Abteilung II

Seehäfen und Seewasserstraßen

Thema 1

Anforderungen an die Bemessung und Ausrüstung von Hafenzufahrten für große Schiffe mit gefährlicher Ladung am Beispiel der Schiffahrtsstraße Jade zum Hafen Wilhelmshaven mit Anhang zur Frage der Kollisionsdynamik von Schiffen und zur Bemessung eines Vielzweck-Feuerlösch- und Sicherheitsschiffes.

Berichterstatter:

Dipl. Ing. J. Braun, Leitender Baudirektor, Wasser- und Schiffahrtsdirektion Nordwest, Aurich

Dipl.-Ing. V. Goetz, Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin

Dipl.-Ing. K.-H. Hamer, Bauoberrat, Wasser- und Schiffahrtsamt Cuxhaven

Dipl.-Ing. D. Mürdel, Bauoberrat, Wasser- und Schiffahrtsamt Wilhelmshaven

Kapitän J. Schumacher, Bremen

Dipl.-Ing. V. Wetzel, Bauoberrat, Wasser- und Schiffahrtsamt Wilhelmshaven.

1. Einführung

Der Hafen Wilhelmshaven ist neben seiner Bedeutung als Marinestützpunkt international als Importhafen für Rohöl und in geringem Umfang als Exporthafen für Rohölprodukte bekannt.

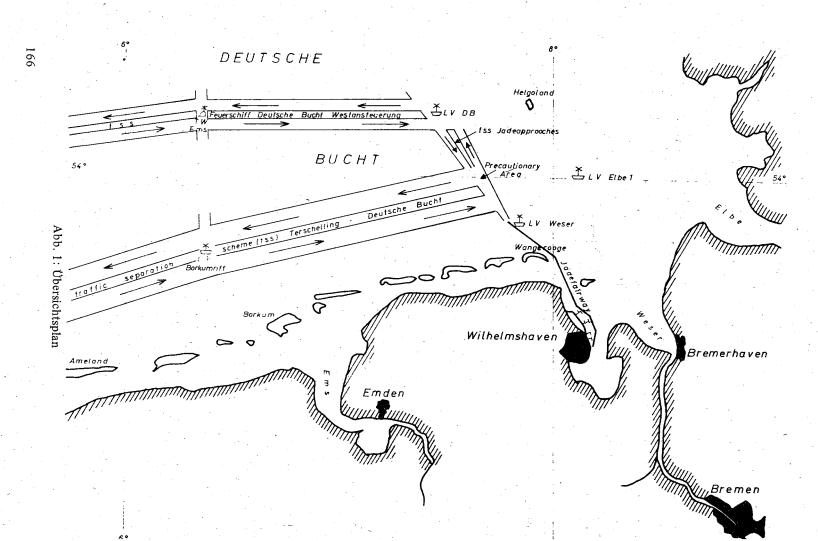
Im Rahmen der Energiediversifikation für die Bundesrepublik Deutschland und verbunden mit einer weiteren örtlichen Industrieansiedlung werden zur Zeit Umschlaganlagen im Tidegebiet der Jade bei Wilhelmshaven für den Import von verflüssigtem Erdgas und den Umschlag von flüssigen Chemieprodukten erstellt.

Es handelt sich hierbei für die Bundesrepublik Deutschland um das erste LNG Terminal größeren Ausmaßes.

Im Zusammenhang mit diesen Projekten mußte untersucht werden, ob der Schiffahrtsweg nach Wilhelmshaven, der z. Zt. für tideabhängigen Verkehr von 250.000 tdw-Tankern als Einbahnweg ausgelegt ist, auch die Risiken des zusätzlichen LNG- und Chemieprodukten-Verkehrs tragen kann.

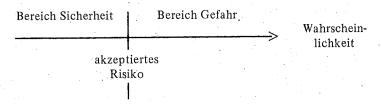
Der folgende Beitrag soll hierzu auf bestehende Verhältnisse angestellte Überlegungen und verbindliche Planungen eingehen.

Der Verkehr auf der Jade ähnlich den Verkehren auf anderen Wasserstraßen hat sich in der Vergangenheit kontinuierlich den expansiven wirtschaftlichen Entwicklungen angepaßt. Die Tiefen des Fahrwassers wurden von natürlichen Verhältnissen im Jahre 1960, die für 40.000 tdw-Tanker ausreichend waren, bis 1974 für Tanker bis zu 250.000 tdw ausgebaut, ohne daß an der grundlegenden Fahrwasserführung und -breite Änderungen durchgeführt wurden.



Im Zusammenhang mit vorgenannten Projekten des LNG- und Chemieproduktenumschlages wurden die Verkehrsrisiken auf der Jade und die Kriterien über zulässige Risiken und die Möglichkeiten ihrer Minderung eingehender untersucht.

Der Begriff "Risiko, Sicherheit und Gefahr" wird hier folgendermaßen definiert. Risiko: Produkt von Eintrittswahrscheinlichkeit und Wirkung



Für die sicherheitstechnische Abschätzung des Verkehrs wurden neben der o. g. Risikodefinition für den LNG- und Chemieproduktenumschlag auch die nach physikalischemischen Gesetzen möglichen ungünstigen Auswirkungen eines denkbaren Unfalls, jedoch ohne Sabotage und Kriegsvoraussetzungen, dargestellt.

Für die endgültige Beurteilung wurde folgender Ansatz gewählt, der die möglichen und wahrscheinlichen Überlegungen berücksichtigt:

Sind die möglichen Auswirkungen eines Unfalls so groß, daß sie nicht mehr getragen werden können, müssen die Voraussetzungen, unter denen sich der Unfall ergibt, noch einmal einer Wahrscheinlichkeitsuntersuchung unterzogen werden. Hieraus ergibt sich die endgültige Beurteilung.

Aufgrund der äußerst komplexen Verhältnisse beim Verkehr von Schiffen mit gefährlichen Gütern konnten die Randbedingungen für eine vollkommen befriedigende Risikoabschätzung nicht vollständig geklärt werden. Die Hauptursachen liegen hierbei vom Verkehr her gesehen im folgenden:

- Die Statistik und Ursachenforschung für Schiffsunfälle erlaubt noch keine gesicherten Erkenntnisse.
- 2. Soweit statistisches Material über Schiffsunfälle vorhanden ist, kann es nicht kritiklos auf den Verkehr neuer gebauter und moderner ausgerüsteter Schiffe übernommen werden.
- Der Verkehr großer LNG Schiffe und das Verhalten großer LNG Mengen bei Ladungsaustritt entzieht sich aufgrund der kurzen Betriebszeit dieser Schiffe der auswertbaren Statistik.

Zusammenfassend wurde für die Aufnahme des Verkehrs mit großen LNG- und Chemieprodukten-Schiffen auf der Jade unter Einschluß des bestehenden Verkehrs folgende Forderung gestellt:

Durch den neuen Verkehr und Umschlag mit gefährlichen Gütern soll an der Jade das zeitliche Gefahrenrisiko für das Leben eines Außenstehenden, der mit dem Verkehr keine direkte Berührung hat, in der statistischen Häufigkeit einmal in 10⁶ Jahren auftreten.

Zum zweiten soll die Auswirkung eines Unfalls oder die sich daraus möglicherweise ergebenden Folgereaktionen (Dominoeffekt) Außenstehende nicht unmittelbar lebensgefährlich beeinträchtigen.

Nach der Risikoanalyse wurden auf folgenden Bereichen Vorschläge erarbeitet, die mit der Aufnahme des Verkehrs von LNG Schiffen verwirklicht werden sollen.

- 1. Verbesserung der verkehrstechnischen Einrichtungen zur Überwachung, Information und Lenkung des Verkehrs.
- Strombauliche Verbesserungen der Lage des Fahrwassers in der Jade und im Verhältnis zu den Umschlaganlagen.
- 3. Verkehrslenkung
- 4. Anforderung an die Infra- und Suprastruktur der Umschlaganlagen.

Bezüglich der Anforderungen an die Schiffahrt selbst, an das Schiff, seine navigatorische Ausrüstung und seine Besatzung wurden nahezu keine Forderungen gestellt, die über bestehende internationale Voraussetzungen hinausgehen.

