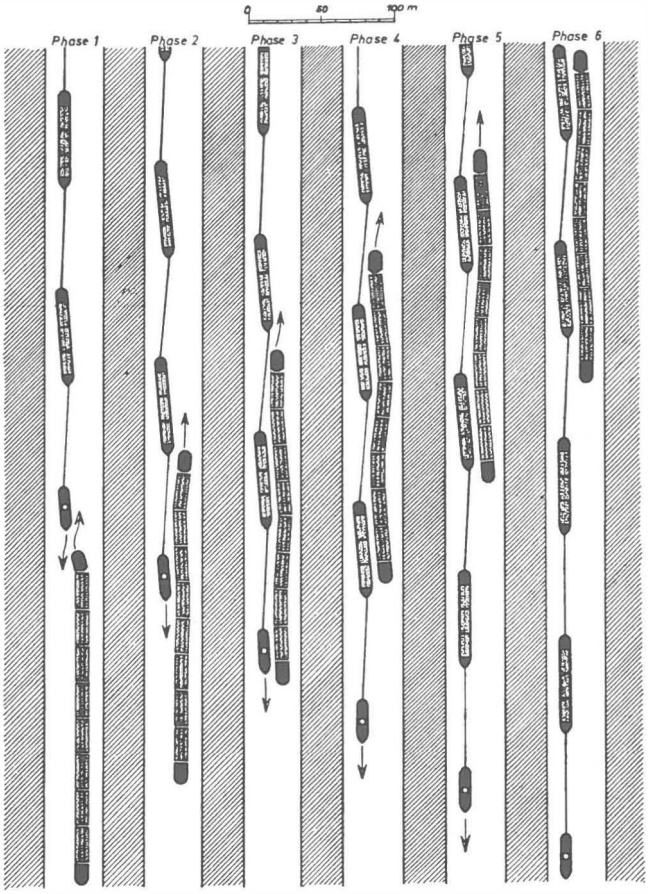


Selbst einzelne Lastrohre konnten rasch aus dem Verband gelöst und ersetzt werden. Die Leckgefahr war auf einen Teil der Ladung beschränkt, ein Totalverlust so gut wie ausgeschlossen.

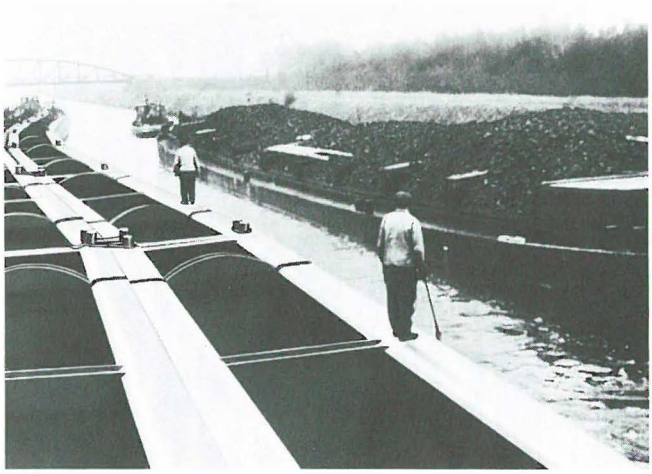
Selbstfahrer. Ein Totalverlust konnte so gut wie ausgeschlossen werden. Das Leckwerden einzelner Zellen, selbst mehrerer Zellen eines Lastrohres, gefährdete die Schwimmfähigkeit des Verbandes in der Regel nicht. Die Reserveschwimmkraft der umgebenden Rohre trug im Normalfall das lecke Rohr mit. Gegebenenfalls konnte jedoch ein nicht mehr schwimmfähiges Lastrohr schnell aus dem Verband gelöst und durch ein intaktes Lastrohr ersetzt werden. Auf lokale Stöße reagierte das Lastrohrfloß elastischer als der Kahn. Die leeren Lastrohre hätten sogar mit Hilfe etwas größerer Schwimmer zu Lasten kleinerer Luken unsinkbar gemacht werden können. Davon wurde jedoch im Hinblick auf die geringen Wassertiefen der westdeutschen Kanäle, die einen Totalverlust ausschlossen, abgesehen. Für den Fall nicht längsstabiler Leckfälle ließ sich die Gefahr des Kenterns durch planmäßiges Mitfluten der noch intakten Zellen des Lastrohres vermeiden.[21]

Heute hat sich der Heckschraubenantrieb allgemein durchgesetzt. Dazu bedurfte es keiner neuen Erkenntnisse, wohl aber anderer Transporteinheiten. Beim Schlepper hatte nämlich der Heckschraubenantrieb den Nachteil, daß das Schraubenwasser dem ersten Schleppkahn vor den Bug gestoßen und dadurch der Wasserwiderstand vergrößert wurde. Man half sich durch einen möglichst langen Schleppdraht zwischen Schlepper und erstem Schleppkahn. Der von unseren Flüssen bereits seit langem verschwundene Seitenradschlepper vermied diesen Nachteil, indem sein Rumpf eine »Gosse« mehr oder weniger ruhigen Wassers von Kahnbreite für die im Schlepp befindlichen Kähne freihielt. Wegen zu geringer Breite der Wasserstraßen war diese Schleppart auf den westdeutschen Kanälen nicht anwendbar. Allerdings konnte auch das Lastrohrfloß nicht mit einem reinen Heckantrieb auskommen; es mußte, weil das gelenkige Fahrzeug sich nicht wie ein starres Fahrzeug von hinten steuern ließ, überwiegend gezogen werden. Um durch den Antrieb der Bugmaschinen nicht den Wellenwiderstand für die Lastrohre zu erhöhen, wurde, wie bereits dargelegt, der Schraubenstrahl der Backbord- und der Steuerbordmaschine nach außen gelenkt. Das Steuern der Bugeinheit in eine andere Richtung wurde durch Regulierung der Drehzahl der Maschinen erreicht. Der Heckantrieb diente hauptsächlich zum Steuern des Lastrohrfloßes, d.h. zum Freihalten des Lastrohrendes vom Ufer und von begegnenden Fahrzeugen. Da bei Kollisionsgefahr die volle Maschinenkraft eingesetzt werden konnte, indem der Schraubenstrahl des Bug- und Heckantriebs um bis zu 180° gedreht wurde[22], beanspruchte das Lastrohrfloß mit etwa einem Viertel seiner Länge (rd. 50–60 m) eine nur kurze Strecke, um aus voller Fahrt voraus zum Stillstand gebracht zu werden. Bei Kahnschleppzügen war das anders: Zwar konnte hier der Schlepper seine Maschinenkraft zum eigenen Stoppen einsetzen, aber die angehängten Kähne mußten infolge des auf den Kanälen zur Schonung der Kanalsohle verbotenen Ankerns auslaufen und waren zur Verminderung der Geschwindigkeit zunächst ausschließlich auf die Wirkung des Wasserwiderstandes, dann auch auf Menschenkraft angewiesen; das dauerte entsprechend lange und erhöhte die Verantwortung des Kahnschleppzug-Führers beträchtlich. Nicht nur in dieser Hinsicht besaß das Lastrohrfloß eine große nautische Überlegenheit gegenüber dem Schleppzug. Diese wurde noch dadurch erhöht, daß das Lastrohrfloß über die Fähigkeit zum Rückwärtsfahren verfügte. Zwar war sie begrenzt, aber das Lastrohrfloß vermochte sich bei Fahrzeugansammlungen durch Rückwärtsfahrt allein herauszuhelfen, während Schleppzüge über Heck nur nach zeitraubenden Schleppermanövern entwirrbar waren.[23]

Vor der Kurveneinfahrt war eine, wie im Überführungsbericht dargelegt[24], weitgehende Fahrtverminderung notwendig. In der Kurve wurde dann zweckmäßig nach und nach die Drehzahl und damit die Fahrt gesteigert. An sich konnten die engsten Kanalkrümmungen ohne Gelenkeinschaltung passiert werden. Dabei wurden jedoch unter Umständen die Kupplungsschlaufen außen und die Lastrohrecken innen stark auf Zug bzw. Druck beansprucht. Üblich war das Durchfahren ohne Gelenkeinschaltung von Kurven bis zu 500 m Radius herab. Mit Versetzen der Längsschlaufen auf die innere Rohrkette – ohne sonst an der Kupp-



Der in sechs Phasen dargestellte Begegnungsvorgang zeigt das charakteristische laufende Ausweichen des Lastrohrfloßes vor dem begegnenden Kahnschleppzug. Die Bugwellen des Schleppers und der Kähne drängen die Lastrohre lokal seitlich ab. Die Kollisionsgefahr in Fahrt ist daher gering.



Anfangs sicherten die Matrosen beim Überholvorgang die Lastrohre mittels Fender gegen Berührung – eine Maßnahme, die sich als überflüssig erwies.

lungsart Änderungen vorzunehmen – wurde die Gelenkigkeit so gesteigert, daß Krümmungen von 200 m Radius, d.h. die engsten vorkommenden Kurven im Mittellandkanal (z.B. an Einmündungen von Stichkanälen), passiert werden konnten. Mit Gelenkeinschaltung vereinfachte sich das Durchfahren der Krümmungen, weil es leichter war, der großen Masse des Floßes nicht im ganzen, sondern in Teilen die neue Fahrtrichtung zu geben. Zudem wurden Lastrohre und Kupplungen dabei geschont. Im allgemeinen genügte das Einschalten von Gelenken durch das Lösen von Kupplungen hinter dem zweiten und vierten, gegebenenfalls – bei Behinderung durch am Ufer liegende Kähne und gleichzeitiger Begegnung in enger Kurve oder bei leeren Lastrohren in ungünstigem Wind – auch hinter dem sechsten Lastrohrdrilling. Selbst in den engsten Kurven seiner Wegstrecke zwischen Ruhrgebiet und Hütte blieb das Lastrohrfloß in seiner ganzen Länge im Blick des Kapitäns und des Steuermannes. Dagegen übersah der Schleppzugführer manchmal nur knapp die Hälfte seine Zuges; eine Verständigung durch optische Signale war ausgeschlossen.[25]

