

ISSN 1437-031X

**SCHRIFTENREIHE DES SCHIFFAHRTSINSTITUTES WARNEMÜNDE
AN DER HOCHSCHULE WISMAR**

HEFT 3

PERSPEKTIVEN IM SEEVERKEHR



Warnemünde 2001

**SCHRIFTENREIHE DES SCHIFFAHRTSINSTITUTES WARNEMÜNDE
AN DER HOCHSCHULE WISMAR**

HEFT 3

PERSPEKTIVEN IM SEEVERKEHR

Warnemünde 2001

HERAUSGEBER: Prof. Dr. jur. Frank Ziemer
Schiffahrtsinstitut Warnemünde e.V.
Institut an der Hochschule Wismar
Richard-Wagner-Straße 31
18119 Warnemünde
Telefon: +49 381 498 3700
Fax: +49 381 498 3700
Internet: <http://schiw.sf.hs-wismar.de>

HERSTELLUNG DER
DRUCKVORLAGE: Dipl.-Ing. Ralf Wacker

CIP-TITELAUFNahme: Perspektiven im Seeverkehr.-
Warnemünde : Schiffahrtsinst., 2001. – 200 S.-
(Schriftenreihe des Schiffahrtsinstitutes
Warnemünde an der Hochschule Wismar ; 3)

ISSN: 1437-031X

© Schiffahrtsinstitut Warnemünde e.V. an der Hochschule Wismar

BEZUGSMÖGLICHKEITEN: Schiffahrtsinstitut Warnemünde e.V.
Institut an der Hochschule Wismar
Richard-Wagner-Straße 31
18119 Warnemünde
Telefon: +49 381 498 3700
Fax: +49 381 498 3700
Internet: <http://schiw.sf.hs-wismar.de>

DRUCK: Altstadt Druckerei Rostock Mai 2001

Inhaltsverzeichnis

Perspektiven von Verkehrssicherheit und Meeresumweltschutz

Henry Naylor, <i>StAUN Stralsund</i> Vorbereitende Maßnahmen der STAUN zur Bekämpfung von Meeresverschmutzung.....	11
Ralf Kock, <i>WSPD Schleswig-Holstein</i> Die Zusammenarbeit von Bund und Ländern bei der Bekämpfung von Meeresverschmutzung.....	13
Dr. Nöll, <i>Verband Deutscher Reeder</i> Neue Kriterien der Haftung für Meeresverschmutzung.....	27
Gerhard Kundt, <i>WSPD M-V</i> Aufgaben der WSP M-V zur Überwachung MARPOL 73/78.....	35
Winfried Hahn, <i>WSPD M-V</i> Sicherheit beim Gefahrguttransport - Anspruch und Wirklichkeit.....	43
Werner Keitsch, <i>LB NOK I</i> Nutzen und Belastung durch ISM aus Lotsenbeobachtung.....	51
Prof. Dr.-Ing. Günter Kühnel, <i>Hochschule Wismar</i> Digitaltechnik in der Ausbildung.....	57
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Müller, Dr. Anke Zölder, Dipl.-Ing. Kai Pankow, <i>Hochschule Wismar</i> Kommunikation in der Navigation.....	69
Dipl.-Ing. Michael Baldauf, <i>Hochschule Wismar</i> Erfassung und Einwirkung in Konfliktsituationen durch VTS-Operateure.....	83
Kapt. Dipl.-Jur. Konrad Michaelis, <i>ehem. Ältermann der Lotsenbrüderschaft WIROST</i> Das Lotsenkonzept für einen effektiven und sicheren Ostseeverkehr.....	97

Perspektiven der Schiffsführung

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Müller, <i>Hochschule Wismar</i> Ergebnisse im Projekt FAVECO - Antikollisions- und Strandungsverhütungssystem für schnelle Schiffe.....	111
Holger Korte, <i>MATNAV</i> Generierung eines Schlepplmodells.....	119
Dr. Lee Alexander, <i>Offshore Systems Ltd.. (Canada)</i> LRDir Horst Hecht, <i>BSH</i> Development and Use of ECDIS in North America and in Europe.....	129
Prof. Dr.-Ing. Peter Form, <i>TU Braunschweig, Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung</i> Messung und Identifizierung der Mehrwegausbreitung elektromagnetischer Wellen in der Luftfahrt.....	137
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Müller, Dr.-Ing. Anke Zölder, Dipl.-Math. René Eyrich, Dipl.-Ing. Kai Pankow, <i>Schiffahrtsinstitut Warnemünde e.V.</i> Projekt NACOM - Navigationsunterstützung durch integrierte Kommunikation.....	147
Dr.- Ing. Anke Zölder, Dipl.-Math. René Eyrich, Dipl.-Ing. Kai Pankow, Prof. Dr.-Ing. Reinhard Müller, <i>Schiffahrtsinstitut Warnemünde e.V.</i> Temporäre Koordinierungen für die operative Routenplanung.....	157
Dipl.-Math. Michaela Demuth, Prof. Dr.-Ing. Reinhard Müller, Dipl.-Ing. Frank Hartmann, <i>Hochschule Wismar</i> Ein Assistenzsystem zum Manövrieren und Positionieren in begrenzten Gewässern.....	165

Perspektiven der Schiffsbetriebstechnik

Helmut Winkler, <i>GFIN</i> Instandhaltung 2000.....	173
Prof. Dr. Dieter Troppens, <i>VDI, GFIN, VIW</i> Vielseitige Nutzung von Informationen aus der Technischen Diagnose und ihre Gewinnung.....	179
Prof. Dr. Rudolf von Zweydorff, Prof. Dr.-Ing. Günter Kühnel, <i>Hochschule Wismar</i> Instandhaltung in der Lehre.....	189
Prof. Dr.-Ing. Michael Rachow / Dipl.-Ing. Ralf Wacker, <i>Hochschule Wismar</i> Simulation von Schiffsbetriebsprozessen - Instruktorloses Training.....	197

VORWORT

Das vorliegende Heft der Schriftenreihe enthält die aktuellen Beiträge der vergangenen Schiffahrtskollegs des Schiffahrtsinstituts. Diese an der deutschen Küste als kompetentes Fachforum geschätzte Veranstaltung stand unter folgenden Themen:

- Qualitätssicherung durch Ausbildung und Simulation
- Seeverkehrssicherheit in Nord- und Ostsee
- Effektive Regelungen und innovative Technik für den Seeverkehr

Der Vorstand bedankt sich mit dieser Publikation sowohl bei allen Referenten für die Bereitstellung der Artikel als auch bei allen Teilnehmern für die interessanten Diskussionsbeiträge. Leider konnten die Diskussionsbeiträge nicht schriftlich festgehalten werden, da sie oftmals persönlich-spontan, detailliert-fachlich oder auch kontrovers-provozierend waren. Die Möglichkeit ein Schiffahrtskolleg zu erleben und kompetent an der Diskussion der vorgestellten Problemstellungen für die Schifffahrt beizutragen ergibt sich jedes Jahr im November, wenn das Schiffahrtsinstitut traditionell zum Schiffahrtskolleg einlädt.

Der Vorstand

Warnemünde, April 2001

**PERSPEKTIVEN VON
VERKEHRSSICHERHEIT UND MEERESUMWELTSCHUTZ**

Vorbereitende Maßnahmen der STAUN zur Bekämpfung von Meeresverschmutzungen

Henry Naylor
StAUN Stralsund

Zu den Aufgaben der Länder gehört, im Rahmen der Landeswassergesetze, die Reinigung der Gewässer. Mecklenburg-Vorpommern hat mit der Regelung des § 108 Landeswassergesetz die Zuständigkeit für die Küstengewässer den StAUN übertragen. So wird die Aufgabe der Bekämpfung von Ölhavarien im Küstenbereich und auf dem Strand durch die Wasserbehörden des für den jeweiligen Abschnitt zuständigen StAUN Schwerin, Rostock, Stralsund oder Ueckermünde wahrgenommen.

Auf den Seewasserstraßen greift das Seeaufgabengesetz, das auch die Abwehr von der Schifffahrt ausgehender Gefahren und Umwelteinwirkungen durch die Schifffahrtspolizei umfaßt.

Daneben koordiniert das Verwaltungsabkommen des Bundes und der Küstenländer von 1995, das ein komplexes Zusammenwirken der Behörden absichern soll, gemeinsame Vorsorgemaßnahmen und Aktivitäten für den gesamten Bereich vom Ufer bis auf die hohe See der Nord- und Ostsee. Entsprechend der ELG-Richtlinie werden größere Schäden mit gemeinsamen Mitteln bekämpft.

So beschafft und betreibt der Bund die für die Hohe See erforderlichen Schiffe und Geräte. Für den Schutz der Küstengewässer und der Strände durch das Land wurden in Mecklenburg-Vorpommern seit 1995 Schiffe und Geräte im Wert von ca. 10 Mio DM angeschafft, wobei das Spezialschiff "Vilm", das auch bei der Pallas eingesetzt war, allein noch einmal soviel gekostet hat.

Diese Geräte müssen sich besonders durch gute Flachwassereigenschaften auszeichnen, um die Verbindung zwischen den von Land und See aus operierenden Kräften zu gewährleisten. Zum Beispiel wurden für diese Aufgaben speziell zwei Landungsboote der Marine umgerüstet.

Sie werden bei der Feuerwehr See in Rostock und bei der Tankreinigungsfirma Heinrich Döge in Stralsund vorgehalten. Die Feuerwehr der HST betreibt einen Ölmopkatamaran.

Das Land hat mit diesen Partnern, sowie mit dem THW besondere Verträge geschlossen, die Wartung und Pflege, aber auch regelmäßige Übungen absichern.

Alle Partner sind durch den Jahresübungsplan verpflichtet, entsprechende Übungen abzuhalten. Diese werden mit dem StAUN als der geräteführenden Stelle abgestimmt. Einmal im Jahr findet im Wechsel unter der Regie eines der Küstenländer gemeinsam mit dem Bund eine Komplexübung statt.

Zusammenarbeit von Bund und Ländern bei der Bekämpfung von Meeresverschmutzungen

Ralf Kock

WSPD Schleswig-Holstein

Einführung

Ich leite in Schleswig-Holstein das Wasserschutzpolizeirevier in Husum - das Revier, in dessen Dienstbezirk vor gut einem Jahr die "PALLAS" strandete.

Sie können sich vielleicht vorstellen, daß die Vorgänge rund um die Havarie geeignet waren, meine Kenntnisse über die Besonderheiten der Zusammenarbeit von Bund und Ländern bei der Bekämpfung von Meeresverschmutzungen noch weiter zu vertiefen. Ich werde hier allerdings keine Aufrechnung der damals im Einzelfall ohne Zweifel aufgetretenen Nahtstellenprobleme abliefern.

Umreißen der Thematik

Die Tatsache, daß ich als Wasserschutzpolizeibeamter zu diesem Thema referiere, läßt ahnen, daß ich mich nicht allein auf die **Schadstoffbekämpfung und Beseitigung** im engeren Sinne beschränken werde, denn dafür ist die WSP nicht originär zuständig.

In einem weiteren Verständnis gehört dazu nämlich ohne Zweifel auch die **Überwachungs- und Kontrolltätigkeit** gegenüber der Schifffahrt ebenso wie die erfolgreiche **Verfolgung** von spezifischen Verstößen - und last but not least das **Unfallmanagement**.

Gliederung

Ich werde also beginnen mit

- der Schadstoffbekämpfung,
fortfahren mit

- dem Bereich Überwachung, Verfolgung von Rechtsverletzungen und dem schifffahrtspolizeilichen Vollzug

und schließen mit

- einem kleinen Ausflug in das Thema des Managements von größeren Schadensereignissen bzw. Katastrophen auf See.

Ich will versuchen, die Thematik mit wenig rechtstheoretischen Ballast vorzutragen, komme aber, da es hier auch um Fragen der Aufgabenverteilung zwischen Bund und Ländern geht, nicht ganz daran vorbei. Hierfür bitte ich schon jetzt um Verständnis.

I. Schadstoffbekämpfung

I.1 Zuständigkeitsverteilung (Bund <-> Land) bei der Schadstoffbekämpfung

Einleitend zunächst einige grundsätzliche Feststellungen:

- a) Die Zuständigkeitsverteilung zwischen Bund und Ländern wird im GG geregelt. Danach haben die Länder als Ausfluß aus den Art. 30 und 83 GG einen grundsätzlichen Vorrang bei der Ausführung von Gesetzen (Verwaltungskompetenz), sofern das GG keine Ausnahme vorsieht. Dies gilt auch für die Ausführung von Bundesgesetzen.
- b) Es gibt kein bundesunmittelbares Staatsgebiet. D.h., daß das auch die 12-SM-Zone grundsätzlich immer dem Gebiet eines Landes zuzurechnen ist.

Für die Schadstoffbekämpfung oder "Ölwehr" bedeutet dies, daß auch auf See in den Hoheitsgewässern grundsätzlich zunächst das jeweilige Bundesland mit seinen Behörden zuständig ist.

Eine Ausnahme hiervon wird im GG durch Art. 87 (1) und (2) bewirkt, wo i.v.m. dem See-AufgG dem Bund die Verwaltung von der Seeschifffahrt übertragen wurde. Dazu zählt auch die Abwehr derjenigen Gefahren, die von der Schifffahrt ausgehend die Umwelt bedrohen.

In der Praxis kann dies im Einzelfall z.T. absonderliche Nahstellenprobleme zur Folge haben. Im Klartext:

- der BVM ist zuständig für das Öl, das noch im Schiff ist, aber auszutreten droht (z.B. wg. bevorstehender Strandung, Untergang ...)
- das Land ist zuständig für das Öl, das aus einem Schiff ausgetreten ist und nun in der See driftet oder sich in einem Wrack befindet.

Warum hat dann der Bund Gerät (z.B. Mehrzweckschiffe), das für die Ölbekämpfung auf der Wasseroberfläche geeignet ist?

- > Für Bekämpfungsmaßnahmen in der AWZ ist er allein zuständig,
- > Bei Verschmutzungen im Hoheitsgebiet kann er vom Land als Eigentümer der Bundeswasserstraße im Sinne eines Zustandshafers zur Ölbekämpfung verpflichtet werden.

Diese o.g. Ausführungen und Abgrenzungen waren in der Vergangenheit oft umstritten und sind das Ergebnis von höchstrichterlicher Rechtsprechung.

Es wird deutlich, daß hier die Frage der Deckung von drohenden Kosten eine wesentliche Rolle spielte.

Die Erkenntnis, daß ein größerer Schadstoffaustritt auf See sehr schnell die Kapazität eines Landes oder auch des Bundes überfordert und daß Kostendeckungsdiskussionen im Ereignisfall eher kontraproduktiv sind, führte schon früh zum Abschluß von pragmatisch ausgerichteten Verwaltungsabkommen bzw. Staatsverträgen.

