Deutscher Wasserstraßen-
und Schiffahrtsverein
Rhein-Main-Donau e.V.

Mitteilungsblätter

93

Mitteilungsblätter
November 1997
Nummer 93

Deutscher Wasserstraßen-
und Schiffahrtsverein
Rhein-Main-Donau e.V.
Nürnberg
Geschäftsstelle:
Karl-Schönleben-Str. 65
90471 Nürnberg
Telefon: 09 11 / 8 14 95 09

Inhaltsverzeichnis

Zuverlässige Wasserstraßen
Vorwort der Redaktion 5

Schiffahrtsbehinderungen auf der Main-Donau-Wasserstraße
Dr. Hartwig Hauck, Geschäftsführendes Vorstandsmitglied des Deutschen Wasserstraßen- und Schiffahrtsvereins Rhein-Main-Donau e.V. . . . 8

Schiffahrtsbetrieb auf den Binnenwasserstraßen bei Eis
Josef Möbius, Möbius Bau-Gesellschaft (GmbH & Co.) 17

DBR-Wintertechnik hilft der Binnenschiffahrt
Hans-Wilhelm Dünner, Geschäftsführer der Deutschen Binnenreederei GmbH . . 26

Binnenschiffahrt bei Eisbedeckung
Dr.-Ing. Karl-Heinz Rupp, Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt GmbH 30

Zuverlässige Wasserstraßen

Die Wasserstraße als natürlicher und damit umweltfreundlicher Verkehrsweg ist auch von Naturereignissen abhängig. Als solche sind Niedrigwasser und Hochwasser sowie Eis zu nennen. Sie sind naturgegeben und daher teilweise unvermeidbar.
Wenn durch solche Naturereignisse die Nutzung einer Wasserstraße zeitweilig nicht mehr oder nur eingeschränkt möglich ist, so hat dies negative Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit der Binnenschiffahrt. Denn unter den heute bestehenden Anforderungen der Verlader stehen neben günstigen Frachtraten Sicherheit und Zuverlässigkeit obenan. Gerade die letztgenannten Kriterien sind wesentliche Voraussetzung für die Einbeziehung der Binnenschiffahrt in Transportketten.
Die genannten Anforderungen gelten im besonderen Maße für die Main-Donau-Wasserstraße. Zum einen ist dieser Wasserweg in seinem Zusammenhang zwischen Rhein-Stromgebiet und Donau bei Verladern und Teilen der Binnenschiffahrt noch nicht voll eingeführt. Er bietet auch nicht die verdichtete Aneinanderreihung von dichtbesiedelten Regionen und wirtschaftsstarken Zentren wie etwa der Rhein. Außerdem stellen seine Teilstrecken Main, Main-Donau-Kanal und Donau unterschiedliche Anforderungen an die Schiffahrt.
Andererseits wird dem Ost-West-Verkehr ein ausgeprägtes Wachstumspotential prognostiziert. Damit kommt der Verlagerung von Gütern auf die umweltfreundliche Wasserstraße gerade hier besondere Bedeutung zu. Das bedeutet zusätzliche Chancen für die Binnenschiffahrt, sofern die Main-Donau-Wasserstraße die Voraussetzungen für Sicherheit und Zuverlässigkeit der Gütertransporte erfüllt.
Die ausgeprägte Niedrigwassersituation der Engpaßstrecke Straubing-Vilshofen ist bekannt. Hier ist nachhaltige Abhilfe nur durch einen staugestützten Ausbau möglich.
Von Schiffahrtseinstellungen wegen Hochwasser sind sowohl die Donau als auch der Main betroffen. Hier erscheint auch zukünftig Abhilfe kaum möglich, doch fallen Hochwasser aufs Ganze gesehen nicht so gravierend ins Gewicht.

Wasserstraßen offenhalten

Zwei lange Eiswinter mit entsprechenden Eissperren, vor allem beim Main-Donau-Kanal, haben bei Verladern und Reedereien schon zu Reaktionen geführt und sind geeignet, das Vertrauen in die Schiffahrt und den Abschluß langfristiger Verträge zu stören. In dieser Situation ist es besonders wichtig, Eissperren möglichst zu vermeiden oder wenigstens für ihre nachhaltige Verkürzung zu sorgen.
Nachdem sich der Deutsche Wasserstraßen- und Schiffahrtsverein in zahlreichen Mitteilungsblättern und anderen Veröffentlichungen bereits eingehend mit der Niedrigwasserproblematik der Strecke Straubing-Vilshofen beschäftigt und auch dem Hochwasser das Mitteilungsblatt Nr. 85/86 gewidmet hat, behandelt dieses Heft die Eisproblematik und die Vermeidung oder doch Verkürzung von Eissperren. Da diese Überlegungen bei der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung noch nicht abgeschlossen sind und auch Pilotprojekte noch laufen, geht es hier zunächst um einen Zwischenbericht, der später, wenn weitere Erfahrungen und Ergebnisse vorliegen, noch zu ergänzen ist.

Schon heute kann jedoch positiv vermerkt werden: Die Wasser- und Schiffahrtsverwaltung sieht es mehr denn je als ihre Aufgabe an dafür zu sorgen, daß die Binnenschiffahrt ihre Verkehre zuverlässig durchführen kann.

Unter diesem Gesichtspunkt wird auch die Eisproblematik gesehen. Zu ihrer Lösung besteht eine informelle Arbeitsgruppe aus Vertretern des Bundesministeriums für Verkehr, Abteilung Binnenschiffahrt und Wasserstraßen, und den Wasser- und Schiffahrtsdirektionen Mitte und West. Dabei geht es um die Erarbeitung eines Gesamtkonzepts der Eisfreihaltung, das verschiedene Komponenten einschließt: neben den technischen Möglichkeiten insbesondere auch ökonomische Fragen, aber auch eine verbesserte Kommunikation und Information zwischen den Beteiligten – Wasser- und Schiffahrtsverwaltung, Binnenschiffern und Verladern.

Technische Neuerungen

Wichtig sind dabei auch technische Neuerungen der Eisaufbrechung, über die dieses Mitteilungsblatt eingehend informiert.
Bei dem Eisschredder der Firma Möbius handelt es sich um ein Gerät, bei dem auf eine dauerrotierende Walze Schlegel aufgebracht sind, die das Eis in Stücke schlagen. Dabei verbleiben zerkleinerte Eisstücke, die vom Schiffskörper einfach zur Seite geschoben werden können, ohne Schraube oder Schiffsrumpf zu gefährden. Das wird in einem ausführlichen Beitrag der Firma Möbius dargelegt.
Außerdem bringen wir einen Bericht von Hans-Wilhelm Dünner von der Deutschen Binnenreederei GmbH über die technische Realisierung des Eispfluges.
Beide Berichte werden ergänzt durch den Beitrag von Dr.-Ing. Karl-Heinz Rupp von der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt GmbH „Binnenschiffahrt bei Eisbedeckung".
Diese Beiträge geben jeweils die Auffassung ihrer Autoren wieder.
Eine Darstellung der Schiffahrtsbehinderungen auf der Main-Donau-Wasserstraße in den zurückliegenden Jahrzehnten geht diesen Beiträgen voraus, um einen Eindruck von den unterschiedlichen Beeinträchtigungen zu vermitteln. Die Behinderungen an anderen Wasserstraßensystemen weichen hiervon maßgeblich ab und würden eine jeweils gesonderte Darstellung erfordern.

Verstärkte Kommunikation notwendig

Diese weiterentwickelte Technik stellt sicher einen wichtigen Fortschritt dar, jedoch keine Lösung der Eisproblematik im Sinne der ständigen Offenhaltung der Wasserstraßen. Sie ermöglicht aber, nach Auffassung der oben genannten Expertengruppe, zu einer Vermeidung kürzerer – etwa fünf- bis zehntägiger – Sperrungen zu kommen und längere Sperrzeiten abzukürzen, indem der Sperrbeginn einige Tage hinausgeschoben und das Sperrende vorgezogen werden kann.
Das aber setzt ein aktives Mitwirken der Binnenschiffer voraus. Sie müssen tatsächlich fahren, denn Eisbrechertechnologie funktioniert nur auf stärker befahrenen Strecken. Eine dichte Häufigkeit von durchfahrenden Schiffen hält die geschredderte Eismasse weich. Dagegen würde bei immer neuem Schreddern die Gefahr nicht auszuschließen sein, daß das Eisgemisch in immer weitere Tiefen vordringt und insoweit die Vereisung steigert.
Das Vertrauen des Binnenschiffers in die Offenhaltung der Wasserstraße muß gestärkt werden. Die Weiterfahrt seines Schiffes durch eisbehinderte Gewässer liegt letztendlich in seiner Eigenverantwortlichkeit. Deshalb wird mancher Partikulier zögern, weil die Erlöse aus den niedrigen Frachtraten es kaum erlauben, einen Schaden mit anschließender teurer Reparatur hinzunehmen. Hier muß Kommunikation Abhilfe schaffen. Zu der fortschrittlichen Eistechnik muß deshalb eine

verbesserte Information kommen. Zum einen müssen möglichst zuverlässige und rechtzeitige Mitteilungen darüber erfolgen, wo und zu welcher Zeit Wasserstraßen trotz Eis noch befahren werden können. Auch Beginn und Ende von Eissperrungen müssen jeweils aktuell abrufbar sein. Zum anderen sollte aber auch der einzelne Schiffer seinen Standort, Fahrtziel und PS-Leistung etc. mitteilen, um eventuelle Eisbrecherhilfe zu erhalten und um Konvoifahrten zusammenstellen zu können.

Die neuentwickelte Eisbrechtechnik in Verbindung mit diesen Überlegungen wird zur Zeit von der oben genannten Arbeitsgruppe in pilotmäßigen Versuchen an zwei Achsen erprobt. Auch die WSD-Süd wird Erprobungen auf dem MD-Kanal speziell in den Schleusenbereichen durchführen. Dabei geht es auch um die Abklärung ökonomischer Fragen. Technik und Wirtschaftlichkeit sollen so zusammengeführt werden und in ein Gesamtumsetzungskonzept münden.

Über die Ergebnisse dieser Erprobungsphase werden die übrigen Wasser- und Schiffahrtsdirektionen eingehend unterrichtet. Anschließend ist ein WSD-übergreifendes Gesamtkonzept vorgesehen. Über die Erfolge dieser Bemühungen werden wir wieder berichten.

Die Redaktion

Schiffahrtsbehinderungen auf der Main-Donau-Wasserstraße

Dr. Hartwig Hauck,
Geschäftsführendes Vorstandsmitglied des Deutschen Wasserstraßen- und Schiffahrtsvereins Rhein-Main-Donau e.V.

Die Binnenschiffahrt, die sich mit Flüssen und Kanälen naturnaher Verkehrswege bedient, ist dementsprechend auch naturbedingten Behinderungen ausgesetzt. In diesem Zusammenhang sind Eisgang, Niedrigwasser und auch Hochwasser zu nennen.
Von solchen Beeinträchtigungen sind die einzelnen Wasserstraßensysteme in sehr unterschiedlicher Weise betroffen. So ist die Schiffahrt auf dem Rhein deutlich weniger beeinträchtigt. Der Rhein ist seit Jahrzehnten nicht mehr zugefroren, und er ist als großer Strom mit starker und abschätzbarer Wasserführung für die Beeinträchtigungen der Schiffahrt durch relativ kurze Niedrigwasserperioden viel weniger anfällig als Flüsse mit geringerer Wasserführung und größerem Gefälle, wie z.B. die obere Donau. Die bloße Fahrrinnentiefe am häufig zum Vergleich zitierten „Binger Loch" ist allein kein brauchbarer Maßstab, da die hydraulischen und nautischen Bedingungen andere sind.
Die Binnenschiffahrt auf der Main-Donau-Wasserstraße ist von solchen naturbedingten Behinderungen viel stärker betroffen. Zwar sind die Verhältnisse am gestauten Main, am Main-Donau-Kanal und an der deutschen Donau jeweils unterschiedlich. Da jedoch der Fernverkehr, der über alle drei Abschnitte geht, einen großen Anteil hat, wirkt sich insoweit die Schwäche eines Abschnittes auch auf die übrigen aus.
Nachfolgend werden Schiffahrtsbehinderungen an der Main-Donau-Wasserstraße durch Niedrigwasser, Hochwasser und Eisgang anhand empirischer Beispiele über einen längeren Zeitraum für ausgewählte Jahre betrachtet.[1]