Die Begegnung mit Schleppzügen verlief auch auf den engen Kanälen unproblematisch. Bis 1947 war es bei fast 10 000 Begegnungen des ersten Lastrohrfloßes mit Schleppzügen zu keinen größeren Schwierigkeiten gekommen. Der Lastrohrverband bildete bei Begegnungen eine natürliche Schlangenlinie. Bug und Heck hielten dabei durch geeignete Manöver ihre Lage im Kanal. Es bedarf kaum der Erwähnung, daß die Begegnungszeit im Vergleich zum Kahnschleppzug wesentlich geringer war – was bei durchschnittlich 25 Begegnungen auf 100 km Kanalstrecke einen beträchtlichen Zeitgewinn bedeutete. Im Mittel wurde eine 10% höhere Durchschnittsgeschwindigkeit gegenüber dem Kahnschleppzug allein im Hinblick auf die Schleppzeit erreicht. Im übrigen war auch schon eine Nachtfahrt ins Auge gefaßt worden. Die erforderliche Uferbeleuchtung sollte vom Fahrzeug aus durch Scheinwerfer und Anleuchten von *Ufer-Rückstrahlern wie auf der Reichsautobahn* erfolgen. Auch für den Fährverkehr entfiel das namentlich bei zu Berg fahrenden Kahnschleppzügen gefürchtete Passieren der langen Schlepptrossen.[26]

Das Schleusen vollzog sich in der Regel unproblematisch. Die Länge des Lastrohrfloßes war bei der Konstruktion mit 222 m auf die Normalgröße der Schleppzugschleusen des Mittellandkanals mit 225 m ausgerichtet worden. Es konnte also im Gegensatz zu den meisten Schleppzügen ungeteilt geschleust werden und gab, nur an Bug und Heck vertäut, dem einflutenden Wasser einen seitlichen hindernislosen Strömungsweg frei. Selbst kleinere Schleu-

Die Länge des Lastrohrfloßes war mit 222 m auf die Normalgröße der Schleusen des Mittellandkanals mit 225 m ausgerichtet worden. Selbst kleinere Schleusen bereiteten keinerlei größere Schwierigkeiten.

sen, z.B. die des Rhein-Herne-Kanals (165 m) und des Dortmund-Ems-Kanals (rd. 63 m), bereiteten dem Betrieb mit dem Lastrohrfloß keine außergewöhnlichen Schwierigkeiten. Bei Schleusenkammern von etwa halber Floßrohrgröße fuhr das Lastrohrfloß zunächst geschlossen in den Schleusenbereich ein, und das Heck setzte dann mit den überzähligen Rohrdrillingen rückwärts, um die Schließung des hinteren Schleusentores zu ermöglichen. Nachdem der Bugteil mit dem vorderen Lastrohrteil durchgeschleust hatte, schob der Heckteil die hintere Hälfte des Floßes in die Schleusenkammer und schleuste seinerseits. Es gab jedoch auch die Möglichkeit, das Lastrohr schon vor Einfahrt in die Schleusenkammer entsprechend deren Länge aufzuteilen. Da das Lastrohrfloß über eine große Stopp- und Anfahrgeschwindigkeit verfügte, konnte es schnell in die Schleusenkammer einfahren und diese auch verlassen. Die totale Schleusungsdauer betrug – als Mittelwert aus je 40 Schleusungen – bei 9 m Hubhöhe 28

Auf dem Mittellandkanal konnte das Lastrohrfloß im Gegensatz zu den meisten Schleppzügen ungeteilt geschleust werden. Das einflutende Wasser konnte an einer Seite frei strömen.

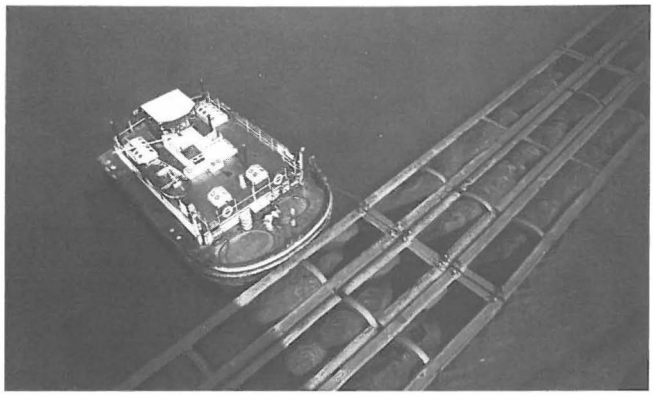
Minuten beim leeren und 30 Minuten beim beladenen Floß. Aus verringerter Schleusungsdauer und vergrößerter Schleusenfüllung ergab sich eine gegenüber dem Kahnschleppzug etwa doppelt so hohe Schleusenleistung. Auf gleiche Ladungsmenge bezogen, schleusten also die Ladungen in Schleppkähnen doppelt so lange wie in Lastrohrflößen oder, mit anderen Worten, die effektive Schleusungszeit des Lastrohrverbandes war halb so groß wie die des Kahnschleppzuges.[27]

Der Fahrbetrieb mit dem Lastrohrfloß bot noch weitere Neuerungen, die, insbesondere im Vergleich mit dem Kahnschleppzugbetrieb, von großem Vorteil waren. Ältere Zeitgenossen werden sich erinnern, wie zeitaufwendig und auch risikoreich die Manöver waren, die täglich zum Ankern bzw. Anlegen und zum Ablegen durchgeführt werden mußten. Noch weitaus schwieriger war es, die Kähne an einen bestimmten, durch andere Schiffe begrenzten Platz zu bringen oder von dort sicher abzuholen. In der Regel war die Schrägfahrt mit Gefahr des Auflaufens und Reibens an der Uferböschung oder der Ufermauer sowie der Beschädigung der eigenen oder anderer dort vertäut liegender Schiffseinheiten nicht zu umgehen; in vielen Fällen ging es nicht ohne langwieriges Verholen mit Hilfe der Bordwinden nicht nur beim eigenen, sondern auch bei den mit ihrem Vor- oder Hinterschiff im Wege liegenden Kähnen. Dagegen konnte beim Lastrohrfloß durch Querfahren die Schrägfahrt zum An- und Ablegen ganz vermieden werden. Dazu stoppten Bug- und Heckteil in Höhe des Anlegeplatzes, machten los, fuhren auf die Seite des Floßes und schoben bzw. zogen es in die gewünschte Richtung.

Ähnlich verhielt es sich beim Wenden. Auf Kanälen war dieses Manöver oft nur in Häfen und an bestimmten Plätzen möglich. Dort und insbesondere auf größeren Flüssen war es stö-

Zum An- und Ablegen kuppelten Bug und Heck vom Lastrohrverband ab und drückten

oder zogen diesen in die gewünschte Richtung. Am Ufer ankernde Schiffe behinderten diese Manöver kaum.

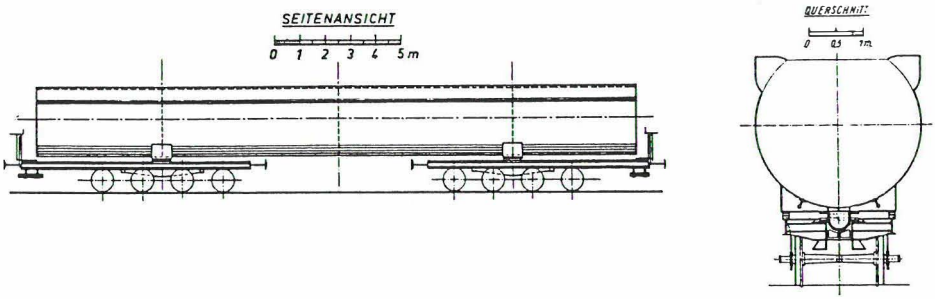


rend, zeitaufwendig und außerdem mit einer beträchtlichen Kollisionsgefahr verbunden. Das gilt für den Selbstfahrer auch heute noch, und vor allem galt es für den Kahnschleppzug. Anders beim Lastrohrfloß: Hier tauschten Bug und Heck ihren Platz; Ladung und die einzelnen Lastrohre brauchten nicht gewendet zu werden. Wie gelenkig der Lastrohrverband war, zeigte auch der Erprobungsversuch im Hafen der Straßburger Werft, bei dem der Verband Drehkreise fuhr. Durch Verzicht auf Außenkupplungen gelang es, den Kreis soweit einzuengen, daß schließlich sogar Bug- und Heckteil aneinander festmachten und der Verband einen geschlossenen Kreis von 90 m Außen- bzw. 70 m Innendurchmesser bildete.

Bug und Heck besaßen ausgezeichnete Bugsiereigenschaften. Die im Verhältnis zu ihrer Breite ungewöhnlich kurzen Einheiten verfügten als Schraubenfahrzeuge über eine Wendigkeit, die man damals nur bei Fahrzeugen mit Voith-Schneider-Propeller kannte. Der Bug konnte sich in 34 Sek., das Heckteil in 46 Sek. auf der Stelle um sich selbst drehen. Sie konnten aus voller Drehbewegung in 11 Sek. bzw. 8 Sek. (60° bzw. 45°) abgefangen werden. Dabei wirkte sich die Unterwasserform, die, das Profil des Rohrdrillings fortsetzend, gleichsam Kufen bildete, positiv auf die Kursbeständigkeit aus. Auch die Stoppfähigkeit war beachtlich: beide Teile stoppten aus voller Fahrt innerhalb von 15 Sek. auf einer Strecke, die ungefähr ihrer Schiffslänge gleichkam. Die Alleinfahrtgeschwindigkeit hielt sich aufgrund der besonderen Konstruktion in Grenzen; sie betrug nur 7,5 km bzw. (zusammengekuppelt) 10 km pro Stunde. Allerdings zeichneten sie sich gegenüber dem normalen Bugsierer dadurch aus, daß sie viel weitergehende Vertäuungsmöglichkeiten besaßen. Der Schlepper bugsiert seinen Anhang meist an langer Trosse, daher nur ziehend und stets selbst vorausfahrend. Beim Lastrohrfloß konnten Bug und Heck ihren stets engen vertäuten Anhang schieben und zie-

hen, selbst voraus- oder rückwärtsfahrend. Weil sie mit gekuppelten Behältern zusammen eine Einheit bildeten, konnten alle Manöver schneller und sicherer durchgeführt werden. Sie verfügten zudem über Bugsiermanöver, die der Schlepper durchzuführen nicht in der Lage war oder die sich beim Kahn nicht ausführen ließen. Dazu gehörten das Quer-, An- und Ablegen sowie das Wenden ohne Drehkreis durch Auswechseln von Bug und Heck; einen Unterschied zwischen voraus und achteraus bestand beim Floß nicht. Das Lastrohrfloß brauchte nicht – wie der Schleppkahn – auf Bugsierhilfe bei der Ankunft im Vorhafen, auf das Be- bzw. Entladen im Hafen, auf Bugsierhilfe nach Be- bzw. Entladen sowie auf Schlepphilfe bei der Abfahrt zu warten. Es konnte wie der Selbstfahrer unverzüglich zum Umschlagplatz durchfahren bzw. diesen nach beendetem Umschlag mit eigener Kraft verlassen. Für den Hafen der Hütte Braunschweig wurde durch die Beförderung der Hauptgüter Kohle und Erz in Lastrohrflößen der Hafenverkehr wesentlich vereinfacht.[28]

Das Lastrohrfloß war für die Bedürfnisse des Kohle-Erz-Gegenverkehrs der Reichswerke entwickelt worden und garantierte bereits auf diese Weise gegenüber dem Kahnschleppzug eine fünfzigprozentig bessere Ausnutzung des Mittellandkanals.