2. Verkehrsbelastungen des Jadefahrwassers

Die vorstehend aufgeführten Überlegungen wurden für das Jadefahrwasser mit etwa folgendem Verkehrsaufkommen angestellt, das ingesamt die neuen Umschlaganlagen für LNG- und Chemie-Produkte passieren muß (ein- und auslaufend).

Schiffspassagen/Jahr geschätzt für den Zeitpunkt der Inbetriebnahme des LNG Terminals und ihre absehbare Entwicklung:

1.600 - 3.000 Mineralöltanker

800 - 1.000 Trockenfrachter

240 - 300 Gastanker •

2.100 Fahrzeuge der Bundesmarine

Die Zahlen können nur überschlägig genannt werden, da sie starken kurzfristigen Schwankungen unterliegen.

In den Angaben für Mineralöltanker sind etwa 160-260 Tanker der Größenordnung von 100.000-250.000 tdw enthalten.

Die neuen Umschlaganlagen selbst werden etwa folgendes zusätzliche Verkehrsaufkommen pro Jahr bewirken:

LNG Umschlag (ein- und ausgehende Schiffe): 340 – 600 Schiffe der 120.000 m³ Klasse; 500 Schiffe der 40.000 m³ Klasse oder kleiner.

Chemieprodukte: 600 - 1.600 Schiffe pro Jahr bis ca. 60.000 m³; davon

380 – 600 Schiffe mit Äthylen und u.a. 120 – 600 Schiffe mit Vinylchlorid oder Vinylchloridrückständen.

3. Anforderungen an die verkehrstechnischen Einrichtungen zur Überwachung, Information und Lenkung des Verkehrs

3.1 Grundsätzliche Überlegungen zu den Navigationshilfen

Nach wie vor stellen die klassischen Seezeichen (Tonnen, Leuchtfeuer, Feuerschiffe) wegen ihrer unmittelbaren Information eine wichtige Navigationshilfe dar. Sie weisen aber, bezogen auf den Verkehr mit den oben angesprochenen Fahrzeugen, folgende Schwächen auf:

- ohne zusätzliche Einrichtungen (Radarreflektoren, Radarbaken) sind sie bei schlechter Sicht nur begrenzt erkennbar,
- 2) Leuchtfeuer können nur gerade Linien kennzeichnen; ihre Genauigkeit nimmt mit größeren Entfernungen ab. Der Ausbau und die Markierung von Fahrwasserbögen in Form von Polygonzügen mit Zwischenfeuerlinien ist für große Schiffe ungeeignet,
- 3) Tonnen bezeichnen Positionen nur eingeschränkt genau (Einfluß von Strömung, Wind und Eisgang).

Daher müssen die klassischen Seezeichen durch funktechnische Ortungssysteme ergänzt werden. Diese sollten folgende Forderungen erfüllen:

- 1) Ausreichend genaue Standortbestimmungen unabhängig von den atmosphärischen Ausbreitungsbedingungen,
- 2) möglichst direkte, auf den Fahrwasserverlauf bezogene Standortangaben,
- 3) möglichst geringe Anforderungen an die Bordausrüstung.

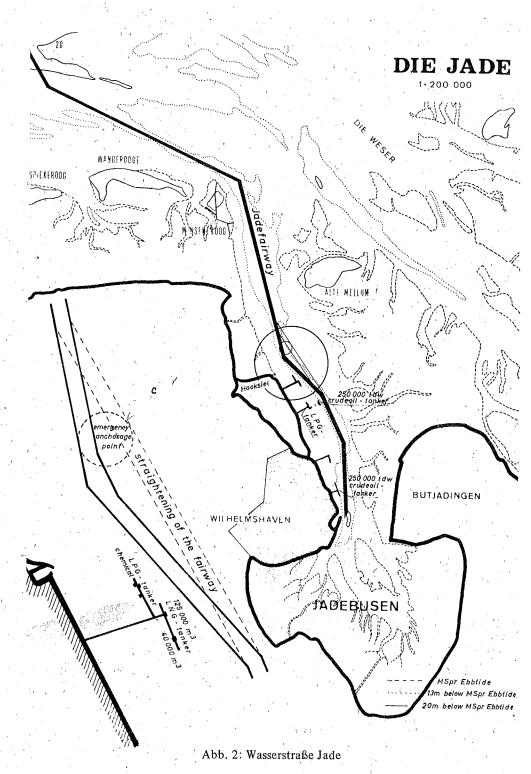
Diese Forderungen führen zu vorwiegend landgestützten Systemen mit zentraler Auswertung. Sie vermitteln den einzelnen Schiffen gezielt die jeweils wesentlichen Angaben und können aufgrund ihres umfassenden Informationswissens die Verkehrssituation und Verkehrsbedingungen besser berücksichtigen als das einzelne Schiff.

3.2 Navigationshilfen für Ansteuerung und Befahren der Jade

Die Jade ist zwar keineswegs die meistbefahrene Wasserstraße an der deutschen Nordseeküste, liegt aber umschlagmäßig an zweiter Stelle und zeichnet sich durch ihren überwiegenden Verkehr an Tankern und in Zukunft auch LNG-Schiffen aus. Während der kleinere Verkehrsanteil aus dem Verkehrsstrom zur Weser und Elbe des küstennahen Verkehrstrennungsgebietes "Terschelling – Deutsche Bucht" abzweigt, gelangt der Hauptteil über die küstenfernen Verkehrstrennungsgebiete "Feuerschiff Deutsche Bucht – Westansteuerung" und "Jadeansteuerung" den vorgenannten Verkehrsstrom in einer "Precautionary area" kreuzend, in die Jade.

3.2.1 Die Jade-Ansteuerung

Aus Sicherheitsgründen ist der Schiffahrt vorgeschrieben, bei Transporten gefährlicher Ladung das küstenferne Verkehrstrennungsgebiet "Feuerschiff Deutsche Bucht — Westansteuerung" TW-Weg zu benutzen. Die Achse dieses Verkehrstrennungsgebietes ist im Westen durch die Leuchttonne TW/Ems, ausgerüstet mit höherem Laternenträger und



170

einer Radarantwortbake (Racon), bezeichnet. Am östlichen Ende wird die Achse gekennzeichnet durch das Feuerschiff "Deutsche Bucht", das neben seiner optischen Funktion mit einem Funkfeuer, einer Radarantwortbake und einem Luftnebelschallsender ausgerüstet ist.

Die äußeren Begrenzungen des Verkehrstrennungsgebietes sind durch Leuchttonnen gekennzeichnet, die zusätzlich einen speziellen Radarreflektor mit einem besonders guten Rundumdiagramm auch bei Tonnenschräglage besitzen (äquivalente Rückstrahlfläche ca. 1.000 m²).

Beim Feuerschiff "Deutsche Bucht" erhalten alle Fahrzeuge, die mehr als 10.000 Tonnen gefährliche Stoffe im Bulk geladen haben, einen Lotsen durch Hubschrauber. In südöstlicher Richtung erfolgt dann die Zufahrt zur Jade im Verkehrstrennungsgebiet "Jadeansteuerung", das durch Leitsektor und Funkfeuer des Leuchtturms Wangerooge sowie mit Leuchttonnen bezeichnet ist.

Südlich anschließend wird die Schiffahrt von der Landradarstation Wangerooge der Jade Radarkette erfaßt und von der Revierzentrale Wilhelmshaven beobachtet.

3.2.2 System der visuellen, schwimmenden und festen Seezeichen auf der Jade

Auf der 47 km langen Strecke von der Jadetonne 5 bis zur Ölumschlaganlage der NWO ist ein 250.000 tdw Tanker an eine 300 m breite Fahrrinne gebunden und hat 7 Kurswechselpunkte mit bis zu 36° Kursänderung zu passieren. Ein anschließender 6 km langer Bereich der Jade ist wegen geringer Wassertiefen nur noch für Versorgungsfahrzeuge und Fahrgastschiffe von Bedeutung und führt zu Liegeplätzen.

Das visuelle Bezeichnungssystem der Jade besteht aus festen und schwimmenden Schiffahrtszeichen zur Bezeichnung des Fahrwassers und der innerhalb des Fahrwassers befindlichen 300 m breiten vertieften Fahrrinne.