Starke Behinderung durch Niedrigwasser

Was die Schiffahrtsbehinderung durch Niedrigwasser betrifft, so ist hiervon auf der Main-Donau-Wasserstraße nurmehr die Engpaßstrecke Straubing-Vilshofen betroffen, aber dies in besonders verheerender Weise. Diese Beeinträchtigungen sind geeignet, die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Binnenschiffahrt in Frage zu stellen und zeitweilig den Schiffahrtsbetrieb praktisch zum Erliegen zu bringen. Das hat gravierende Folgen für die Wirtschaftlichkeit und darüber hinaus die Wettbewerbsfähigkeit des umweltschonenden Verkehrsträgers Binnenschiff.
In welchem Ausmaß für längere Perioden wiederkehrende Niedrigwasser die Schiffahrt im Streckenabschnitt Straubing-Vilshofen tatsächlich beeinträchtigen, zeigen die Unterschreitungen des sogenannten Regulierungsniedrigwassers (RNW) der maßgebenden Pegel. Der Pegel Pfelling für den Streckenabschnitt Straubing-Deggendorf, der Pegel Hofkirchen für den Streckenabschnitt Deggendorf-Vilshofen. Bekanntlich herrschen an diesen beiden Donau-Abschnitten durchaus unterschiedliche flußmorphologische und hydraulische Verhältnisse aufgrund des unterschiedlichen Gefälles der Donau, aber auch der größeren Wasserführung nach Einmündung der Isar. Außerdem handelt es sich in dem Abschnitt Deggendorf-Vilshofen teilweise um eine Felsstrecke.
Ein RNW beim Pegel Pfelling von 2,98 m entspricht einer Fahrrinnentiefe von 2 m für die Strecke Straubing-Deggendorf. Ein RNW beim Pegel Hofkirchen von 2,15 m entspricht einer Fahrrinnentiefe von 2 m für die Strecke

[1] Statistische Angaben wurden freundlicherweise von der Wasser- und Schiffahrtsdirektion Süd und dem Wasser- und Schiffahrtsamt Regensburg zur Verfügung gestellt

Deggendorf-Vilshofen. Hierbei handelt es sich um eine Betrachtung der Wasserstände, wobei unterstellt wird, daß die Wasserstands-/Abflußverhältnisse sich in relativ kurzen Untersuchungszeiträumen nicht verändern und somit vernachlässigt werden können. Eine Sondersituation bezüglich der Fahrrinnentiefe bei unterschiedlichen Wasserständen ist im Bereich „Bürgerfeld" gegeben, wie die Abbildung Nr. 1 zeigt.
Nachfolgend werden die Niedrigwasserverhältnisse in den Jahren 1991, 1992 und 1997 untersucht und die Ganglinien dargestellt (vergl. Abb. 2, 3, 4).
Danach war im Kalenderjahr 1991 in dem Abschnitt Straubing-Deggendorf in den Monaten August bis Dezember an 85 Tagen eine Fahrrinnentiefe von weniger als 2 m, in der Regel aber erheblich darunter, gegeben.
Im Jahr 1992 zeigt der Pegel Pfelling in den Monaten August, September und Oktober an 55 Tagen eine Fahrrinnentiefe von weniger als 2 m, meist aber noch deutlich darunter.
Und im Kalenderjahr 1997 ergibt sich nach den Messungen des Pegels Pfelling bis Redaktionsschluß dieses Mitteilungsblattes Mitte November insbesondere in den Monaten August, September, Oktober und November schon an 66 Tagen eine Fahrrinnentiefe von weniger als 2 m, an über 54 Tagen deutlich darunter.
Für die Strecke Deggendorf-Vilshofen lauten die am Pegel Hofkirchen ermittelten Werte für das Jahr 1991 74 Tage, 1992 49 Tage und 1997 (Stichtag 15.11.1997) schon 54 Tage mit einer Fahrrinnentiefe von weniger als 2 m. Auch in diesem Abschnitt tritt das Niedrigwasser ganz überwiegend in den Monaten August bis Dezember auf.
Eine Fahrrinnentiefe von 2 m läßt nurmehr eine Abladetiefe von 1,70 m zu. Tatsächlich ist aber die Abladetiefe meist wesentlich geringer, weil ja die Fahrrinnentiefe von 2 m häufig garnicht erreicht wird, Felsstrecken eine größere Sicherheitsreserve erfordern und bei Bergfahrt ein noch stärkerer Absunk zu berücksichtigen ist.
Wie unhaltbar diese Situation für die Binnenschiffahrt ist, wird deutlich, wenn man sich vergegenwärtigt, daß die für die Strecke Straubing-Vilshofen angestrebte Abladetiefe von 2,50 m, die eine Fahrrinnentiefe von 2,80 m erfordert, auch schon ein unter dem Optimum liegender reduzierter Wert ist. Damit wird klar, daß unter den derzeit gegebenen Niedrigwasser-Verhältnissen eine geordnete Binnenschiffahrt nicht mehr möglich ist, geschweige denn eine wirtschaftliche. Unter diesen Verhältnissen können an manchen Tagen größere Schiffseinheiten kaum leer fahren. Das bedeutet aber über die nicht verkraftbaren wirtschaftlichen Verluste hinaus den Ausschluß der Binnenschiffahrt aus den Logistikketten der modernen Verkehrswirtschaft.
Ihren auch für den Laien einleuchtenden Ausdruck findet diese Situation in Havarieserien auf der freifließenden Donau, über welche die regionalen Tageszeitungen des Donauraumes eindrucksvoll berichten. So ist es seit August in der Problemstrecke Straubing-Vilshofen zu zehn Schiffsunglücken mit 19 beteiligten Fahrzeugen gekommen. Hinzu kommt eine Vielzahl von Grundberührungen und Beschädigungen am Schiff, die gar nicht erst publik und deshalb nicht offiziell behandelt werden.
Diese Havarien sind nicht Ausdruck mangelnder nautischer Fähigkeiten oder fehlenden Verantwortungsbewußtseins der Schiffsführer, wie es der Bund Naturschutz leichtfertig behauptet, sondern das Bemühen, nach umfangreicher Leichterung Restladungen trotz unzureichender Schiffahrtsverhältnisse noch durchzubekommen, um die Geschäftsverbindungen zu erhalten und die Existenz zu retten.

Fahrrinnentiefen der Donau
"Bürgerfeld" bei Vilshofen

Schiffahrtspolizeilicher Hinweis des WSA Regensburg Nr.2/1994

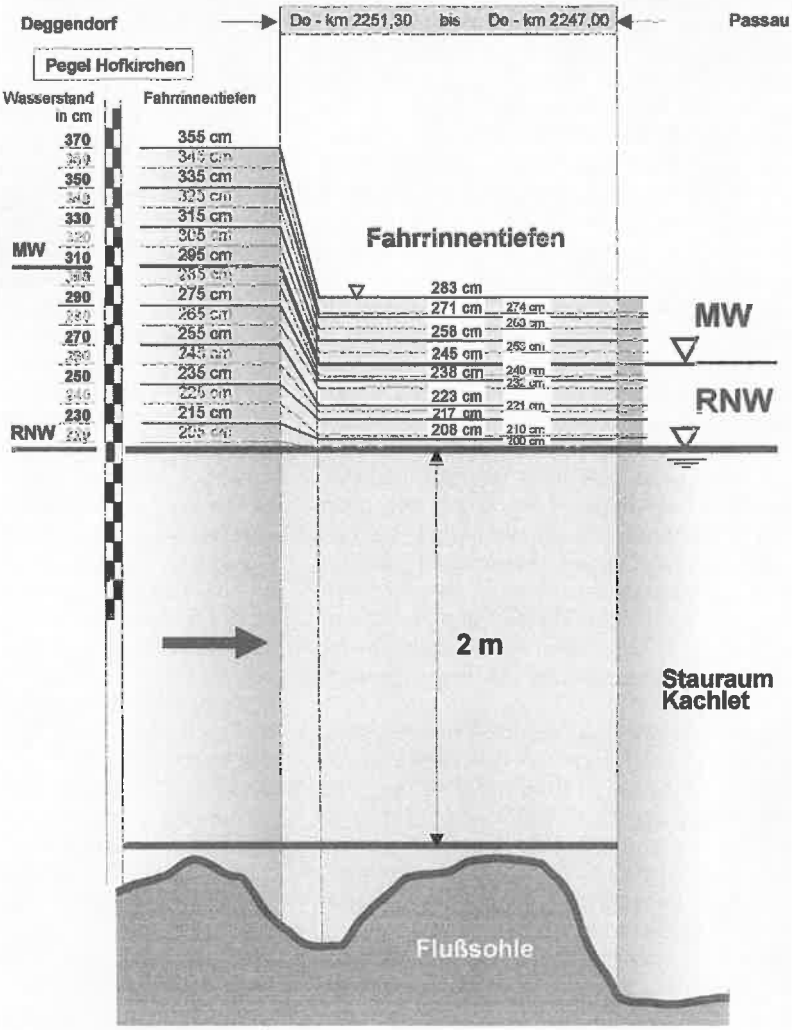


Abb. 1 Quelle: WSA Regensburg/Schiller

WSA Regensburg

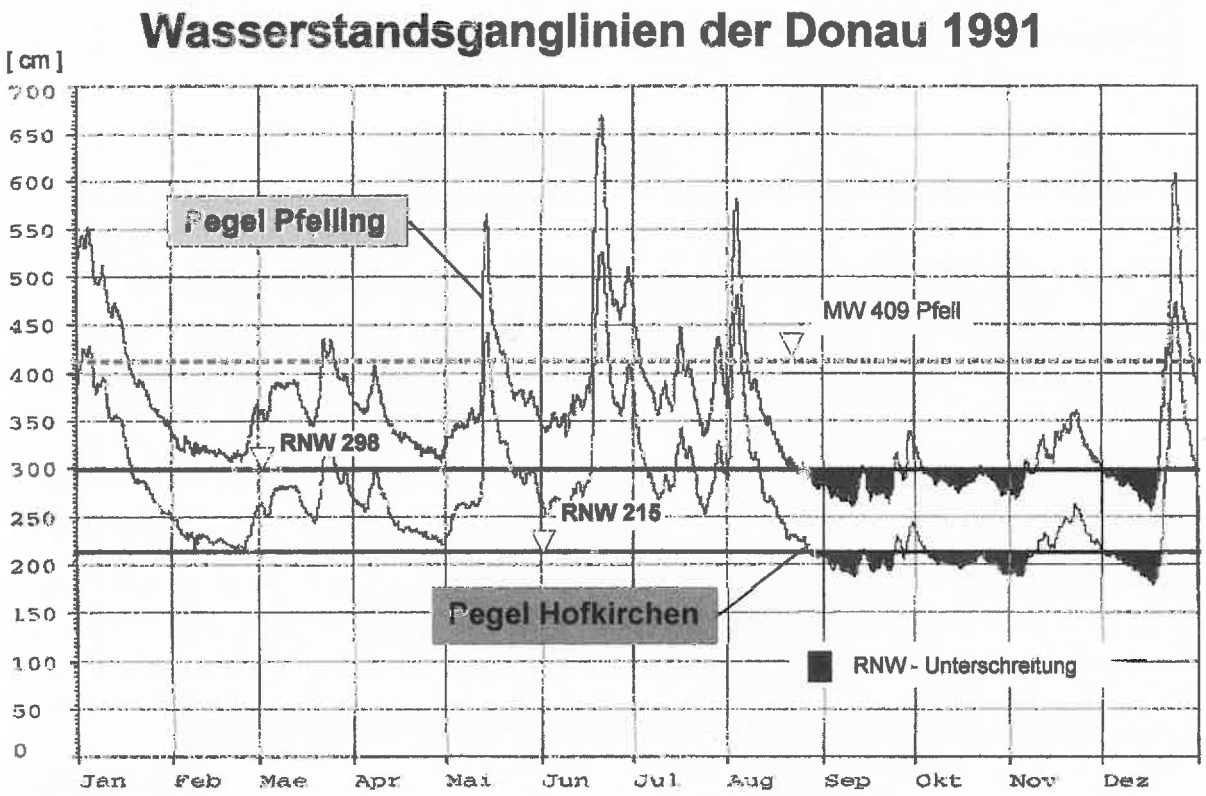


Abb. 2

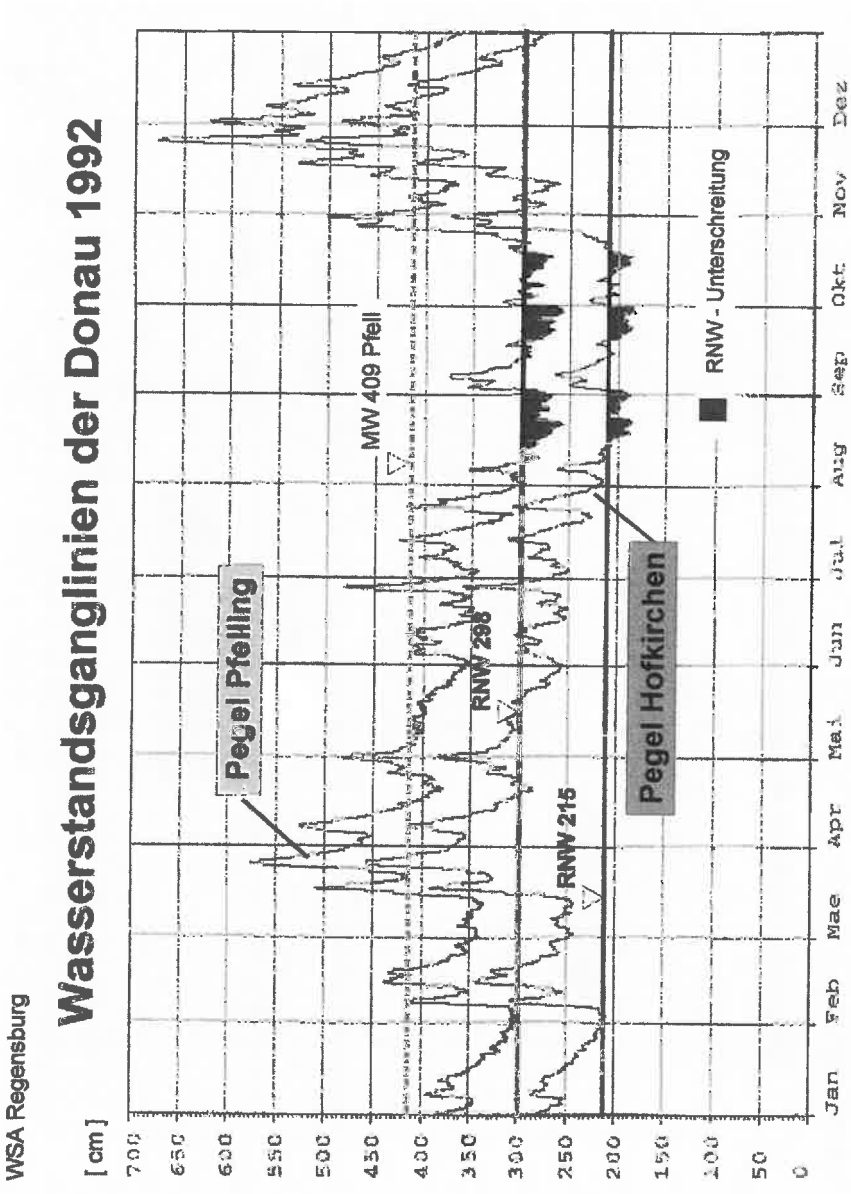

WSA Regensburg
Wasserstandsganglinien der Donau 1992
[cm]
700
650
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
Jan
Feb
Mae
Apr
Mai
Jun
Jul
Aug
Sep
Okt
Nov
Dez
Pegel Pfelling
MW 409 Pfell
RNW 298
RNW 215
Pegel Hofkirchen
RNW - Unterschreitung