Seit 1995 ist dies die

I.2 Vereinbarung zwischen dem Bund und den Küstenländern über die Bekämpfung von Meeresverschmutzungen (VkB1. 1995, S. 382)

Zweck:

- Vorbereitung und Durchführung gemeinsamer Maßnahmen zur Bekämpfung drohender oder bereits eingetretener Verschmutzungen von
 - > Ufern, Gewässern und Stränden nach festem Kostenschlüssel für Einsatzabwicklung (Bund 50%, Länder 50%)

Örtlicher Geltungsbereich:

1. Hohe See in Nord- und Ostsee gem. Bonn u. Helsinki ÜE (Wirtschaftszonen)
2. Küstengewässer der Länder
3. Seeschiffsstraßen (z.B. Elbe)
4. Häfen Bremen und Hamburgs
5. Ufer und Strände an o.g. Gebieten
6. angrenzende Wasser- und Landflächen, soweit Verschmutzung im Zusammenhang mit o.g. Gebieten liegt.

I.3 Beteiligte Stellen, logistisches Potential, praktische Abläufe

- * **ZMK** beim WSA Cuxhaven als ständiger Meldekopf.
- * Sonderstellen des Bundes und der Länder (**SBM, SBL**) in Cuxhaven zur Durchführung dieser Vereinbarung (s. ggfs. § 9 (2) BLV).
- * Einsatzleitgruppe (**ELG**) aus Beauftragten des Bundes u. d. Länder zur Leitung u. Koordination der Einsatzmaßnahmen.
- * **Örtliche Behörden mit Feuerwehren und THW.**
- * Die **Wasserschutzpolizeien** der Länder sind hier lediglich als meldender Part an den ZMK beteiligt (ebenso wie andere Behörden).

Praktische Abläufe anhand der ELG-Folie (Anlage 1)

Das **logistische Potential** reicht vom hochseetauglichen Mehrzweckchiff des Bundes mit Ölbekämpfungseinrichtungen über diverse Ölbekämpfungsschiffe von Bund und Ländern unterschiedlichster Bauart bis hin zu Amphibienfahrzeugen und Handgerät (Schaufel, Gebinde etc.).

Größter praktischer Schwachpunkt der Ölbekämpfung auf See ist die geringe Aufnahmekapazität der Fahrzeuge und die starke Abhängigkeit von ruhigen Seeverhältnissen.

Doch auch die ELG-Konstruktion hat **Nachteile**.

Zunächst sind die ELG-Mitglieder in ihrem Entscheidungsspielraum nicht völlig unabhängig von ihrem Entsenderland. So gab es bei der PALLAS-Havarie in dem S.-H. Umweltministerium parallele Entscheidungsstrukturen, die gelegentlich für Irritationen sorgten.

Eine **weitere Schwäche dieser Organisation** liegt in dem Umstand, daß u.U. bei der Verhütung von Verunreinigungen Maßnahmen erforderlich werden, die über die eigent. Ölbekämpfung fachlich weit hinausgehen.

Die ELG läuft in ihrer vorgesehenen Zusammensetzung aus Beamten der Fachsparte Umweltschutz/Wasserwirtschaft evtl. Gefahr, sich in den Fesseln des internationalen See- und Privatrechts oder in praktischen Berge- und Feuerbekämpfungsfragen zu verstricken.

Hierzu ein Zitat aus der "Schwachstellenanalyse aus Anlaß der PALLAS-Havarie" des Prof. Dr. Clausen, CAU Kiel:

"Die Rechtslage und die aus ihr ableitbare Sanktionsmacht war den Beteiligten zu keiner Zeit transparent."

II. Überwachung / Verfolgung / schiffahrtspolizeilicher Vollzug

II.1 Zuständigkeitsverteilung (Bund <-> Land). beteiligte Organe

Die oben bereits beschriebenen **verfassungsrechtlichen Rahmbedingungen** führen dazu, daß in den Hoheitsgewässern die Länder mit ihren Wasserschutzpolizeien

- zunächst nur für die allgemeine Gefahrenabwehr und
- Verfolgung von Rechtsverletzungen zuständig sind.

Für die Schiffahrtspolizei dagegen grundsätzlich der BMV

Doch auch hier haben **staatsvertragliche Vereinbarungen** zwischen Bund und Küstenländern bereits seit 1955 die Ausübung der schiffahrtspolizeilichen Vollzugsaufgaben auf die Länderpolizeien übertragen.

Ein **Kündigungsrecht** dieser Vereinbarungen haben nur die Länder!.

Seit 1984 sind auch Meeresumweltschutzaspekte ausdrücklich erfaßt.

Schiffahrtspolizeilicher Vollzug bedeutet im wesentlichen

- Abwehr von konkreten zeitlich dringenden Gefahren für die und von der Schifffahrt,
- Überwachung der Schifffahrt in Bezug auf Sicherheits- und Umweltschutzstandards (u.a. Zulassung, Ausrüstung, Besetzung, Ladung, Ölabfälle)

!! Dies schließt auch wasserschutzpolizeiliche Kontrollen ohne Anlaß an Bord von Schiffen ein, die parallel zu den Port-State- Kontrollen der SeeBG durchgeführt werden. Die WSP führt jedoch **keine Port-State-Kontrollen** im Sinne der Pariser Vereinbarung über Hafenstaatskontrollen durch.

- Seeunfallermittlungen

Auf Seiten des Bundes werden auch andere Organe als die des BMV für die schiffahrtspol. Gefahrenabwehr genutzt. Seit 1982 wurden diese Aufgaben auch an BGS und Zoll übertragen.

Dabei gilt einschl. der Verfolgung von Rechtsverletzungen (hier Umweltstraftaten) im groben folgende Aufgabenverteilung:

Hoheitsgebiet (Küstenmeer und innere Gewässer)

- * Schiffpol. Überwachung und Gefahrenabwehr
 - >> WSP in vollem Umfange
 - >> WSV in eigener Zuständigkeit zur Abwehr konkreter Gefahren
 - >> BGS, Zoll in Eilzuständigkeit für WSP nur zur Abwehr konkreter Gefahren

- * Verfolgung von Rechtsverletzungen
 - >> WSP in vollem Umfange
 - >> BGS, Zoll erster Angriff in Eilzuständigkeit bzw. i.R.v. Amtshilfe

Seewärts des Küstenmeeres (AWZ) im engen Rahmen des Völkerrechtes

- * Schiffpol. Überwachung und Gefahrenabwehr
 - >> WSV, BOS, Zoll in vollem Umfange
 - >> WSP zur Abwehr konkreter Gefahren in Eilzuständigkeit für die Bundesbehörden

- * Verfolgung von Rechtsverletzungen
 - >> BGS, Zoll in vollem Umfange
 - >> WSP erster Angriff in Eilzuständigkeit

Fazit:

Durch die Verflechtung von originären und subsidiären Zuständigkeiten ist kein Schiff von BGS, Zoll, WSV oder WSP gezwungen, wegen fehlender Aufgabenzuweisung bei schiffahrtspolizeilichen Gefahren oder Störungen tatenlos zuzuschauen. Bei der Verfolgung von Straftaten können selbst die hierfür zunächst nicht vorgesehenen Fahrzeuge von WSV und BLE (Fischereischutz) erste Maßnahmen treffen, soweit es sich nicht um Rechtseingriffe handelt (Gewässerproben, Fotodokumentation).

Wie paßt nun die **Küstenwache** ins System?

II.2 Küstenwache (n)

- a) Küstenwache des Bundes
 - > seit 1994 eingerichtet
 - > Maxime: Schaffung von etwas Neuem, ohne Altes zu ändern oder Kosten zu verursachen
 - > Koordinierungsverbund von BGS, ZOLL, WSV und Fischereischutz (BLE)
 - > Ziel: Vermeidung v. Reibungsverlusten, effizientere Aufgabenerfüllung
 - > Zwei Küstenwachzentren – Nordsee/Cuxhaven und Ostsee/Neustadt
 - > Einsatzmittel: Ca. 30 Boote und mehrere BGS-Hubschrauber
 - > Keine ressortübergreifende Weisungsbefugnis, keine regelmäßige Einsatzleitung durch das KüWaZ

Was hat dies nun mit der Zusammenarbeit von Bund und Ländern zu tun?

b) Beteiligung der WSP'en

- > von Beginn an Anmeldung von WSP-Booten auf Streife im KüWaZ (zumindest Schleswig-Holstein)
- > Seit Januar 1996 personelle Beteiligung der WSP'en der Küstenländer in den Küstenwachzentren (Ziel: Engere Zusammenarbeit, Beseitigung von Nahtstellenproblemen)
Jedoch: Keine 24 h-Präsenz, noch zurückhaltendes Engagement der Länder (Bsp.: S.-H. im KüWaZ-Cuxhaven nicht vertreten)
- > Seit Juli 1999 Einrichtung von WSP-Leitstellen im Rahmen einer zunächst einjährigen Probephase bei den KüWaZ in Cuxhaven / Neustadt
Merkmale: * Stärkere personelle Präsenz (je 2 Beamte im Wechsel - jedoch noch keine 24 h),
* Weisungsbefugnis auch an WSP-Boote eines anderen Landes zur Wahrnehmung von notwendigen Einsätzen.
* Gewährleistung der jederzeitigen Einsatzfähigkeit von WSP-Küstenbooten durch besondere Präsenzkonzepte.
Ausblick:
Künftig hoffentlich noch stärkeres Engagement der Länder mit dauerhaft eingerichteten WSP-Leitstellen und 24 h-Präsenz im KüWaZ.

c) Küstenwache Schleswig-Holstein

- > Eingerichtet seit 1995 durch Landesregierung,
- > getragen von ähnlichen Überlegungen wie Küstenwache Bund (Ziel: Steigerung v. Effizienz, Synergieeffekte ohne Kosten),
- > beteiligt sind im wesentlichen WSP, FA, ALR (Küstenschutz, Wasserwirtschaft) und Forschung.
- > über gemeinsame Streifenplanung von WSP und FA in der Nordsee hinaus keine weitere Koordinierung.
- > Keine gemeinsame Ansprechstelle (wie ein KüWaZ).
- > Vorwiegend gemeinsame Ausschusssitzungen und einheitliche Kennzeichnung der Schiffe.
Fazit: Eher schwache Konstruktion

d) Schnittstellenprobleme

Ergeben sich zumeist aus Informationsdefiziten, da z.T. noch uneinheitliche Meldewege existieren und es in den Zeiten, in denen Ländervertreter in den KüWaZ nicht anwesend sind, noch immer zu vereinzelt Informations-Irrläufern kommt.- Allerdings mit weiter abnehmender Tendenz.

II.3 Formen der Überwachung. Vor- u. Nachteile. Grenzen

a) aus der Luft

im wesentlichen durch

- * Flugzeuge (Ölüberwachung des MFG 3 in Nordholz mit besonderer Überwachungstechnik und ca. 2 Flügen je Kalendertag über Nord- und Ostsee im Auftrag des BMV)

* Helikopter (seegehende Hubschrauber des BOS und der WSP-MV nur optische Wahrnehmung)

Vorteil: - Großes Überwachungsgebiet in kurzer Zeit bestrichen, damit erhöhtes Entdeckungsrisiko für Ölsünder.

Nachteil: - Deutsches Strafrecht mit individuellen Schuldprinzip verhindert die generelle Anklage eines Schiffes oder des Kapitäns. Macht also in der Regel weitergehende Untersuchungshandlungen an Bord des Schiffes auf See oder im Hafen erforderlich (Behördenschiffe unabdingbar).

Die **Statistik** des BSH weist z.B. für das Jahr 1996 312 festgestellte Verunreinigungen in Nord- und Ostsee und auf den übrigen SeeSchStr. aus.

95 dieser Fälle wurden durch die Luftüberwachung der Bundesmarine festgestellt. In nur 8 dieser 95 Fälle konnte ein verursachendes Schiff zugeordnet werden. In 4 dieser Fälle wurde ein staatsanwaltschaftliches Ermittlungsverfahren eingeleitet. Diese Zahl mag die Effektivitätsprobleme dieser Überwachungsmethode verdeutlichen, soll die Notwendigkeit einer weiteren Luftüberwachung insbesondere für das Erkennen von größeren Verschmutzungen vor Erreichen der Küste und das Erkennen von Tatzusammenhängen bei späteren Ermittlungen der WSP, z.B. aus Anlaß von festgestellten Verschmutzungen an den Stränden im Zusammenspiel mit Driftberechnungen und Öltypanalysen des BSH, aber keinesfalls in Frage stellen.

* Zur Frage der Möglichkeiten beim Einsatz von **Satelliten** siehe Anlage 2 dieser Ausarbeitung als konkretisierte Antwort auf eine Fragestellung in der anschließenden Diskussion im Schifffahrtskolleg.

b) durch Wasserfahrzeuge (des Bundes und der Länder)

Vorteile: - Kann vor Ort als Arbeitsplattform agieren und ist für weitergehende Ermittlungen auf See **unverzichtbar**.
- Wertvoll für Kontrolltätigkeit auf Reeden

Nachteil: - Relativ kleines durch Streifentätigkeit bestrichenes Überwachungsgebiet

c) in den Häfen

Vorteile: - Größte Kontroll-Effektivität mit geringstem Aufwand.
- Staatliche Befugnisse für Kontroll- und Untersuchungshandlungen an Bord von Schiffen unter ausländischer Flagge am größten.
- Beste Infrastruktur wegen schneller Erreichbarkeit von Fachbehörden .

Die BSH-Statistik des Jahres 1996 weist insgesamt 4113 MARPOL-Kontrollen aus. In 1428 Fällen wurden Verstöße festgestellt, die 1088 Verwarnungen und 340 Owi-Anzeigen nach sich zogen. **Alle** o.g. Kontrollen erfolgten durch die WSP'en der Länder, weit über 90% davon wurden in den Häfen durchgeführt.

Nachteil: - Nur durchfahrender Transitverkehr wird nicht erreicht

d) Zwischenergebnis

Kontrollen in den Häfen mit der Zielrichtung der Einhaltung von Umweltschutzstandards sind zwar relativ effektiv, fördern aber in erster Linie Ordnungswidrigkeiten gegen MARPOL-Bestimmungen zu Tage.

Der kontrollbedingte strafrechtlich relevante Nachweis einer früheren Gewässerverunreinigung, die nicht vorher festgestellt worden war, ist dagegen die große Ausnahme.