Die Ladung wechselt mit dem Transportbehälter Verkehrsträger und -mittel.

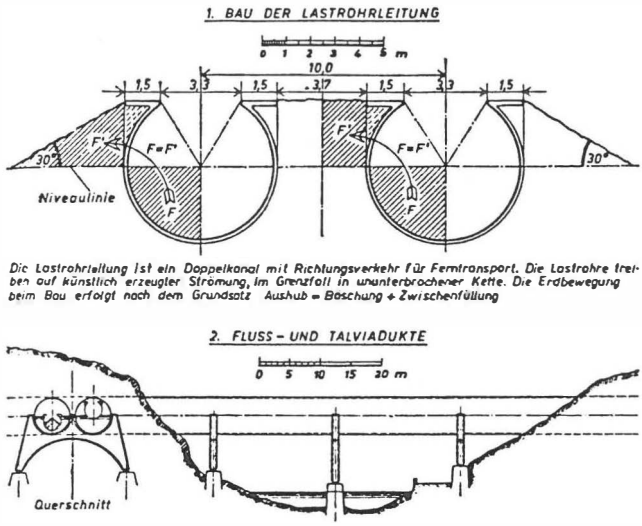
In seiner Konzeption und deren Verwirklichung wies es jedoch darüber hinaus; denn für den Fall fehlender Rückfracht konnte die Rückfahrt unabhängig vom Wasserweg vorgenommen werden. Das konnte insbesondere bei den vielbefahrenen engen Kanälen von Interesse sein, auf denen wegen des generellen Überholverbots das leere Transportgefäß kaum schneller vorankam als das mit Vollast fahrende. Im Unterschied zum Kahn, der zur Fortbewegung auf die Wasserstraße angewiesen ist, bestand beim Lastrohrfloß durch die Unterteilung des Laderaumes in Behälter von Eisenbahnwaggongröße die Möglichkeit, im Schienenverkehr innerhalb kurzer Zeit zum Ladehafen zurückzukehren. Hierzu genügten zwei leichte zweiachsige Drehgestell-Wagen. Im übrigen eigneten sich nicht nur die leeren Behälter für den Eisenbahntransport; auch die gefüllten Lastrohre konnten auf Wagengestelle der Eisenbahn umgesetzt und an Bezieher, die nicht unmittelbar an Wasserstraßen lagen, ohne Umschlag im Hafen weitergeleitet werden. Hierzu waren, der Tragfähigkeit des Lastrohres entsprechend, schwerere Drehgestelle mit je vier Achsen erforderlich. Ferner konnte durch den Eisenbahntransport und durch den Lkw-Transport auf den neuen Beton-Fernstraßen mittels schwerer Untergestelle mit Raupenantrieb während strenger Frostperioden die Lastrohrtonnage dem Einfrieren entzogen werden. Damit war die Entwicklung zu einem auf allen Verkehrswegen austauschbaren Einheits-Großbehälter und damit zum Containerverkehr vorgezeichnet.[29]

Wenn wir die Vorteile des Lastrohrfloßes im Vergleich zum Kahnschleppzug zusammenfassen, so fallen insbesondere ins Gewicht:

die Eisenersparnis bis zu 50%
die Baukostenersparnis von 60–70%
die kürzere Bauzeit
die Unabhängigkeit von der Werftkapazität beim Bau sowie bei Wartung und Reparatur
die bis zu etwa 50% höhere Schleusenleistung
die rund sechsfache Umschlagleistung
die wesentlich geringeren Lohn- und damit Betriebskosten
die größte Schonung der transportierten Güter
die Verringerung der Umlaufzeit der Tonnage
die kürzere Hafenliegezeit
der Fortfall des Wendens im Hafen und beim Ankern in Flüssen
die Verwendung der Lastrohre auf den Verkehrsträgern Schiene und Fernstraße.

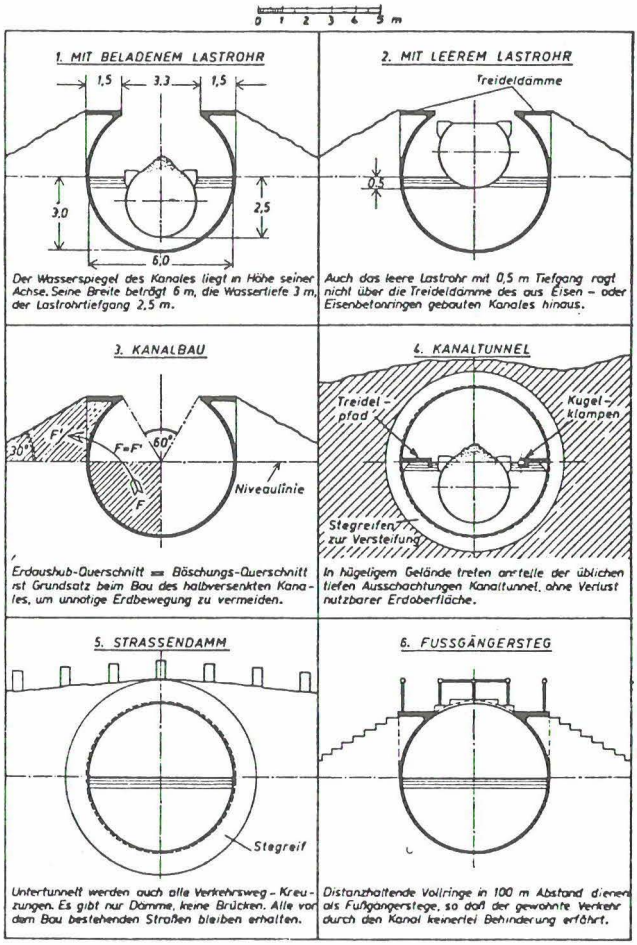
Das erste Lastrohrfloß, die MS PAUL-MARIE, hat bis Herbst 1944 ohne Störung Kohle und Erz zwischen dem Ruhrgebiet und dem Hüttenhafen Beddingen im Salzgittergebiet transportiert. Dabei hat es in einem halben Jahr zehn Fahrten – hin und zurück – gemacht, ohne daß die Spezialumschlaganlagen (Kohlenturm und Kippanlage), die die Transportzeit wesentlich abgekürzt hätten, zur Verfügung standen.[30]

In der technischen Weiterverfolgung des Lastrohr-Gedankens schlug der Erfinder spätestens 1947[31] die vorteilhafte Verwendung des Lastrohres in der Form des Tanklastrohres vor. Dieses sollte im Unterschied zu den Normal-Lastrohren oben geschlossen sein. Daß diese Behälter leer nur im Verband aufrecht, und einzeln nur, wenn ihre Schwimmer eintauchten, also in beladenem Zustand eintauchten, wollte man zum Selbstlöschen ausnutzen. Dazu öffnete man das etwas unterhalb der Trommelachse in der Stirn- oder Seitenwandung angebrachte und mittels Rohr mit dem Landbunker verbundene Ausflußventil. In der Folge begann die Ladung auszufließen, die Schwimmer tauchten aus, der Behälter neigte und stützte sich, ohne zu kentern, auf den einen Schwimmer und gab die Ladung allmählich automatisch ab. Die Entleerung konnte zu jeder Tages- und Nachtzeit eingeleitet werden und vollzog sich ohne Beaufsichtigung.[32]

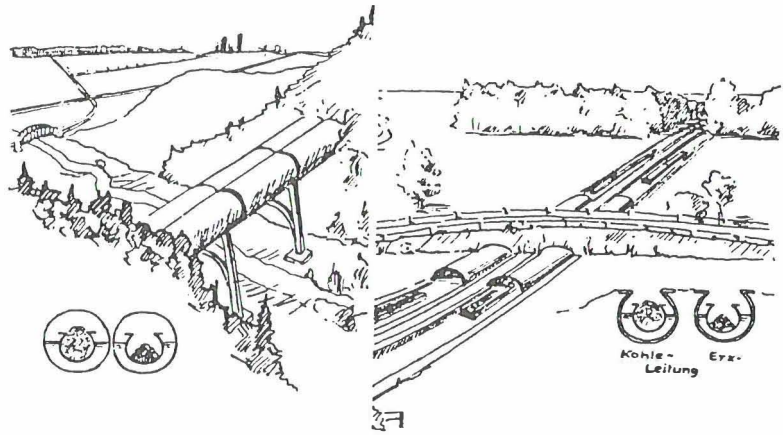


Die Lastrohrleitung ist ein Doppelkanal mit Richtungsverkehr für Ferntransport. Die Lastrohre treiben auf künstlich erzeugter Strömung, im Grenzfall in ununterbrochener Kette. Die Erdbewegung beim Bau erfolgt nach dem Grundsatz Aushub = Böschung + Zwischenfüllung

Beim Tanklastrohr handelt es sich um die technische Weiterverfolgung des Lastrohr-Gedankens.



Lastrohrkanal.



Kanäle für Lastrohre in hügeliger und flacher Landschaft.