Abb. 3

WSA Regensburg

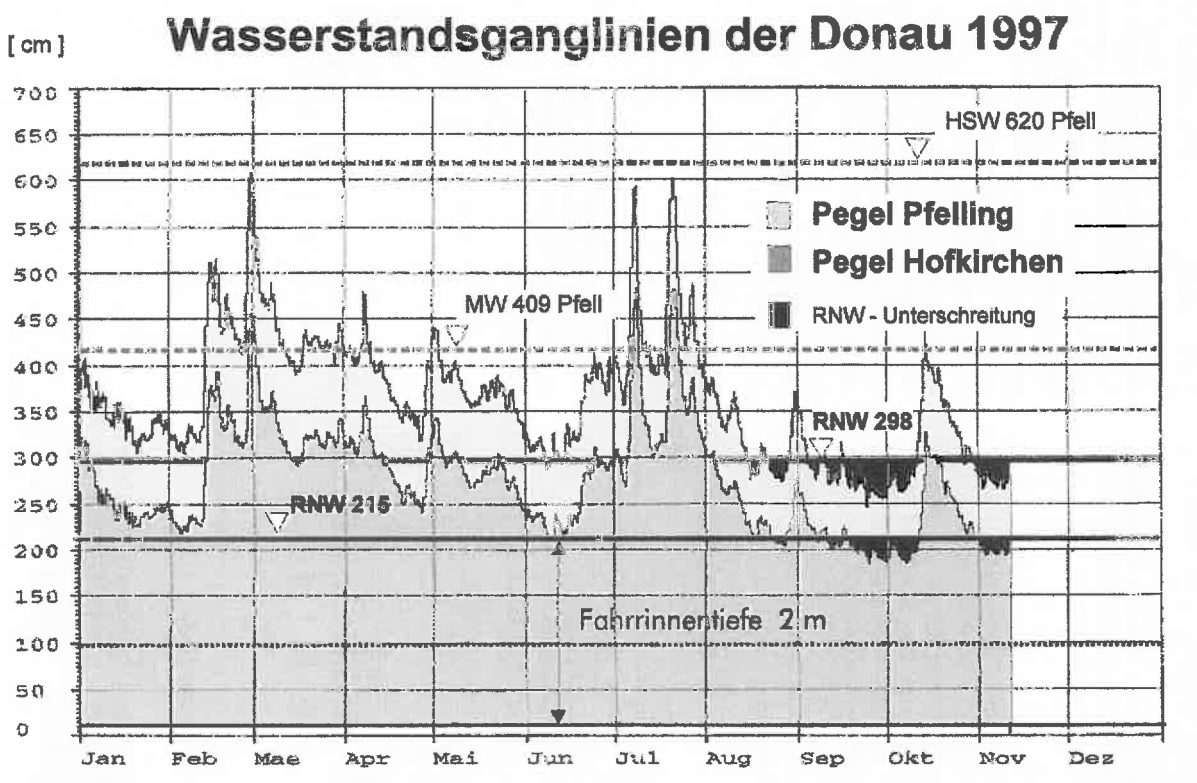
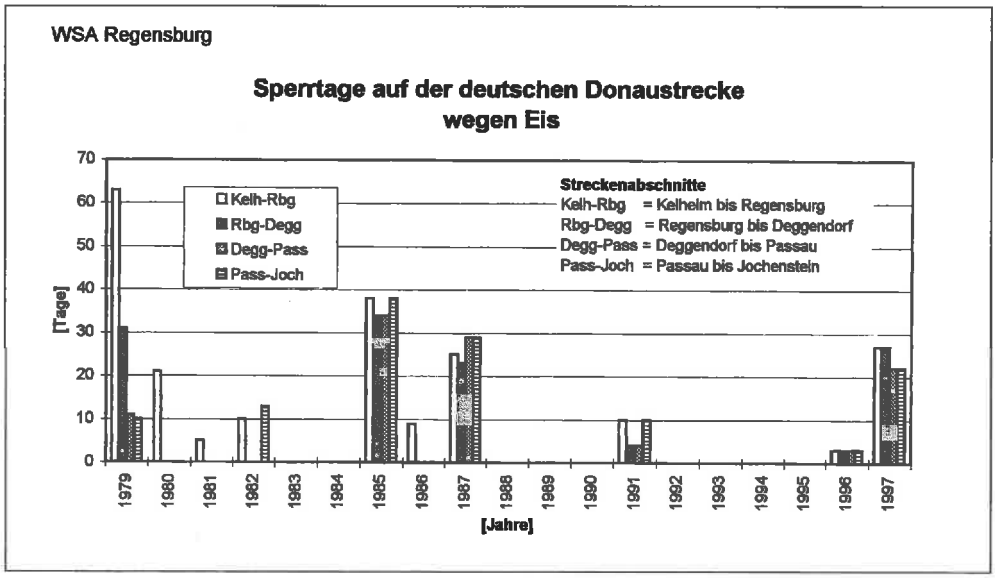


Abb. 4

Während dieses Problem durch einen staugestützten Ausbau der Donau gänzlich beseitigt werden könnte, sind die Behinderungen durch Hochwasser und Eis nur in begrenztem Umfang verbesserbar.

Hochwasser

Mit dem Naturereignis Hochwasser beschäftigt sich das Mitteilungsblatt Nr. 85/86 eingehend. Im vorliegenden Heft geht es speziell um die Behinderung der Schiffahrt durch Hochwasser auf der Main-Donau-Wasserstraße . Die Schiffahrtssperren auf der deutschen Donau wegen Hochwasser dokumentiert Abb. 5. Sie reichen zwar nicht annähernd an die Behinderungen durch Niedrigwasser heran, sind aber dennoch in manchen Jahren gravierend, wobei die einzelnen Streckenbereiche unterschiedlich betroffen sind. Auch auf dem Main sind die Schiffahrtssperren wegen Hochwasser in einzelnen Jahren erheblich (Abb. 6).
Grundsätzlich ist festzustellen, daß durch den Ausbau der Flüsse die Hochwassersituation sich für die Schiffahrt nicht schlechter darstellt, aber auch nicht merklich besser.



Streckenbereiche:

Kelh-Rbg	Kelheim bis Regensburg
Rgb-Degg	Regensburg bis Deggendorf
Degg-Pass	Deggendorf bis Passau
Pass-Joch	Passau bis Jochenstein

Abb. 5

Schiffahrtssperren auf Main und Main-Donau-Kanal wegen Hochwasser in Tagen

Jahr \ Strecke	Mainmündig-Griesheim	Griesheim-Aschaffenburg	Aschaffenburg Klingenberg	Klingenberg - Eichel	Eichel - Herrbech	Herrbech - Marktbreit	Marktbreit - Knetzgau	Knetzgau - Hallstadt	Regnitzmündg. Bamberg - Hausen
1981	3	3	10	8	10	10	9	7	6
1982	13	11	18	15	16	16	14	12	11
1983	5	0	5	5	4	4	4	3	1
1984	1	3	5	7	7	8	7	5	1
1985	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1986	0	0	0	0	3	6	4	4	0
1987	7	8	11	10	16	19	17	14	7
1988	19	19	22	22	30	32	25	24	19
1989	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1990	0	0	0	0	3	3	2	2	0
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1993	5	5	6	6	6	6	5	5	3
1994	0	2	5	5	5	5	5	5	4
1995	9	9	11	11	13	16	14	13	6
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	0	0	4	4	4	6	4	4	2

Abb. 6

Behinderung durch Eis

Die Schiffahrtseinstellungen wegen Eis sind für die Main-Donau-Wasserstraße, je gesondert für Main, Main-Donau-Kanal und Donau, vom Winter 1980/81 bis 1996/97 in einer Gesamtübersicht dargestellt (Abb. 7). Diese zeigt, daß der Main-Donau-Kanal am stärksten durch Eis beeinträchtigt ist. Hier sind die Schiffahrtseinstellungen am häufigsten und in der Regel auch am längsten. Während es am Main seit dem Winter 1980/81 in 11 Jahren und an der Donau immerhin in 10 Jahren keine Schiffahrtseinstellungen wegen Eis gab, war dies beim Main-Donau-Kanal nur in acht Jahren der Fall. Allerdings ist zu betonen, daß mit Fertigstellung des Main-Donau-Kanals Schiffahrtssperren dort für die Gesamtstrecke relevant sind.

Die Dauer der Schiffahrtseinstellungen wegen Eis ist beim Main-Donau-Kanal meist etwas länger als bei Main und Donau. So z.B. im Winter 1996/97 mit 44 Tagen gegenüber 28 Tagen beim Main und 30 Tagen bei der Donau. Besonders gravierend war dieser Unterschied im Winter 1995/96, als der MD-Kanal insgesamt 44 Tage gesperrt war, während Main und Donau überhaupt keine Schiffahrtseinstellung wegen Eis hatten. 47 Tage war gleichzeitig die längste Schiffahrtseinstellung wegen Eis, die im Untersuchungszeitraum beim damals erst bis Nürnberg reichenden MD-Kanal im Winter 1984/85 eintrat. Die längsten Unterbrechungen durch Eis betrugen im Betrachtungszeitraum beim Main 36 Tage und bei der Donau 38 Tage, jeweils im Winter 1984/85.

Eine Tendenz zu häufigeren und längeren Schiffahrtseinstellungen durch Eis auf der Main-Donau-Wasserstraße ist im Zeitablauf nicht zu erkennen, trotz der langen Einstellungsdauer beim MD-Kanal in den Wintern

Schiffahrtseinstellung wegen Eis auf der Main-Donau-Wasserstraße						
Jahr/ Winter	Main	Main-Donau-Kanal	Donau	Dauer/Tage M	MDK	D
1980/81	keine	keine	12.01.-13.01. / 31.01.- 02.02.	0	0	5
1981/82	13.01.-21.01.	14.01.-29.01. / 03.02. - 10.02.	16.01.-25.01.	9	24	10
1982/83	keine	keine	keine			
1983/84	keine	keine	keine			
1984/85	08.01.-28.01. / 15.02. - 29.02.	08.01.-03.02. / 14.02. - 05.03.	07.01.-03.02. / 16.02. - 25.02.	36	47	38
1985/86	23.02.-06.03.	24.02.-09.03.	25.02.-05.03.	12	14	9
1986/87	15.01.-27.01. / 01.02. - 08.02.	15.01.-10.02.	13.01.-11.02.	21	27	30
1987/88	keine	keine	keine			
1988/89	keine	keine	keine			
1989/90	keine	keine	keine			
1990/91	keine	15.02.-22.02.	08.02.-17.02.		8	10
1991/92	keine	keine	keine			
1992/93	05.01.-07.01.	05.01.-08.01.	keine	3	4	0
1993/94	keine	keine	keine			
1994/95	keine	20.01.	keine	0	1	0
1995/96	keine	06.01.-07.01. / 19.01. - 03.03.	keine	0	47	0
1996/97	30.12.-26.01.	30.12.-11.02.	29.12.-27.01.	28	44	30

Abb. 7

1995/96 und 1996/97. Denn früher waren Schiffahrtseinstellungen wegen Eis in Einzelfällen bedeutend länger, so z.B. beim Main im Winter 1946/47 mit 73 Tagen oder im Winter 1962/63 mit 79 Tagen.
Auch wenn die Unterbrechung der Schiffahrt durch Eisbildung über die Jahre eher rückläufig erscheint, so sind ihre Auswirkungen unter den heutigen Anforderungen der Verkehrslogistik gravierender als früher. Daher muß alles unternommen werden, um ihre Zeitdauer einzuschränken oder sie möglichst ganz zu vermeiden.