Schwimmende Schiffahrtszeichen

Die Fahrwassertonnen liegen im Außenbereich auf 560 m, im Innenbereich auf 660 m Querabstand und ca. 1 sm Längsabstand als symmetrische Tonnenpaare aus, so daß in dem in der Regel auf dem Revier auf 3 sm geschalteten Bordradargerät die Schiffsführung jeweils mindestens zwei Tonnenpaare voraus sieht und dadurch die Trassenachse erkennen kann.

Insgesamt liege 60 Fahrwassertonnen aus, 35 davon sind Leuchttonnen. In der Regel wechseln unbefeuerte Tonnen und Leuchttonnen ab, alle Kurswechselpunkte sind mit Leuchttonnen gekennzeichnet. Der Anstrich der Tonnen erfolgt grundsätzlich mit Tagesleuchtfarben, wodurch sich die Tonnen optisch besser aus ihrer Umgebung hervorheben. Im Außenbereich der Jade werden besonders große unbefeuerte Tonnen mit großem Durchmesser und einer breiten Spiere eingesetzt. Die Radarerkennbarkeit der Tonnen wird bei unbefeuerten Tonnen in der Regel durch sogenannte Eckenreflektoren verbessert. Bei Leuchttonnen sollen in Zukunft Cornerreflektoren mit besonders gutem Rundumdiagramm eingesetzt werden.

Feste Schiffahrtszeichen

Als weitere Navigationshilfen stehen der Schiffahrt ortsfeste Schiffahrtszeichen zur Verfügung. Hierbei haben besonders Richtfeuerlinien zur genaueren Bezeichnung der Trassenachse große Bedeutung. 43 % des Fahrwassers werden auf diese Weise abgedeckt.

Sie haben eine Genauigkeit von besser als \pm 43 m. 48 % des Fahrwassers sind mit "Leitfeuern" bezeichnet. Hervorzuheben ist ein 14 km langer Fahrwasserbereich, in dem ein sog. Präzisionssektorfeuer eingerichtet ist, dessen Leitsektor bei 3,6 x 10^6 cd Lichtstärke nur 0.3° breit ist.

Sämtliche Kurswechselpunkte sind durch Quermarkenfeuer bezeichnet.

Für alle leuchtfeuertechnischen Einrichtungen wird eine Verfügbarkeit von 99,75 % verlangt. Daher sind alle Lichtquellen in geeigneter Form gedoppelt, und das gesamte Leuchtfeuersystem wird von der Revierzentrale Wilhelmshaven ferngesteuert und fernüberwacht, so daß die Beseitigung von Störungen sofort vorgenommen bzw. an die Schiffahrt gemeldet werden kann.

Revierfunkdienst

Als erste Stufe für funktechnische Hilfsmittel wurde 1971 für die Jade ein im 24-Stundenbetrieb geführter Sicherungsrevierfunk eingerichtet. Aufgabe des Funkdienstes ist es, die Schiffahrt auf der Jade jederzeit über alle besonderen Vorkommnisse im Revier in Form einer Verkehrsübersicht zu informieren. Hierfür werden u.a. zweistündlich Lagemeldungen abgegeben. Gleichzeitig erfolgt von der Zentrale aus eine Sichtweitenüberwachung, da der Tankerverkehr an bestimmte Mindestsichtweiten gebunden ist.

3.2.3 Landradarsystem

Um den Verkehr zu überwachen und der Schiffahrt auf Anforderung Radarinformation oder Beratung zu geben, wird mit Hilfe von vier unbemannten Radarstationen die gesamte Jade einschließlich eines Teils der seeseitigen Zufahrt erfaßt und nach Richtfunk-Bildübertragung in der Revierzentrale Wilhelmshaven auf einer Reihe von Sichtgeräten dargestellt. Die Radarberatung enthält zwei Arten Informationen:

- eine Standortinformation, bezogen direkt auf den Fahrwasserverlauf, so daß eine Korrelation zum Bordradarbild möglich ist (Abstand quer zur Fahrwasserachse und längs zur nächsten Tonne),
- eine Verkehrsinformation über die Situation in der Nachbarschaft des beratenen Schiffes, die das Schiff wegen des kleinen im Revier eingeschalteten Radarbereiches u.U. nicht voll einsieht (Entgegenkommer, Ankerlieger, Mitläufer).

Gegenüber Schiffsradaranlagen zeichnen sich die eingesetzten Landaradaranlagen durch eine Reihe besonderer Eigenschaften aus, um hohen Störabstand gegenüber Seegangs-, Regen- und Fremdradarstörungen zu erzielen und genaue Standortangaben zu ermöglichen: Frequenzbereich 8,8 – 9,2 GHz Frequenz-, Polarisations- und Zeitdiversity,

 $0,35^{\circ}$ bündelnde Antennen mit elektronisch umschaltbarer Polarisation (vertikal, horizontal, zirkular), Einblendmöglichkeit von Radarlinien (Fahrrinnenachsen und -begrenzungen), Tonnenpunkten sowie Symbolen und α N-Zeichen.

Das Landradarsystem wird in einer weiteren Ausbaustufe durch eine Radardatenverarbeitung ergänzt. Diese ergibt mit den Zielechos mitlaufende Symbole und Kennungen zur Unterstützung der Radarberatung und ermöglicht Verkehrsextrapolationen und vorausschauende Verkehrsübersichten und -simulationen. Hier zeigt sich, daß im Unterschied zu den klassischen Seezeichen die Landradartechnik nicht nur Navigationshilfen bietet, sondern auch ein geeignetes Instrument zur Erhöhung der Verkehrssicherheit durch Organisation des Verkehrs (Verkehrsüberwachung, bei Bedarf Verkehrsregelung).

3.2.4 UKW-Peilsystem

Übliche Landradarsysteme haben den Vorteil, eine Verkehrsübersicht ohne die Notwendigkeit spezieller Bordgeräte zu ermöglichen. Vorausgesetzt wird für die Betriebsabwicklung nur eine UKW-Sprechverbindung. Probleme ergeben sich allerdings in der Erkennung rufender Schiffe im Radarbild und durch die begrenzte Genauigkeit und Erneuerungsrate der Standortinformation durch Radarberatung bei großen Schiffen.

Es ist vorgesehen, das beschriebene Landradarsystem Jade durch ein UKW-Präzisionspeilsystem zu ergänzen. Hierfür wurde ein verbesserter Doppel-Peiler mit 0,1° Genauigkeit entwickelt. Ein aus mehreren derartigen Peilern bestehendes Funkortungssystem soll mit Hilfe von Kreuzpeilungen folgende Aufgaben erfüllen:

- 1) Standorterfassung sich anmeldender Schiffe bereits im Küstenvorfeld (in Entfernungen von 50 km bis 80 km),
- 2) Kennzeichnung über UKW rufender Schiffe in den Landradarbildern,
- 3) automatische Standortbestimmung für besonders zu beachtende Schiffe, ausgerüstet mit einem modifizierten UKW-Gerät (Bordgerät oder tragbares Lotsenfunkgerät) nach folgendem Verfahren:
 - Selektive Abfrage der UKW-Geräte
 - Standortberechnung an Land,
 - Übertragung der Standortinformation über UKW zum Schiff,
 - Anzeige der Standortdaten auf dem UKW-Gerät.

Die Modifikation des UKW-Gerätes bedeutet eine Ergänzung durch Selektivrufzusatz, Datendecoder und Datenanzeige. Angezeigt werden in 10 m-Schritten der Querabstand zur Fahrrinnenachse (einschl. seiner Tendenz) sowie der Längsabstand zur Tonne am nächsten Kurswechsel (einschl. Angabe des Bezugspunktes).