Daraus wird deutlich, daß Überwachungs- und Kontrolltätigkeit ganzheitlich zu sehen ist. Kontrollen in den Häfen werden die Präsenz der Vollzugsorgane auf See im Verbund von Luft- und Wasserfahrzeugen trotz der dort ungleich schlechteren Erfolgsbilanzen nicht ersetzen können.

In Bezug auf die Zusammenarbeit von Bund und Ländern soll schließlich an dieser Stelle nicht die enge und erfolgreiche Zusammenarbeit mit den Fachbehörden des Bundes, insbesondere dem BSH verschwiegen werden.

III. Management von größeren Schadensereignissen und/oder Katastrophen

Gerade in S.-H. ist dies in jüngster Zeit wieder als Nachwirkung der PALLAS-Havarie zum Top-Thema avanciert. Vorläufigen Höhepunkt ist der Beschluß des S.-H. Landtages vom 17.11.99 im Vorfeld der Landtagswahl, daß die Regierung sich für die Schaffung einer Küstenwache neuer Art einsetzen soll. Diese Küstenwache soll u.a. ein effektives Notfallmanagement gewährleisten und dafür alle maritimen Bundesressorts und die WSP'en und Fischereiaufsichten der Länder zentral in einer Organisation vereinen.

III.1 Bisheriger Sachstand. vorhandene Konzepte

Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, daß die Bewältigung von Schadenslagen auf See fachübergreifendes Denken und eine möglichst zentrale Führung erfordert.

Die vorhandenen Konzepte, zu denen auch die eingangs behandelte ELG-Variante gehört, haben aus meiner Sicht entweder den Nachteil einer einseitigen fachlichen Ausrichtung oder laufen Gefahr, durch Doppelzuständigkeiten und parallele Entscheidungsstrukturen oder Wechsel der Führung, z.B. im Katastrophenfall, ineffektiv zu werden.

Offene Fragen in Bereichen des Brandschutzes auf See und der Verletztenversorgung vor Ort runden den Katalog von noch ungelösten Herausforderungen ab.

III.2 Visionen, geplante Konzepte, reale Aussichten

Die bereits angesprochene, vom S.-H. Landtag angestrebte zentrale Küstenwache hat vermutlich nur wenig Aussichten auf Realisierung. Nach meinen bisherigen Erkenntnissen sehen weder Bund noch die anderen Küstenländer Bedarf für eine derart einschneidende Maßnahme.

Viel eher dürften die derzeitigen Bemühungen der schleswig-holsteinischen Landesregierung um Schaffung einer Küstenwache im Sinne einer ereignisabhängigen temporären Allianz von Bund und Landeskräften unter einheitlicher Führung des Bundes fruchten. Erste Schritte in diese Richtung erfolgten in diesem Monat am Rande einer Innenministerkonferenz der Länder.

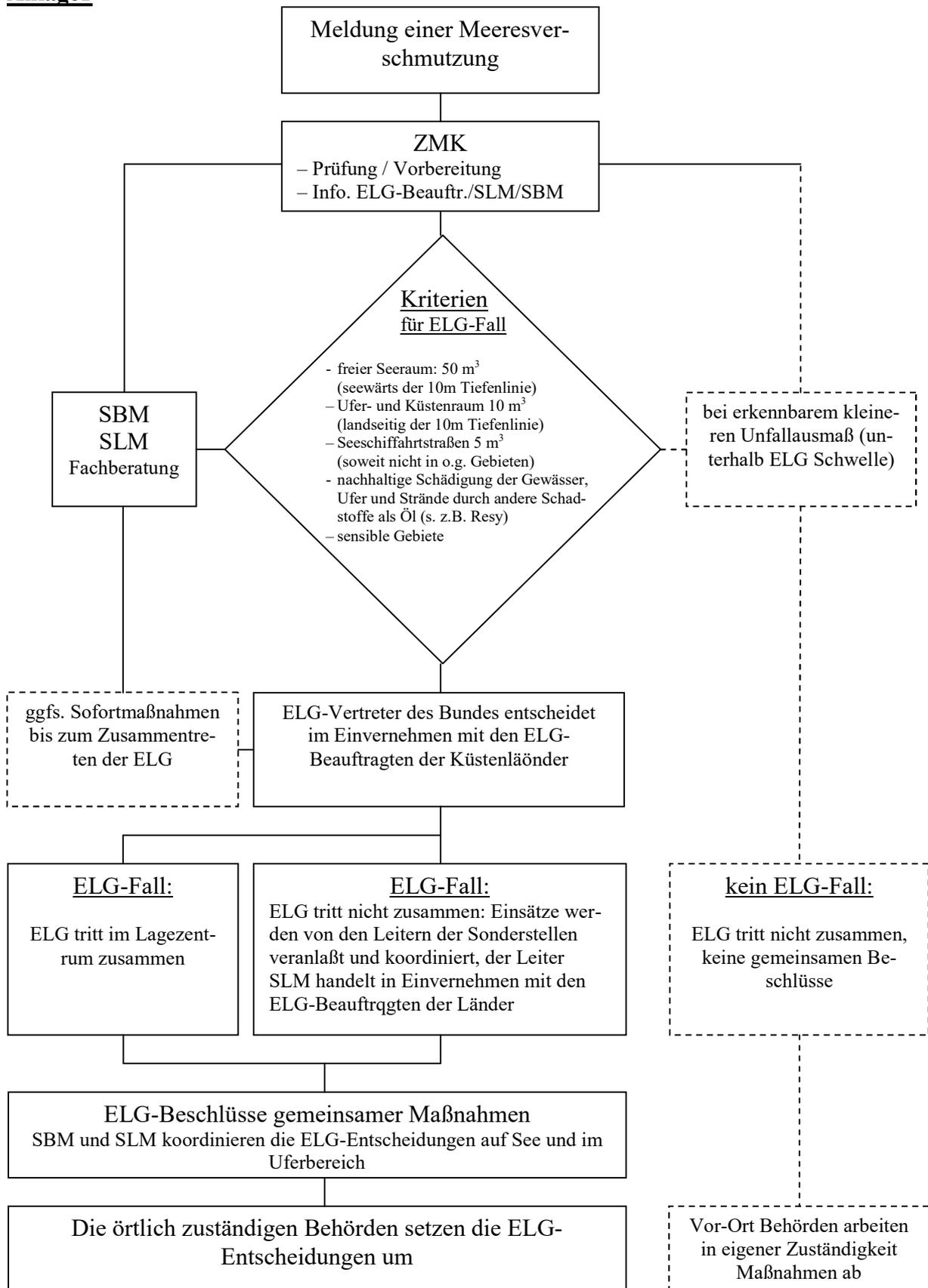
IV. Resümee

Ich hoffe, mein Referat konnte deutlich machen, daß im Bereich der Bekämpfung von Meeresverschmutzungen von der eigentlichen Ölbekämpfung bis zur anlaßunabhängigen Kontrolle an Bord eines Schiffes eine sehr intensiv vernetzte Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern stattfindet.

Der föderative Staatsaufbau ist für eine schlanke staatliche Zielerfüllung sicher nicht immer förderlich. Dies sollte jedoch nicht dazu führen, in einer Zentralisierungshysterie die Strukturen, die unsere Verfassung aus gutem geschichtlichem Grunde vorgibt, grundsätzlich in Frage zu stellen.

Die Herausforderung muß daher nach meiner Überzeugung dort, wo noch Bedarf für Verbesserung besteht, in einem weiteren Zusammenwachsen von Bundes- und Länderkräften zur optimalen Ressourcennutzung liegen. Dies dann aber unter Beibehaltung der grundsätzlichen föderalen Aufgabenverteilung im Staate.

Anlage 1



Anlage 2

Satellitentechnik

Stand: November 1999

- Gliederung: Einführung
1. Radarsysteme
 2. Optische Systeme
 3. Praktizierte Meldewege an den ZMK
 4. Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein verwendbaren Datenmaterials in Ermittlungssituationen

Einführung:

Die nachfolgenden Erkenntnisse sind im wesentlichen durch Kontakte zum

- Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR),
- Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) -,
 - X-SAR Projekt Manager Wolfgang Noack -,
Oberpfaffenhofen, D-82234 Weßling,
Tel. 08153 / 28-1390,
Fax 08153 / 28-1446,

die aus einer Ermittlungssituation beim WSP-Revier Husum im Jahre 1996entstanden, erlangt worden.

Grundsätzlich ist bei der Nutzung von Satelliten für Ermittlungszwecke zwischen Radarsystemen und optischen Systemen zu unterscheiden.

1. Radarsysteme

Der **Vorteil** dieser Systeme liegt in der Unabhängigkeit von Tag/Nacht und den Wetterverhältnissen (z.B. Wolkendecke). Erfasst werden können sowohl Objekt wie z.B. Schiffe oder Bohrinseln als **auch Ölteppiche**.

Der **Nachteil** liegt in der radarbedingten eingeschränkten Identifizierungsmöglichkeit von Objekten (Nach Bearbeitung/Auswertung sind Daten über Objektgröße, -Form, Position, Kurs u. Geschwindigkeit verfügbar, die nur eine grobe Zuordnung bzw. Bestimmung eines Schiffstyps zulassen - nicht jedoch eine eindeutige Identifizierung ermöglichen).

1.1 Quellen

A) ESA-Systeme

Die Bundesrepublik Deutschland ist ein ESA-Vertragsstaat (ESA = European Space Agency) und hat somit grundsätzlich über die DLR eine nicht kostenpflichtige Zugriffsmöglichkeit auf ESA-Daten. Hierfür stehen die Satelliten "ERS 1" oder "ERS 2" zur Verfügung.

Merkmale: Auflösung bis 25 m, Erfassungs-/Überflugsintervall für eine bestimmte Position = 30 Tage (Tages-Erfassungschance ca. = 1:30, geringfügig erhöht durch Überlappung)

B) kommerzielle Systeme

Im weltweiten Markt gibt es diverse kommerzielle Anbieter (u.a. kanadische u. russische Quellen), die gegen Bezahlung nicht aufgearbeitete Roh-Daten zur Verfügung stellen.

Beispiel: Radar-Sat (Kanada)

Merkmale: Auflösung steuerbar von 10 m bis ca. 100 m, Erfassungs-/Überflugsintervall für eine bestimmte Position = 28 Tage, Bilderfassungsbereich variabel durch Schwenkbarkeit der Antenne.

In beiden Fällen (ESA- oder kommerzielles System) müßte die Aufarbeitung und Auswertung von der DLR geleistet werden, da selbst aufbereitetes Material für den Laien nur bedingt aussagefähig ist (s. Anhang 1). Bearbeitungskosten wären im Einzelfall vorher zu erörtern. Eine kostenlose Marktabfrage, ob überhaupt Material von bestimmten Gebieten/Zeiten zu erlangen ist, kann jedoch nach Bekunden von Herrn Noack immer von der DLR durchgeführt werden.

2. optische Systeme

Die **Vorteile** dieser Systeme liegen in der besseren Identifizierungsmöglichkeit von Objekten/Schiffen durch Lichtbildwiedergabe in Verbindung mit hoher Auflösung.

Nachteilig wirkt sich hier die durch Abhängigkeit von Tag/Nacht u. Wetter in starkem Maße reduzierte Erfassungswahrscheinlichkeit von Objekten in bestimmten bzw. beliebigen Gebieten/Zeiten aus.

2.1. Quellen

Da die ESA über keine eigenen optischen Systeme verfügt, muß hier vollständig auf fremde (kommerzielle) Anbieter zurückgegriffen werden. Auch hier bietet die DLR ggfs. die kostenlose Marktabfrage über evtl. vorhandenes Datenmaterial an. Die konkreten Bezugskosten von vorhandenem Material wären dann wiederum im Einzelfall zu klären.

Beispiele:

A) "IRS" (Indian Remote Sensing Satellite) mit 6 m - Auflösung,

B) "SPOT" (Frankreich) mit 10 m - Auflösung,

Überflugsintervalle sind jeweils unter Umständen variabel und somit nicht konkret bekannt (im Einzelfall Recherche durch DLR).

3. Praktizierte Meldewege an den ZMK

Sofern die ESA-Satelliten bei Überflügen von Nord- und Ostsee Verunreinigungen erkennen, soll eine Meldung an den ZMK in Cuxhaven veranlaßt werden. In der praktischen Anwendung spielt dieses Verfahren jedoch kaum eine Rolle.

4. Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein verwendbaren Datenmaterials in Ermittlungssituationen

Die Betrachtungsweise in der Rückschau (z. Zt. Standardfall bei Ermittlungen) birgt die Schwierigkeit, daß es stark vom Zufall abhängig ist, ob sich ein bestimmtes Gebiet zu einer bestimmten Zeit im Erfassungsbereich eines Satelliten befindet, der verwertbares Datenmaterial liefern kann.

Einer groben Schätzung zufolge kann bei Einbeziehung von allen verfügbaren Quellen nur mit einer Wahrscheinlichkeit der Erfassung eines bestimmten/beliebigen Gebietes pro Tag mit etwa 1:10 gerechnet werden.

Für die ESA-Satelliten gilt bei einem 30-Tages-Überflugsintervall unter Einrechnung der Überlappung der Beobachtungstreifen eine Wahrscheinlichkeit von etwa 1:25. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß ein Überflug von Nord- oder Ostsee an einem Tag jeweils nur einige Minuten dauert.

Neue Kriterien für die Haftung für Meeresverschmutzung

Dr. Hans-Heinrich Nöll

Verband Deutscher Reeder, Deutscher Verein für Internationales Seerecht

I. Einleitung

Die deutsche Sprache kennt eine Redewendung aus der Seefahrt, die seit vielleicht 100 Jahren in Gebrauch ist und beschreibt, wie man einer drohenden Gefahr begegnet, um wenigstens das Schlimmste zu verhüten. Bei Sturm oder in Seenot gießt man "Öl auf die Wogen", um die Wirkung der Wellen zu mildern. Die damit verbundene Meeresverschmutzung durch das Öl nahm man damals nicht zur Kenntnis. Angesichts der zu vernachlässigenden Mengen und mangels großer Verschmutzer im übrigen war dies sicher nicht verwerflich. Heute sehen wir die Redewendung mit ganz anderen Augen und fragen uns, ob ausreichende Instrumente gegen absichtliche oder unabsichtliche Verschmutzungen des marinen Ökosystems zur Verfügung stehen.

Eines dieser Instrumente ist ein rechtliches: Die Haftung der Eigentümer, der Reeder und der Betreiber von Seeschiffen. Sie ist im Laufe der Zeit ständig weiterentwickelt und immer stärker auf die Notwendigkeit des Umweltschutzes eingestellt worden.