Wartungszeiten verkürzen

Im Rahmen von Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten sind Schleusensperrungen unvermeidbar. Probleme treten insbesondere dann auf, wenn nur eine Schleuse vorhanden ist. Bei planbaren Sperrungen sollten die Sperrzeiten so kurz wie möglich gehalten, die geschäftlichen Hauptzeiten der Binnenschiffahrt berücksichtigt und Niedrigwassereinschränkungen nicht verlängert werden. Sie sollten im größeren Rahmen WSD-übergreifend den Zusammenhang mit anderen Schleusensperrungen berücksichtigen.
Den nicht planbaren Schleusensperrungen durch Havarien oder plötzlichen Ausfall von Aggregaten beugt die Wasser- und Schiffahrtsverwaltung durch Verbesserung der Sicherheit der Ein- und Ausfahrt von Schleusen und vorgeplante Unterhaltungsmaßnahmen vor.
So ist die Tätigkeit der Wasser- und Schiffahrtsverwaltung darauf ausgerichtet, die Sicherheit und Attraktivität der Wasserstraße für den Transport von Gütern zu erhöhen und das verkehrspolitische Ziel „Verlagerung von Verkehr auf die Wasserstraße" zu fördern.

Schiffahrtsbetrieb auf den Binnenwasserstraßen bei Eis

Josef Möbius,
Möbius Bau-Gesellschaft (GmbH & Co.)

Das anhaltende Frostwetter hat im Winter 1995/1996 dazu geführt, daß der Mittelland-/Elbeseitenkanal 51 Tage und im Winter 1996/97 35 Tage für den Schiffahrtsbetrieb gesperrt war. Der Schiffahrtsbetrieb war außerdem vor der Schiffahrtssperre (8 bzw. 10 Tage) und nach deren Aufhebung (14 Tage) erheblich behindert und wurde in dieser Zeit nur eingeschränkt durchgeführt.

Die Schiffahrtssperren auf den Wasserstraßen und die Behinderungen der Schiffahrt können mit der bisher angewandten Eisbrechtechnik und den verfügbaren Geräten nicht vermieden werden. Das liegt hauptsächlich daran, daß bei der herkömmlichen Eisbrechtechnik überwiegend große Schollen entstehen. Wird bei anhaltendem Frostwetter weiter gebrochen, entstehen zunehmend massivere Eisschollen, Eisfelder und Eisbarrieren.

Unter diesen Umständen wird von den Wasser- und Schiffahrtsverwaltungen häufig das Eisbrechen eingestellt, weil befürchtet wird, daß die Verhältnisse nur verschlechtert und die Sperrzeiten für die Schiffahrt verlängert werden. Außerdem lehnt es die Binnenschiffahrt erfahrungsgemäß ab, durch massives Scholleneis zu fahren, selbst wenn Eisbrecher die Schiffahrt unterstützen und das Eis mehrfach brechen. Die in den Strecken durch Scholleneis entstehenden Schwierigkeiten vergrößern sich im Bereich der Abstiegsbauwerke erheblich, da die Eisschollen in den Vorhäfen, Schleusenkammern und Hebewerkströgen kaum verdrängt werden können und somit die Schiffe und die baulichen Anlagen beschädigt werden können. Außerdem kann es an den Toren, Umlaufschützen, Antrieben etc. zu Vereisungen und Störungen kommen.

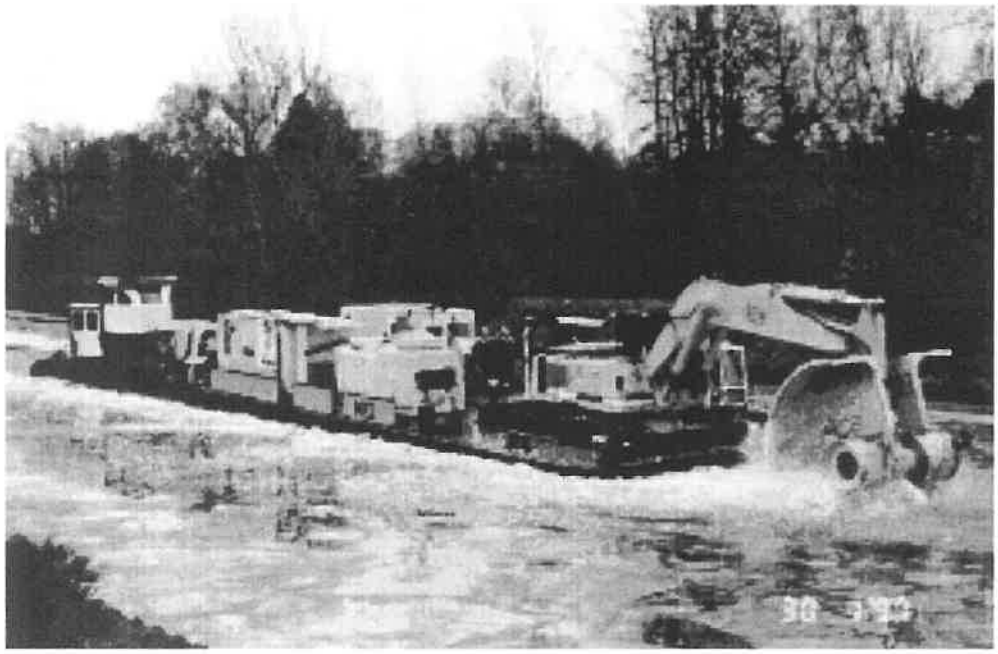
Häufig wird die Einstellung des Schiffahrtsbetriebes auch dadurch verursacht, daß die erste stärkere Eisbildung mit der feiertagsbedingten Ruhezeit (Weihnachten/Neujahr) zusammenfällt. Soweit dann noch Eisbrecher aktiv sind, beschränkt sich ihr Einsatz in der Regel auf den Schutz der Schiffahrtsanlagen. Die Wiederaufnahme des Schiffahrtsbetriebes gelingt dann in aller Regel erst nach Einsetzen von Tauwetter. Das Scholleneis stellt dem Schiff bei der Streckenfahrt einen erheblichen Widerstand entgegen, da die Schollen zur Seite und aufeinandergeschoben werden müssen und sich dabei gegenseitig verkeilen.

Das Risiko mit dem Schiff festzukommen, oder Schäden am Schiff, an den Antriebs- und Steuereinrichtungen hinnehmen zu müssen, wird unübersehbar, was besonders für die anfälligen Leerschiffe gilt. Trotz der wirtschaftlichen Einbußen bleiben viele Binnenschiffer dann lieber liegen und warten ab. Es ist zu vermuten, daß sich viele Binnenschiffer mit der Übernahme von Frachtaufträgen in der Winterzeit zurückhalten, da sie befürchten, daß sie diese Frachten evtl. nicht termin- bzw. vereinbarungsgemäß für den Auftraggeber durchführen können, daß die Kosten für die Fahrten bei Behinderungen durch Eis erheblich ansteigen, die über die Frachtrate dann nicht gedeckt werden und daß das Risiko von Schäden am Schiff unkalkulierbar wird.

Die Auswirkungen von Schiffahrtssperren auf den Wasserstraßen und der Behinderungen des Schiffahrtsbetriebes bei Eis sind erheblich. Die wirtschaftlichen Folgen für die Binnenschiffahrt sind existenzbedrohend, da diese keine Möglichkeit hat, die immensen Ausfälle auszugleichen. Die oft notwendigen Investitionen in neue und leistungsfähigere Schiffe werden in Frage gestellt.

Andererseits muß die Wettbewerbsfähigkeit der Binnenschiffahrt verbessert werden, und zwar über den Einsatz von Großmotorgüterschiffen mit zugeordneten Schubleichtern.

Die Unternehmen, die diese großen Investitionen durchführen wollen, werden Zusicherungen verlangen, daß Schiffahrtssperren und größere Behinderungen durch Eis zukünftig vermieden werden. Der zeitweise Ausfall des Verkehrsweges Wasserstraße stellt die Wirtschaftlichkeit, die Verläßlichkeit und die Entwicklung dieses Verkehrsweges in Frage.
Die Schiffahrtssperren führen dazu, daß Gütermengen von der Wasserstraße auf die Bahn oder die Straße verlagert werden, die dann teilweise längerfristig oder aufgrund neuer vertraglicher Bindungen auch auf Dauer verloren sind.
Es kann davon ausgegangen werden, daß der Binnenschiffahrt umfangreiche Gütertransporte z.B. der Erztransport von Hamburg-Hansaport nach Salzgitter, Öl- und Chemikalientransporte mit Tankschiffen oder Containertransporte, für die die Binnenschiffahrt Konkurrenzvorteile hat, verloren gehen, weil ein zeitweiser Ausfall dieses Verkehrsweges wegen bestehender Abhängigkeiten z.B. bei dem verarbeitenden Werk, nicht hingenommen werden kann.
Auch in Hinsicht auf die Umweltbelastung ist die zeitweise Einstellung des Schiffahrtsbetriebes sehr bedenklich, da durch die Verlagerung von Gütermengen auf die Straße zusätzliche Umweltbelastungen und Unfallrisiken heraufbeschworen werden, die zu einer Steigerung der externen Kosten bei der Straße führen.



Anbau Eisschredder 3 auf dem Mittellandkanal

In die Wasserstraßen investiert die Bundesrepublik Deutschland schon über viele Jahre Millionen- bzw. Milliarden-Beträge, insbesondere in den Ausbau der bestehenden Wasserstraßen. Allein für das Projekt 17 – Ausbau des östlichen Teils des Mittellandkanals, des Wasserstraßenkreuzes Magdeburg, des Elbe-Havel-Kanals und der Unteren-Havel-Wasserstraße – werden etwa 4 Mrd. DM aufgewandt.
Es ist nicht hinnehmbar, daß die bereits getätigten und die geplanten weiteren großen Investitionen in den Ausbau der Wasserstraßen mit dem Mangel behaftet bleiben, daß bei ungünstigem Winterwetter dieser Verkehrsweg mehrere Wochen oder sogar, wie im Jahre 1996, mehrere Monate ausfällt.

Bundesverkehrsminister Wissmann hat zur Unterstützung der Binnenschiffarht während der Sperrzeiten dieses Winters eine tägliche Zahlung von 200,– DM/Schiff zugesagt. Im Januar lagen etwa 850 Binnenschiffe fest. Dies macht einen Betrag von DM 170.000,– pro Tag, bei einer Schiffahrtssperre von 30 Tagen also einen Betrag von 5,1 Mio. DM aus. Dies ist eine beträchtliche Mehrbelastung des öffentlichen Haushaltes.
Die Mehrbelastung der Binnenschiffahrt bzw. deren Verluste auf Grund von Schiffahrtssperren und Behinderungen durch Eis sind sehr viel höher zu veranschlagen. Bei täglichen Ausfallkosten von etwa DM 1.200,– pro Schiff ergibt sich bei 850 aufliegenden Binnenschiffen ein Betrag von rd. 1,0 Mio. DM pro Tag, bei 35 Tage dauernder Schiff-