3.2.5 Die Revierzentrale

Durch das Landradarsystem und das UKW-Peilsystem ist die Revierzentrale über die gesamte Verkehrssituation informiert. Durch die Seezeichenfernüberwachung, durch Sichtweitenmeßgeräte, Pegel- und Windmesser sowie die ständig neuesten Peilkarten (Tiefenwerte) ist die Revierzentrale über die Funktion der Seezeichen sowie die meteorologischen und die hydrologischen Bedingungen des Verkehrsweges informiert. Diese Konzentration aller Informationen an einer nautisch ständig besetzten Stelle und die Abgabe aller wichtigen Informationen an die Schiffahrt in Form von zweistündlich aktualisierten Lagemeldungen oder gezielt an einzelne Schiffe stellt im weiteren Sinne ebenfalls eine Navigationshilfe dar.

3.2.6 Navigationshilfen und Risikountersuchungen

Ein strenger mathematischer Zusammenhang zwischen Umfang und Eigenschaften notwendiger Navigationshilfen in Abhängigkeit von der Verkehrs- und Fahrwasserstruktur, abgeleitet aus Unfallanalysen, besteht bisher nicht. Die Gesamtzahl der verschiedenen Unfallursachen ist nicht so groß und auch nicht so exakt erfaßt, daß hieraus nach statistischen Methoden der Nutzeffekt bestimmter Maßnahmen mit entsprechender Wahrscheinlichkeit ableitbar ist. Die bisher eingeschlagenen Schritte zur Verbesserung der Seezeichentechnik beruhen teils im Nachvollziehen von Entwicklungen, die sich an anderer Stelle bewährt haben, teils in der Auswertung gezielter Versuche mit Hilfe von Simulatoren, teils in der Auswertung von Fragebogenaktionen bei der Schiffahrt oder den Radarbeobachtern. Folgende Angaben sind aus eigener Erfahrung dabei zugrundegelegt:

Das Unfallrisiko ist für die Schiffahrt in engeren Revieren bei guter Sicht nachts etwa 4 mal so hoch wie am Tage, bei Nebel etwa 13-15 mal höher als bei guter Sicht, wenn Radarberatung zur Verfügung steht, sonst um ein Vielfaches höher. Während früher der Verkehr z.B. auf der Elbe bei Nebel weitgehend zum Erliegen kam, wird er heute durch Radarberatung aufrechterhalten.

Zusätzlich ist die Zahl der Schiffsunfälle (Kollisionen, Grundberührungen) etwa um 50 % zurückgegangen.

3.3 Organisation des Verkehrsablaufs auf der Jade

Bei dem Verkehrsaufkommen der Jade ist davon auszugehen, daß ca. 10 % aller mit gefährlichen Gütern einlaufenden Fahrzeuge tideabhängig sind. Für sie liegt der "point of no return" 30 – 40 km außerhalb der Hafenanlagen. Ferner muß berücksichtigt werden, daß ca. 50 % aller Fahrzeuge mit gefährlichen Gütern auch auslaufend noch eine Gefahr darstellen (Restladungen, nicht entgaste Tanker). Bei einer mittleren Fahrzeit im Revier, einschl. An- bzw. Ablegemanöver von ca. 3 Std., ergibt sich bei gleichmäßiger Verteilung des im Abschnitt 2 prognostizierten Verkehrs über das ganze Jahr, daß immer ein derartiges Fahrzeug im Revier unterwegs ist. Aus dem Gesamtverkehr errechnet sich, daß ständig insgesamt 3,3 Fahrzeuge im Revier unterwegs sind. Als Spitzenwert muß mit 4 bzw. 13 Fahrzeugen gerechnet werden.

Bei der durch die Morphologie der Jade vorgegebenen Linienführung des Fahrwassers sind Begegnungen zwischen Fahrzeugen mit gefährlichen Gütern und anderen Fahrzeugen je nach ihrer Größe nur in bestimmten geraden Abschnitten zugelassen.

Ebenso ist die Begegnung großer VLCC's, die auf die 300 m breite ausgebaggerte Fahrrinne angewiesen sind, sowie die Begegnung von LNG-Tankern untereinander nicht erlaubt.

Mit Hilfe eines Zeit-Weg-Diagramms, in dem als Ausgangswerte die nur tideabhängig

verkehrenden großen Fahrzeuge eingetragen wurden, konnten die zuzulassenden Abfahrzeiten und Fahrgeschwindigkeiten aller übrigen Fahrzeuge abgeleitet werden.

Aus diesen Werten ließ sich eine generelle Organisation des Verkehrs ausarbeiten, nach der alle voraussehbaren verkehrsregelnden Vorschriften und Festlegungen ausgearbeitet wurden.

Damit ein so organisierter Verkehr im Einzelfall auch nach den vorgegebenen Festlegungen abläuft, ist es notwendig zu beobachten, ob

- die Verkehrsteilnehmer die Vorschriften beachten und
- Störungen durch äußere Einflüsse oder Unfälle entstehen.

Für solche Beobachtungen muß eine rund um die Uhr mit Personal besetzte Stelle vorhanden sein. Die Qualifikation des Personals muß ausreichen, um jederzeit in den Verkehrsablauf mit zweckentsprechenden Maßnahmen eingreifen zu können, wenn Unregelmäßigkeiten beobachtet werden. Ferner ist es erforderlich, eine ständige Sprechfunkverbindung zu allen Verkehrsteilnehmern zu haben, und schließlich müssen von allen Fahrzeugen beim Eintritt in das Revier Meldungen abgegeben werden, in den meisten Fällen auch Wiederholungsmeldungen an bestimmten Punkten, wenn nicht technische Hilfsmittel in der Zentrale diese erübrigen. Für die Jade ist vorgesehen, daß alle Fahrzeuge ab einer Größe von 50 m sowie alle Fahrzeuge, die gefährliche Güter geladen haben, unter die spezielle Verkehrsbeobachtung fallen, d.h. sich melden müssen.

Als Landstelle dient die für die Funkortungskette der Jade errichtete Zentrale, die unter anderem wegen dieser Aufgabe die Bezeichnung "Revierzentrale" trägt. Sie ist für die Durchführung dieser und anderer Aufgaben der Wasser- und Schiffahrtsverwaltung der Bundesrepublik Deutschland rund um die Uhr mit einem Angehörigen dieser Verwaltung besetzt, der das nautische Patent AG (Kapitän für die große Fahrt) haben muß.

Ein weiterer Angehöriger der Verwaltung mit geeigneter Ausbildung unterstützt ihn und ist gleichzeitig für weitere Aufgaben der Revierzentrale vorgesehen.

Die technische Ausrüstung der Revierzentrale Wilhelmshaven besteht nach Fertigstellung aus folgenden Geräten:

- UKW Sprechfunkgeräte im Frequenzband "Port Operation", und zwar Duplex-Sprechwege, um jederzeit mit Fahrzeugen im Jade-Revier Verbindung aufnehmen zu können,
- Radarschirmbildgeräte in einem weitgehend abgedunkelten Raum, auf denen die Rohradarbilder und synthetische Informationen der Radarstationen dargestellt werden,
- ein Tastenfeld an den Radarsichtgeräten, mit dem Schiffsdaten in einen Verkehrsrechner eingegeben werden und abgerufen werden können, die auf dem Bildschirm zur Darstellung kommen.
- Rollkugeln am Radarschirmbildgerät, mit denen an bliebige Schiffsziele Mitlaufzeichen und Identifikationsnummern gesetzt werden können,
- in dem benachbarten "Revierdienstraum" ein auf die einzelnen Revierabschnitte

schaltbares Tageslichtsichtgerät für ein synthetisches Radarbild, in dem alle Schiffsziele und Tonnen, aber nur die wichtigen Festziele dargestellt werden, sowie Mitlaufzeichen und Schiffsnummern.

- ein *Datensichtgerät* mit Tastenfeld zur Anzeige sowie zur Ein- und Ausgabe von Schiffsdaten.
- ein Datensichtgerät, in dem ein für einen beliebigen zukünftigen Zeitpunkt errechnetes Zeit-Weg-Diagramm für das ganze Revier oder für bestimmte Revierabschnitte dargestellt werden kann.
- Anzeigefeld, Datensichtgerät und Blattschreiber für die Überwachung der festen Schiffahrtszeichen an der Jade und
- Anzeigegeräte für Wind, Sicht, Wasserstände und Wellenhöhe in der Jadeansteuerung.