Während die Idee des Lastrohres zunächst darauf hinauslief, neue, leistungsstärkere Transportmittel für vorhandene Verkehrsträger (Wasser-, Schienen- und Landstraßen) zu schaffen, dachte Westphal auch schon an den Bau eines Laströhrenkanals, einer Wasserstraße ausschließlich für seine Laströhren – als Stichkanal zu Industriewerken oder größeren Städten[33], die nicht an Wasserstraßen liegen. Der oben offene, aus Dreiviertelkreis-Beton oder Eisenringen gebildete Lastrohrkanal sollte doppelten Lastrohrdurchmesser (6 m) haben und zur Hälfte mit Wasser gefüllt sein. Somit konnten beladene Lastrohre mit einem Tiefgang bis zu 2,5 m ebenso passieren wie leere Behälter. Der Kanal sollte zur Hälfte im gewachsenen Boden versenkt und der Aushub als Kanal-Böschung aufgeschüttet werden. In hügeligem Gelände sollten anstelle der sonst üblichen tiefen Ausschachtungen Kanaltunnel ohne Verlust nutzbarer Erdoberfläche gegraben werden; auch alle Verkehrsweg-Kreuzungen sollten untertunnelt werden. Höheres Geländeniveau sollte anstatt durch Schleusen über Schrägaufzüge (mit Förderraupen oder mittels Hubbrücke) erreicht werden.[34] Vorgesehen waren nur Dämme, keine Brücken; alle vor dem Bau bestehenden Straßen sollten erhalten bleiben und Fußgängerstege im Abstand von 100 m errichtet werden. Wie bei der Reichsautobahn oder der zweigleisigen Eisenbahn war der Richtungsverkehr durch Parallelverlegung zweier voneinander unabhängiger Kanäle erwünscht. Bei ständig fehlender Rückfracht sollte ein Kanal genügen und schneller Rücktransport der leeren Laströhren auf der Schiene erfolgen. In ebenem Gelände sollte sich mit wenig mehr Materialaufwand ein ähnliches Bautempo erreichen lassen wie beim Bau der Autobahnen.

Die Bewegung einzelner Lastrohre oder kürzerer Lastrohrketten sollte je nach den örtlichen Verhältnissen durch Treideln mit Menschen- und Pferdekraft bei 1 bis 3 km oder mit Maschinenkraft bei 4 bis 6 km Stundengeschwindigkeit erfolgen. Um die Rohre auf Mitte zu halten, sollte beiderseits getreidelt werden. Um diese Arbeit zu erleichtern, war rechts und links der Kanalöffnung ein 1 m breiter Treidel- oder Schienenweg vorgesehen. Ferner konnte durch Umpumpen des Wassers aus der einen Kanalröhre in die benachbarte eine gegenläufige Strömung von 3 bis 6 km Stundengeschwindigkeit in mit Gefälle verlegten Richtungskanälen erzeugt werden, in der dann die Lastrohre ohne Eigenantrieb treiben konnten. Weiterhin vermochten Treidelloks längere Röhrenketten mit größerer Geschwindigkeit unter möglichster Ausnutzung der durch die Lastrohrstirnwand erzeugten Kanal-Stauwelle zu schleppen. Man konnte sich sogar vorstellen, daß in einem solchen Doppelkanal im Grenzfalle die Lastrohre beladen in einer ununterbrochenen Kette zum Absatzgebiet schwammen und leer ebenso zurückkehrten. Dann hatte man für den Transport fester Massengüter – als Gegenstück zur Fernleitung für Flüssigkeiten oder Gase – die Lastrohrleitung oder -pipeline.

Die Leistungsfähigkeit des Kanals veranschlagte man bei unmittelbarer Aufeinanderfolge der Lastrohre in 24stündigem Dauerbetrieb an 300 Schiffahrtstagen je nach Antriebsart auf 60 Mio. t bis zu 180 Mio. t.[35] Wenn man bedenkt, daß die Schleusenkapazität die Leistung der damaligen Schiffahrtskanäle auf 20 bis 30 Mio. t pro Jahr begrenzte, war das eine überwältigende Menge.[36]

Die letzte Phase des Krieges hat das erste Lastrohrfloß – ein zweites ist nicht gebaut worden – unbeschadet im Hüttenhafen Beddingen überstanden. Da die Schiffahrtswege durch zerstörte Brücken und versenkte Fahrzeuge vielfältig blockiert waren, konnte es ab Herbst 1944 nicht mehr für Transportaufgaben verwendet werden. Einem am 13. August 1945 für die Militärregierung in Braunschweig angefertigten Exposé entnehmen wir, daß wenige Tage zuvor Beauftragte der Hütten Linz (United Iron and Steel Works of Austria, früher H.G.-Werke Alpine Montan) in Watenstedt gewesen waren und um Bauzeichnungen sowie um eine Generallizenz für den Bau von Lastrohrflößen gebeten hatten. Die Hütte Linz beabsichtigte, Lastrohrflöße zu bauen und mit Hilfe ihrer Gesellschaften u.a. in der Schweiz und in der Tschechoslowakei im internationalen Verkehr einzuführen. Das Linzer Anliegen ist von den

Reichswerken negativ beschieden worden. Weiter heißt es in dem Exposé: *Das Lastrohrfloß würde bei entsprechender Werbung leicht eine besondere Bedeutung für die internationale Binnenschiffahrt erlangen können, besonders da diese nunmehr neu aufgebaut werden muß. Die Laströhren können in den hiesigen Werken hergestellt werden.* Ferner bat man die Militärregierung um einen wirksamen Patentschutz.[37]

Die Lastrohr-Kippanlage mit zwei Mann Bedienung, die ebensoviel leisten sollte wie zehn Greiferbrücken mit 60 Mann Personal (einschl. Trimmern), befand sich bei Kriegsende im Hafen Beddingen in Montage. Nach deren provisorischer Fertigstellung und dem Bau eines einfachen Löschgerätes, Lastrohr-Kippkran genannt, wurden ab Frühjahr 1947 umfangreiche Löschversuche durchgeführt. [38]

Am 16. Juni 1947 erschien Wasserstraßendirektor Hilfer, Leiter der Wasserstraßen-Direktion Münster, in Beddingen. Hilfer war während des Krieges Leiter des Wasserstraßenamtes Gleiwitz gewesen, hatte während eines Vortrags von Dr. Westphal in Oppeln den Film über das Lastrohrfloß gesehen und im Anschluß daran die Einführung des Lastrohrfloßes auf den schlesischen und oberschlesischen Wasserstraßen propagiert. Angesichts der Kahnraumnot regte er nun von sich aus den Neubau von Lastrohrflößen an und hatte in diesem Zusammenhang auch schon Fühlung mit Reedereien und Regierungsstellen aufgenommen. Allerdings hielt Hilfer eine Verringerung der Abmessungen der Lastrohre für wünschenswert.[39] Der Wasserstraßendirektor glaubte, schon *in nahegerückter Zeit* den Bau von Lastrohren kleinerer Abmessungen in Aussicht stellen zu können. Im Hinblick auf die Containerfahrt ist bemerkenswert, daß Hilfer davon ausging, daß diese Lastrohre *als Behälter auch auf Seeschiffe zu verladen* waren.[40]

Wenige Tage nach dem Besuch von Hilfer weilte Westphal in Wolfsburg, um beim Volkswagenwerk für sein Transportmittel zu werben.[41] Als Westphal Ende Juni 1947 in Hamburg mit Dr. Karl Kraus, der sich auf der Reise von Zürich nach Stockholm befand, zusammentraf, war das Lastrohrfloß wieder in Fahrt gekommen; es wurde für die Kohlezufuhr zum Kraftwerk der Reichswerke eingesetzt. Dr. Kraus wollte das Lastrohrfloß kaufen, um es für Transporte zwischen den Niederlanden und Österreich einzusetzen.[42]

So konkret diese zukunftsweisenden Pläne gewesen sein mögen, sie wurden auch nicht ansatzweise realisiert. Die Gründe dafür sind vielfältig – nicht zuletzt waren es Widerstände seitens des Reichsschleppbetriebes, der Umschlagunternehmen und der Werften, deren Existenz infrage gestellt wurde, sowie Widerstände ganz allgemeiner Art, die revolutionären Neuerungen auf dem Weg von der Innovation zur Diffusion im Wege stehen. An Westphal lag es nicht; er war von der Bedeutung seiner Erfindung überzeugt und nahm jede Gelegenheit wahr, um für sein Lastrohr-Floß zu werben. Im Frühjahr 1947 erschien der Neudruck des bei Kriegsende vernichteten Erstdrucks seines Buches über das Lastrohrfloß. Auch der 1944 anläßlich der Erprobung in Straßburg und während der Überführungsreise gedrehte Tonfilm[43] sowie Fotos mit Aufnahmen aus dem Betrieb des Floßes wurden bei geeigneter Gelegenheit werbewirksam eingesetzt. Während der Vollsitzung des Maschinenausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute am 18. Oktober 1949 berichtete der Erfinder über das »Westphal-Floß« als neues Massengut-Verkehrsmittel. Sein Vortrag wurde in »Stahl und Eisen« veröffentlicht.[44] Abgesehen von der Einleitung, in der Westphal einen kurzen Überblick über die Weltverkehrslage gab und auf die Verschiebung des Verkehrs innerhalb der verschiedenen Verkehrsträger hinwies, handelt es sich im wesentlichen um eine Zusammenfassung seines Buches von 1944 bzw. 1947. Im Hinblick auf den Widerstand seitens des Reichsschleppdienstes sowie der übrigen Besitzer und Betreiber von Schleppern ist interessant zu erfahren, daß Westphal den Bau von Spezialschleppern zwar für erstrebenswert, aber nicht für unbedingt erforderlich hielt:

Was die Antriebsfahrzeuge betrifft, so kann man zunächst vom Bau von Spezialeinheiten

Erteilt auf Grund des Ersten Überleitungsgesetzes vom 8. Juli 1949
(WiGBl. S. 175)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

AUSGEGEBEN AM
14. JUNI 1951

DEUTSCHES PATENTAMT

PATENTSCHRIFT

№ 806 528

KLASSE 81 e GRUPPE 124

p 10388 XI / 81 e D

Dr.-Ing. Eberhard Westphal, Bonn
ist als Erfinder genannt worden

Dr.-Ing. Eberhard Westphal, Bonn

Verfahren und Anlage zur Beförderung von Schüttgut

Patentiert im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vom 2. Oktober 1948 an
Patenterteilung bekanntgemacht am 5. April 1951

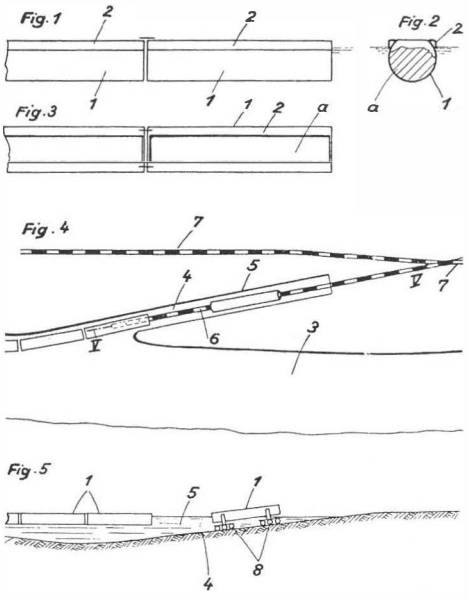
Zu der Patentschrift 806 528
Kl. 81 e Gr. 124

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Beförderung von Schüttgut mittels Lastrohrflöße, dadurch gekennzeichnet, daß die Lastrohre mit der Last nach Lösen aus dem Verband einzeln oder zu mehreren auf Schlippwagen aufgezogen, mit denselben auf Schienen weiterbefördert und mittels dieser Wagen gegebenenfalls an einer Stelle weit entfernt von der Wasserstraße mittels der Schlippwagen durch Kippen vorteilhaft um die Längsachse entleert werden.