Vor hundert Jahren, als das HGB schon über ein Jahr galt und das Inkrafttreten des BGB zur Jahrhundertwende als epochales Ereignis kurz bevorstand, gab es keine speziellen Haftungsregeln für Umweltschäden. Nach § 485 HGB haftete der Reeder für die von den an Bord tätigen Besatzungsmitgliedern oder Lotsen verursachten Schäden. Diese Reederhaftung konnte aber nur eingreifen, wenn die Besatzungsmitglieder oder Lotsen Personen- oder Sachschäden schuldhaft verursachten. Selbst wenn es zu Meeresverschmutzungen und Folgeschäden gekommen wäre, was bei den damaligen Gefahrenpotentialen eher die seltene Ausnahme war oder ohne Beachtung bleibt, schied eine Haftung in der Regel mangels Verschuldens aus.

Heute hat der Meereseumweltschutz einen ungleich höheren Rang. Sowohl der Seeverkehr als auch die von Schiff und Ladung ausgehenden Umweltgefahren haben massiv zugenommen. Auf die zunehmende Verschmutzung der Meere, nicht allein durch die Schifffahrt, hat die nationale und internationale Gesetzgebung wie so oft erst mit Verzögerung reagiert, letztlich jedoch mit meßbarem Erfolg.

Den obersten internationalen Rahmen für den Meereseumweltschutz setzt das Seerechtsübereinkommen von 1982 (SRÜ) von 1982¹, das seit fünf Jahren in Kraft ist und heute 126 Vertragsstaaten hat. Als einziger wichtiger Vertragsstaat fehlen nur die USA. Das SRÜ als Grundgesetz der Meere räumt dem Meereseumweltschutz in Kapitel XII neben den Regelungen zum Status der Meereszonen, der Schifffahrtsfreiheit und der wirtschaftlichen Nutzung der Meeres den gleichen Rang ein.

¹ BGBl. 1994 II S. 1798

Die beiden vorangegangenen Genfer Seerechtsübereinkommen von 1978 über die Hohe See² und über das Küstenmeer und die Anschlußzone³ verpflichteten die Staaten in zwei nur spärlichen Bestimmungen Ölverschmutzungen zu vermeiden (Artikel 24, 25 SRÜ).

Die Vertragsparteien haben sich darüber hinaus im SRÜ nicht nur verpflichtet, die Meeresumwelt zu schützen und zu bewahren (Artikel 192 SRÜ), sondern auch "eine umgehende und angemessene Entschädigung für alle durch Verschmutzung der Meeresumwelt verursachten Schäden" durch Zusammenarbeit und Weiterentwicklung des Völkerrechts sicherzustellen (Artikel 235 SRÜ). Instrumente wie Pflichtversicherungen und Entschädigungsfonds werden ausdrücklich genannt.

Auch die primären Instrumente des Meeresumweltschutzes sind durch das SRÜ legitimiert (Artikel 194 SRÜ). Dazu gehören vor allem MARPOL 1974/78 oder z.B. das Übereinkommen über Vorsorge, Bekämpfung und Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Ölverschmutzung von 1990, das Übereinkommen über den Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks von 1994 oder das Übereinkommen über Maßnahmen auf Hoher See bei Verschmutzung durch Öl oder andere Stoffe von 1969/1973. Das gleiche gilt für die Hafenstaatkontrolle (Artikel 218 SRÜ) als praktisch wichtigstem Durchsetzungsinstrument neben der Überwachung durch den Flaggenstaat (Artikel 217 Abs. 3 SRÜ) oder der Seeunfalluntersuchung (Artikel 217 Abs. 4).

II. Haftungsregelungen

1. International vereinheitlichtes Recht

a) Haftung für Ölverschmutzungsschäden

aa) Übereinkommen über die Verhütung der Verschmutzung der See durch Öl, 1954/69⁴

- Verbote, Öl in bestimmten Zonen abzulassen (Art. III)
- Bei Verstößen Verpflichtung zur Bestrafung
- Haftung nicht geregelt, aber nach den allgemeinen Vorschriften des Zivil-/Handelsrechts möglich

bb) Ölhaftungsübereinkommen, 1992⁵

Der Torrey Canyon-Unfall 1967 hatte epochemachende Bedeutung für die internationale Rechtsetzung. In seiner Folge entstand das erste IMO-Übereinkommen über eine zivilrechtliche Materie. Es enthält in Grundzügen folgende wesentlichen Regelungen:

² BGBl. 1972 II S. 1091

³ UNTS 516 S. 205

⁴ BGBl. 1956 II S. 381, 1978 II S. 1495

⁵ BGBl. 1996 II S. 671

- Einbezogen sind Seeschiffe, die Öl als Bulkladung befördern, auch bei Folge- reisen, sofern nicht nachgewiesen wird, daß kein Öl mehr als Ladung an Bord war; ferner OBO-Schiffe, solange sie Öl befördern; ebenfalls Bunkeröl, so- lange Öl als Ladung befördert wird.
- Es besteht eine Gefährdungshaftung, d.h. eine verschuldensunabhängige Haf- tung, die nur bei höherer Gewalt ausgeschlossen ist.
- Die Haftung ist auf den Schiffseigentümer kanalisiert, d.h. nur er haftet und muß gegebenenfalls Regress beim Ausrüster oder Vertragsreeder nehmen.
- Erfasst werden Schäden im Hoheitsgebiet einer Vertragspartei, gleichgültig, wo sie verursacht worden sind, und zwar:
 - Personen- und Sachschäden mit Folgeschäden
 - Reine Vermögensschäden
 - Kosten von Schutz und Beseitigungsmaßnahmen
- Es besteht eine schiffsgrößenabhängige Haftungsbeschränkung bis 59,7 Mio. SZR = ca.155 Mio. DM, die nur unter engen Voraussetzungen durchbrochen werden kann.
- Ölhaftungsbescheinigung

cc) Fondsübereinkommen, 1992⁶

- Es gewährleistet Entschädigung, wenn das Ölhaftungsübereinkommen nicht zur Anwendung kommt oder nicht ausreicht.
- Die Entschädigungshöhe geht bis 135 Mio. SZR = ca. 352 Mio. DM.
- Erforderlich ist eine Pflichtversicherung mit Zertifikat für die Überprüfung in der Hafenstaatkontrolle.
- Es hat sich eine effektive Praxis der Zusammenarbeit des Ölschaden- Entschädigungsfonds (IOPCF) in London mit den Haftpflichtversicherern der Reeder (P&I Clubs) entwickelt.

b) Haftung für Gefahrgutschäden

Zur Ergänzung des Ölhaftungsübereinkommens hat die IMO bereits Anfang der 80er Jahre Arbeiten an einem Gefahrguthaftungsübereinkommen aufgenommen. Das erste Übereinkommen von 1984 hatte keine ausreichende Zahl von Ratifikationen . Be- schleunigt durch Gefahrgutunfälle und angesichts des Drucks der Europäischen Kommission ist das Übereinkommen erneut in der IMO überarbeitet und 1996 von einer Staatenkonferenz verabschiedet worden. Das am Vorbild des Ölhaftungs- übereinkommens ausgestaltete Übereinkommen ist noch nicht in Kraft getreten.

Gefahrguthaftungsübereinkommen, 1996⁷

- Einbezogen sind Seeschiffe über 200 BRZ. Kleiner können aber von den Ver- tragsstaaten auch einbezogen werden.

⁶ BGBl. 1996 II S. 686

⁷ IMO Dokument LEG/CONF..10/DC.4 vom 2.5.1996

- Es besteht eine Gefährdungshaftung, d.h. eine verschuldensunabhängige Haftung, die nur bei höherer Gewalt ausgeschlossen ist
- Die Haftung ist auf den Eigentümer kanalisiert.
- Als Gefahrgut gelten Güter gemäß IMDG- und anderer IMO-Codes und Öl, soweit nicht die CLC anwendbar ist.
- Gehaftet und entschädigt wird für Schäden im Hoheitsgebiet oder in der AWZ, und zwar für:
 - Personen- und Sachschäden mit Folgeschäden
 - Reine Vermögensschäden
 - Vorsorge- und Beseitigungskosten
- Es besteht eine größenabhängige Haftungsbeschränkung bis 100 Mio. SZR = ca. 261 Mio. DM.
- Erforderlich ist eine Pflichtversicherung mit Zertifikat für die Überprüfung in der Hafenstaatkontrolle.
- Es steht ein Entschädigungsfonds bis 250 Mio. SZR = ca. 652 Mio. DM zur Verfügung.

c) Haftung für Bunkerölschäden

Der Rechtsausschuß der IMO hat seine laufenden Beratungen über ein Bunkerölhaftungsübereinkommen⁸ fortgesetzt. Dieses ist ebenfalls am Vorbild des Ölhaftungsübereinkommens orientiert.

- Erfasst werden alle Seeschiffe, soweit nicht das Ölhaftungsübereinkommen gilt.
- Die Kanalisierung der Haftung auf den Schiffseigentümer ist noch umstritten, evtl. kommt es zu einer gesamtschuldnerischen Haftung des Eigentümers, des Barboat-Charterers und des Bereederers.
- Schäden wie bei nach dem Ölhaftungsübereinkommen erfasst.
- Haftungsbeschränkung wie bei Haftungsbeschränkungsübereinkommen von 1976/96
- Pflichtversicherung mit Zertifikat für Hafenstaatkontrolle

d) Haftung für Nuklearschäden

Pariser Atomhaftungsübereinkommen und Brüsseler Zusatzübereinkommen, 1960/1982⁹

- Es besteht eine auf den Anlageninhaber kanalisierte Gefährdungshaftung auch für auf Hoher See entstandene Schäden bis mindestens 5 Mio. SZR = ca. 13 Mio. DM; darüber hinaus steht eine Entschädigung durch öffentliche Mittel bis 300 Mio. SZR = 783 Mio. DM zur Verfügung.

Haftungsübereinkommen für die Beförderung von Kernmaterial auf See, 1971¹⁰

- Es sieht eine Freistellung von der seerechtlichen Haftung vor, soweit der Inhaber der Kernanlage haftet.

⁸ IMO Dokument LEG 71/12/1

⁹ BGBl. 1985 II S. 694 und 970

¹⁰ BGBl. 1975 S. 1026

e) Versicherung bei Umweltschäden

Kasko- und P&I Versicherung

Die Deutsche Kaskoversicherung gem. DTV-Kaskoklauseln 1992 folgt - anders als die englische Kaskoversicherung - dem Prinzip der Allgefahrendeckung, d.h. es besteht eine Deckung für Ansprüche Dritter für Verlust oder Beschädigung von Sachen im Zusammenhang mit der Bewegung des Schiffes und der Teilnahme am Schiffsverkehr. Das schließt Umweltschäden ein. Ausgeschlossen sind nur Schäden durch Freiwerden von flüssigen Stoffen, sofern nicht bei Kollisionen mit anderen Schiffen an diesen oder deren Ladung entstanden.

Alle anderen Haftpflichtschäden sind P&I versichert. Hier ist Reeder Mitglied eines Clubs auf Gegenseitigkeit. Er zahlt eine Prämie, die nach Abzug des Verwaltungsaufwands von seinem eigenen Schadensverlauf und dem des gesamten P&I Clubs abhängt.

Das Grundprinzip der P&I Versicherung ist die unbeschränkte Deckung. Sie basiert aber auf den seerechtlichen Haftungsbeschränkungen, die nur ausnahmsweise nicht eingreifen.

Die P&I Clubs decken bis zu 5 Mio. USD immer selbst (ca. 80% der Fälle in dieser Kategorie). Von 5 bis 30 Mio. USD gibt es einen club-übergreifenden Ausgleich in der sog. International Group (ca. 20% der Fälle in dieser Kategorie). Darüberhinaus steht eine Deckung von Rückversicherern bis zur Höhe von 2 Mrd. USD zur Verfügung (nur 1 bis 2 Fälle p.a. in dieser Kategorie). Eine darüber noch hinausgehende Deckung bis 4,25 Mrd. USD gewährleisten wieder die P&I Clubs der International Group (bisher kein einziger Fall in dieser Kategorie).

2. Deutsches Recht

Wasserhaushaltsgesetz

Die internationalen Spezialübereinkommen verdrängen alle anderen Vorschriften des internationalen und nationalen Rechts. Daher ist deutsches Recht z.Zt. nur noch bei Verschmutzungsschäden durch gefährliche Güter und Bunkeröl anwendbar.

§ 22 Abs. 2 WHG

- Es besteht eine Gefährdungshaftung des Inhabers einer Anlage, von der die Verunreinigung eines Gewässers ausgegangen ist.
- Schiff ist Anlage. Die Rechtsprechung, daß nur Tankschiffe Anlagen seien¹¹, ist m.E. nicht haltbar. Anlageninhaber ist Reeder, Ausrüster oder Bereederer des Schiffes.
- Gehaftet wird für:
 - Personen- und Sachschäden mit Folgeschäden.
 - Reine Vermögensschäden
 - Vorsorge- und Reinigungskosten

¹¹ s. Bremer, Die Haftung beim Gefahrguttransport, Karlsruhe, 1992, S. 290

- Die Regelung ist umfassender als § 823 BGB, der verdrängt wird.

- Es besteht eine Haftungsbeschränkung gem. § 486 HGB nach dem Haftungsbeschränkungsübereinkommen 1976¹² mit schiffsgrößenabhängiger Haftungsbeschränkung. Eventuell bestehen für bestimmte Schadensersatzansprüche besondere Haftungsfonds. Das gilt insbesondere gem. Art. 2 Abs. 1 d) und e) für Ansprüche - meist staatlicher Institutionen - aus der Hebung, Beseitigung, Vernichtung oder Unschädlichmachung eines gesunkenen, havarierten oder gestrandeten Schiffs oder seiner Ladung. Davon hat Deutschland mit § 487 Abs. 1 HGB Gebrauch gemacht. Im Falle der "Pallas" konnten also zwei Haftungsfonds in Höhe von ca. 3,3 Mio. DM bestehen, wobei aber die entstanden Kosten überwiegend nur in einen Fonds fallen. Ein 1996 von einer Staatenkonferenz der IMO verabschiedetes Protokoll sieht ca. 2,4-fache Haftungshöchstsummen vor. Es ist noch nicht in Kraft getreten, was die Ratifikation von mindestens 10 Staaten erfordert. Bisher gibt es jedoch noch keine Ratifikation. Für Deutschland und andere europäische Staaten ist das - wie beim Bergungsübereinkommen - nur eine Frage der Zeit.