Der Betriebsablauf der Verkehrsorganisation ist folgender:

- 1. Fahrzeuge, die sich bei der Revierzentrale melden müssen oder die freiwillig an der Verkehrsbeobachtung teilnehmen wollen, geben beim Einlaufen in das Revier von See oder vom Hafen über den festgelegten UKW-Sprechweg ihre Schiffsdaten an. Dabei wird mit Hilfe des UKW-Präzisionspeilsystems der Standort ihrer UKW-Antenne geortet, und sowohl im Rohradarbild als auch im synthetischen Radarbild blinkt das betreffende Schiffsziel und muß vom wachhabenden Nautiker quittiert werden.
- Der Wachhabende gibt die Schiffsdaten in den Verkehrsrechner ein, teilt dabei dem Fahrzeug im Rechner eine Nummer zu, setzt Nummer und ein Symbol für die Schiffskategorie – z.B. gefährliche Güter – auf das Radarziel und gibt dem Verkehrsrechner Anweisung zur automatischen Verfolgung dieses Zieles.
- 3. Der Verkehrsrechner verfolgt, ohne daß der Wachhabende aktiv werden muß, jedes in der vorgeschriebenen Weise eingegebene Ziel durch das ganze Revier und hält das Zeit-Weg-Diagramm auf dem neuesten Stand.
- 4. Der Wachhabende überprüft mit Hilfe des Zeit-Weg-Diagramms, insbesondere wenn sich neue Fahrzeuge gemeldet haben, ob eine unzulässige Begegnung, Überholung oder Annäherung von Fahrzeugen zu befürchten ist.
- 5. Ist das der Fall, so muß er zunächst durch entsprechende Informationen, gegebenenfalls aber auch durch verkehrsbeeinflussende Weisungen an die Verkehrsteilnehmer tätig werden.
- 6. Treten unvorhersehbare Störungen des Verkehrsablaufes auf, z.B. durch Maschinenoder Ruderschaden eines Fahrzeugs oder durch Schäden an einer der am Fahrwasser liegenden Umschlaganlagen, so kann der Wachhabende sofort gezielte Informationen oder Weisungen an gefährdete Verkehrsteilnehmer geben, da er durch die Geräteausstattung der Revierzentrale lückenlos über den Standort aller Fahrzeuge über 50 m im Revier informiert ist.

Da die Anlagen noch im Aufbau sind – nur die UKW-Sprechfunk-Anlagen und die Rohradarbilder stehen zur Verfügung –, muß das Zeit-Weg-Diagramm zunächst manuell gezeichnet werden.

Der Verkehrsrechner und das UKW-Präzisionspeilsystem sollen 1982 betriebsbereit sein.

Als Programm für die nächsten Jahre ist außerdem vorgesehen, dieses System auf die Verkehrstrennungsgebiete in der Deutschen Bucht auszudehnen, um in diesen Gebieten, in denen jährlich über 120.000 Schiffe – zum Teil auf kreuzenden Kursen – verkehren, die Gefahr von Zusammenstößen, insbesondere mit VLCC's, Gas- und Chemikalientankern, zu reduzieren.

4. Verkehrswasserbauliche Maßnahmen am Fahrwasser zur Verminderung der Verkehrsrisiken

Der Ausbauzustand des Jadefahrwassers mit seiner künstlich vertieften Fahrrinne von 300 m Breite und seiner Tiefe, die auf rd. 10 % UKC für 250.000 tdw-Tanker bemessen ist, entspricht auch nach internationalen Empfehlungen den Ansprüchen für den Verkehr mit Großtankern.

Verkehrswasserbauliche Maßnahmen können jedoch eine Erhöhung der Leichtigkeit des Verkehrsablaufes und damit eine weitere Verminderung des Kollisions- und Strandungsrisikos bewirken.

Bei der Betrachtung der Risikoverteilung für den fließenden und ruhenden Verkehr im Jadefahrwasser ergab sich, daß der den neuen Umschlaganlagen am nächsten liegende Fahrwasserbereich, verbunden mit einem nördlich davon angeordneten Kurswechsel von 30°, die größten Risiken beinhaltete:

- Der Kurswechsel erfordert eine relativ starke Ruderanlage, um ein entsprechendes Drehmoment für das Schiff zu erzeugen.
- Im anschließenden Fahrwasserbereich treten Querströmungen auf.
- Der Kurswechsel kann nur mit relativ hoher Fahrt durchs Wasser passiert werden.
- Sofern der Kurswechsel nicht durchgeführt wird, ist eine Kollision mit der neuen Umschlaganlage nahezu unvermeidlich.
 - Bei Hochwasser würden nur Schiffe mit Tiefgängen von mehr als 16-17 m durch die natürlichen Wassertiefen vor der Umschlaganlage aufgestoppt.

Die verkehrswasserbaulichen Überlegungen zur Verminderung des Risikos, das durch die Fahrwasserverhältnisse in diesem Kurswechselbereich besteht, orientierten sich u.a. an folgenden Parametern:

- Der tideabhängig einlaufende VLCC mit maximal möglichem Tiefgang von 20 m muß bei der derzeitigen Trassenführung und Ausbautiefe des Fahrwassers eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 8 – 10 sm pro Stunde einhalten.
- Die kritische Kollisionsgeschwindigkeit für den freibeweglichen 125.000 m³ LNG-Tanker beträgt bei einem Auftreffwinkel von 90° ca. 5 1/2 sm/Std.; für den an der Umschlaganlage liegenden LNG-Tanker beträgt sie ca. 4 1/2 5 sm/Std.

Unterhalb dieser Geschwindigkeit werden im Kollisionsfall die Ladetanks voraussichtlich nicht ernsthaft beschädigt.

- Eine assistierende Annahme von Schleppern in Kurswechselpunkten zur Verminderung der erforderlichen Passiergeschwindigkeit erbringt bei den Schiffsgrößen auf der Jade keine ausreichende Wirkung. An Leine mitlaufende Schlepper können sich zudem nachteilig auf das Manövrieren von Schiffen auswirken.
- Eine Sperrung des Fahrwassers während der Revierfahrt und der Liegezeit eines großen LNG-Schiffes ist wirtschaftlich nicht vertretbar.
- Eine langzeitige Rückverlegung der gesamten Umschlaganlage erhöht das Risiko in der möglichen Wechselwirkung zwischen Land/Umschlaganlage/Außenstehenden an Badestränden und benachbartem Hafen und erfordert zudem einmalige und laufende hohe Kosten für die Zufahrt zur Umschlaganlage wegen geringer natürlicher Wassertiefen.

Als risikomindernde verkehrswasserbauliche Maßnahmen ergaben sich folgende Möglichkeiten:

- Aufgliederung des Kurswechsels bei Hooksiel in einem Polygonzug.
- Großräumigere, geradlinige Verlegung des Fahrwassers.

Bei der Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der beiden Lösungen spielten vor allem folgende Kriterien eine auschlaggebende Rolle:

- Durch die gradlinige Verlegung des Fahrwassers wird der Kurswechsel bei Hooksiel von 30° auf 18° und der südlich anschließende Kurswechsel von 20° auf 8° vermindert, wodurch die Kurswechsel mit einer radius-konstanten Kurvenfahrt bei ausgeglichenen, regelnden Rudereingriffen durchfahren werden können. Intensität und Häufigkeit der Rudereinwirkungen können erheblich vermindert werden.
- Der Kurswechsel wird um weitere rd. 3 km nach Norden von der Anlage weg verlegt und kann mit höherer Fahrt und damit stabilerer Kurslage als bei der Polygonzuglösung durchfahren werden.
- Die lange, geradlinige Fahrwasserführung ermöglicht Passiergeschwindigkeiten an der neuen Umschlaganlage, die unterhalb der "kritischen Geschwindigkeit" liegen, wodurch der Störfall "fließender/ruhender Verkehr" weitgehend abgedeckt wird.
- Mit dem Bau der neuen Fahrrinne läßt sich kostengünstig ein Notanker/Wende und Aufstopp-Platz vor Passieren der LNG-Umschlaganlage und der sich weiter südlich angrenzenden Löschbrücke anlegen, dessen Notwendigkeit sich im Rahmen der Risikountersuchungen deutlich herausgestellt hatte.