2. Anlage zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an einer Wasserstraße eine schräg ansteigende Fläche (4), z. B. in einem Stichkanal (5), vorgesehen und hier ein Gleis (6) oder Gleise verlegt sind, auf denen ein Schlippwagen (8) mit Kippvorrichtung für ein Lastrohr (1) läuft.

3. Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Schlippgleis (6) Normalspur aufweist, an das Eisenbahnnetz (7) angeschlossen ist und an anderer Stelle für das Kippen des Lastrohres ein Hochgleis vorgesehen ist.



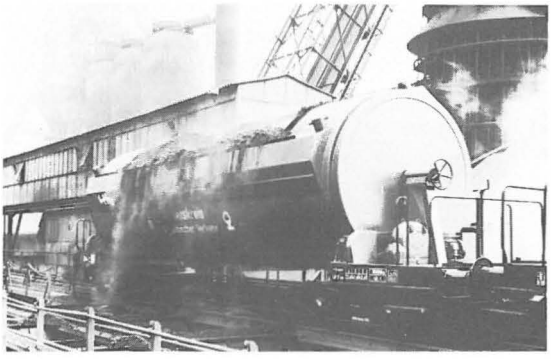
absehen. Durch Fahrversuche ist erwiesen, daß das Verschleppen von Lastrohren mit Normalschleppern auch auf engen Kanälen ohne weiteres möglich ist.[45]

Wichtiger als dieser taktische Rückzug war das Eingehen auf den wiederholt geäußerten Wunsch nach einer Verkleinerung der Lastrohre. Er empfahl nun ein Rohr von 12 m Länge. Der dazugehörige Lastrohrwagen sollte gleich lang werden und 55 t Nutzlast tragen können. Vorgesehen waren zwei zweiachsige Drehgestelle, um das Umsetzen der Behälter vom Wasser auf die Schiene und die Straße mit vorhandenen oder neuen schienen- bzw. straßengängigen Hubgeräten bewerkstelligen zu können. Ausdrücklich machte Westphal darauf aufmerksam, daß durch diese amphibische Verwendung des Lastrohres der gebrochene Verkehr, der damals wegen des kostspieligen Zwischenumschlags häufig, obwohl er als der gegebene angesehen wurde, nicht zustande kam, ein anderes Gesicht gewinnen würde. Es würde nämlich nur noch ein Umsetzen des Behälters und nicht mehr ein Umladen mit der häufigen Folge der Wertminderung des Ladegutes erforderlich sein.[46] Genau das ist der Vorteil, der den Containerverkehr auszeichnet und der ihm zum Durchbruch verholfen hat. Westphal sah den Einsatz von amphibischen Lastrohrflößen auf dem Weg von den Seehäfen über Rhein und Main bis Würzburg, von dort auf der Schiene bis zur Donau und dann weiter schwimmend zu den österreichischen Werken. Die Versorgung der Schweiz mit Ruhrkohle sollte ohne Umschlag in Basel im »Haus-zu-Haus-Verkehr« ab Ruhr erfolgen und Ruhrkoks für Frankreich, solange die Mosel noch nicht kanalisiert war, auf dem Rhein bis Koblenz, von hier aus auf der Achse weiter zu den französischen Industriewerken und wieder auf dem Wasserweg in die engen französischen Kanäle gehen. Das gleiche galt rückwärts für die französischen Minette-Erze.[47]

Westphal propagierte sein Lastrohr als einen ernsthaften Vorschlag echter Rationalisierung des Massengüterverkehrs, dessen Realisierung damals wegen des allgemeinen Mangels an Schiffsraum besonders leicht war und den Anschluß an das wettbewerbsfähigere Ausland versprach. Er wertete das Lastrohr als ein Mittel, um aus dem Nebeneinander und in vielen Fällen sogar dem Gegeneinander der Verkehrsträger ein Miteinander zu schaffen.

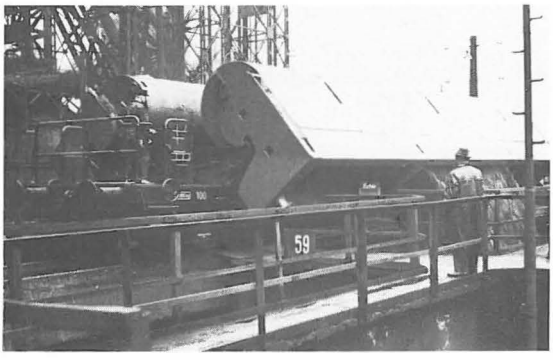
Die Idee, durch das Lastrohr den Binnenverkehr wirtschaftlich zu gestalten, ist von einigen Unternehmen aufgegriffen worden. Es bildete sich 1956 ein Arbeitskreis »Amphibischer Verkehr«, dem die Firmen Hoesch Werke AG, Dortmund; Orenstein-Koppel und Lübecker Maschinenbau AG, Dortmund; Maschinenfabrik Deutschland AG, Dortmund; AG für Berg- und Hüttenbetriebe, Salzgitter; Famas-Linke-Hofmann-Busch GmbH, Salzgitter-Watenstedt, und Verkehrsbetriebe Salzgitter GmbH, Salzgitter, angehörten. Dieser Arbeitskreis zeigte auf der Technischen Messe Hannover 1957 zwei Fahrzeuge, die eine Weiterentwicklung des Lastrohres von Westphal darstellten.[48] Dazu gehörte eine Aufschleppanlage, mit deren Hilfe die auf dem Wasserwege ankommenden schwimmenden Transportbehälter ohne Umschlagkosten und mit nur geringen Aufwendungen für das Aufschleppen an Land gebracht und auf Spezial-Drehgestelle gesetzt wurden, auf denen sie auf dem Schienenwege bis zum Bestimmungsort gelangen konnten. Dort sollte das Entleeren durch ein einfaches Auskippen erfolgen. Das von Linke-Hofmann-Busch entwickelte Lastrohr zeigte die klassische Form des Westphal-Lastrohres und war als Rohrkörper selbsttrimmend mit einer oberen Schüttöffnung von 1,8 m Breite gebaut worden; mit 12 m war es nur noch halb so lang wie sein Vorbild. Die Endschotten waren als Laufringe ausgebildet, mit denen der Behälter auf die Transportdrehgestelle aufgesetzt und zum Entleeren gedreht wurde. Der Behälter wog 15 t; der vierachsige Wagen, dessen Gewicht 30 t betrug, hatte eine Tragfähigkeit von 50 t und einen Laderaum von 65 m^3. Das Lastrohr war in selbsttragender Bauweise konstruiert und mit einem Zwischenboden ausgerüstet, der auch das Löschen der Ladung mittels Greifer zuließ. Damit war ein freizügiger Verkehr mit dem Lastrohr auch für alle Anlieger ohne Umsetzmöglichkeit für den gebrochenen Verkehr garantiert. Die Entwicklung von Oren-

Das von Linke-Hofmann-Busch 1957 vorgestellte Lastrohr hatte die klassische Form des Westphal-Lastrohres; mit 12 m war es nur halb so lang wie sein Vorbild.



Die Endschotten waren als Laufringe ausgebildet, mit denen der Behälter auf die Transportgestelle aufgesetzt und zum Entleeren gedreht wurde.

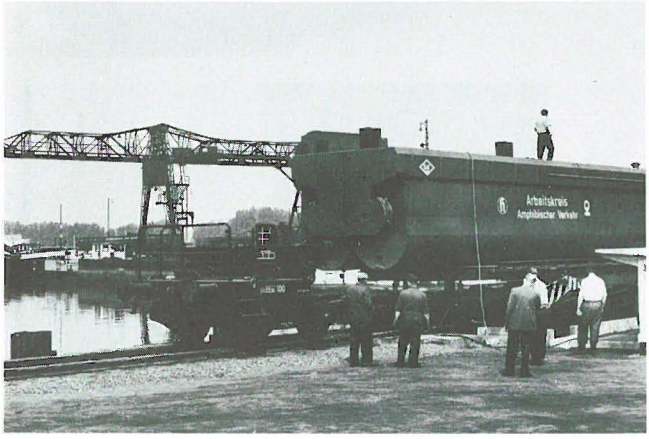
Die Entwicklung von Orenstein & Koppel und der Lübecker Maschinenbau AG war in Längsrichtung in zwei gleich große Behälter geteilt.