Walzen-Eisschredder im Einsatz

fahrtssperre also etwa 35 Mio. DM an Folgekosten bei der Binnenschiffahrt.
Die Unterbrechung und Einstellung des Schiffahrtsbetriebes auf den Binnenwasserstraßen in der Winterzeit muß vermieden werden!
Es besteht also die Notwendigkeit, effektivere Methoden zu entwickeln und anzuwenden, um damit eisbedingte Schiffahrtssperren zu vermeiden und die Behinderungen der Schiffahrt bei Eis zu minimieren. Mit der Entwicklung des neuen Verfahrens der „Eiszerkleinerung mit Eisschreddern" hat die Firma J. Möbius diese Aufgabe gelöst.
Das Prinzip des von Firma Möbius entwickelten Verfahrens der „Eiszerkleinerung mit Eisschreddern" besteht darin, daß das Eis von an rotierenden Walzenkörpern befestigten Schlag- bzw. Spaltwerkzeugen zerkleinert wird. Die beim Einsatz der Eisschredder entstehenden Eisstücke sind relativ klein. Sie lassen sich von den Schiffen leicht verdrängen und umlagern, so daß sie für die Schiffahrt keine Behinderung, auch nicht beim Schleusenbetrieb, darstellen.
Die weitgehende Zerkleinerung des Eises wird beim Einsatz der Möbius-Eisschredder dadurch erreicht, daß die im relativ engen Abstand auf dem Walzenkörper angeordneten Schlag-Spaltwerkzeuge mit großer Geschwindigkeit auf das Eis treffen und dieses abspalten und zerstückeln. Der Walzenkörper mit den daran befestigten Werkzeugen hat eine verhältnismäßig große Masse, die bei der hohen Umdrehungszahl eine so große Rotationsenergie entwickelt, daß durch das Abtrennen der Eisstücke kein Abbremsen der Schredderwalze erfolgt. Die Zerkleinerungswirkung und die Leistung des Eissschredders wird auf die jeweilige Eisstärke und Eisfestigkeit abgestimmt, insbesondere durch Veränderung der Umdrehungszahl des Walzenkörpers und durch Anpassung der austauschbaren Spaltwerkzeuge. Die Veränderung der Drehzahl erfolgt durch entsprechende Regelung der Hydraulik-Antriebsmotoren bzw. durch Anpassung der Untersetzung. Die Spaltwerkzeuge sind so an dem Walzenkörper über Aufnehmer befestigt, daß sie ausgetauscht werden können, um auf wechselnde Eisstärken und Eisfestigkeiten reagieren und dem Verschleiß entgegenwirken zu können.
Die Zerkleinerungswirkung der Eisschredder ist auch bei zuvor mit Eisbrechern gebrochenem Eis, d.h. auch bei Eisschollen gegeben.
Der erste Eisschredder, als Anbaugerät zu einem auf einem Ponton stehenden Hydraulikbagger gebaut, wurde bereits im Winter '96 eingesetzt. Dieser Prototyp war Grundlage für die Entwicklung von drei weiteren, unterschiedlich ausgelegten Anbauschreddern der Firma Möbius. Diese Geräte wurden in diesem Winter wie folgt eingesetzt:
MAS 1 – Anbauschredder 1 – am Liebherr Bagger 974 auf dem Ponton MP 14 - Einsatz auf dem Mittellandkanal zwischen Minden und Hannover.
MAS 2 – Anbauschredder 2 – am Caterpillar Bagger 350 auf dem Ponton MS 2 mit Fahrantrieb - Einsatz auf dem Elbe-Seitenkanal, insbesondere im Bereich des Hebewerkes Scharnebeck und der Schleuse Uelzen.
MAS 3 – Anbauschredder 3 – am Liebherr Bagger 974 auf Ponton MP 2 – Einsatz im östlichen Teil des Mittellandkanals und im Bereich des Hebewerkes Rothensee.
MAS 4 – Anbauschredder 4 wurde noch im Januar dieses Winters fertiggestellt; kam aber nicht mehr zum Einsatz.
MWS 1 – Walzenschredder 1, den die Firma Möbius als großen und besonders leistungsfähigen Eisschredder entwickelt und in wenigen Wochen gebaut hat, konnte am 31.01.1997 den Vertretern der Wasser- und Schiffahrtsdirektion Mitte, West, Ost und Süd

sowie Vertretern der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) und der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt (HSVA) vorgeführt werden.
Dieser Walzenschredder hat bei einer Arbeitsbreite von 11 m und einer Antriebsleistung von 750 kW auf Anhieb bei einer 30–40 cm starken geschlossenen Eisdecke eine Vortriebsgeschwindigkeit von 5-6 km/h erreicht. Dabei ist das Eis so stetig, gleichmäßig und weitgehend zerkleinert worden, daß das Eis nach Durchfahrt des Walzenschredders für die Schiffahrt keine Behinderung darstellte!
Das Gerät hat bis zum 08.02.1997, an diesem Tage wurde das Gerät wegen Tauwetters außer Betrieb genommen, seine Zuverlässigkeit und besondere Leistungsfähigkeit auf 300 km Streckeneinsatz unter Beweis gestellt. Dieser Einsatz erfolgte ohne Ausfälle oder Schwierigkeiten. Dabei hat der Walzenschredder nicht nur gewachsenes Eis, sondern auch von Eisbrechern hinterlassenes Scholleneis wirkungsvoll und bei hoher Leistung nachzerkleinert.
Über die verschiedenen Einsätze sind umfangreiche Erfahrungen und Erkenntnisse gesammelt, so daß die Anforderungen an das neue System sicher eingeschätzt und die maschinentechnischen Auslegungen beherrscht werden.
Dazu sind die Randbedingungen wie Eisstärke und Eisfestigkeit, der Zerkleinerungsgrad, die Vortriebsgeschwindigkeit und weitere Voraussetzungen festzulegen, z.B. ob es sich um gewachsenes oder vorgebrochenes Eis handelt.
Der Einsatz des großen Walzenschredders hat ergeben, daß dieser geeignet ist, auf großen Strecken das Eis bei Vortriebsgeschwindigkeiten von 5–6 km/h so zu zerkleinern, daß die Schiffahrt ohne Behinderung betrieben werden kann.

Es kann davon ausgegangen werden, daß die Eisschredder auch sehr dickes und sehr hartes Eis zerkleinern. Dies konnte im Bereich Sachsenhagen/Pollhagen des MLK nachgewiesen werden, da hier mehr als 60 cm starkes und sehr hartes Eis von dem Anbauschredder 1 bewältigt wurde. In diesem Bereich mußte übrigens zur gleichen Zeit der Versuch, das Eis mit Eisbrechern zu brechen, aufgegeben werden.
Der große Walzenschredder hat wegen seiner großen Rotationsenergie und Leistung darüber hinaus noch sehr viel bessere Voraussetzungen, um noch dickeres und festeres Eis zu zerkleinern. Bei dem ersten Einsatz des Walzenschredders konnten wegen der Kürze der zur Verfügung stehenden Bauzeit die Spaltwerkzeuge nicht eingesetzt werden, so daß lediglich mit den Aufnehmern gearbeitet wurde. Da es schon hiermit mühelos gelang, das Eis bei hoher Vortriebsgeschwindigkeit stark zu zerkleinern, kann mit Sicherheit davon ausgegangen werden, daß mit der vorgesehenen Ausstattung des Schredders mit schweren Spaltwerkzeugen und beim Fahren mit der geplanten Drehzahl die entsprechende Eiszerkleinerung und Vortriebsgeschwindigkeit auch bei sehr viel stärkeren Eismächtigkeiten und größeren Eisfestigkeiten erreicht werden wird.
Die Zerkleinerungswirkung und die Leistung der Anbauschredder konnte erheblich verbessert werden. Der Anbauschredder 3 hat im östlichen Teil des Mittellandkanals Streckenleistungen von 2.000 m/h bei Arbeitsbreiten von 15 bis 20 m erreicht. Die Anbauschredder sollten ergänzend zum großen Walzenschredder eingesetzt werden, und zwar insbesondere im Bereich der Vorhäfen, der Schleusenanlagen bzw. Hebewerke, im Bereich der Liegestellen, der Hafenanlagen etc.
Zielsetzung der Entwicklung und des Einsatzes der Eisschredder ist, daß zukünftig

Schiffahrtssperren auf den Wasserstraßen gar nicht erst notwendig werden oder die Behinderungen der Schiffahrt minimiert werden.
Dazu ist erforderlich, daß die Eisschredder, insbesondere die Walzenschredder, rechtzeitig zum Winteranfang an bestimmten Stellen der Wasserstraßen bereitgestellt werden, um dann bei Eisbildung kurzfristig mit dem Einsatz beginnen zu können, da der Einsatz sonst zu erheblichen Mehrkosten durch aufwendigen Landtransport der Geräteeinheiten führt. Der Einsatz der Eisschredder soll, entsprechend der Eisbildung, mehr oder weniger durchgehend erfolgen. Das sich bildende Eis soll wiederholt zerkleinert und dabei der Schiffahrtsbetrieb durchgehend aufrechterhalten werden. Der ununterbrochene Betrieb der Schiffahrt und der gleichzeitige Einsatz der Schredder ergänzen sich dabei.
Sollte es während der Betriebsruhe über Weihnachten und Neujahr zu einer stärkeren Eisbildung kommen, wird das Eis mit den Eisschreddern bei einer kurzen Vorlaufzeit zur planmäßigen Wiederaufnahme der Schiffahrt zerkleinert und danach durch kontinuierlichen Einsatz der Eisschredder die Schiffahrt aufrechterhalten.
Im Gegensatz zu den bisherigen Erfahrungen, daß nach Betriebsruhe und Betriebseinstellung der Schiffahrtsbetrieb erst nach einsetzendem Tauwetter (in der Regel 14 Tage Nachlaufzeit bis zur Aufhebung der Schiffahrtssperre) wieder aufgenommen werden kann, wird mit der Anwendung des neuen Möbius-Konzeptes der planmäßige Schiffahrtsbetrieb gewährleistet.
Bei den Einsätzen dieses Winters hat die Binnenschiffahrt jeweils positiv reagiert, indem sie unmittelbar nach Durchfahrt der Eisschredder der Firma Möbius den Schiffahrtsbetrieb wieder aufgenommen hat.

Die Erfahrungen der Wasser- und Schiffahrtsverwaltung mit dem Einsatz von Eisbrechern führen bei anhaltendem Frostwetter zur Einstellung des Eisbrechens und zur Schiffahrtssperre. Maßgeblich hierfür ist, daß bei anhaltendem Frostwetter die Schollen größer werden, die durch die Verdrängungswirkung des Eisbrechers übereinandergeschoben werden, so daß sich große und dicke Eisschollen bilden, die zu schichtartig zusammengefrorenen entsprechend stärkeren Eisdecken oder gar zu Eisbarrieren führen. Bei einsetzendem Tauwetter verlängert sich dann der Zeitbedarf bis zur Aufhebung der Schiffahrtssperre erheblich. Die Einstellung des Eisbrechens wird auch damit begründet, daß die durchgehende isolierende Eisdecke zerstört wird, das teilweise etwas wärmere aus der Tiefe hochgerissene Wasser schneller abkühlt und ebenfalls gefriert und damit eine verstärkte Eisbildung befürchtet wird.
Eine vermehrte Eisbildung bei anhaltendem Frostwetter ist bei dem Eisschreddereinsatz nicht festgestellt worden. Das zerkleinerte Eis fügt sich nach Durchfahrt des Schredders oder eines Schiffes wieder so zusammen, daß dadurch eine isolierende Schicht aus geschreddertem Eis zwischen der kalten Luft und dem Wasser gebildet wird. Die isolierende Wirkung des geschredderten Eises beruht darauf, daß das zerkleinerte Eis viele Hohlräume und Lufteinschlüsse enthält und damit die Wärmeleitfähigkeit erheblich reduziert wird.
Eine vorteilhafte Wirkung beim Einsatz des Walzen-Eisschredders ist, daß die Arbeitsleistung des Eiszerkleinerns zu einem Wärmeeintrag führt. Diese Wirkung wird noch dadurch verstärkt, daß die Schredderwalze durch eine Haube rundum abgedeckt ist und in den dadurch abgeschlossenen Raum die Abwärme und Abgase der Antriebsaggrega-

te eingeblasen werden. Dadurch wird die über dem Eis liegende Kaltluftschicht verdrängt und erwärmte Luft in die geschredderte Eismasse eingewirbelt. Gleichzeitig wird damit eine Vereisung des Schredders bzw. der Abdeckhaube wirksam verhindert und eine wesentliche Lärmdämpfung erreicht.

Die in verschiedenen Horizonten über, in und unter dem Eis gemessenen Temperaturen belegen, daß der Kälteeintrag von der kalten Luft in das Wasser durch das geschredderte Eis wesentlich verringert wird, insbesondere im Vergleich zum gewachsenen Eis, aber auch im Vergleich zum Scholleneis. Durch die rauhe, unebene Oberfläche des geschredderten Eises wird außerdem die zusätzliche Abkühlung durch Wind reduziert. Durch die mehrfach gebrochene Oberfläche des geschredderten Eises und die dunklere Färbung wird zudem die Sonnenabstrahlung erheblich verkleinert, so daß die Wärmeaufnahme erhöht wird.

Bei den Einsätzen in diesem Winter hat sich gezeigt, daß das geschredderte Eis, das bei starkem Frost zusammenfrieren kann, bei Durchfahrt eines Schiffes wieder in kleine Stücke zerbricht, da bei dem geschredderten Eis die Stücke nur punktuell zusammenfrieren können. Bei konventionellem Eisaufbruch durch Eisbrecher frieren dagegen übereinandergeschobene Eisschollen zu dicken Paketen zusammen.

Im Gegensatz zu der Erfahrung der Wasser- und Schiffahrtsverwaltung mit der herkömmlichen Eisbrechtechnik, nach der man die Wasserstraße an Frosttagen in Ruhe lassen sollte, besteht mit dem rechtzeitigen und durchgehenden Einsatz der Möbius-Eisschredder die Möglichkeit, das Eis so zu zerkleinern und klein zu halten, daß damit der Betrieb auf den Wasserstraßen aufrechterhalten werden wird, und zwar ohne daß Folgeschäden an den Schiffahrtsanlagen und an den Binnenschiffen entstehen. Dies gilt sowohl für die Kanalstrecken der Binnenwasserstraßen als auch entsprechend für die Flußstrecken.

Durch den Eisschreddereinsatz wird das Eis soweit zerkleinert, daß es mit der Strömung abfließen kann, ohne daß sich an Engstellen, Wehren oder Schleusenanlagen Eisstauungen bilden können. Es kann davon ausgegangen werden, daß die Probleme auf Main, Mosel, Neckar, aber auch auf der Donau durch den Eisschreddereinsatz weitgehend minimiert werden können, so daß auch hier Schiffahrtssperrungen und Behinderungen der Schiffahrt, wie auch die großen Gefahren von Eisstau und Eisbarrieren vermieden werden können. Sehr vorteilhaft ist die Möglichkeit der Anbau-Eisschredder, auch unter Wasser arbeiten zu können, da auf diese Weise Grundeis, Eisversatz und Eisbarrieren wirksam bekämpft oder rechtzeitig, d.h. vor ihrer Entstehung, beseitigt werden können und das geschredderte Eis mit der Strömung gefahrlos abtransportiert werden kann.