5. Umschlaganlagen

Bei den Umschlaganlagen für den LNG- und Chemieprodukten-Verkehr handelt es sich um konventionelle Löschbrücken, die aus Stahlrohrpfählen mit Überbau aus Stahlbetonfertigteilen bestehen.

Als Besonderheit sei vermerkt:

Die Vertäueinrichtungen der LNG-Anlagen werden nach den Empfehlungen des "Forums der internationalen Ölgesellschaften 1978/79" ausgelegt. Damit wird das Pollersystem erheblich stärker ausgebildet als bei den bestehenden Anlagen in vergleichbaren offenen Tidegebieten.

Da die Gründung mit Stahlrohrpfählen im Brandfall nur sehr kurze Standzeiten hat, werden die wesentlichen Tragpfähle im Bereich der Tankerliegeplätze zur Erzielung einer Feuerwiderstandsfähigkeit über 30 Min. oberhalb der Wasserwechselzone ausbetoniert.

Die Anlage wird ein umfangreiches System zur Feuerbekämpfung und Kühlung der Tanker im Brandfall erhalten.

Für den Betrieb der Anlage muß zur Offenhaltung von Fluchtwegen und Unfallbekämpfung u.a.

- ein Mehrzweckwasserfahrzeug mit Brandbekämpfungseinrichtungen in der Größenordnung eines großen Bugsierschleppers,
- ein geschlossenes Schnellangriffsfahrzeug für Personenrettung (12 18 Personen),
- ein Rettungsboot, in Davits an der Anlage,

vorgehalten werden.

6. Anhang, Kollisionsdynamik, Mehrzweckfahrzeug

Im Anhang werden ein Beitrag zur Kollisionsdynamik von Schiffen und ein Beitrag zur Konzeption eines schnellen seegängigen Mehrzweck-Brandbekämpfungsbootes vorgestellt, wie es für Seegebiete und Wasserstraßen mit gefährlichen Gütern zweckmäßig sein kann.

6.1 Kollisionsdynamik von Schiffen

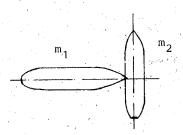
6.1.1 Einführung

Schiffskollisionen sind trotz aller modernen Navigationshilfen nicht immer vermeidbar. Neben den Gefahren für Besatzung, Ladung und Schiff führen sie oft, besonders bei Schiffen mit wassergefährdender oder gefährlicher Ladung, zu beträchtlichen Umweltschäden und im Falle enger Wasserstraßen und im Bereich von Hafenzufahrten zu starker Behinderung des übrigen Schiffsverkehrs.

Um diese Folgen einer Kollision berechenbar zu machen und damit Grundlagen zu ihrer Begrenzung zu erhalten, müssen mathematische Modelle für das dynamische Verhalten der kollidierenden Schiffe entwickelt werden. Damit werden dann auch der Ablauf der Kollision, Kurs und Geschwindigkeit sowie die resultierenden Verformungen der Schiffe bestimmbar.

6.1.2 Lösungsschema

Im einfachsten Fall kann eine Schiffskollision als gerader, zentraler, unelastischer Stoß betrachtet werden, bei dem das rammende Schiff der Masse m_1 mit der Geschwindigkeit V_{10} auf ein ruhendes Schiff der Masse m_2 trifft. Setzt man voraus, daß beide Schiffe nach der Kollision dieselbe Geschwindigkeit $V_1 = V_2 = V_S$ haben und die freiwerdende Stoßenergie E_S vollständig in Deformationsenergie E_D umgesetzt wird, so ergibt sich folgendes Schema:



$$t = 0$$
: $V_1 = V_{10}$; $V_2 = 0$
 $t = t$: $V_1 = V_2 = V_S$
 $E_S = E_D$

Abb. 3

Impulssatz:

$$m_1 V_{10} = (m_1 + m_2) V_S$$
 (1)

Energiesatz:

$$\frac{m_1}{2} V_{10}^2 \frac{m_1 + m_2}{2} V_S^2 + E_D$$
 (2)

Aus beiden Gleichungen folgt für die Deformationsenergie:

$$E_{D} = \frac{m_{1}}{2} \frac{V_{10}^{2}}{1 + \frac{m_{1}}{m_{2}}}$$
 (3)

Gewöhnlich wird nun für die Massenträgheiten mi der Schiffe der Ansatz

$$\mathbf{m}_1 = \rho \nabla_{\mathbf{i}} (1 + \mathbf{m}_{\mathbf{i}}) \tag{4}$$

gemacht, wobei, ∇_i die Verdrängungen ho die Dichte des umgebenden Wassers und m_i dessen relative hydrodynamische Zusatzmassen

$$m_i' = \frac{M_i}{\rho \nabla i}$$

kennzeichnen. Der Kollisionsverlauf wird von den durch die Schiffe in ihrer Umgebung beschleunigten Wassermassen ganz wesentlich beeinflußt. Während die Wirkungen des umgebenden Wassers auf das rammende Schiff vernachlässigbar klein sind, werden für die relative Zusatzmasse des gerammten Schiffes in der Literatur Werte zwischen 0,4 und 1,0 angegeben [1, 2], in Abhängigkeit von Stoßdauer und zeitlichem Verlauf der Stoßkraft. Nun sind aber diese "Pauschalwerte" für m2 nicht dazu geeignet, verbindliche Aussagen über allgemeinere Stoßsituationen und Übertragungsfaktoren bei Modellversuchen zu machen. Vielmehr muß im Hinblick auf die instationären Wellen- und Wirbelerscheinungen, wie sie bei Kollisionen immer auftreten, ein brauchbares mathematisches Modell für die äußere Dynamik der Kollisionsgegner und des sie umgebenden Wassers gefunden werden. Hier sollen unter "äußerer Dynamik" die zwischen Schiff und umgebendem Wasser und im folgenden unter "innerer Dynamik" die an den Schiffsstrukturen (Außenhaut, Spanten, Stringer) auftretenden Kräfte verstanden werden. Ein Modell für die "äußere Dynamik" ist von Schmiechen [3] bereits vorgestellt worden und soll hier kurz beschrieben werden.

6.1.3 Analoge Modelle

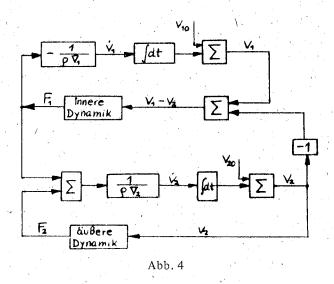
Aus dem Newtonschen Kraftgesetz für starre Körper ergibt sich für das rammende Schiff

$$\mathbf{F}_1 = -\mathbf{V}_1 \rho \nabla_1 \tag{5}$$

und für das gerammte Schiff

$$F_1 + F_2 = V_2 \rho \nabla_2, \qquad (6)$$

wobei F_1 die aus der inneren bzw. Struktur-Dynamik des "Schiffsverbandes", F_2 die aus der äußeren Dynamik des umgebenden Wassers zu ermittelnde Kraft darstellt. Mit den Anfangsbedingungen t=0: $V_1=V_{10}$; $V_2=0$ lassen sich die Gleichungen (5) und (6) in einem Gesamtmodell darstellen:



Zu beachten ist dabei, daß für die innere Dynamik der kollidierenden Schiffe die Differenz der momentanen Geschwindigkeiten, für die äußere Dynamik des gerammten Schiffes lediglich der zeitliche Verlauf der Geschwindigkeit V2 benötigt wird.