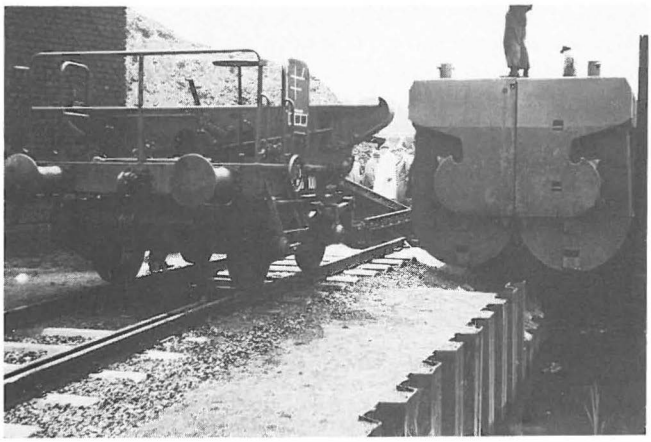
Beim Entladen drehten sich die beiden Hälften nach außen und ließen das Ladegut über die geneigten Seitenwände abgleiten.

stein-Koppel und Lübecker Maschinenbau AG wich stärker vom Westphal-Behälter ab. Es handelte sich um ein amphibisches Fahrzeug, das sich den meisten bei den über zwanzig großen Hüttenwerken vorhandenen Bunkern für Massengut mit einer gleichzeitig zu beiden Gleisseiten restlosen Entladung anpaßte. Es mußte also nicht wie das Westphal-Lastrohr mit der Öffnung nach unten gedreht werden. Es war in Längsrichtung in zwei gleich große Behälter geteilt, die durch einfache Kupplungen starr miteinander verbunden waren, so daß sie ein als Wasserfahrzeug verwendbares Lastrohr bildeten. Für den Schienentransport wurde es wie der Behälter von Linke-Hofmann-Busch auf ein zweiachsiges Drehgestell gesetzt, mit diesem jedoch mittels vier Spindeln kraftschlüssig verbunden. Beim Entladen drehten sich die beiden Hälften nach außen und ließen das Ladegut über die geneigten Seitenwände abgleiten. Die Selbstentladeeinrichtung arbeitete auf einfachste Weise rein mechanisch. Die technischen Daten entsprachen in etwa dem erstgenannten Fahrzeug. Das Lastrohr wog gleichfalls 15 t; der Wagen war etwas leichter, besaß jedoch einen um 10 m^3 größeren Laderaum und eine dem Gewichtsunterschied entsprechende größere Tragfähigkeit. Beide Behälter konnten wie ihr Vorbild zu Lastrohrflößen für die Fluß- oder Kanalfahrt zusammengestellt werden.

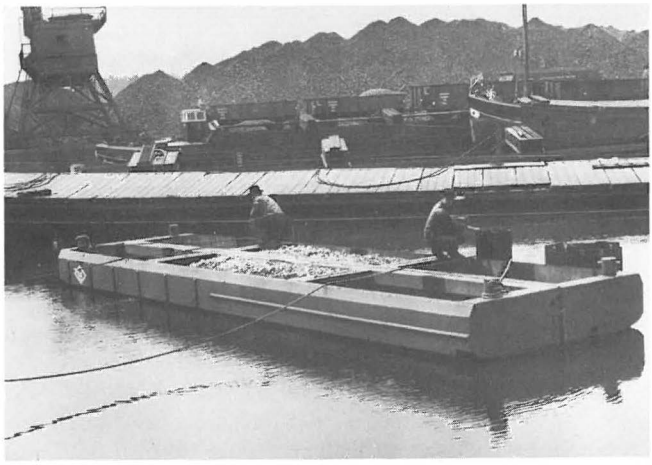
Bei der von der Maschinenfabrik Deutschland AG entwickelten Aufschleppanlage handelt es sich um eine im Werftbetrieb übliche Slipanlage. Der Landewagen war so gebaut, daß er



1958 wurden in Dortmund die ersten Schwimm- und Anlandungs-Versuche mit den neuen Transportgefäßen unternommen.



Der O&K-Behälter wird vom Landewagen der Aufschleppanlage aufgenommen und ins Wasser gesetzt.



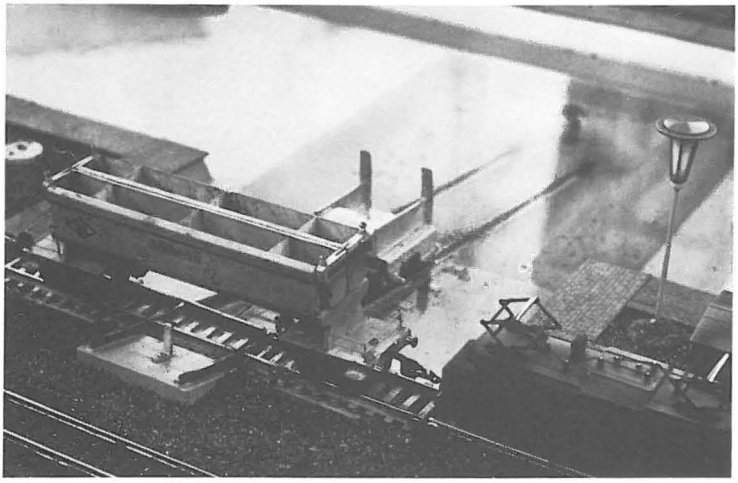
Einfache Kupplungen verbinden die beiden Hälften so, daß sie ein als Wasserfahrzeug verwendbares Lastrohr bilden.

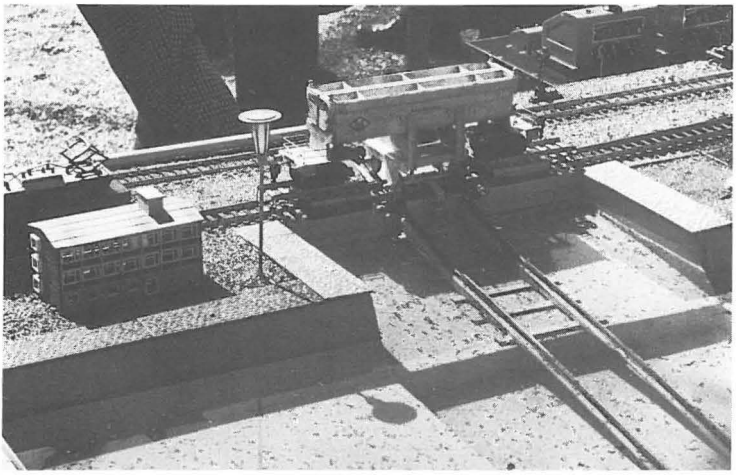
beide Formen der Schwimmbehälter aufnehmen konnte. Mit Hilfe eines Windwerkes wurde der Landewagen bis auf die Höhe der Uferböschung hochgezogen; dann wurden die Behälter mittels Hubwerken, die in dem Landewagen eingebaut waren, auf die Eisenbahndrehgestelle abgesenkt. Die Landung und Umsetzung eines Behälters mit 50 t Nutzlast auf die Sonderdrehgestelle nahm etwa 10 Minuten in Anspruch. 1957 ist auf dem Gelände der Hoesch-Westfalenhütte AG in Dortmund die erste Landeanlage für diese amphibischen Transportmittel in Betrieb genommen worden. Dabei wurden unter Verwendung der Antriebseinheiten des Westphal-Floßes, z.B. am 22. September 1958, auch Schwimm- und Anlandungsversuche mit den weiterentwickelten Transportgefäßen gemacht.[49]

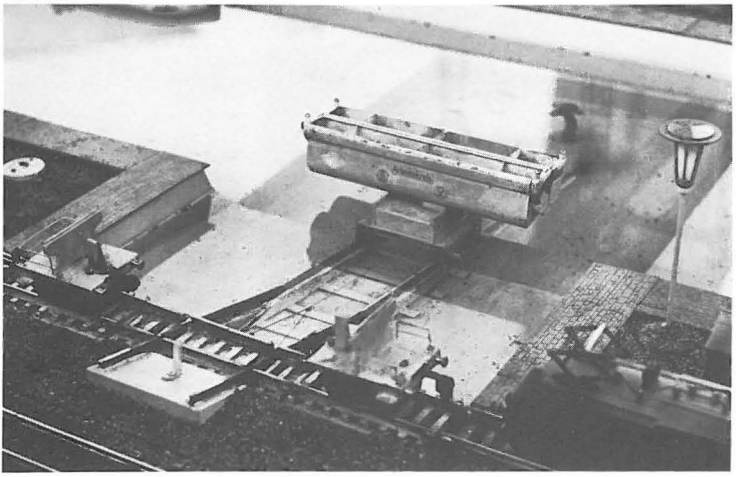
Die Erfahrungen mit dem Westphal-Floß sowie die Versuche mit den beiden weiterentwikkelten amphibischen Fahrzeugen fanden damals entsprechende Beachtung. Man diskutierte erneut das alte Problem der Verkehrsverbesserung zwischen dem Ruhrgebiet und Lothringen. Bis dahin war die Kanalisierung der Mosel unter den Lösungen fast immer allein genannt worden[50], nun aber prüfte ein kleiner Kreis von Fachleuten unter der Leitung von Willy Ochel[51] den Vorschlag zur Einrichtung eines amphibischen Verkehrs auf dem Rhein zwischen Koblenz und den lothringischen Erzförderstätten sowie den moselfernen Werken dieser Region, ferner auch in Luxemburg und im Saargebiet. Der Haus-zu-Haus oder Werk-Werk-Verkehr mit Lastrohrflößen könnte in kurzer Zeit wirksam aufgenommen werden, sobald die wenig kostspieligen Landanlagen und Unterwasseranschlußgleise sowie die ersten Lastrohrflöße gebaut wären. Entscheidende Vorteile versprach der amphibische Verkehr durch den direkten Übergang von der Schiene zum Wasser und umgekehrt. Auf diese Weise könnten das Umladen sowie die vor allem beim Koks auftretenden Qualitätsverluste und die damit verbundenen Kosten vermieden werden. In ihrer Untersuchung wies die Gruppe um Ochel auf die positiven Erfahrungen hin, die mit dem Westphal-Floß während einer nahezu zehnjährigen Betriebszeit gemacht worden waren.[52] Für das »Unterwasseranschlußgleis« (Slips), dem das Westphal erteilte Patent Nr. 806528 zugrunde lag, waren inzwischen drei Alternativen konstruktiv entwickelt worden: mittels Spezial-Wasserrollböcken, Sonderdrehgestellen oder mit Hilfe einer seitlichen Hängebahn mit Rollböcken. Bei allen Ausführungen war Wert darauf gelegt worden, auf schwere Hebezeuge zu verzichten und die Bewegung der Lastrohre ausschließlich mit Seilzug und Rollgeräten vorzunehmen. Gegenüber dem von französischen Fachleuten favorisierten amerikanischen Schubsystem[53] wurde zugunsten des Lastrohrfloßes ins Feld geführt, daß dieses an beiden Enden gesteuert wird und amphibisch, damit fortschrittlicher sei.[54] Nach einer ausführlichen Wirtschaftlichkeitsrechnung kamen die Fachleute zu dem Ergebnis, daß der »amphibische Verkehr« mit Hilfe von Lastrohrflößen, deren einzelne Lastrohre eisenbahnfähig waren, eine wirtschaftlich vorteilhaftere Verkehrsbeziehung im Vergleich mit der klassischen Schiffahrt und der Eisenbahn zwischen Ruhrgebiet und Lothringen garantieren würde.[55]

Soviel auch für das Lastrohr-Floß sprach, es hat im Rhein-Mosel-Verkehr keine Verwendung gefunden. Die Entscheidung fiel – nicht zuletzt aus politischen Gründen – zugunsten der Moselkanalisierung und eines ungebrochenen Verkehrs, z.T. mit Schubeinheiten nach amerikanischem Vorbild. Auch anderen Orts ist es nicht mehr zu einer Realisierung der Idee von Westphal gekommen. Das erste Lastrohrfloß, die MS PAUL-MARIE, ist das einzige geblieben. Schubschiffahrt und Containerverkehr sind die verwandten Zweige, die sich haben durchsetzen können. Allerdings sind die Leichter der Schubschiffahrt auf die Wasserstraßen beschränkt, und die Containerbehälter sind nicht schwimmfähig. Das Lastrohr paßte sich jedem Verkehrsträger an.