3. Zum Vergleich: US-Recht

a) Oil Pollution Act (OPA), 1990¹³

- Erfasst werden alle Schiffe, aus denen Öl ausgeflossen ist oder die die dringende Gefahr eines Ölausflusses hervorrufen, d.h. nicht nur Tankschiffe.
- Es besteht eine Gefährdungshaftung des Eigentümers oder Bereederers oder Dritter, die den Schaden oder die Gefahr hervorrufen (z.B. Reeder oder Bereederer anderer Schiffe als Tanker).
- Ein Haftungsausschluß besteht nur bei höherer Gewalt.
- Entschädigt werden Schäden an Naturreichtümern, Eigentum, Verlust von Einkünften und Gewinnen, Kosten von Vorsorgemaßnahmen.
- Es besteht - theoretisch - eine Haftungsbeschränkung in unterschiedlicher Höhe für Tankschiffe (1.200 USD per BRZ oder mindestens 10 Mio. USD für Schiffe über 3.000 BRZ oder mindestens 2 Mio. USD für Schiffe bis 3.000 BRZ) und für andere Schiffe (600 USD per BRZ oder mindestens 500.000 USD).
- Die Haftungsbeschränkung wird bei Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit des Haftpflichtigen oder seiner Vertreter oder Angestellten (d.h. auch der Schiffsbesatzung) oder schon bei Mißachtung von Sicherheits-, Bau- oder Betriebsvorschriften oder sogar schon bei unterlassener Mitteilung des Unfalls, angebrachter Mitwirkung bei der Folgenbeseitigung oder Befolgung von Anweisungen zuständiger Behörden – die Haftung ist also erheblich schärfer als bei internationalen Regimen.
- Es muß eine finanzielle Sicherheit (COFR) für Schiffe über 300 BRZ in Höhe der Haftungsbeschränkungssummen mit Direktanspruch gegen den Versicherer (idR P&I Club) geleistet werden – auch dies ist schärfer als bei den internationalen Regimen.

¹² BGBl. 1986 II S. 786

¹³ 33 U.S.C., s. 2701 et seq.

- Ein besonderes Problem stellt die Haftung für abstrakte Naturschäden dar, die nach einem besonderen Verfahren bemessen werden (NRDA). Gläubiger der Ansprüche werden der Bundesstaat oder die Einzelstaaten oder andere Berechtigte.

Coprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act (CERCLA), 1980¹⁴

- Hiernach besteht eine Gefährdungshaftung des Eigentümers, Bereederers oder Zeitcharterers für Gefahrgutschäden.
- Ein Haftungsausschluß besteht nur bei höherer Gewalt.
- Es muß sich um Schäden durch Gefahrgut nach eigener Definition (nicht IMO-Codes) handeln, außer durch Petroleum.
- Die Haftung besteht für Beseitigungs- und Wiederherstellungskosten, Kosten für Vorsorgemaßnahmen, Schäden an Naturreichtümern (wie z.B. Landschaft, Riffe, Fischbestände).
- Es besteht eine Haftungsbeschränkung 300 USD per BRZ, mindestens 5 Mio. USD, die aber bei Vorsatz oder bedingtem Vorsatz oder bei bedingt vorsätzlicher Mißachtung von Sicherheits-, Bau- oder Betriebsvorschriften durchbrochen wird.
- Außerdem besteht die Möglichkeit des Strafschadensersatzes mindestens in Höhe des 3-fachen der Kosten des mit Vorsorge- oder Beseitigungsmaßnahmen betrauten Fonds.

III. Perspektive

Die unmittelbare Schlußfolgerung ist, daß das Haftungsbeschränkungs-Übereinkommen in der Fassung des Protokolls von 1996 im Verein mit anderen Staaten bald ratifiziert wird. Im übrigen weist das Haftungsrecht keine gravierenden Defizite auf. Das Bunkerölhaftungs-Übereinkommen verbessert die rechtliche Lage in Deutschland nicht, sondern stellt eine internationale Harmonisierung dar.

¹⁴ 42 U.S.C., s. 9601 et seq.

Maritimer Umweltschutz in der Seeschifffahrt – Die Aufgaben der Wasserschutzpolizei Mecklenburg-Vorpommern bei der Überwachung der Einhaltung der Vorschriften des Übereinkommens MARPOL 73/78

Gerhard Kundt
WSPD M-V

Die Wasserschutzpolizei M-V (WSP) gliedert sich in die WSP-Direktion und nachgeordnet 7 Inspektionen, davon 5 Küsteninspektionen in denen u.a. die Aufgaben der Überwachung der Einhaltung der internationalen Übereinkommen zum Umweltschutz wie des MARPOL 73/78 und Helsinki-Übereinkommens von 1974^{*}, wahrgenommen werden. Dabei gilt es u.a. die 340 km lange Ostseeküste und 1130 km Boddenküste zu bestreifen.

Innerhalb des Küstenmeeres und auf allen Bundes- und Landesgewässern ist die WSP auf der Grundlage der bundes- und landesrechtlichen Vorschriften, speziell der StPO, des OwiG und des Polizeigesetzes des Landes für die Erforschung und Verfolgung strafbarer Handlungen sowie die allgemeine Gefahrenabwehr zuständig.

In den alten Bundesländern wurde mit einer Vereinbarung vom 14. Dezember 1954 die Ausübung der schifffahrts-polizeilichen Vollzugsaufgaben innerhalb des Küstenmeeres und auf den übrigen Handelswasserstraßen vom Bund auf die Wasserschutzpolizeien der Küstenländer übertragen.

Für das Land M-V wurde diese Vereinbarung im Februar 1992, einschließlich einer Zusatzvereinbarung, geschlossen.

In dieser Zusatzvereinbarung werden die schifffahrts-polizeilichen Vollzugsaufgaben u.a. erweitert und präzisiert auf die Überwachung der Einhaltung der Beförderung gefährlicher Güter, der Sicherheit der Schiffe, der Sicherheit und Gesundheit der Besatzung, der Beratung durch Seelotsen sowie der dem Umweltschutz im Bereich der Schifffahrt dienenden Vorschriften, Verfügungen, Bedingungen und Auflagen.

Die Aufgaben zum Schutz der Meeresumwelt sowie zum Umwelt- und Naturschutz sind im engen Zusammenhang mit der Ausübung des schifffahrts-polizeilichen Vollzuges zu sehen. Die Erforschung von Gewässerverunreinigungen, einschließlich aller notwendigen Maßnahmen zur Vermeidung solcher Verstöße, der besonderen Überwachung der Gefahrgüter sind langjährige praktizierte Aufgaben der WSP, die einen hohen Ausbildungsstand der Beamten verlangen.

Die spezifische Ausbildung im maritimen Bereich erfolgt dabei an der Wasserschutzpolizeischule in Hamburg, einer Einrichtung der WSP'en aller Bundesländer.

^{*} Seit 17.01.2000 ersetzt durch das "Helsinki Übereinkommen von 1992"

Entsprechende Lehrgänge des maritimen Umweltschutzes, der Überwachung der Einhaltung des MARPOL-Übereinkommens vermitteln bisher und vermitteln den Beamten die entsprechenden Kenntnisse für die tägliche Praxis.

In allen 5 Küsteninspektionen sind so geschulte Umweltermittler tätig, die entsprechende MARPOL-Kontrollen in den Seehäfen aus Schiffen durchführen.

Der Schwerpunkt der festgestellten Gewässerverunreinigungen in den Küstengewässern unseres Zuständigkeitsbereiches sind von Schiffen ausgehende Ölverschmutzungen, wie Separationsrückstände, ölhaltiges Bilgenwasser, Schmierölrückstände, ölhaltiges Tank- bzw. Tankwaschwasser, welche entgegen den Bestimmungen der Anlage 1 des MARPOL-Übereinkommens eingeleitet werden.

Dazu kommen Gewässerverunreinigungen durch Einleiten von Schiffsmüll entgegen den Regeln der Anlage V des MARPOL-Übereinkommens. Dieser Anteil ist jedoch relativ gering.

Verstöße gegen die Einleitkriterien der Anlage 11 des MARPOL-Übereinkommens (Verschmutzung durch Chemikalien) spielten bisher keine Rolle.

Leider muß man sagen, daß die Aufklärungsquote und damit auch eine mögliche Verurteilung der Verursacher sehr niedrig ist.

Das ist auf viele Faktoren zurückzuführen. In den meisten Fällen kann das die Gewässerverunreinigung verursachende Schiff nicht ermittelt bzw. nicht mehr ermittelt werden.

Verstöße dieser Art, die z.B. bei Nacht im Vorbeifahren begangen werden, werden frühestens am nächsten Tag gemeldet bzw. entdeckt.

Die Ostsee ist ein vielbefahrenes Seegebiet und der mögliche Verursacher ist dadurch im Nachhinein sehr schwer zu ermitteln.

Es müssen dabei schon viele glückliche Umstände zusammentreffen (z.B.: das Schiff wurde beobachtet, sofort gemeldet, läuft einen deutschen Hafen an, Proben konnten ohne Zeitverzug gesichert werden).

Aber auch dann gestaltet sich die Überführung des oder der Tatverantwortlichen schwierig, weil die Beweismittel oft nicht ausreichen und die Ermittlungsverfahren durch die Staatsanwaltschaft eingestellt werden. Nur mit der Analyse von gesicherten Proben auf See und Vergleichsproben vom mutmaßlichen Verursacher ist vor Gericht eine eindeutige Zuordnung oft nicht möglich, da äußere Einflüsse wie Wind, Seegang, Alterung die auf See genommenen Proben für eine 100%ige Übereinstimmung untauglich gemacht haben.

Ein Beispiel in Zahlen aus dem Bericht des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie für 1998:

In der Nord- und Ostsee (ohne innere Gewässer und AWZ) wurden 301 Gewässerverunreinigungen festgestellt.

Die Staatsanwaltschaften leiteten daraufhin insgesamt 212 Ermittlungsverfahren wegen des Verdachtes auf Verunreinigung eines Gewässers nach § 324 StGB ein.

Davon wurden 199 Verfahren eingestellt.

Die restlichen 13 Verfahren endeten mit einem rechtskräftigen Strafbefehl (Geldstrafe 1200.-DM).

2 Verfahren wurden gegen Erfüllung einer Geldauflage eingestellt (Gesamtsumme 3351.-DM).

Rechtskräftige Urteile gab es keine.

Die unterschiedliche Zahl zwischen festgestellten Gewässerverunreinigungen und eingeleiteter Ermittlungsverfahren erklärt sich daraus, daß manche gemeldeten Gewässerverunreinigungen bei Aufnahme der Ermittlungen nicht mehr festzustellen sind und somit auch keine Anzeige durch die Wasserschutzpolizeien erfolgt.

Eine Verbesserung dieser Situation im Seebereich ist in Zusammenarbeit zwischen Bund und Küstenländern natürlich noch zu erreichen, indem der Überwachungsdruck durch die Vollzugsorgane des Bundes (BGS-See, Zoll und Fischereiaufsicht) und der Wasserschutzpolizeien erhöht wird, Dazu gehört auch eine verstärkte Überwachung aus der Luft.

Mit der Integration der Polizeihubschrauberstaffel M-V in die Wasserschutzpolizei unseres Landes wird es für uns in Zukunft u.a. auch aus der Luft möglich sein Umweltsünder auf See in unserem Zuständigkeitsbereich besser aufzuspüren bzw. den Überwachungsdruck auf die Schifffahrt zu erhöhen.

Dieser Druck bedeutet ja nicht, daß wir Druck auf die Schifffahrt in dem Sinne ausüben wollen, sie etwa einzuschränken bzw. behindern zu wollen, sondern daß wir damit erreichen, daß sich möglichst alle, mal salopp ausgedrückt, an die Spielregeln halten: sprich - die Einhaltung der nationalen und internationalen Umweltschutznormen für die Seeschifffahrt.

Da dies nicht nur für unseren Bereich sondern für die gesamte Ostsee zutrifft, beschäftigen sich im Rahmen der Helsinki-Kommission Vertreter der Vollzugs- und Strafverfolgungsbehörden aller Ostseeanrainerstaaten mit dieser Problematik.

Analog der Staaten des Bonn-Agreement, zum Schutze der Nordsee, wo 1998 der Entwurf eines Handbuches "Zur Verbesserung der Verfolgung von Meeresverschmutzungen, welche durch Schiffe verursacht werden" fertiggestellt wurde, haben auch die Vertreter der Behörden der Ostseeanlieger einen Entwurf eines Handbuches für Richtlinien zur erfolgreichen Überführung von Meeresverschmutzern erarbeitet.

Nach Fertigstellung soll dieses Handbuch den Vollzugsorganen der Ostseeanlieger als Hilfsmittel für die länderübergreifende Zusammenarbeit bei Verstößen gegen die Meeresumweltschutzvorschriften dienen.

Das ist m.E. ein wichtiger Beitrag zur Reinhaltung der Ostsee, da nur durch schnellen, unbürokratischen Austausch von Informationen zwischen den Behörden der Ostseeanrainerstaaten bei Verstößen gegen Einleitbestimmungen auf See und Übermittlung von Beweismitteln, die Aufklärungsquote gesteigert werden kann.

Deshalb wird auch im Vorwort dieser Richtlinien noch einmal deutlich gemacht, daß die Ostsee ein hochsensibles Gebiet mit speziellen hydrographischen, chemischen und physikalischen Bedingungen ist (aus diesem Grunde hat sie ja auch schon nach MARPOL 73/78 den Status eines Sondergebietes mit verschärften Einleitkriterien).

Der Wasseraustausch ist sehr langsam, so daß auch eingeleitete schädliche Stoffe, sehr lange in ihr verbleiben und Fauna und Flora anhaltend schädigen können.

Das Ziel der Richtlinie wird im Vorwort u.a. folgendermaßen definiert:

"Diese Richtlinien sind als Instrument der weiteren Kooperation zwischen den Ostseeanrainerstaaten bei der Untersuchung von Verletzungen der Verschmutzungsverhütungsregeln und Verfolgung der Verursacher gedacht.

Sie sollen Behörden und die Polizei bei der Sammlung von Beweismitteln und die Staatsanwaltschaften bei der Bewertung der gesammelten Beweise unterstützen, damit diese vor Gericht zur Überführung der Täter führen."

Neben den Aufgaben im Seebereich führen unsere Beamten in allen Seehäfen, die da sind Wismar, Rostock, Stralsund, Sassnitz/Mukran und regelmäßige MARPOL-Kontrollen auf den die Seehäfen anlaufenden Seeschiffen durch.

Die Kontrollen beziehen sich in erster Linie entsprechend den internationalen Normen auf die Einsichtnahme in die mitzuführenden Schiffsdokumente, die Überprüfung der Gültigkeit und Vollständigkeit der Zeugnisse und Dokumente, wie IOPP-Zeugnis, Ölhaftungsbescheinigungen, Kontrolle der Öltagebücher, Ladungstagebücher und Mülltagebücher.

Wenn bei den Kontrollen gravierende Mängel oder der Verdacht, z.B. bei Überprüfung des Öltagebuches, daß unerlaubte Einleitungen vorgenommen wurden, gegeben ist, können auch substantielle Kontrollen durchgeführt werden.