Für das Modell der äußeren Dynamik wird nun das folgende lineare Gleichungssystem angesetzt:

$$\dot{S}_{f0} = -a_1 S_{f0} + S_{f1} - b_1 V_2$$

$$\dot{S}_{f1} = -a_0 S_{f0} - b_0 V_2$$

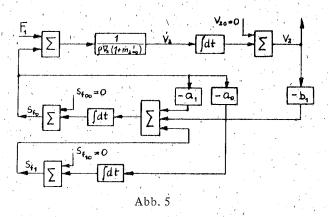
$$F_2 = S_{f0} - C_{f0} V_2 - C_{f1} \dot{v}_2$$
(7)

Es handelt sich hierbei um ein System von Zustandsgleichungen in Standardform. Die letzte Gleichung zeigt, daß die Kraft F_2 sich aus einem vom umgebenden Wasser kommenden Anteil S_{f0} (beschrieben durch die ersten beiden Gleichungen), einem Dämpfungsglied und einem Anteil C_{f1} V_2 zusammensetzt. Dabei ist C_{f1} offenbar ein Massenanteil des umgebenden Wassers, der sich wie ein starrer Körper verhält. Bei sehr niedrigen und sehr hohen Frequenzen werden die Größen b_0 und C_{f0} näherungsweise zu Null, und die Masse C_{f1} wird im letzteren Fall durch $M_{2\infty}$ ersetzt. Dann ergibt sich aus den Gleichungen (6) und (7) mit der schon vorher benutzten Form

$$\dot{V}_{2} = \frac{F_{1}}{\rho \nabla 2} + \frac{F_{2}}{\rho \nabla 2} = \frac{F_{1}}{\rho \nabla 2} + \frac{S_{f0}}{\rho \nabla 2} - m_{2\infty}' \dot{V}_{2}$$

$$\dot{V}_{2} = \frac{F_{1} + S_{f0}}{\rho \nabla_{2} (1 + m_{2\infty}')}$$

Dieses Modell läßt sich in der folgenden Form darstellen:



In den Anfangswerten der Zustandsgrößen S_{f0} und S_{f1} ist die Vorgeschichte der Bewegungen gespeichert, in dem vorliegenden Fall also die Ruhelage $V_{20} = 0$ für $t \le 0$, und dann wird $S_{f00} = S_{f10} = 0$.

Die Zusammenfassung der Bilder (4) und (5) liefert ein Gesamtmodell, dessen Verhalten nun wahlweise an einem Analog- oder Digitalrechner simuliert werden kann, vorausgesetzt, daß die innere Dynamik aus Strukturuntersuchungen von Schiffen bei Kollisionsversuchen bekannt ist [4, 5].

Zunächst kann aber auch ohne diese Kenntnisse die Gültigkeit des linearen Ansatzes für das Modell der "äußeren Dynamik" überprüft werden und danach das Modell auf allgemeinere Stoßsituationen erweitert werden.

6.1.4 Modellversuche und ihre Anwendungen

Bei Schiffsmodellversuchen in der VWS Berlin wurden zunächst zentrale Kollisionen unterschiedlicher Größe simuliert und die dabei auftretenden Beschleunigungsverläufe gemessen. Nach der mathematischen Beschreibung des Versuchsaufbaus besteht die oben angedeutete Untersuchung dann in der Simulation zeitlicher Beschleunigungsverläufe mit schrittweiser Anpassung der Eigenschaften (a₀, b₀, b₁) an die Versuchswerte. Ist die Gültigkeit des linearen Gleichungssystems bewiesen, können für konkrete Anwendungen, z.B. in Zufahrten und Häfen, zunächst Kollisionen mit "unendlichen" Massen (Ufern, Kai- und Dockanlagen) bei Variation von Kursen, Geschwindigkeiten und Massenträgheiten auftreffender Schiffe simuliert und Aussagen über Eindringtiefe und nötige Federkonstanten der Kaianlagen gemacht werden. Bei Vorliegen geeigneter Modelle für die Strukturdynamik lassen sich auch Schäden am Schiff selbst vorhersagen und davon ausgehend die besonders bei Schiffen mit wassergefährdender oder gefährlicher Ladung (Gastanker) wichtige Frage nach der wirtschaftlichen und sicherheitstechnisch nötigen Dimensionierung der Schiffe beantworten.

Der nächste Schritt ist dann die Simulation von Kollisionen zweier fahrender Schiffe, wobei Kurse, Geschwindigkeiten und Massenträgheiten der Kollisionsgegner ebenso berücksichtigt werden können wie Tiefgang und Windkräfte. In diesem Fall muß natürlich das Modell für die äußere Dynamik auf beide Schiffe angewendet werden.

Auf der Grundlage dieser Berechnungen werden genauere Prognosen für Kollisionsabläufe in einem bestimmten Revier, z.B. der Jade, möglich. Die im Revier nötigen Kurswechsel und Mindestabstände sowie die Bewegungsspielräume in Hafeneinfahrten können hierbei als Sollgrößen eingegeben werden. Die Nützlichkeit eines solchen Simulationsverfahrens für die Planung der Verkehrsüberwachung wurde schon in einigen Untersuchungen bewiesen (z.B. Europort). Es soll jedoch nicht vergessen werden, daß die oben genannten Ziele für genauere Prognosen die Lösung komplizierterer mathematischer Modelle bedingen, als sie in diesem Aufsatz als erster Schritt vorgestellt wurden. Bis zur Beantwortung konkreter Fragen des Verkehrswasserbaus wird also noch einige Zeit vergehen, der enge Kontakt mit allen hiermit befaßten Stellen wird jedoch für die Lösung der Probleme als unerläßlich betrachtet.

6.2 Schnelles Brandbekämpfungs- und Mehrzweckfahrzeug für den öffentlichen Sicherheitsdienst in der Küstenzone

Allgemeine Bemerkungen zur Seitenansichtsskizze

Der wachsende Verkehr von Schiffen mit gefährlichen Ladungen in navigatorisch schwierigen Gewässern kann die Verwendung eines schnellen Spezialfahrzeuges erfordern.

Die Konzeption eines solchen Fahrzeuges mit uneingeschränkter Seefähigkeit, auch in sehr flachen und gefährlichen Gewässern, wird hiermit an einem Beispiel dargestellt.

Das 118 ft lange Schiff zeichnet sich durch eine große Leistungsfähigkeit bei geringer Größe aus und kann mit der Durchführung öffentlicher Sicherheitsaufgaben innerhalb der Küstenzone und den angrenzenden Bereichen der hohen See beauftragt werden. Das Fahrzeug ist in der Lage, uneingeschränkt Einsätze in Seehäfen und deren Umgebung, auf Seewasserstraßen und Reeden sowie in den Mündungsgebieten und in flachen Gewässern durchzuführen. Folgende Hauptaufgaben sollten dem Schiff übertragen werden:

Brandverhütung und -bekämpfung

Das Fahrzeug hat eine Wassersprühanlage zum Eigenschutz gegen Strahlungshitze, Es verfügt über große Wasserlöschkraft und Wasserwurfweite (100 – 150 m) und/oder Löschschaumzerstäuber sowie einen Löschpulver/Kohlensäure-Monitor. Der Standardvorrat beträgt insgesamt 10 t; sofern erforderlich, kann durch Lufttransport (Hubschrauber) mehr flüssiger Schaum, Pulver/Kohlensäure usw. eingeflogen werden. Die Spezialausrüstung, die Vorrichtungen und Geräte wurden unter Beachtung der sicherheitstechnischen Leitregeln bzw. -vorschriften für das Befahren von Gebieten, die durch gefährliche Ladungen (Gas, Öl, Chemicalien etc.) verseucht sind, konzipiert.

Hospitaldienst und medizinische Ausrüstung

Das Fahrzeug kann "Erste Hilfe", ärztliche Versorgung und medizinische Betreuung bei Not- und Unfällen leisten.

Aufgaben für die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs

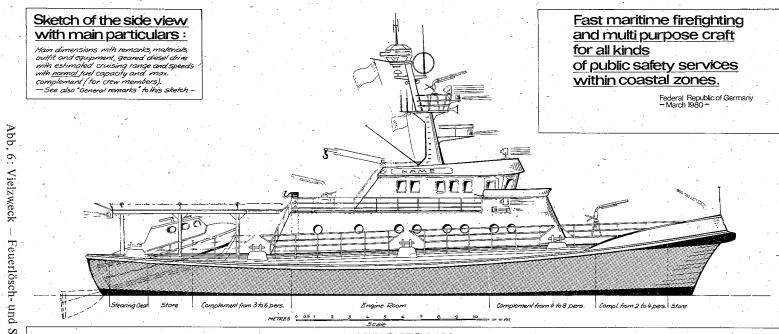
Begleitung von Schiffen und deren Überwachung nach den Weisungen von der Revierzentrale, Örtliche Verkehrssteuerung, Fernsehkameraüberwachung von Schiffsdecks etc., Entfernen von Hindernissen etc., Abschleppen kleinerer Fahrzeuge mit behinderter Manövrierfähigkeit, Hilfeleistung bei der Kontrolle und Unterhaltung von navigatorischen Einrichtungen der Fahrwasser.