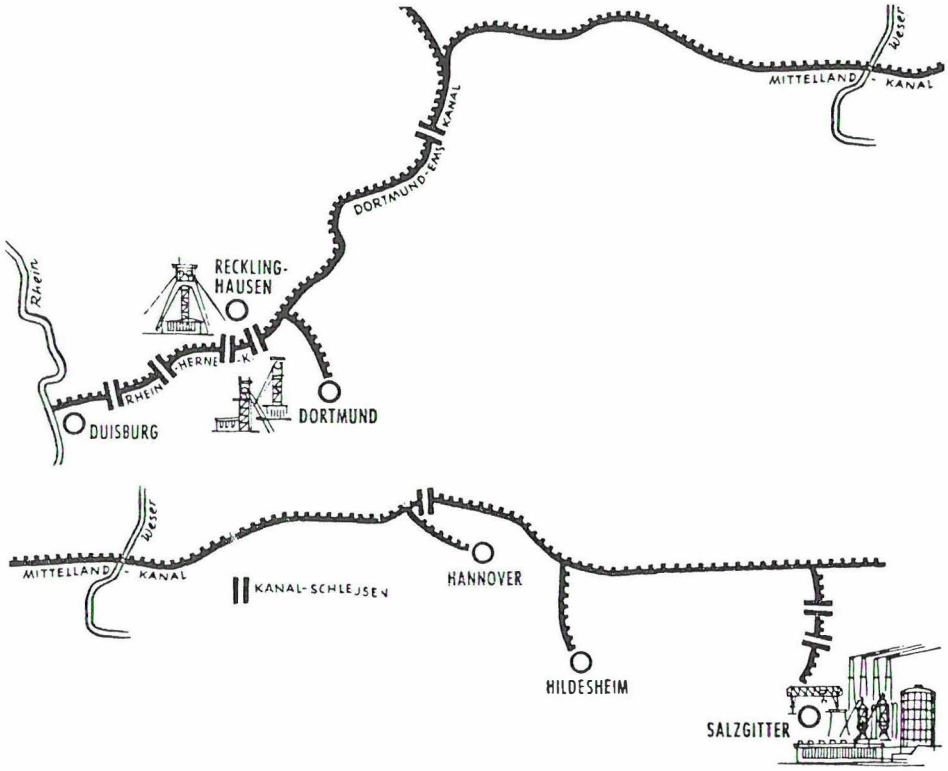
Übrigens ist noch nachzutragen, daß das Lastrohrfloß MS PAUL-MARIE nach dem Krieg wieder in Fahrt gekommen ist, seit 1950 unter der Führung von Kapitän Berndtsen aus Wolfenbüttel. In der Zeit von 1950 bis Januar 1957 hat das Lastrohrfloß mit seinen fünf Mann







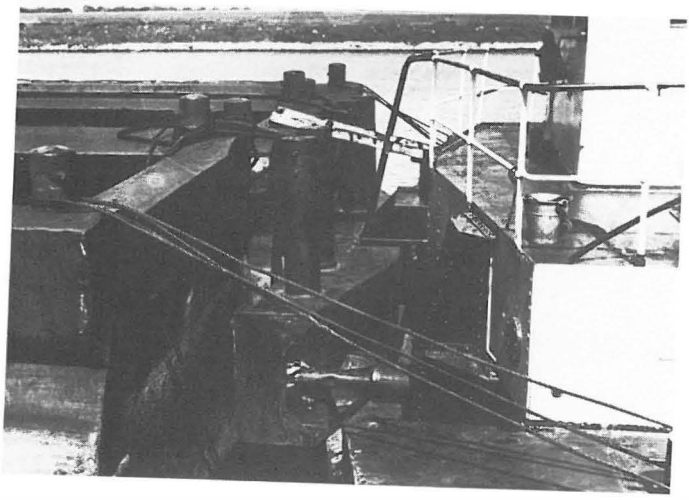
Bei der von der Maschinenfabrik Deutschland AG entwickelten Aufschleppanlage handelt es sich um eine im Werftbetrieb übliche Slipanlage. Der Landewagen wurde auf Höhe der Uferböschung hochgezogen und die Behälter auf die Eisenbahndrehgestelle abgesenkt. Landung und Umsetzung nahmen etwa 10 Minuten in Anspruch.



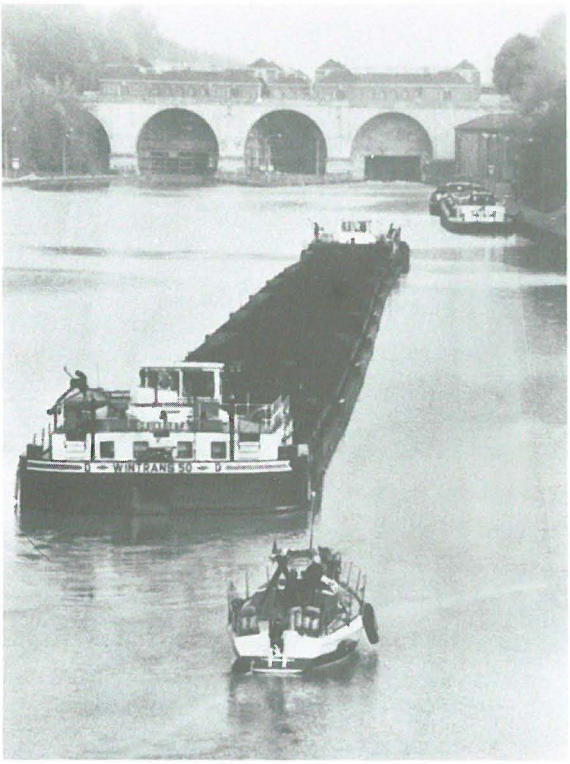
Von 1950 bis Januar 1957 hat das Lastrohrfloß 86 Reisen gemacht und dabei rund 175 000 t Kohle von Recklinghausen nach Salzgitter gebracht.

Die MS PAUL-MARIE *ist 1972 von der Winschermann-Transport GmbH (Wintrans) übernommen und in* WINTRANS 50 *umgetauft worden.*

Zug- und Schubboot haben 1958 stärkere Maschinen erhalten; 1972 sind die Unterkünfte modernisiert worden.



In den Jahren von 1964 bis 1966 sind die 24 Lastrohre durch 8 Leichter (Bargen) von 9 m Breite und 24 m Länge ersetzt worden.



Bei einem zulässigen Tiefgang von 2,10 m beträgt die Ladefähigkeit 2933 t Kohle (etwa 2 Eisenbahnzüge).

Für die ca. 330 km benötigt das Lastrohrfloß drei bis vier Tage.

Besatzung 86 Reisen gemacht und dabei rund 175000 t Kohle von der Konzernzeche »Julia« in Recklinghausen nach Salzgitter gebracht. 86 Reisen, das waren rund 57500 km auf der 334 km langen Kanalstrecke zwischen Beddingen und Recklinghausen mit insgesamt sechs Schleusen – fünf 225 m lang und 12 m breit, eine 126 m lang und 9¾ m breit. Eine Strecke wurde in etwa 4½ Tagen zurückgelegt; eine Hin- und Rückreise dauerte, einschließlich Be- und Entladung, rund 14 Tage. In Beddingen wurde mit Greifern entladen; die nach dem Krieg zumindest provisorisch fertiggestellte Entladevorrichtung, mit der die Rohrgefäße aus dem Wasser gehoben und gekippt wurden, war in der Annahme, man würde die Anlage nicht mehr benötigen, demontiert worden.[56] Versöhnlich stimmt, was die »Bramscher Nachrichten« im Herbst 1964 unter dem Titel »Schiebung auf dem Mittellandkanal. Schubschiffe sind auf Westdeutschlands Wasserstraßen noch nicht sehr oft zu sehen« berichten. Da ist einiges über die Geschichte der Wirtschaftlichkeit der Schubschiffahrt, insbesondere durch Personaleinsparung, geringere Baukosten und bessere Kapazitätsausnutzung, zu lesen. Unter dem Artikel ist mit der Unterschrift »Das Schubschiff auf dem Mittellandkanal bei Bramsche« das Lastrohrfloß MS PAUL-MARIE abgebildet.[57]

Kurze Zeit später, in den Jahren von 1964 bis 1966, sind die 24 Lastrohre durch 8 Leichter (Bargen) von 9 m Breite und 24 m Länge ersetzt worden. Länge und Breite der Transporteinheit blieben unverändert, die Ladefähigkeit jedoch konnte – bei dem zulässigen Tiefgang von 2,10 m – von 2400 t auf genau 2933 t Kohle (etwa 2 Eisenbahnzüge) gesteigert werden.[58]

Die »Schlange«, wie das Lastrohrfloß in Schiffahrtskreisen genannt wird, benötigt für die ca. 330 km lange Fahrtstrecke vom Zechenhafen »Julia« der Schachtanlage Recklinghausen bis zum Hüttenhafen je nach Wetterlage drei bis vier Tage, wobei täglich 16 Stunden mit Tempo 6–8 km, seit 1972 pro Stunde 9–12 km gefahren werden.

Zug- und Schubboot, die über Sprechfunk miteinander in Verbindung stehen, haben 1958 stärkere Maschinen erhalten. Die Motoren für die beiden Bugpropeller des Zugbootes leisten

Immer noch die größte und leistungsfähigste Transporteinheit auf dem Mittellandkanal!

Drei Generationen »Schlangenbändiger«.

je 180 PS, die für die Heckpropeller des Schubbootes je 150 PS. Die Propeller aus besonders gehärtetem Material haben einen Durchmesser von 1,80 m.