Das mit den Eisschreddern zerkleinerte Eis kann über Wehre, Überläufe, aber auch über spezielle Förderanlagen aus dem Bereich der Wasserstraße abgeführt werden. Da das geschredderte Eis auch in kleinen Flüssen schadlos aufgenommen und abgeführt werden kann, ergibt sich hieraus die Möglichkeit, die Eismenge im Bereich der Wasserstraße zu reduzieren und das Wasser durch zuzuführendes wärmeres Wasser zu ersetzen.

Der Einsatz der Möbius-Eisschredder in den Bereichen der Schleuseneinfahrten, Vorhäfen, Liegestellen etc. hat gezeigt, daß das Scholleneis mit diesen Geräten so wirksam zerkleinert wird, daß der Schleusenbetrieb und die Schiffahrt ermöglicht und aufrechterhalten werden können. Dies wurde z.B. an

den Schleusen Anderten, Scharnebeck, Uelzen, Sülfeld und Rothensee gezeigt.
Nach den in diesem Winter bei den Einsätzen gewonnenen Erkenntnissen und Erfahrungen kann davon ausgegangen werden, daß mit dem Einsatz von Eisschreddern der durchgehende Betrieb auf den Wasserstraßen im Bereich der WSD Mitte auf mehr als 300 km Länge bei Frostwetter sichergestellt werden kann. Der Umfang des Geräteeinsatzes ist von den Temperaturen, von der Temperaturentwicklung und von der Dauer des Frostwetters abhängig. Es werden 2 bis 3 Walzenschredder und 2 bis 3 Anbauschredder erforderlich werden, die entsprechend der Eisentwicklung bis zu 24 Stunden/Tag und 7 Tagen/Woche eingesetzt werden können.
Voraussetzung für die Aufrechterhaltung des Schiffahrtsbetriebes ist, daß die o.g. Geräte rechtzeitig und an den vorbestimmten Stellen bereitgestellt werden. Es sollte jeweils ein Walzenschredder im westlichen und östlichen Bereich des Mittellandkanals und ein weiterer Walzenschredder im Bereich des Elbe-Seitenkanals bereitstehen und bereits bei beginnender Eisbildung eingesetzt werden. Diese Geräte können und sollten übergreifend auch in den Streckenabschnitten der Wasser- und Schiffahrtsdirektion Ost und West eingesetzt werden, damit der Schiffahrtsbetrieb auf möglichst langen Strecken ermöglicht und aufrechterhalten wird.
Den Walzenschreddern wird jeweils ein Pontonbagger mit Anbauschredder zugeordnet, die insbesondere im Bereich der Abstiegsbauwerke, der Vorhäfen, der Liegestellen, aber auch in den Streckenabschnitten und in den Stichkanälen entsprechend der Eis- und Betriebsentwicklung eingesetzt werden sollen.
Die Firma Möbius bietet an, für die Wasser- und Schiffahrtsdirektionen die erforderliche Anzahl Walzen- und Anbau-Eisschredder zu bauen, vorzuhalten und weiterzuentwickeln, sowie die anfallenden Kosten für Bau und Vorhaltung vorzufinanzieren. Durch entsprechende jährliche Leasingraten werden die Geräte abgezahlt, wobei Einsätze im Eiswinter – nur die entsprechend der gemeinsam mit dem Auftraggeber abgestimmten Einsatzpläne gesondert – nach Vertragssätzen abgerechnet werden.
Die Arbeitsbreite der Walzenschredder ist auf die Durchfahrtsbreite der Schleusen abgestimmt. Durch seitliche Anbauteile wird die Breite vergrößert, so daß die geschredderten Bahnen auch von Großmotorgüterschiffen befahren werden können.
Bei 2 Durchfahrten mit Walzenschreddern wird eine Schiffahrtsbreite von ca. 25,0 m hergestellt. Verbreiterungen in Kurvenstrecken, Einfahrbereichen zu Schleusen oder Häfen etc. können durch zusätzliche Fahrten beliebig breit hergestellt werden.
Bei den Einsätzen des Walzenschredders hat sich als besonderer Vorteil herausgestellt, daß der Walzenschredder eine glatte Begrenzung oder Kante zum Randeis herstellt. Damit kann die Schiffahrtsbreite weitgehend ausgenutzt werden, ohne daß Gefahr für das Schiff durch Eisvorsprünge besteht, wie sie bei herkömmlicher Eisbrechtechnik entstehen.
Ein weiterer Vorteil der Herstellung der glatten Eiskanten zum Randeis besteht darin, daß die Breiten bzw. Flächen, in denen Eis gebrochen oder zerkleinert wird, begrenzt werden. Für den Fall, daß bei extremem Winterwetter mit langanhaltenden, äußerst tiefen Temperaturen der durchgehende Eisschreddereinsatz und die durchgehende Schiffahrt eingestellt werden müßten, ergibt der Eisschreddereinsatz auch unter diesen Umständen sehr vorteilhafte Auswirkungen, weil die Vorlaufzeit (8 bzw. 10 Tage bis zur Eissperre) und die Nachlaufzeit nach

Frostabschwächung bis zur Aufhebung der Schiffahrtssperre auf wenige Tage reduziert wird.
Der Einsatz der Möbius-Eisschredder wird und soll nicht zur Verdrängung der bisher eingesetzten Eisbrecher führen. Die Eisschredder sollen vielmehr ergänzend und kombiniert mit den Eisbrechern eingesetzt werden. Hierzu wird darauf hingewiesen, daß die Möbius-Eisschredder im Einsatz für den Vorschub des Pontons jeweils einen Schlepper benötigen.

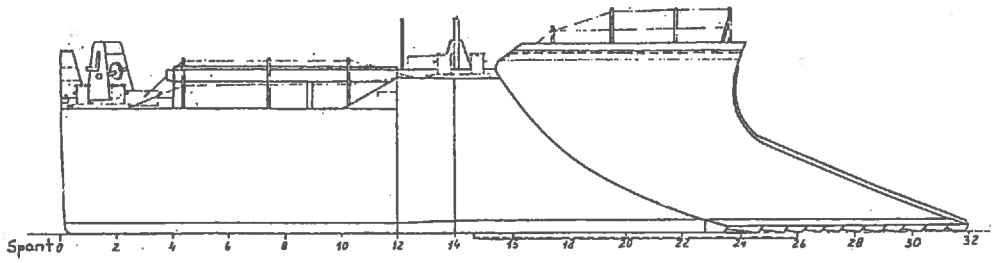
DBR-Wintertechnik hilft der Binnenschiffahrt: Keine Kapitulation vor dem Eis!

Hans-Wilhelm Dünner, Geschäftsführer der Deutschen Binnenreederei GmbH

Die deutsche Binnenschiffahrt befindet sich regelmäßig im Winter auf einer Gratwanderung zwischen Verladeranforderungen und Wetterbedingungen. Einerseits fordert die verladende Wirtschaft von der Binnenschiffahrt mehr und mehr das ganzjährige Angebot von komplexen Logistikdienstleistungen. Andererseits werden die Möglichkeiten, Binnenschiffstransporte ganzjährig durchzuführen, durch Niedrig- oder Hochwasser bzw. zugefrorene Wasserstraßen eingeschränkt. Eine Kapitulation der Binnenschiffahrt vor diesen natürlichen Gegebenheiten würde deren Position im Wettbewerb der Verkehrsträger schwächen. Daher suchen wir ständig nach innovativen Möglichkeiten, die Verkehre ganzjährig abzusichern.
Besonders die letzten beiden Winter 1995/96 und 1996/97 erschwerten die Binnenschiffahrt durch langanhaltende und strenge Frostperioden erheblich. Reedereien und Partikuliere hatten erhebliche Umsatzausfälle zu verzeichnen. Im letzten Winter wurden die Einbußen durch die Gewährung eines Eisgeldes von der deutschen Regierung teilweise abgefangen. Der größte Teil der Ladung, die wegen des Eises nicht von den Binnenschiffen transportiert werden konnte, wurde von Bahn bzw. LKW übernommen. Das betrifft insbesondere Mengen, die normalerweise im Tagesgeschäft disponiert werden. Aber vor allem für die Bedienung fester Kontrakte müssen sich die Reedereien etwas Besonderes einfallen lassen, um die Kundenbeziehung nicht auf Spiel zu setzen.
Hierbei geht die Deutsche Binnenreederei GmbH in Berlin neue Wege. Mit Hilfe der DBR-eigenen Schubtechnik und dem „Eispflug" konnte Berlin auch während der strengen Frostperioden in den beiden letzten Wintern weiter durch das Binnenschiff versorgt werden. Die bis zu 30 cm dicke Eisschicht wurde mittels Eispflug angehoben und längsseits abgeworfen. Besonders bedeutsam war diese Technologie für die Versorgung des Berliner Kraftwerks Klingenberg, zu dem täglich bis zu 10.000 t Kohle transportiert werden, und die Ver- bzw. Entsorgung der Baustellen am Berliner Spreebogen. Trotz schwierigster Bedingungen konnten hier täglich bis zu 15.000 t abgefahren werden.

Die technische Realisierung

Der Eispflug kann sowohl mit dem Schubboot als auch mit dem Schubverband starr gekoppelt werden, wobei die mit diesem Gerät gekoppelten Einheiten keine Eisverstärkungen benötigen. Während beim Eisbrecher das Eis durch Druck von oben nach unten gebrochen wird, wird beim Eispflug das Eis durch Druck von unten nach oben gebrochen und seitlich auf das Randeis geschoben.
Der Eispflug wurde in rechteckiger Pontonform mit einem verbreiterten Vorschiffsteil in Form eines Pfluges gebaut. Er hat eine Länge von 16,10 m und eine Breite von 8,16 m (vorn 9,20 m). Der Boden ist 600 mm vor Spant 24 um 216 mm angehoben. Dadurch ergibt sich eine Auftriebskomponente unter Einsatzbedingungen. Die Balkenbucht ist als Knickbucht ausgebildet. Im Mittelschiffsbereich ist das Deck am Spant 12 von 2150 mm auf 2692 mm nach oben versetzt. Durch zwei wasserdichte Schotten bei Spant 3 und Spant 12 wird der Eispflug in drei Abteilungen unterteilt: dem Vorschiff mit doppelflügeligem Schnabelpflug, dem Mittelschiff mit Ballastraum und dem Hinterschiff mit Kupplungsvorrichtung. Das Vorschiff ist durch eine Decksluke zugänglich und kann ebenfalls zur Aufnahme von Ballast genutzt werden. Im Mittschiffsbereich befindet sich ein bis zur Basis reichendes Schneidblech zur Eisauf-



bruchverbesserung. Die sich daran anschließenden Schildplatten sind parabelförmig gekrümmt. Dadurch sind sie zu einem doppelflügeligen Pflug ausgebildet und führen das gebrochene Eis zur Seite. Durch ein ausgesteiftes Blech werden die Schildplatten nach vorn um ca. 500 mm verlängert.

Unter dem Boden befindet sich ein vom Mittelschiff schräg nach hinten verlaufender Abweiser aus Flachwerksprofil. Das Vorschiff hat eine um 1 m größere Breite als die Schubeinheit und hinterläßt dadurch eine genügend breite eisfreie Fahrrinne.

Das Mittelschiff besitzt einen Laderaum, versehen mit einem Stahlladeboden und Trimmschrägen an den Seitenwänden. Zwischen den Spanten 4–5 ist ein Wassergraben angeordnet, aus dem über einen Pumpenschacht auf Backbord und Steuerbord das aus dem Laderaum zusammenfließende Wasser gelenzt werden kann. Für die wasserdichte Bodenzelle sind Peilrohre vorgesehen. Das Dennebaumprofil ist als Kastenträger zur Süllversteifung ausgebildet. Der wirksamste Tiefgang, in Abhängigkeit von der Eisstärke, kann durch Ballastaufnahme erreicht werden.

Im Hinterschiff ist der Übergang vom Boden zur Seitenwand und zum Spiegel durch eine eckige Kimm 165 x 165 mm unter 45° bzw. durch ein Kugelsegment mit einem Radius von 250 mm ausgebildet. Der Spiegel hat von der Unterkante der Bergplatte bis zur Kimm 50 mm Neigung. Das Deck besitzt zwei Luken zur Begehung des Hinterpiek- und Laderaumes. Die Kupplungspoller werden durch das Deck geführt und mit Konsolblechen abgefangen.

Der Ladeboden, die Trimmschrägen und die Außenhaut im Hinter- und Mittelschiff sind aus 6 mm, die Schotten, der Boden und das Deck aus 5 mm Stahlblech gefertigt. Bergplatte, Kimmgänge, Stringer, Sülle und Außenhaut im Vorschiff wurden mit 8 mm dimensioniert. Die Spiegelecken, ebenso wie sämtliche Knie im Vorschiff, bestehen aus 10 mm Blech. Während im Hinter- und Mittelschiff die Querspantbauweise gewählt wurde, sind im Vorschiff Längsspante angeordnet, die durch Rahmenspante versteift werden.