Lotsendienst

Unterstützung der konventionellen und Hubschrauberversetzdienste.

Patrouillendienst, Vermessungsdienst

Umweltschutzkontrollen etc., Durchführung von Vermessungsaufgaben auch in sehr flachen Gewässern mit Hilfe des Tochterbootes.



Length 0.a.abt. 36.00m = ~ 118 Ff. Beam Deck = 730m = 24 ft Draught (maxinclkee) 295m = 8 ft Displacement = 150 t

Remarks

1. Definite dates : Length WL. Beam WL. Depth, Draught (base) etc. etc. to be determined if intended service with full details is known and finally fixed. Alterations of superstructure, outfit and equipment possible according to special services and requirements.

2. Subsequently it is commendable to test the so settled model of this development in an experiment station as usual.

3. Some new research tasks in resistance, Stabilization and propulsion may moreover be of interest in future.

Hull : Steel (St.52 - high tensile -) Steel | 31.2 - Tilgli Ferisite -)
Hull likewise in Aluminium will
save weight and accelerate top'speed with Same engine power
of att. 2-3 kts.—

Superstructure: Aluminium (Al Mg 4,5 Mn.)

Outfit and equipment

i Daugnier Buai, length abt. 8.3m=~27ft for independent tasks in very shallow water, boarding at sea etc.

3 Firefighting monitors - or more - for water foam and powder (Carbonic acid (CO2); 5praying plant for superstructure, main deck and hull. 1 Platform for hovering by helicopter

1 Hospital with four fixed bunks and medical outfit for "First Aid" and medical assistance and care. 1 Hydraulic crane for pneumatic boatetc. 1 Set of towing equipment with ren tow-bows above copier deck.

MAIN PARTICULARS

Geared Diesel Drive 3 Shafts - triple screw driveabt. 2500 kW

Main engine type Output (M C R) Propellertype 3 Rudders Trial speed obt. 27/28 kts (~ 150 t Displ.)

1 Bow Thruster-eventually Aux. Drive 2x abt. 110 kW by Aux. Diesels - eventually-

Estimated cruising range with normal fuel capacity of 16 t under moderate sea and weather conditions

in deep, current free water and Beauf. 2.

all three engines abt. 100 % output About 450 n.m at abt. 27 kIs with abt. 4250 kW 1000 16 1100 both the wing engines " 60 % 2000 370 40 % 80 % one wing engine 4500 145 both the aux engines " 7000 70 100 % * "with abt 25t useful load total"

Note: If a higher maximum load of for example, 2 40 f is wanted or necessary, the displacement for main climensions) and the propulsion power has to be accordingly enterged in analyto get the same high forespeed of 27 kts and more. This is no problem as suitable songer engines are available.

Complement

Side (wing) plants

abt. 2 × 950 kW

- Officers and or N.C.Os - from 3 to 6 Hull ahead

- Crewmon etc. -

Superstructure

-1 Commander from 1 to 1 · Hospital may be Used for persons to be trained if

from 4 to 4 needed Number of persons (tot.) from 14 to 23

SCALE 1: 100 4"See going 1 t = 1000 kg, 1KW = 1,3596 HP

Leitfahrzeug bei Katastrophen- und großen Unglücksfällen

Einleitung erster Maßnahmen und Steuerung der gesamten Aktion am Unfallort.

Das für Langzeitaufgaben konstruierte Fahrzeug wird mit Hilfe umfangreicher moderner Nachrichtenanlagen in der Lage sein, die leitende Funktion im Katastrophen-bzw. großen Unglücksfall zu übernehmen. Es sollte an Zentralpunkten, auf passenden Seepositionen stationiert sein oder in zugeteilten Operations-bzw. Einsatzgebieten patrouillieren. Die Spitzengeschwindigkeit wird mit der vorgeschlagenen Antriebskraft und dem Gesamtgewicht des Fahrzeuges mit 27/28 kn veranschlagt.

Falls eine höhere Gesamtzuladung (z.B. von 65/70 t) statt der vorgesehenen Gesamtzuladung von 25/30 t für das 118 ft. lange Fahrzeug gewünscht oder notwendig ist, müssen Gesamtverdrängung (bzw. die Hauptabmessungen) und Antriebskraft entsprechend vergrößert werden, um die gleiche Höchstgeschwindigkeit von 27 kn und mehr zu gewährleisten.

Während der Patrouillenfahrten kann das Schiff wirtschaftlich bei Fahrtgeschwindigkeiten von 7-9 kn mit einer Seitenmaschine gefahren werden, wodurch sich der Aktionsradius entsprechend vergrößert.

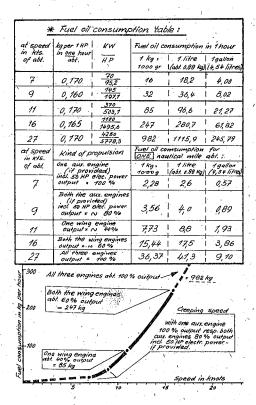


Abb. 7: Tréibstoffverbrauch des Vielzweckschiffes

Das Navigations- und Einsatzzentrum des Fahrzeuges ist nach dem neuesten Entwicklungsstand mit Nachrichten-, Navigations- und Ortungsanlagen ausgerüstet, u.a. öffentliche und verwaltungsinterne Telefoneinrichtung, Situations-Radargerät, UKW/, UHF-Peiler, Empfangs- und Sendeanlagen für den Flugfunkverkehr.

Das als Selbstaufrichter konzipierte Fahrzeug trägt ein Tochterboot, das in wenigen Sekunden über das abklappbare Heck des Mutterschiffes zu Wasser gebracht werden kann und ebenfalls Selbstaufrichter ist. Die Geschwindigkeit dieses Bootes ist mit 13/15 kn veranschlagt. Es ist für selbständige Einsätze in sehr flachen Gewässern, für das Längsseitsgehen bei anderen Schiffen und sonstigen Missionen auf See konstruiert.

Für die leichte Zusammenarbeit mit Hubschraubern ist eine besondere Plattform eingebaut, die für das Über- und Absetzen von Personen, Verunglückten vorgesehen ist und über die auch alle Arten von Gütern einschl. zusätzliche Schaumflüssigkeit, Feuerlöschpulver und Kohlensäure für die Monitore und Material zur Bekämpfung evtl. Ölverschmutzungen übergeben werden kann. Die Plattform erlaubt auch die Landung kleinerer Hubschraubertypen.

Nach derzeitigen Erfahrungen wird das Fahrzeug hervorragendes Seegangs- und Manövrierverhalten haben. Durch Automation an Bord ist eine integrierte Stammbesatzung von 6 Personen mit einer Reserve von 4 Personen für den normalen Dienst und die Unterhaltung ausreichend. Für einen 24 h-Dienst werden ca. 12 – 14 Mann Besatzung benötigt.

Literaturangaben

- [1] Motora, S. et al.: Equivalent added mass of ships in collisions. Selected papers from JSNA 7 (1971).
- [2] Schmiechen, M.: On state space models and their application to hydromechanic systems. University of Tokyo, Dept. NA 1973; Naut. Report 5002.
- [3] Schmiechen, M.: Zur Kollisionsdynamik von Schiffen. STG-Jahrbuch 68/1974.
- [4] Woisin, G.: Schiffbauliche Forschungsarbeiten für die Sicherheit kernenergiegetriebener Handelsschiffe, STG 65 (1971).
- [5] Woisin, G.: Zur Technik von Modellversuchen mit den Kollisionsschutzstrukturen von Reaktor-Schiffen. Proc. of 1st Intern. Conf. on Structural Mechanics in Reactor Technology, Berlin 1972.
- [6] Ballin-Wetzel: Bericht zum Thema I/3 XXIV. Int. Schiffahrtskongreß, Leningrad 1977.