Ergibt sich die Notwendigkeit, wird die entsprechende Fachbehörde – die Seeberufsgenossenschaft - mit ihren schiffstechnisch ausgebildeten Spezialisten informiert, als originär zuständige Kontrollbehörde.

Grundlage für festgestellte Mängel bei MARPOL-Kontrollen an Bord von Seeschiffen ist für uns - Die Verordnung über Zuwiderhandlungen gegen das Internationale Übereinkommen von 1973 zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe und gegen das Protokoll von 1978 zu diesem Übereinkommen.

Kurz MARPOL - Owi - VO genannt.

Darin sind auch die entsprechenden Ahndungs- und Bußgeldbehörden festgelegt, die die durch uns aufgenommenen Ordnungswidrigkeiten-Anzeigen entsprechend endbearbeiten, falls der festgestellte Mangel den Rahmen unserer Möglichkeiten - des Aussprechens einer Verwarnung mit Verwarngeld - überschreitet.

Die Zuständigkeiten sind dabei verteilt auf die Wasser- und Schifffahrtsdirektionen (u.a. in Fällen von Verletzungen der Meldepflicht von schädigenden Einleitungen ins Meer durch Schiffe) und auf das Bundesamt für Seeschifffahrt- und Hydrographie - für alle anderen bußgeldbewehrten Tatbestände im Zusammenhang mit unerlaubten Einleitungen oder Mängeln in der Öltagebuch- bzw. Ladungstagebuch - oder Mülltagebuchführung.

Für festgestellte Ausrüstungsmängel bzw. fehlerhafte oder fehlende Zeugnisse nach MARPOL 73/78 ist die See-Berufsgenossenschaft zuständig.

Der Rahmen der Geldbußen ist dabei sehr weit gesteckt und kann in Fällen bis zu 100.000,- DM betragen.

Zur Orientierung für unsere Beamten zur Festsetzung einer dem Delikt entsprechenden Sicherheitsleistung gegenüber Betroffenen ausländischer Seeschiffe gibt es vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie einen Leitfaden, nachdem für den jeweiligen Verstoß, die Höhe der Sicherheitsleistung für das zu erwartende Bußgeld ermittelt werden kann. (Auf der Grundlage des Bußgeldkataloges Umweltschutz-See des BMV)

Die MARPOL - Kontrolltätigkeit der Wasserschutzpolizei M-V in den Seehäfen stellt sich in den letzten Jahren folgendermaßen dar:

MARPOL-Kontrollen der Wasserschutzpolizei M-V 1998

<u>Anlage I</u>	422
Owi-Anzeige	1
Verwarnung mit VwG	38
Verwarnung ohne VwG	15
Bericht an Ordnungsbeh.	0
<u>Anlage V</u>	163
Owi-Anzeige	0
Verwarnung mit VwG	2
Verwarnung ohne VwG	4
Bericht an Ordnungsbeh.	0
MARPOL-Kontr. gesamt	585

MARPOL-Kontrollen der Wasserschutzpolizei M-V 1999

<u>Anlage I</u>	374
Owi-Anzeige	6
Verwarnung mit VwG	16
Verwarnung ohne VwG	21
Bericht an Ordnungsbeh.	3
<u>Anlage V</u>	349
Owi-Anzeige	6
Verwarnung mit VwG	1
Verwarnung ohne VwG	20
Bericht an Ordnungsbeh.	2
MARPOL-Kontr. gesamt	723

Die festgestellten Verstöße sind größtenteils Verstöße gegen die Regel 20 Anlage I MARPOL - Mängel im Öltagebuch (hauptsächlich fehlende Unterschriften der Verantwortlichen, Gegenzeichnungspflicht des Kapitäns, fehlerhafte Eintragungen). bzw. Verstöße gegen Regel 8 Anlage I - Gültigkeit der Zeugnisse - sowie Verstöße gegen Regel 9 (3) Anlage V - Führen des Mülltagebuches -.

Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie fasst jährlich die Kontrolltätigkeit aller Küstenländer in einer Ergebnisstatistik zusammen.

Für 1998 sah diese so aus:

Ergebnisstatistik der Ordnungswidrigkeitenverfahren nach der MARPOL-OWi-VO i.V.m. MARPOL 73/78 für das Jahr 1998

MARPOL-Kontrollen (Anlage I, II, V durch die Wasserschutzpolizei der Küstenländer (in Klammern Zahlen für 1997))

Hamburg	1623	(1062)
Bremen	733	(844)
Niedersachsen	1161	(946)
Schleswig-Holstein	1425	(1332)
Mecklenburg-Vorpommern	585	(403)
Gesamt	5527	(4587)

Die WSP M-V liegt zwar mit der Anzahl der Kontrollen gegenüber anderen Bundesländern etwas zurück.

Dies ist aber auch bedingt durch die Situation in unseren Seehäfen - in Rostock, Mukran und Sassnitz überwiegt der Fährverkehr. Täglich wiederkehrende Schiffe können natürlich nicht laufend kontrolliert werden, sondern nur in zumutbaren und den internationalen Normen entsprechenden Abständen.

In Häfen wie Hamburg oder Bremen sieht es da natürlich mit den Schiffsanläufen etwas anders aus.

Soweit zur Arbeit unserer Beamten in den Küsteninspektionen im maritimen Umweltbereich.

Als Problemfelder im maritimen Umweltschutz möchte ich drei Punkte aufgreifen.

Da wäre zum ersten, wie schon bei der Vorstellung der statistischen Angaben genannt, die Diskrepanz zwischen polizeilichen Ermittlungen und Strafverfahren im Umweltbereich.

Aus meiner persönlichen Sicht wird bei Gericht bei Umweltstraftätern nicht der entsprechende Maßstab angesetzt, der eigentlich geboten wäre.

Dies gilt jedoch nicht nur für Umweltsünder in der Seeschifffahrt, sondern m.E. allgemein für den Umweltbereich.

Selbst große Umweltverfahren (z.B. im Abfallbereich - Müllmafia) führten nach jahrelangen akribischen und erfolgreichen Ermittlungen in endlos langen Verfahren nicht zu den Gerichtsurteilen, die eigentlich angebracht wären, um potentielle Umweltsünder abzuschrecken, ganz zu schweigen davon, daß teilweise z. B. nicht einmal die daraus betrügerisch erzielten oft immens hohen Gewinne abgeschöpft wurden.

Geldstrafen können dadurch, wie man so schön sagt, aus der Portokasse bezahlt werden.

Ein zweiter Punkt wäre die kostenlose Schiffsentsorgung in den deutschen Seehäfen wieder aufzunehmen.

Was ich kostenlos entsorgen kann, brauche ich natürlich nicht, um Kosten zu sparen, illegal auf See zu entsorgen.

Aber auch bei dieser Problematik ist es notwendig sich auf internationaler Ebene zu verständigen, damit alle Ostseeanrainer-Staaten diesen Service in ihren Seehäfen anbieten.

Nur so kann m.E. ein wirklich positiver Effekt gegen illegale Einleiter erzielt werden.

Eine Finanzierung dieser kostenlosen Entsorgung über die Hafengebühren halte ich für machbar.

Das Argument, daß dann die Schiffe wegbleiben, kann ich nicht teilen.

In Häfen mancher anderen Staaten auf der Welt gibt es wesentlich restriktivere Bestimmungen und die Seeschifffahrt ist trotzdem nicht zum Erliegen gekommen.

Ein dritter Punkt ist die oft zu lange Zeitdauer der nationale Umsetzung von Internationalen Übereinkommen, seiner Anlagen bzw. Änderungen dazu, denen die Bundesrepublik beigetreten ist, bzw. deren Untersetzung durch Rechtsvorschriften, die den Vollzugsbehörden z.B. erst den entsprechenden Verfolgungs- und Ahndungsrahmen bei Verstößen geben.

Als Beispiel:

Mit der Änderung der Anlage V -Schiffsmüll- des MARPOL-Übereinkommens ist unter anderem nach Regel 9 (3) seit dem 01.07.1998 die Führung eines Mülltagebuches für Schiffe ab 400 RT bzw. mit der Erlaubnis zur Beförderung von 15 oder mehr Personen in der Auslandsfahrt vorgeschrieben.

Die MARPOL - Owi-VO wurde dementsprechend geändert, so daß Zuwiderhandlungen gegen die Vorschriften der Regel 9 (3) mit Geldbuße bis 50.000,-DM geahndet werden können.

Die Anlage V ist jedoch auch dahingehend geändert worden, daß nach Regel 9 (1) und 9 (2) Schiffe ab bestimmter Größe bzw. Länge Aushänge über die Beseitigung von Müll zur Unterrichtung der Besatzung und Fahrgäste und nach Regel 9 (2) ab 400 RT auch Müllbehandlungspläne mitzuführen haben.

Was bedeutet das nun für uns in der Praxis?

Die Mitführungspflicht besteht.

Unsere Beamten können die Einhaltung an Bord kontrollieren.

Werden jedoch Verstöße dagegen festgestellt, fehlt uns die Ahndungsmöglichkeit, weil "vergessen" wurde (gewollt oder nicht ?), diese Tatbestände mit in die MARPOL-Owi-VO aufzunehmen.

Sicherheit bei der Beförderung gefährlicher Güter über See - Anspruch und Wirklichkeit

Winfried Hahn
WSPD M-V

Natürlich kann man die Frage stellen, ob es eine Aufgabe der Polizei ist, als Gefahrenabwehr-, Strafverfolgungs- und Überwachungsbehörde sich zum Sinn von Gefahrgutbeförderungsvorschriften zu äußern.

Ich meine, die Polizei würde sich letztlich selbst im Wege stehen, wenn sie sich nicht zusammen mit den Adressaten des Gefahrgutrechtes, den Vertretern der Wissenschaft und anderer Behörden zu Fragen der Bewertung der Vorschriftenwirksamkeit und -entwicklung austauschen würde, d.h. partnerschaftlich Prävention betreibt.

Da mir gesagt wurde, hier herrsche Workshopatmosphäre, werde ich vermeiden, mit Tabellen und Paragraphen zu jonglieren, sondern Meinung äußern, um Meinungsäußerungen, auch kontroverse, zu provozieren. Ich hoffe, davon profitieren zu können.

Als eine erste Meinungsäußerung möchte ich hinzufügen, dass mir beim Studium der Teilnehmerliste dieses Schifffahrtskollegs die sehr schwache Beteiligung von Vertretern des aktiven Schiffsbetriebes, des Schifffahrtsmanagements und der mit Schifffahrt befaßten Landesbehörden aufgefallen ist. Das scheint mir sehr betüßlich, insbesondere, wenn ich davon ausgehe, dass Sicherheit in der Schifffahrt nur wirksam sein kann, wenn sie in den Unternehmen und in den maßgeblichen Verwaltungen tatsächlich von oben nach unten gelebt wird und nicht als eine Sache von Zertifikaten und beauftragten Personen betrachtet wird.

Dieser Beitrag soll also kein Lehrvortrag zu bestehenden, neuen oder zu erwartenden Regelungen für die Beförderung gefährlicher Güter sein. Vielmehr soll, soweit dies im Rahmen eines Kurzvortrages möglich ist, auf auch kritische Weise ein Lagebild als Anregung für Aktivitäten im Bereich der Anwendung, Auslegung und Weiterentwicklung von Gefahrgutvorschriften gegeben werden. Dabei steht als meine Motivation die Erfahrung voran, nicht selten Vorschriften, die erklärtermaßen ausschließlich dem Schutz von Leben, Gesundheit, Umwelt und Vermögenswerten gewidmet sind, auch als Mittel zur Sicherung von Marktchancen und vielleicht auch als Mittel zum Erreichen außerhalb der sicheren Güterbeförderung liegender politischer Ziele verstanden werden.

Noch nie in der Vergangenheit war das Gesamtvolumen der Güterbeförderung und damit auch die Menge und Vielfalt gefährlicher Güter so groß wie gegenwärtig. Bei Einbeziehung der Tankschifffahrt sind in der weltweiten Fahrt ungefähr 50% aller Güter als gefährlich einzuordnen und der Anteil bei verpackten Gütern beträgt ungefähr 15%; in Abhängigkeit von Fahrtgebiet und Beförderungstechnologie schwankt dieser Anteil bei verpackten Gütern zwischen einigen wenigen Prozent bis zu rund einem Viertel der insgesamt beförderten Güter.

Die Beförderung von Stoffen und Gegenständen, deren Eigenschaften (ausgenommen aus der Betrachtung sind stabilitätsgefährdenden Eigenschaften) zusätzlich zu den allgemeinen Gefahren der See besondere Gefahren erkennen lassen, deren Freiwerden den Erfolg der betreffenden Seereise in Fragen stellen kann, ist sicher so alt wie die Schifffahrt selbst und gehört zur Normalität. Explosion, Feuer und Vergiftungsgefahr im Ladungsbereich gelten seit jeher neben Sturm und Grundberührung zu den Hauptursachen für Verluste und Schäden an Schiffen, Ladung und Menschenleben.

Weltweit, aber auch im Bereich der Ostseeregion, dominieren Unfälle mit gefährlichen Gütern auf Schiffen und in den Häfen nicht das Unfallgeschehen im Seeverkehr. Sie bergen jedoch stets in besonderer Weise die Gefahr einer Katastrophe in sich. An dieser Stelle sei gestattet darauf hinzuweisen, dass das an der deutsche Küste installierte Ölerkennungs- und Öl-bekämpfungssystem in keiner Weise für das Auffinden und Beseitigen von anderen gefährlichen Wasserverschmutzungen, insbesondere durch frei gewordene Chemikalien aus Schiffsladungen, konzipiert ist.

Die seit Beginn der Erfassung von schifffahrtbezogenen Gefahrgutunfällen im Bereich der Schifffahrt in Mecklenburg - Vorpommern - soweit sie der Wasserschutzpolizei seit 1992 zur Kenntnis gelangten - und die aus dem davor liegenden Zeitraum bekannt gewordenen Gefahrgutunfälle in der gleichen Relation sind gut an einer Hand zu zählen und sind durchweg als wenig schwer einzuordnen.

Wir müssen jedoch beachten, dass gegenwärtig fast jedes für das Befördern von Gefahrgut geeignete Schiff regelmäßig auch derartige Güter befördert und dass es in den vergangenen Jahren auch schwere Seeunfälle (z. B. M/S "Sassnitz", M/S "Jan Hewelius") gegeben hat, bei denen die oft aus dem Bewußtsein verdrängten Tücken der Ostsee auch für die Großschifffahrt zur Wirkung kamen und es nicht menschlicher Voraussicht, sondern dem Zufall zu danken ist, wenn gefährliche Güter nicht beteiligt waren.