Im Jahre 1972, nachdem das Lastfloß von einem entgegenkommenden Tankschiff gerammt worden war, sind die Unterkünfte für die nunmehr fünfköpfige Besatzung modernisiert worden.

Die MS PAUL-MARIE fuhr bis zum 31. Mai 1972 unter der Regie der Verkehrsbetriebe der Salzgitter AG, danach ist sie von der Winschermann Transport GmbH (Wintrans), der Reederei der Salzgitter-Gruppe, übernommen und in WINTRANS 50 umgetauft worden.

Am 28. August 1973 hat das Lastfloß die millionste Tonne »Julia-Kokskohle« in Recklinghausen geladen und zum Löschhafen Salzgitter gefahren.

Zu dieser Zeit hatte Kapitän Johann Berndtsen, der das Lastfloß 20 Jahre lang als Schiffsführer gefahren und damit 887 000 t Kohle befördert hatte, das Ruder an den Schiffsführer Peter Elsweiler übergeben. Heute führt Manfred Märländer, der 1961 als Schiffsjunge auf der PAUL MARIE angefangen hatte und danach sechs Jahre Matrose gewesen war, diese immer noch größte und zugleich leistungsfähigste Transporteinheit auf dem Mittellandkanal.

Anmerkungen:

1 Hans P. Jansen: Vom Einbaum zum Einraumschiff. Zur Entwicklung der Containertransporte auf dem Rhein. Duisburg 1986, S. IV.

2 Ebd., S. 16.

3 Lars U. Scholl: Tauerei auf dem Rhein. In: Deutsches Schiffahrtsarchiv 3, 1980, S. 49–68; 4, 1981, S. 35–60; 5, 1982, S. 41–74; vgl. auch die erheblich erweiterte Monographie ders.: Als die Hexen Schiffe schleppten. Die Geschichte der Ketten- und Seilschleppschiffahrt auf dem Rhein, Hamburg 1985.

4 Das gilt auch für die ausführliche Darstellung von Marlies Kutz: Zur Geschichte der Moselkanalisierung von den Anfängen bis zur Gegenwart. Ein Überblick. In: Beiträge zur Geschichte der Moselkanalisierung (= Schriften zur Rheinisch-Westfälischen Wirtschaftsgeschichte, Bd. 14). Köln 1967.
5 Eberhard Westphal: Das Westphal-Floß (Lastrohrfloß). Ein neues Wasserfahrzeug für Massengut. Bonn 1947, S. 2f.
6 Vgl. dazu Archiv der Salzgitter AG, 14/040/7, Laströhre und Laströhrenkanal, S. 2; E. Westphal: Das Westphal-Floß, S. 5, 9, 11f. und 39; ders.: Das »Westphal-Floß« als neues Verkehrsmittel. In: Stahl und Eisen 70, 1950, Nr. 3, S. 100 (zit.: E. Westphal, Stahl und Eisen).
7 E. Westphal: Das Westphal-Floß, S. 6, 12, 19 und 42.
8 Archiv der Salzgitter AG, 14/040/7, S. 8; E. Westphal: Das Westphal-Floß, S. 9 und 25; ders., Stahl und Eisen, S. 103.
9 Archiv der Salzgitter AG, 14/040/7, S. 17; 14/044/2.
10 Ebd. 14/040/5; hier ist auch das Flugversuchsboot (FV-Boot) entwickelt worden.
11 Das Versuchsprogramm mit Kortdüsen wurde erst am 15. Februar 1943 abgeschlossen.
12 Archiv der Salzgitter AG, 14/040/7, S. 17ff.; E. Westphal: Das Westphal -Floß, S. 10.
13 Archiv der Salzgitter AG, 14/044/2, Schreiben vom 8. und 14. September.
14 Ebd., Schreiben vom 16. September, 4., 10., 12., 16., 20. Oktober sowie vom 3. Dezember.
15 Ebd., Überführungsbericht vom 19. Februar 1944.
16 Ebd., 14/044/2, Erfahrungsbericht vom Februar 1944 und Drehbücher des Lastrohrfilms vom 19. Oktober 1943, S. 8 sowie vom 29. April 1944, S. 16.
17 Ebd., Drehbuchfassungen; E. Westphal: Das Westphal-Floß, S. 8, 12 und S. 42.
18 E. Westphal: Das Westphal-Floß, S. 7/8 und S. 31–33.
18a Ebd.; insbesondere Archiv der Salzgitter AG, 14/040/7, S. 4–7; 14/044/2, Drehbücher S. 8 bzw. S. 3 und 4.
19 Archiv der Salzgitter AG, 14/044/2, Drehbücher, S. 7 bzw. 10; Erfahrungsbericht, S. 6.
20 E. Westphal: Das Westphal-Floß, S. 104–112; Archiv der Salzgitter AG. 14/044/2, Drehbücher, S. 6 bzw. 8.
21 E. Westphal: Das Westphal-Floß, S. 18; Archiv der Salzgitter AG, 14/044/2, Drehbücher, S. 8 bzw. 15f.
22 Schon im Überführungsbericht vom Februar 1944 wird nachdrücklich auf die Vorteile einer um 360° drehbaren Kortdüse für den Antrieb der Heckeinheit hingewiesen; Archiv der Salzgitter AG, 14/044/2, S. 1 und 2.
23 E. Westphal: Das Westphal-Floß, S. 19/20.
24 Archiv der Salzgitter AG, 14/044/2, S. 4.
25 Ebd.; E. Westphal: Das Westphal-Floß, S. 21/22 und 36.
26 Ebd., S. 5 bzw. S. 23 und 34.
27 Ebd., S. 5f. bzw. S. 25 und 37.
28 E. Westphal: Das Westphal-Floß, S. 19–35.
29 Ebd., S. 38 und 48; Archiv der Salzgitter AG, 14/040/7, S. 5.
30 E. Westphal: Das Westphal-Floß, S. 40 und 47.
31 Weder die verschiedenen Denkschriften noch die Drehbücher zum Film nehmen darauf Bezug; die Veröffentlichung von E. Westphal: Das Westphal-Floß, S. 47, erwähnt zum ersten Mal das Tanklastrohr.
32 Ebd.
33 In der Projektstudie ist sogar ein Fernkanal zur Verbindung der Ukraine mit Westeuropa als Beispiel genannt; Archiv der Salzgitter AG, 14/040/7, S. 16.
34 Nach dem Vorbild der Einrichtungen in den geneigten Ebenen des Oberlandes in Ostpreußen.
35 In seinem 1950 erschienenen Aufsatz rechnete Westphal mit maximal 250 Mio. t Jahresleistung: E. Westphal, Stahl und Eisen, S. 107.
36 Archiv der Salzgitter AG, 14/040/7, S. 10a–16; E. Westphal: Das Westphal-Floß, S. 49/50.
37 Archiv der Salzgitter AG, 12/782.
38 Ebd., ausführlicher Versuchs-Bericht vom 27.3.1947; E. Westphal: Das Westphal-Floß, Vorwort.
39 Auch die Vertreter der Hütte Linz hatten eine Verringerung angeregt; vgl. Anm. 37.
40 Archiv der Salzgitter AG, 12/782, Bericht vom 16. Juni 1947.
41 Ebd., 20. Juni 1947.
42 Ebd., Notiz vom 27. Juni 1947.
43 Ebd., 14/044/2, insbesondere die beiden Entwürfe für ein Drehbuch; die Werkabnahmeaufführung fand am 3. September 1944 statt; vgl. auch 12/782, Notiz vom 20.6.1947.

44 Bericht Nr. 109, in: Stahl und Eisen 70, 1950, Nr. 3, S. 97–109.
45 Ebd., S. 105.
46 Ebd., S. 99 und 106.
47 Ebd., S. 106.
48 Vgl. dazu: Amphibische Transportfahrzeuge. Eine Weiterentwicklung des Westphal-Lastrohrfloßes. In: »Hansa«, Zentralorgan für Schiffahrt-Schiffbau-Hafen, Heft 20/21, 1957, s.a. Klepzig Fachberichte, 1957, Nr. 6.
49 Vgl.: Verkehrsrationalisierung durch amphibische Transportmittel. = Klepzig Fachberichte für die Berg-, Hütten-, Metall- und Maschinenindustrie, 1957, Heft 4.
50 Der gebrochene Verkehr mit Umladen von Bahn auf Schiff in Koblenz war schon früher einmal ins Auge gefaßt worden; vgl.: Zur Frage des Ersatzes der Mosel- und Saar-Kanalisierung durch die Anlage von neuen Güterbahnen für den Verkehr zwischen Ruhr und Mosel und die Frage der Kanalisierung von Mosel und Saar, in: Zeitschrift für Binnenschiffahrt 19, 1912, S. 315/316.
51 Dipl.-Ing. Dr.-Ing. e.h. Willy Ochel, Mitglied des Vorstandes der Hoesch Werke AG und Präsident der Industrie- und Handelskammer zu Dortmund.
52 Ebd., S. 41, vgl. auch Albert Ganzenmüller: Amphibischer Verkehr – Ein Beitrag zur Rationalisierung des Transportwesens. In: Europa-Verkehr, 1956, Heft 4.
53 Seit Jahren auf dem Mississippi und dem Paraná praktiziert; vgl.: Statt Schlepper – Schiebeboote. In: RKW Kurznachrichten, Nr. 80, 8. Februar 1954.
54 W. Ochel: Verkehrsprobleme, S. 49f.
55 Ebd., S. 59–64.
56 Klaus Scheibe: Das Lastrohrfloß. Ein modernes Transportfahrzeug zu Wasser kommt aus Salzgitter. In: Unsere Hütte 7, 1957, Nr. 2, S. 33-60, S. 46-48; vgl. auch Bruno Vogel: Verkehrsbetriebe Salzgitter GmbH. In: Ebd., 5, 1955, Nr. 12, 333–360, S. 346–348.
57 Bramscher Nachrichten vom 25. September 1964.
58 Diese und die weiteren Angaben verdanke ich Herrn W. Renner von der Wintrans GmbH in Salzgitter, der auch die Fotos von der WINTRANS 50 zur Verfügung gestellt hat. Ihm und Herrn Dr. Helmut Fiereder, Salzgitter-Archiv, sowie den Verkehrsbetrieben bin ich für die mir freundlich gewährte Unterstützung sehr verbunden.