Sämtliche Bodenwrangen sind aus geflanschten 5-mm-Blechen hergestellt. Die Rahmenverbände haben einen Steg aus 8 mm Blech und einen Gurt aus 10 mm Blech. Auf dem Hinterschiff ist eine Kupplungswinde mit einer Haltekraft von 40 Mp. angeordnet. Das Kupplungsseil ist 26 mm dick und 25 mm lang. Um eine gute Anlagefläche beim Kuppeln mit unterschiedlich geladenen Prähmen zu erreichen, sind 1 m hohe Schubschultern am Achterschiff angeordnet.

Die soeben beschriebene technische Ausgestaltung des Eispfluges hat sich in den letzten Wintern bewährt. Zur Erhöhung der Effi-

zienz der Transporte wurde der erste Schubverband eines Konvois mit der Eisbruchtechnik ausgestattet. In sehr kurzen Abständen von wenigen hundert Metern folgten jeweils weitere Schubverbände. Somit konnte beispielsweise der Tagesbedarf des Kohlekraftwerks mit nur einem Eisbruchvorgang abgedeckt werden.

Das innovative Eispflugsystem, welches sich schon in Eiswintern regelmäßig auf den Berliner und Brandenburger Wasserstraßen bewähren konnte, ist auch auf anderen Wasserstraßen durchaus einsetzbar. Zum Betrieb dieses Systems an Gütermotorschiffen muß der Eispflug jedoch konstruktiv modifiziert werden.

Binnenschiffahrt bei Eisbedeckung

Dr.-Ing. Karl-Heinz Rupp, Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt GmbH

1. Einleitung

Die HAMBURGISCHE SCHIFFBAU-VERSUCHSANSTALT GmbH (HSVA) arbeitet seit mehr als 80 Jahren weltweit auf den Gebieten der Hydrodynamik und verwandten Fachgebieten als eine Forschungseinrichtung im Dienst des Kunden. Die Eistechnik ist eines der Fachgebiete der HSVA. Auf diesem Gebiet werden Modellversuche im Eis seit etwa 50 Jahren durchgeführt. Die Schwerpunkte in der Eistechnik der HSVA sind:

- Modellversuche mit eisbrechenden Schiffen (z.B. Eisbrecher, eisbrechende Schiffe für jeden Einsatz)
- Modellversuche mit Bauwerken im Eis (Offshore Anlagen, Brückenpfeiler, Belastungen auf Piers)
- Großausführungsmessungen an Bauwerken und mit Schiffen im Eis
- Numerische Eisbrechtechnik (Berechnung von: Widerstand im Eis, Stoßlasten, Schollenbewegung am Schiffsrumpf und ähnlichen Bauwerken)

Mit dem Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Binnenschiffahrt bei Eisbedeckung" überträgt die Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt (HSVA) ihre Erfahrungen auf dem Gebiet der Eistechnik in einem ersten Schritt auf die Binnenschiffe. Die HSVA wird dabei unterstützt und beraten von der Wasser- und Schiffahrtsdirektion Ost und von der Deutschen Binnenreederei. Das F+E-Vorhaben wird mit freundlicher Unterstützung durch das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) durchgeführt.

2. Ausfallzeiten durch Eis

Die letzten beiden Winter haben gezeigt, daß die Binnenschiffahrt besonders im Osten und Süden Deutschlands aufgrund von Eis für mehrere Wochen zum völligen Erliegen kam. Dabei waren diese Winter, zumindest im Norden Deutschlands, nicht besonders streng, sondern in den vorangegangenen Jahren waren die Winter so mild, daß das Problem Eis hinter anderen Problemen dieses Verkehrszweiges zurücktrat.
Sperrtage aufgrund von Eis sowie Vereisungstage werden am Beispiel des Havelkanals aufgezeigt. Im Zeitraum von 1952 bis 1993 war der Kanal durchschnittlich 26 Tage pro Jahr gesperrt. Die Spanne reicht von 0 bis 100 Sperrtagen.

Tabelle 1: Vereisungs- und Sperrtage des Havelkanals (1952 bis 1993)
Quelle: WSD-Ost

	Vereisungstage	Sperrtage
Durchschnitt (Tage)	53	26
Minimal (Tage)	0	0
Maximal (Tage)	116	100

Eine Ausfallzeit von 30 Tagen z.B. bedeutet, daß $^1/_{12}$ der Transportkapazität und dadurch die Einnahmen ausfallen, während die Kosten zwar etwas reduziert sind, aber weiterhin anfallen. Diese und andere Ausfallzeiten erschweren es der Binnenschiffahrt, neue Kunden zu gewinnen.

3. Ziele des Vorhabens

Es ist das Ziel dieses Vorhabens, Grundlagen zu schaffen, daß die Navigationsperiode schrittweise ausgedehnt werden kann, so daß die Sperrtage möglichst gering oder in „normalen" Wintern ganz entfallen können.
Dies gelingt allerdings nur, wenn die Wasser- und Schiffahrtsverwaltungen die Binnenschiffahrt unterstützen. Hierzu besteht

keine Pflicht, denn nach dem WaStrG § 35 Abs. 1 erfolgt der Einsatz von Eisbrechern der WSV nur, wenn die wirtschaftliche Vertretbarkeit des Einsatzes gegeben ist. Durch großzügige Auslegung dieses Gesetzes könnte der Binnenschiffahrt im Winter geholfen werden.
Im laufenden F+E-Vorhaben wird der Schwerpunkt auf das eisbrechende Binnenschiff und ein neukonzipiertes eisbrechendes Schubboot gelegt, die zusammen mit existierenden Schiffsformen in unterschiedlichstem Eis wie ebenem Eis (Kerneis), Scholleneis, zusammengefrorenem Scholleneis, Eisschredder, zusammengefrorenem Eisschredder untersucht wurden. Die Auswertung der Versuchsergebnisse ist noch nicht abgeschlossen, dennoch lassen sich bereits jetzt einige Aussagen über die Eisbrechmöglichkeiten machen. Von diesen Versuchsergebnissen ausgehend, erwarten wir Antworten, wie der Verkehr aufrechterhalten werden kann, auch mit den existierenden Binnenschiffen. Für die Verbesserung der Eisbrechfähigkeit haben wir die Schiffsform eines Leichters und eines Schubbootes entworfen.

4. Kurze Systembetrachtung

Der Binnenschiffsverkehr im Eis kann nur stattfinden, wenn auch die Schleusen, Häfen und die Kanäle für den Verkehr im Eis geeignet sind. Diese Eignung ist teilweise vorhanden oder kann durch Nachrüsten erreicht werden. Eine weitere Möglichkeit ist die Taktik im Handling mit Eis. Besonders hiervon erwarten wir Anregungen, wenn die Binnenschiffahrt im Eis erst einmal in Fahrt gekommen ist.
Folgende Bereiche sind bei der Eisfahrt mit dem Binnenschiff zu unterscheiden: Binnenschiffahrt auf Kanälen, auf Seen oder vergleichbaren Gewässern und die Binnenschiffahrt auf Flüssen. Letzteres wird im F+E-Vorhaben nicht betrachtet. Auf Flüssen müssen lokale Gegebenheiten sehr genau beachtet werden, da es durch die Binnenschiffahrt bei Eis eventuell auch zu Eisversetzungen kommen kann.
Die Binnenschiffahrt auf Seen hat gegenüber den Kanälen den Vorteil, daß meist mehr Platz vorhanden ist, so daß bei Bedarf auch eine weitere gebrochene Rinne parallel zur alten Rinne angelegt werden kann. Außerdem ist der Wasserkörper wesentlich größer, so daß im Vergleich zum Kanal mehr relativ „warmes" Wasser zur Verfügung steht, welches die Eisbildung während einer Kälteperiode bei Schiffsverkehr mindert.
Nachfolgend eine erste Übersicht zu Punkten, die bei der Eisfahrt auf Kanälen zu beachten sind:

Binnenschiffahrt bei Eisbedeckung auf Kanälen

Einfluß auf die Fahrzeuge:

Binnenschiff:

- Motorgüterschiffe und Leichter
- Leichter mit eisbrechender Bugform
- Eisbrechendes Schubboot

Binneneisbrecher

Für alle Fahrzeuge muß besonders betrachtet werden:

- Schiffsformen
- Antriebsleistung und Geschwindigkeit
- Manövrierfähigkeit im Eis
- Festigkeit des Schiffsrumpfes
- Antriebskonzepte

Maßnahmen:

- Eisbrechtechnisch günstigere Schiffsform wählen
- in Abhängigkeit von der Festigkeit des Rumpfes nicht die maximal mögliche oder erlaubte Schiffsgeschwindigkeit fahren,

wenn große Eisschollen vorhanden sind, zur Verminderung der Eisstöße auf den Bug
- Anzahl der Propeller-Eis-Kontakte durch entsprechende Schiffsform vermindern
- Eisstöße auf den Propeller durch Einbau einer Rutschkupplung mindern, um die Antriebsanlage zu schonen und zu schützen
- Verstopfen des Kühlsystems durch Eis kann durch Gestaltung des Wassereinlasses und Rückführung von warmem Kühlwasser zum Wassereinlaß vermieden werden. Eventuell kann kurzfristig als Kühlwasser das Wasser eines Ballasttanks genutzt werden. Technisch aufwendiger ist die Außenhautkühlung.

Eisbrechhilfen
(„Möbius Eisschredder", Eispflug, Eisbrechvorsatz) sind Geräte, die mit Hilfe anderer Fahrzeuge eine Eisrinne brechen können.

Einfluß auf Kanal und Schleuseneinrichtung
Funktionsfähigkeit der Schleuse
- Schleusentore
- Vereisen der Wände und Poller
- Eisverstopfung an Wassereinlässen und Pumpen
- Eisansammlung in der Schleusenkammer
- Eisansammlung im Schleusenvorhafen

Maßnahmen:
- Luftsprudelanlagen
- gezielt Quellströmung mit Wasser vom Boden erzeugen oder mit warmem Kühlwasser, sofern vorhanden,
- Schleusenkammer im Oberwasser über Nacht stehenlassen, um ein Abkühlen der Wände zu vermeiden
- Wassereinlässe möglichst großflächig ausführen, damit Strömungsgeschwindigkeit herabgesetzt wird, Gitter und Freispülmöglichkeit vorsehen
- möglichst glatte Oberflächen von Schleusenkammer und -tore, Heizungen an den Dichtungen und eventuell in der Wasserlinie der Schleusenkammer im Oberwasserbereich vorsehen, u.a.
- Kombination der Maßnahmen

Funktionsfähigkeit des Kanals
- Vermeiden oder vermindern von Beschädigungen der Kanalböschung durch Eis

Maßnahmen:
- Schiffsgeschwindigkeit reduzieren, damit die durch die Fahrzeuge hervorgerufenen Wellen möglichst klein sind, damit am Ufer festgefrorene Eisschollen die Uferbefestigungssteine nicht herausbrechen. Weiter ist zu erwarten, daß durch kleine Schiffsgeschwindigkeiten die Eisstöße auf das Ufer vermindert werden. Es kann auch gelingen, daß ein Streifen Eis längs der Böschung des Kanals erhalten bleibt, der die Böschung schützt. Diese gemachten Aussagen müssen in der Praxis überprüft werden.

Verkehrsorganisation
Eine Verkehrslenkung ist für den sicheren Verkehr auf eisbedeckten Kanälen hilfreich. Dadurch kannn organisisert und geregelt werden:
- Eisbrechereinsatz (Behördenfahrzeug)
- Einsatz eisbrechtauglicher Schubboote (Charter)
- Eisbrecheinsatz (Eisbrechhilfen) koordinieren, eventuell unterscheiden nach Strecken und Häfen
- Konvoizusammenstellung, Reihenfolge der Schiffe eines Konvois unterscheiden nach der Eisbrechfähigkeit der Schiffe
- Regelung des Gegenverkehrs
- Erstellen einer gebrochenen Eisrinne und Pflege dieser Eisrinne (z.B. durch eine Geschwindigkeitsbegrenzung, damit nicht

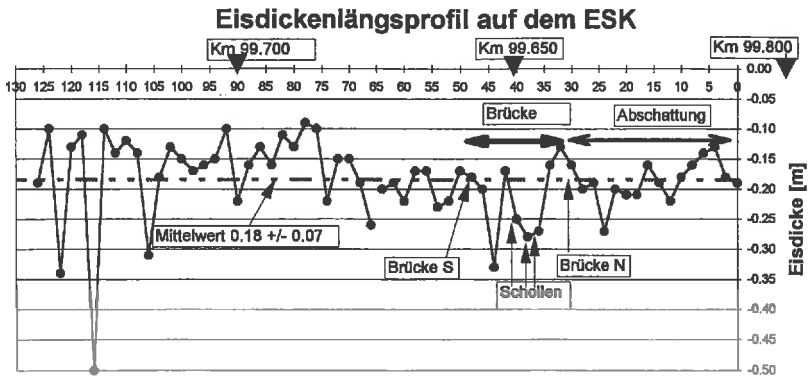
durch Bug- und Heckwellen die Eisränder in große Schollen gebrochen werden. Diese großen Eisschollen treiben in die Eisrinne und können für das nachfolgende Schiff eine Gefahr darstellen)
- besonders wichtig: praktische Erfahrungen berücksichtigen.