Die jüngste Grundberührung des Tankers "Highland Faith" in der Kadettrinne ist ein weiteres Beispiel für die Probleme, die insbesondere für tiefgehende Schiffe beim Befahren der Ostsee auftreten.

Ein Hinweis auf einige Unfälle mit Beteiligung von Gefahrgut außerhalb der Ostsee (hier handelt es sich um Ausszüge aus der Unfall-Datenbank Gundy des Hamburger K.O. Storck Verlag & Co, Zeitraum 1991 bis 1999) können ein Beleg dafür sein, dass frei nach Murphy ein Unfall, der sich ereignen kann, auch irgendwann ereignen wird und dass, wenn dieser Unfall die Möglichkeit einer Katastrophe enthält, auch diese Katastrophe irgendwann eintreten wird:

08.12.91, M/S "Scaien" (Rm), Mittelmeer, Ammoniumnitrat, Kl. 5.1, Ladung übergegangen im Sturm (10 Tote);

- 08.01.92, M/S "Santa Clara" (Pa), Baltimore (USA), Arsentrioxid, Kl. 6.1, Ladungsverlust in schwerer See (4 Container) und Magnesiumphosphid, Kl.4.3, Leckage aus Fässern;
- 24.01.92, M/S "Ever Grace"(PA), Chesapeake (USA), Allylalkohol, Kl. 6.1 (3), Leckage aus 3 Tankcontainern;
- 15.02.92, M/S "Anna Ulyanowa" (GUS), in Hamburg; Baumwolle, Kl. 4.1, Ladungsbrand;
- 11.01.93, M/S "Stavfjord" (NOR), vor Mandal (N), Dynamit und Sprengkapseln, Kl.1, Ladungsverlust in schwerer See und Explosion;**
- 27.01.93, M/S "Hamburg Star", Deutsche Bucht (D), Versch. Chemik., Kl. 3.2 und 4.1, Ladungsverlust (29Container) in schwerer See;**
- 04.07.93; M/S "Kapitan Sakharov"(RUS), Persischer Golf, Diverse Chemik., Kl. 3, Totalverlust und 2 Tote nach Containerexplosion;**
- 09.12.93, M/S "Sherbro" (Fr), Ärmelkanal, Carbamat Pesticid, Kl. 6.1, Ladungsverlust (88 Container) in schwerer See;**
- 14.05.94, M/S "Ming Fortune" (Tw), Ärmelkanal, Chemikalien(?), Kl. 6.1, Verlust von 3 Containern nach Kollision;
- 12.06.94, M/S "Norasia Susan" (Ge), Rotes Meer, Holzkohle, Kl.4.1, Ladungsbrand (Selbstentzdg.); Ladungsverlust (33 Fässer) wegen mangelhafter Ladungssicherung;
- 12.12.95, M/S "Sabine D" (GER), NOK, Malathion techn.92 0/0, Kl.9, Verlust von 1 Cont. Gefahrgut nach Verlust der gesamten Decksladung infolge einer Kollision;**
- 13.07.97, M/S "Bravery" (HKG), vor Elbemündung, Fluorwasserstoff, Kl. 8, Leckage aus einem Fass;
- 24.11.97, M/S "Carla" (Pa), Atlantik bei Azoren, ra - Stoffe (u.a. Cäsium - 137), Kl.7 (mind. 3 Container), Schiffin schwerem Wetter auseinandergebrochen;**
- 10.07.99, M/S "Djakarta" (GER), Mittelmeer, Calciumhypochlorid, Kl. 5.1, nach Selbstentzündung schwere Brandschäden an Schiff und Ladung, Strandung;**
- 23.08.99, M/S "Ever Decent" (Pa), Nordsee, Farbe, Kl. 3, schwerer Brand nach Kollision mit M/S "Norwegian Dream".**

Für den gleichen Zeitraum wurden 47 Tankerunfälle, davon 1 Gastanker- und 7 Chemikalien-tankerunfälle, erfaßt.

Leider ist es mir nicht möglich, belegbare Angaben über Schadensereignisse mit gefährlichen Gütern, die keinen Unfallcharakter tragen, zu präsentieren. Derartige Sachverhalte werden in der Regel unter Ausschluß der Öffentlichkeit über die Versicherungen geregelt.

In Kenntnis der risikoerhöhenden Eigenschaften der mit der wissenschaftlich-technischen Entwicklung und der massiven globalisierten Industrialisierung immer öfter, vielfältiger und in immer größerer Menge zu befördernden Güter haben die schiffahrttreibenden Staaten seit 1929 unter der Ägide der IMCO, später der IMO, im Rahmen des SOLAS-Übereinkommens speziell, aber nicht nur, im Kapitel VII Regeln und dazu ergänzende Empfehlungen vereinbart, durch welche dem Grunde nach durch Festlegung von Mindestanforderungen an Schiff, Besatzung und Ladung und neuerdings auch an das Management die Grenzen des gesellschaftlich akzeptierten Risikos in der Seefahrt international festgeschrieben und ständig präzisiert wurden. Gefährliche Güter betreffend erfolgte diese Entwicklung ausdrücklich unter Beachtung der Empfehlungen des UN-Expertenausschusses für die Beförderung gefährlicher Güter und der internationalen Vereinbarungen betreffs der Beförderungen von Meeresschadstoffen MARPOL 73/78 oft durch codifizierte Vorschriften oder Empfehlungen, wie IMDG Code, BC Code, IGC Code, BCH Code, Tanker Safety Guide und INF Code. Die technischen Neuerungen der Schifffahrt, z.B. die Beförderung von Containern, der Ro - Ro - Verkehr, der technische Brandschutz und die Ladungssicherung, werden in den Vorschriften, Empfehlungen und Richtlinien kostenträchtig reflektiert, wenn auch teilweise mit ärgerlicher Verspätung.

Bei den Verkehrsträgern Straße, Schiene, Luftfahrt und Binnenschifffahrt fand eine parallele Entwicklung statt. Für sich betrachtet verfügt demnach jeder Verkehrsträger im internationalen Verkehr über ein zwar mit bestimmten historischen Wurzeln behaftetes, aber dennoch den Stand der Wissenschaft und Technik entsprechendes Regelungssystem für die Beförderung gefährlicher Güter.

Für Deutschland als Anwender dieser Verkehrsvorschriften ergibt sich unter Beachtung der Existenz eines Gefahrgutbeförderungsgesetzes und von Gefahrgutverordnungen für den See-, Straßen-, Schienen- und Binnenschiffsverkehr und eines Luftverkehrsgesetzes sowie unter Beachtung von regionalen Sonderregelungen, wie das Memorandum of understanding für den Transport gefährlicher Güter mit Ro-Ro-Schiffen in der Ostsee – MoU, der Ausführungsvorschriften der Länder, z.B. die Hafengefahrgutverordnung M-V und die Hafenbetriebsordnungen sowie bei Beachtung zahlloser tangierender Vorschriften, Richtlinien und einer nicht zu vergessenden beträchtlichen Anzahl von Ausnahmen zu den Vorschriften zur Berücksichtigung von Einzelinteressen, ein nahezu lückenloses Regelungswerk, dessen Einhaltung - was die Unfalldaten belegen - einen Sicherheitsstand bedeutet, der kaum noch Wünsche offen läßt; und dennoch gibt es Unzufriedenheit bezüglich der Anwendbarkeit der Vorschriften und Reformaktionen, kommen Hinweise auf neue ernste Gefahrenmomente bei Anwendung der Vorschriften.

Wo liegen also die Probleme?

Da gibt es einmal das **inhaltliche** Problem.

Obwohl es die lose Klammer der UN-Empfehlungen für die Beförderung gefährlicher Güter seit Jahren gibt, haben sich die Gefahrgutvorschriften der unterschiedlichen Verkehrsträger recht isoliert voneinander entwickelt.

Unterschiedliche Auffassungen, z.B. über Stoffbezeichnungen, Klassifizierungskriterien, Gefahrenkennzeichnung, Dokumentation und Vorschriftenstrukturen, prägen Vorschriften langfristig.

Allen Gefahrgutvorschriften ist eine langjährige Anhäufung von Einzelvorschriften eigen, die wechselseitig durch unzählige Kreuz- und Querverweise verbunden oder getrennt sind. Die Vorschriften regeln zumeist die Beförderungsbedingungen im Detail. Daraus entsteht in Verbindung mit dem großen Geltungsbereich der Vorschriften ein hoher Bedarf an Ausnahmeregelungen (oder stillschweigenden Verstößen) zur Berücksichtigung spezifischer Sachverhalte. Innovatives eigenverantwortliches Gestalten der Beförderung durch die Beteiligten wird dadurch nicht gefördert, was sich regelmäßig darin äußert, dass weniger über das Einhalten als über das Umgehen der Vorschriften nachgedacht wird.

Das System der Erfassung und Klassifizierung gefährlicher Güter folgt bei allen Verkehrsträgern grundsätzlich dem starren System der Gefahrenklassen. Das muß bei der inzwischen viele tausend Stoffe umfassenden und sich ständig massiv vergrößernden Familie der gefährlichen Güter zu Schwierigkeiten bei der Bewältigung des Vorschriftenumfangs führen. Heute füllen die Gefahrgutvorschriften bereits eine mittlere Bibliothek.

Seit Jahren in Vorbereitung soll nun ab dem Jahre 2001 das materielle Recht der internationalen Gefahrgutregelungen einheitlich an der Struktur der UN-Empfehlungen ausgerichtet werden. Das Erscheinungsbild der Vorschriften wird dann ganz wesentlich durch eine Tabelle, die durch verbale Vorschriften untersetzt sind, bestimmt werden. Einige Unterschiede zwischen den Vorschriften werden dadurch sicherlich beseitigt. Die allgemeinen Vorschriften werden jedoch weiterhin je nach Verkehrsträger separat und damit uneinheitlich gestaltet. Eine Verringerung der Anzahl der Vorschriften oder eine Veränderung des Gestaltungsrahmens für die Adressaten ist jedoch nicht zu erwarten, wohl aber eine Erhöhung der Vorschriften je Seite Papier - sie werden komprimiert. Auch die Verfügbarkeit der verbindlichen Fassung der Vorschriften in digitalisierter Form dürfte auf sich warten lassen.

Außerdem wirft die vorgesehene Umgestaltung des Kapitel VII des SOLAS-Übereinkommens zur Realisierung der völkerrechtlichen Verbindlichkeit des IMDG Codes noch Fragen auf.

Die Kenntnis über die gefährlichen Eigenschaften eines bestimmten Stoffes sind dabei nur die halbe Wahrheit. Für eine sichere Beförderung ist ebenso wichtig zu wissen, welche Notmaßnahmen zum Erfolg führen, wenn ein bestimmtes Gefahrgut unbeabsichtigt frei wird und wie hoch die Schwelle zwischen gesellschaftlich akzeptierten (versicherbaren) und nicht akzeptierten Risiko ist und wie diese zu berechnen ist.

Für die Lösung dieses Problems gibt es zur Zeit zwar erste Überlegungen in Form eines unter wesentlicher Beteiligung der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung erarbeiteten Strategiepapiers, jedoch ist noch keine Lösung in Sicht und es wird notwendig sein, insbesondere Verkehrswissenschaft und Verkehrsunternehmen sowie deren Verbände zu mobilisieren, wenn neue rechtliche Instrumente für die sichere Beförderung gefährlicher Güter aus der Taufe gehoben werden sollen.

Ein weiteres Problem ist die **Disharmonie** der Vorschriften.

Solange die Beförderungsmittel ihren angestammten Verwendungsbereich nicht oder nur selten überschritten, waren bestehende Unterschiede zwischen den Beförderungsvorschriften grundsätzlich zu beherrschen. Aber bereits die im Bereich der Ostsee seit langem existente multimodale Beförderung in Form der Eisenbahnfahrverkehre führte vom allgemein üblichen Nacheinander der Vorschriftenanwendung bei Wechsel des Verkehrsträgers zu Sonderregelungen, die es ermöglichen, den Vorschriften der Landverkehre entsprechende gefährliche Güter für die Beförderung auf Routen des Fährschiffsverkehrs zu akzeptieren, was letztlich zur parallelen Anwendung bestimmter Vorschriften des Land- und Seeverkehrs führte. Diese erkanntermaßen zur Zeit nicht in allen Schifffahrtsrelationen anwendbare multimodale Sonderregelung für bestimmte Ostseeverkehre (MoU) lässt allerdings aus meiner Sicht eine Reihe sicherheitsrelevanter Fragen offen, insbesondere hinsichtlich der zweifelsfreien einheitlichen Bezeichnung und Klassifizierung der Gefahrgüter, der sicheren Vermeidung anonymer Beförderungen, der Trennung von nicht verträglichen Gütern und der Gewährleistung im Seeverkehr notwendiger Kennzeichnungsqualitäten (z.B. unter Beachtung der Erfordernisse einer Bergung verlorengegangener Güter) sowie bei der Anwendung der Stauvorschriften für Seeschiffe (So stellt sich bei mir regelmäßig, der für das Beschreiben grobfahrlässigen Handelns gebrauchte sogenannte "das gibt es doch nicht !!! - Effekt" ein, wenn auf bestimmten Ro-Ro-Schiffen unter Auslegung der Vorschriften besonders gefährliche Güter, für die der IMDG Code ausschließliche Wetterdeckstauung fordert, in geschlossenen Wagendecks befördert werden.)

Obwohl bereits 1974 im UN - Expertenausschuß für die Beförderung gefährlicher Güter (Bericht der 8. Tagung, UN/ECOSOC Doc. E/CN. 2/CONF. 5/57, page 3, 23. Dec. 1974) eine verkehrsträgerübergreifende internationale Neuregelung der Beförderung gefährlicher Güter angeregt wurde, ist bis heute eine Harmonisierung der Vorschriften nicht erfolgt. Wenngleich die für das Jahr 2001 angestrebte Strukturreform der internationalen Gefahrgutregelungen als ein wichtiger Schritt in diese Richtung zu akzeptieren ist.

Last not least darf auch hinterfragt werden, ob ein **politischer Wille spürbar ist zur Umgestaltung** der Gefahrgutvorschriften in Richtung einer konsequenten Harmonisierung, zum Umbau der Detailregelungen zu durch die Adressaten innovativ gestaltbaren Rahmenregelungen und zur Ablösung der Gefahrenklassifizierung durch eine Risikobewertung als ein mögliches neues Kernstück der Vorschriften.

Gegenwärtig gibt es hierfür nur wenige Anzeichen und es scheint, wie die Ostseeregelungen zeigen, attraktiver zu sein, politisches Profil durch Kompromissalat im materiellen Recht zu gewinnen.