Investitionen
Wenn konsequent das Eis auf Kanälen für die Binnenschiffahrt gebrochen wird, so sind Investitionen erforderlich. Diese Investitionen fallen in den Aufgabenbereich der Wasserstraßenverwaltung und der Binnenschiffsreeder. Um die Summe der Investitionen möglichst klein zu halten, sollte überlegt werden, ob ein Schubboot auch als Kanaleisbrecher einsetzbar ist. Schubboote für eine solche Mehrfachnutzung existieren noch nicht. Längerfristige Charterverträge mit den Wasserstraßenverwaltungen müssen für den Bau solcher Schiffe mit Mehrfachnutzung abgeschlossen werden. Weiter sind freie Schubbootkapazitäten in einer Reederei in der Winterzeit eine wichtige Voraussetzung hierfür.

Eine zwischen Reeder und Verwaltung geteilte Nutzung eines Fahrzeugs wird zur Zeit projektiert für schwedische Küsteneisbrecher, die hauptsächlich als Versorger arbeiten. Im Bedarfsfalle stehen sie der Verwaltung für die Eisbrechaufgaben zur Verfügung.
Diese Liste von Kriterien dieses Abschnitts darf nicht als vollständig angesehen werden. Es wäre daher hilfreich, wenn Binnenschiffer und Reeder, Behörden, Versicherer, Wasserbau- und Schiffstechniker ihre bisherigen Erfahrungen zu diesem Thema zur Verfügung stellen würden.

5. Großausführungsmessungen im F+E-Vorhaben

Im Januar 1997 hat die HSVA auf dem Elbe-Seiten-Kanal bei Scharnebeck Eisfestigkeitsversuche durchgeführt. Weiter wurden Eisdickenprofile aufgemessen.
Die Ergebnisse zeigen, daß zwischen Kerneis und zusammengefrorenem Brucheis sich die Biegefestigkeit praktisch nicht unterscheidet, die horizontale Druckfestigkeit um

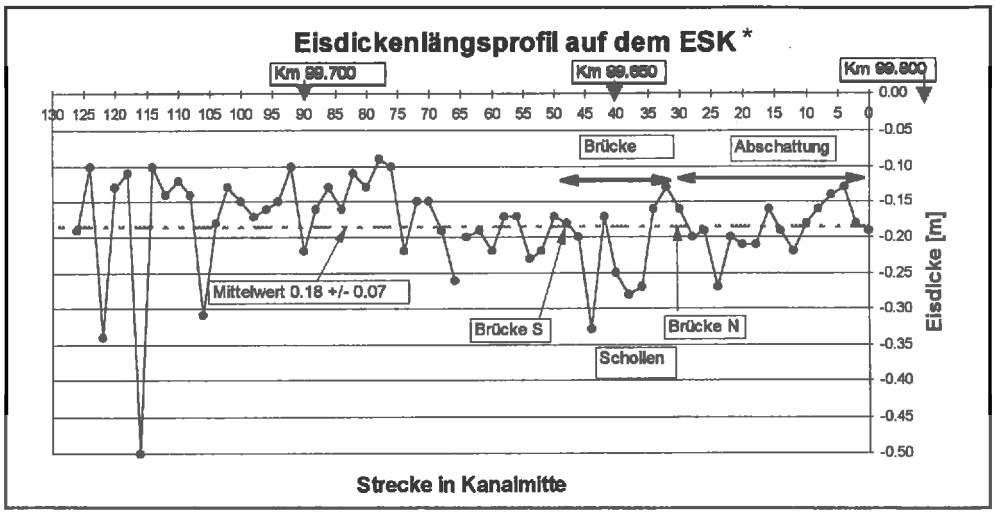


⅓ geringer und die vertikale Druckfestigkeit nur noch 58% der von Kerneis entspricht (Tabelle 2). Dies erleichtert etwas das Eisbrechen.
Das Eisdickenprofil längs des Elbe-Seiten-Kanals weist erhebliche Schwankungen auf (Diagramm 1). Der Maximalwert beträgt 50 cm, der Minimalwert 10 cm und der Mittelwert liegt bei 18 cm. Einzelne dick zusammengefrorene Eisklötze behindern nicht besonders das Eisbrechen, sie können aber eine Gefahr für die Propeller darstellen.

Tabelle 2: Ergebnisse der Eisversuche bei Scharnebeck

Typ	**Kerneis** (Mittelwert aus der Probenanzahl N)	**Zusammengefrorenes Brucheis** (Mittelwert aus der Probenanzahl N)
Biegefestigkeit [kPa]	538 (N=7)	525 (N=5)
Druckfestigkeit horizontal [kPa]	1849 (N=7)	1234 (N= 5)
Druckfestigkeit vertikal [kPa]	3129 (N=6)	1816 (N=6)

Diagramm 1



* Messung am 14. 1. 1997 – Brücke 559 südl. Hafen Lüneburg

6. Modellversuche

Im großen Eistank der HSVA (Länge 72 m, Breite 10 m, Wassertiefe 2,0 m und 5,0 m) wurde der Flachwasserboden eingebaut, auf dem ein Kanal im Maßstab 1:12 modelliert wurde. Die Abmessungen des Kanals in der Großausführung betragen: Wasserspiegelbreite 33 m, Wassertiefe 3 m und eine Böschung von 1:3. In diesem Modellkanal wurde Modelleis hergestellt, das in der Natur eine Decke von ca. 0,2 m hat. Die Biegefestigkeit des Eises beträgt ca. 800 kPa. Die Biegefestigkeit wurde größer gewählt als die gemessenen Werte dargestellt in Tabelle 2, da bei diesen Messungen die Lufttemperatur bereits über Null Grad war.
Es wurden 3 verschiedene Leichterbugformen als Modell gebaut. Eine Bugform entsprach einer traditonellen Kahnform (Bild 1), die zweite Bugform war ein üblicher Schubleichter der Deutschen Binnenreederei für die Eisfahrt, und die dritte Bugform wurde als ein eisbrechender Leichter entworfen. Diese Leichter (Länge 65 m, Breite 8,2 m, Tiefgang 2,0 m) wurden geschoben von einem eisbrechenden Schubboot (Länge 17 m, Breite 8,2 m, Tiefgang 1,5 m). Das eisbrechende Schubboot und der eisbrechende Leichter wurden von der HSVA entworfen.

Abb. 1

Mit den drei verschiedenen Leichterformen und dem eisbrechenden Schubboot wurden Versuche unter verschiedenen Eisbedingungen (ebenes Eis(Kerneis), Scholleneis, zusammengefrorenes Scholleneis, Eisschredder, zusammengeforener Eisschredder) zur Ermittlung von Widerstand und Antriebsleistung im Eistank der HSVA durchgeführt. Das Schubboot alleine wurde als Kanaleisbrecher in den verschiedenen Eisbedingungen untersucht. Die Auswertung dieser Versuche ist noch nicht abgeschlossen.
Ergänzend zu der Beziehung zwischen Antriebsleistung, Geschwindigkeit und Eisverhältnissen in Geradeausfahrt wurden verschiedene Manöver im Eis mit den frei fahrenden Modellen durchgeführt.
Das eisbrechende Schubboot kann als Kanaleisbrecher eingesetzt werden. Es ist möglich, mit dem Schubboot ebenes Eis oder zusammengefrorenes Scholleneis zu brechen und unter allen Eisbedingungen des Kanals zu wenden und die zuvor gebrochene Eisrinne definiert zu verbreitern. Das Verbreitern der einmal gebrochenen Eisrinne ist notwendig, um genügend Platz in der Eisrinne für einen Schleppverband oder ein Motorgüterschiff bei der Kurvenfahrt zu haben. Bei den Drehkreisversuchen zeigte sich, daß bei dem untersuchten Längen-/Breitenverhältnis des Schubverbandes von etwa 10 im ebenen Eis trotz Ruderlage der Verband gerade-

aus fuhr. Zur Verbesserung der Drehfähigkeit haben wir eine Verbreiterung am Bug des Leichters angebracht. Mit Hilfe dieser Verbreiterung (Reamer) konnte eine Kurve im ebenen Eis gefahren werden. In der Großausführung muß diese Verbreiterung so konstruiert sein, daß sie bei Bedarf schnell und einfach entfernt werden kann.
Das Passieren eines Leichters wurde mit dem Schubverband im Kanal durchgeführt. Hierbei zeigte sich, daß die Eisschollen, die sich zwischen Schubverband und dem passierenden Leichter befanden, wie ein Fender wirkten, so daß dieses Manöver deutlich einfacher auszuführen war als im eisfreien Wasser.

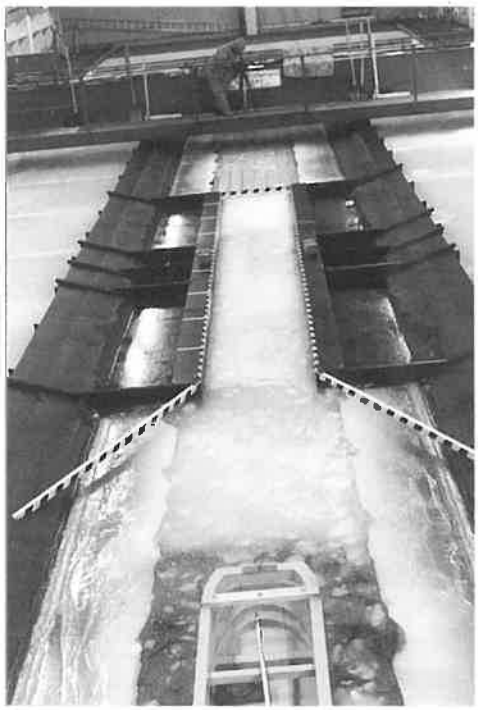


Abb. 2

Genauso verhielt es sich bei dem Manöver „Einfahrt in eine Schleuse" (Bild 2). Die Schleusenwand wurde nicht berührt, da genug Eisstücke zwischen Bordwand und Schleusenwand lagen. Bei einem dieser Manöver haben wir absichtlich Eis in die Schleusenkammer geschoben. Unter diesen Bedingungen mußte mit voller Antriebsleistung bis kurz vor das Schleusentor gefahren werden. Das Eis wurde hierbei vom Bug des Leichters bis auf den Boden der Schleuse gedrückt. Der Leichter „strandete" auf den Eisschollen. Dieser Fall muß in der Großausführung vermieden werden, da Bodenbeschädigungen am Leichter auftreten können.
Hafenmanöver im Eis sind zeitaufwendig und schwierig. Bei den Hafenmanövern im Eistank wurden zwei Taktiken verfolgt:
Wenn keine großen Kursänderungen erforderlich waren, wurde das Anlegemanöver mit dem Schubverband durchgeführt.
Bei größeren Kursänderungen in Richtung Pier wurde wegen Platzmangel im Kanal das Schubboot abgekoppelt und der Leichter im Eis „abgestellt". Das Schubboot brach im Hafenbereich das Eis in möglichst kleine Schollen. Der Leichter bleibt unter normalen Verhältnissen an der abgestellten Stelle, da das Eis den Leichter hält und er somit nicht vertreiben kann. Nachdem das Eis im Hafengebiet klein gebrochen ist, wird wieder angekoppelt und angelegt. Hierbei wurde so verfahren, daß der Verband in die Vorspring einfuhr und durch Legen des Ruders mit dem Heck in Richtung Pier schwenkte. Bevor das Eis zwischen Schiffsverband und Pier einklemmt, wird der Spalt wieder vergrößert. Zusammen mit dem vorausarbeitenden Propeller entsteht dadurch eine Strömung, die das Eis aus dem Spalt entfernt. Dieses Manöver wurde mehrmals durchgeführt.
In dieser Situation wird das Eis zusammengedrückt, wobei noch zwei der oben be-

schriebenen Schwenkmanöver erforderlich waren, um parallel längs der Pier zu kommen. Die Kursänderung betrug hierbei 90°, die Pier war 120 m lang und der Koppelverband 85 m.

7. Schlußbemerkung

Das Vorhaben trägt dazu bei, daß die Binnenschiffahrt ganzjährig auf Kanälen durchgeführt werden kann (Minimieren der Ausfallzeiten im Winter). Technisch ist das Ziel erreichbar. Die dadurch erreichbare größere Zuverlässigkeit der Binnenschiffahrt für Spediteure und Verlader führt hoffentlich zu neuen Kunden und somit zu einer besseren Auslastung der Binnenschiffsflotte. Zur Lösung dieser Aufgabe ist jedoch eine enge Zusammenarbeit zwischen allen Beteiligten erforderlich.

Herausgeber: Deutscher Wasserstraßen- und Schiffahrtsverein Rhein-Main-Donau e.V., Nürnberg
Druck: Verlagsdruckerei Schmidt GmbH, Neustadt/Aisch
ISSN: 1433-1381
Lithos: Verlagsdruckerei Schmidt GmbH, Neustadt/Aisch
Fotos: Möbius Bau, Deutsche Binnenreederei, HSVA

Schadenersatz für fehlerhafte, unvollständige oder nicht erfolgte Angaben ist ausgeschlossen.