Bleibt nur zu hoffen, dass der Druck der Adressaten eine rechtzeitige durchgreifende Änderung der Gefahrgutregelungen zur Anpassung an die Globalisierung der Transportbeziehungen und an die Veränderung der logistischen Probleme des multimodalen Verkehrs erzwingt. Wir laufen sonst in die Gefahr, dass die Vereinheitlichung und Rationalisierung der Gefahrgutvorschriften das gleiche Schicksal erleidet, wie der vergebliche Versuch, die Schukosteckdose in eine international einheitliche Form zu bringen.

Nutzen und Belastung durch ISM

Werner Keitsch

Lotsenbrüderschaft NOK I

Der ISM-Code war ab 1998 für alle Fahrgastschiffe verbindlich, für alle Schiffe über BRZ 500 gilt er ab 1. Juli 2002, nach EU Beschluss wurde er als Folge des "Estonia"- Unfalls für Ro/Ro Fähren bereits ab Juli 1996 vorgeschrieben.

Ich habe die Entwicklung und Einführung bzw. Umsetzung des ISM-Codes sorgfältig zu verfolgen versucht und mir Informationen beschafft, wo immer möglich. Herausragende Veranstaltungen dazu waren: Das Seminar des DNV 1995; die Verkehrsgerichtstage 35 und 37 in Goslar 1997 und 1999; das internationale Symposium Information on Ships ISIS 98 der DGON. Auf diesen Veranstaltungen basieren meine Erkenntnisse, die ich nachfolgend zusammenfasse.

Am 8. Februar 1995 während einer Arbeitssitzung des StFA DNV in Bonn wurde das Thema "International Safety Management Code" / "ISM-Code" in einer ausführlichen Diskussion behandelt. Als Ergebnis wurden erhebliche Wissensdefizite festgestellt und deshalb in Absprache mit dem BMV, Herrn Ministerialrat Dr. Steinicke, Leiter Referat See 19 Abt. Seeverkehr beschlossen, dass der DNV im Herbst des Jahres ein Seminar zum ISM-Code durchführen werde.

Auf der "Cap San Diego" fand dieses Seminar in Zusammenarbeit von DNV und der Fachzeitschrift "Gefährliche Ladung" am 17. Oktober 99 statt. In einer hochkarätig besetzten Podiumsdiskussion wurde mit den zahlreichen Zuhörern Sinn und Erfolgsaussichten des ISM-Code eingehend erörtert. Die Podiumssprecher wie auch überwiegend das Auditorium waren davon überzeugt, dass mit dem ISM-Code das Sicherheits- und Umweltschutzbewusstsein in der Schiff-Fahrt positiv beeinflusst und gestärkt wird. Es wurde besonders auch in den Diskussionen zu den einzelnen Referaten klar, dass es sich beim ISM-Code um die Bemühung zur Einhaltung und Umsetzung guter Seemannschaft handelt, wie sie seit jeher in der Schiff-fahrt gepflegt wird, allerdings häufig in unterschiedlicher Qualität. Um hier einen allgemein gültigen Standard zu schaffen, muss entsprechend dem ISM-Code diese gute Seemannschaft dokumentiert werden. Das soll zu einer besseren und einheitlichen "Sicherheitskultur" führen.

Das eigentlich neue daran ist der öffentlich rechtliche Charakter des ISM-Codes und die zwingende Verpflichtung einer Umsetzung mit Zertifizierung durch den Flaggenstaat.

Neu ist auch die stärkere Einbindung des Landbetriebes in die Verantwortlichkeit für den Bordbetrieb. Bindeglied dafür ist der ISM-Beauftragte, die Designated Person. Ihr kommt im ISM-Code eine Schlüsselstellung zu. Von einigen Diskussionsteilnehmern wurde eine Sekretärin für den Kapitän gefordert, damit er allen Anforderungen im fälligen Schriftverkehr nachkommen kann, wenn jetzt auch noch ISM on top kommt.

Zweimal beschäftigte sich der Deutsche Verkehrsgerichtstag in Goslar mit dem Thema ISM-Code: 1997 "Der Kapitän und seine Verantwortung für Schiff, Besatzung und Ladung"

1999 "Die Verantwortung des Reeders für die Sicherheit auf Autofähren, Tankern und Massengutschiffen"

Auf dem 35. Deutschen Verkehrsgerichtstag vom 29. bis 31. Januar 1997 referierten die Herren Kapitän Diestel, Rostock, zu den Problemen, die sich aus der Führung eines Containerschiffes ergeben; der Vorsitzende des Bundesoberseeamtes B. Schwarzenberg behandelte das Thema aus der Sicht der Seeämter und des Oberseeamtes; Professor H. Weber beschrieb die Rechtslage, nämlich die Verantwortung des Kapitäns gegenüber Unternehmern, Ladungsbeteiligten, Passagieren, Besatzungsmitgliedern und gegenüber der Gesellschaft. In den sich anschließenden Diskussionen wurden verschiedene Aspekte der Vorträge eingehend erläutert. Im Laufe der Diskussion, die in einer Empfehlung des Arbeitskreises mündete, wurde eine wirkungsvolle Umsetzung des ISM-Codes gefordert, um die Sicherheit der Schifffahrt und der Umwelt zu verbessern und zu gewährleisten. Im Bezug auf eine Verbesserung der Zustände wurde aus dem Auditorium vor zu großen Erwartungen bei der Umsetzung des ISM-Code gewarnt, es werde eine Einarbeitungsphase brauchen.

Auf dem 37. Deutschen Verkehrsgerichtstag vom 27. bis 29. Januar 1999 referierten zu dem Thema die Herren Kapitän Golchert vom VDR, Kapitän Jeske von der Reederei Laeisz, Rostock und Dr. Volker Looks, Rechtsanwalt in Hamburg. Diesmal ging es bei den Ausführungen der Referenten und in der Diskussion vorwiegend um die Einbindung des Landbetriebes durch die "Designated Person" in die Verantwortlichkeit. Neben einer guten Dokumentation als Schlüssel zum Erfolg wurde aber auch festgestellt, dass ein Häkchen in den Checklisten nichts über die Sicherheit aussagt. Bürokratie und Formalismus dürfen nicht die Oberhand gewinnen. Die Forderung nach einer weltweiten Harmonisierung der Kontrollen im Zeichen der Globalisierung der Schiff-Fahrt wurde gestellt. Zur Umsetzung des ISM-Codes werden qualifizierte Besatzungen gebraucht, die ständig geschult werden. Erneut wurde der Standpunkt vertreten, dass der ISM-Code bei den Reedereien eine bessere Sicherheitskultur bewirken werde. Herausgestellt wurde in der Diskussion das Kommunikationsproblem an Bord bei vielsprachigen Besatzungen und die zwingend vorgeschriebene Einführung einer "Working Language" als Lösung des Problems. Dazu muß es aber auch entsprechende Sprachschulungen und Kontrollen geben.

In der Empfehlung des Arbeitskreises wurden dann u. a. die Verantwortlichen an Land und an Bord aufgerufen, "den ISM-Code verantwortungsvoll, wirksam und nachhaltig umzusetzen und damit das Bewusstsein für eine neue Sicherheitskultur zu schärfen". Verbindliche Normen der IMO sollen eine weltweit einheitliche Umsetzung des ISM-Codes seitens des Flaggenstaates ermöglichen, auch zur Rechtssicherheit für die Unternehmen. **Mehrfachkontrollen des SMS sollen vermieden werden.** Herausgestellt wird in den Empfehlungen die besondere Verantwortung des ISM-Beauftragten (Designated Person) als Bindeglied zwischen Bordpersonal und Reeder. Schließlich sind die Anforderungen des ISM-Codes so umzusetzen, dass es nicht bei einer Dokumentation bleibt, sondern das Safety Management System (SMS) tatsächlich mit Leben erfüllt wird.

Im Anschluss an den 37. Deutschen Verkehrsgerichtstag gab der Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft durch Herrn Kapitän Uwe Schieder eine bemerkenswerte Presseerklärung zum ISM-Code heraus. Sie endet mit folgenden Forderungen: "Die deutschen Transportversicherer begrüßen die Einführung des ISM-Codes nachdrücklich, fordern darüber hinaus aber eine kontinuierliche Überprüfung der Schiffe. Für Schiffe ohne ISM Zertifizierung sollte nach Ansicht des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV) kein Versicherungsschutz (Kasko- oder Warenversicherung) mehr gewährt werden.

Außerdem sollten Schiffe ohne ISM-Zertifikat bei ersichtlichen Mängeln von den Behörden festgehalten oder ihnen das Anlaufen der Häfen untersagt werden." Zitatende.

Kapitän Jeske hat am 14.04.1999 einen überaus lebendigen Vortrag zum ISM-Code vor dem StFA DNV gehalten, der in diesem Gremium hohe Anerkennung fand und umfassend diskutiert wurde, insbesondere die Frage der Mehrfachkontrollen und der ständigen neuen Vorschriften.

Vom 22. bis 24. November 1998 fand an Bord der "Kronprins Harald" während einer Reise von Kiel nach Oslo und zurück das Internationale Symposium ISIS 98 der DGON statt. Zur Umsetzung des ISM-Code hielt Capt. Walter Purio einen sehr lebendigen Vortrag unter der Überschrift "Implementing ISM Code: How to make it work in the real World". Mit Mr. Kirk Jones war ein Vertreter der Canada Steamship Lines anwesend, für die Capt. Purio als Designated Person die Umsetzung des ISM Codes durchführt. Vier Säulen tragen nach seiner Auffassung das Gebäude ISM-Code:

1. Safety and Environmental Policy
2. The Designated Person
3. Maintenance of Critical Equipment
4. Non-Conformance Reporting

Mit diesen vier tragenden Säulen lehnt sich Cpt. Purio eng an die Ergebnisse des nationalen US-Programms "Prevention Through People" (PTP) an, die von der US-Coast Guard in die IMO Arbeitsgruppe "Human Element" eingebracht wurden. Die vier Säulen heißen dort Management, Work – Environment, Behaviour, Technology.

Cpt. Purio führte zu den einzelnen Punkten seine Begründungen aus.

1. Sicherheit und Umweltschutzdenken müssen von allen Angehörigen einer Reederei mitgetragen werden. Wenn das Reederei-Management dies nicht sorgfältig beachtet und fördert ist eine dauerhafte Umsetzung eines Safety Management Systems nicht möglich.
2. Der ISM-Beauftragte (Designated Person) ist neben dem Verbindungsglied zwischen Schiff und der höchsten Managementebene der Reederei verantwortlich für Risikoerkennung, für die Umsetzung des ISM-Codes, für die Schaffung von Richtlinien über fortlaufendes Training und die Einweisung neuer Besatzungsmitglieder.
3. Für Ausrüstung und technische Systeme, deren Ausfall gefährliche Situationen hervorrufen können, müssen nicht nur besondere Betriebsanweisungen bestehen. Es muss auch ein geeignetes Training für den normalen und den Notbetrieb durchgeführt werden.
4. Im Non-Conforming-Reporting sieht er den Motor, der das Safety Management System antreibt. Ohne ein effektives Berichtssystem, das von allen verstanden und akzeptiert wird, kann das SMS nicht als Verhütungsmechanismus funktionieren.

Auch hier fand ich wieder die Einsicht, dass nur mit einer gut qualifizierten Besatzung der ISM-Code wirkungsvoll umgesetzt werden kann.

Inzwischen sind viele Schiffe ISM-Code zertifiziert. Auch solche, die eigentlich erst ab Juli 2002 dazu verpflichtet wähen. Hier hilft offensichtlich auch der Markt selber insofern, als zertifizierte Schiffe leichter Beschäftigung finden.

Die Frage ist nun, ob sich im Schiffsverkehr eine positive Änderung eingestellt hat. Das ist aus der Sicht des Lotsen (am NOK) nicht so einfach zu beantworten, u. a. auch deshalb, weil die Antwort nicht mit Daten belegt werden kann. Offenkundig ist jedoch, dass die immer schon gut geführten Schiffe jetzt bereits ISM-Code zertifiziert fahren, für uns dabei aber kein Unterschied feststellbar ist. Dazu gehören Tanker und Passagierschiffe, das Sicherheitsbewusstsein war hier schon immer besonders ausgeprägt und gute Seemannschaft die Regel. Dies gilt im Prinzip für alle größeren Reedereien, auch die in der Küsten- und mittleren Fahrt tätigen. Leider ist aber der Eindruck der Kollegen in der Tendenz noch immer von einer nachlassenden Sicherheitskultur durch schlechtere Qualifikation von Schiffsführung und Besatzungen auf den Schiffen geprägt, die eben offensichtlich dieses Sicherheitsdenken nicht umsetzen können oder wollen. Dies hat nach meiner Auffassung nach den Berichten der Kollegen auch seinen Grund in den weiterhin vorhandenen Kommunikationsproblemen und nachlassenden Besatzungsstärken.

Aus meinen Gesprächen mit Kapitänen, die ISM-Code zertifiziert fahren, habe ich überwiegend positive Einstellungen dazu vorgefunden: Die Vorbereitungen auf die Zertifizierung waren sorgfältig, das Manual entsprach den Notwendigkeiten, die erforderlichen Checklisten erleichterten die Verwaltung und die notwendigen Meldungen, die Zusammenarbeit mit der Designated Person war in fast allen Fällen gut, manchmal musste etwas nachdrücklich gefordert werden. Schwierigkeiten gibt es bei Besatzungswechsel, wenn die Einweisung der neuen Besatzungsmitglieder vor dem Auslaufen aus Zeitgründen entweder überhaupt nicht oder eben nur notdürftig erfolgen kann. Hier liegt ein wesentlicher Schwachpunkt. Wenn dies noch mit Sprachschwierigkeiten gepaart ist, weil die Arbeitssprache nicht gut genug von dem Neuen beherrscht wird, ist es noch schwieriger, den Einweisungsbedürfnissen und –vorschriften nachzukommen. Allgemein gefordert wird von den befragten Kapitänen eine weltweite einheitliche Handhabung der Prüfung auf Konformität, wobei es insbesondere nervt, wenn mehrere Überprüfungen nacheinander erfolgen. **Probleme bereiten fast allen Befragten die unaufhörlichen Änderungen von Vorschriften und neuen Verordnungen, die innerhalb kürzester Zeit eine Änderung auch der Checklisten und Verfahren notwendig machen.** Die allgemeine Einstellung zum ISM-Code war jedoch durchgängig positiv. Dabei waren bei den befragten Kapitänen in jedem Fall ausreichend gut qualifizierte Mitarbeiter an Bord, die ihren Teil zur Erfüllung des Safety Management-Systems beitrugen.

Ich sehe die Schwierigkeiten zur Umsetzung des ISM-Codes eher auf kleineren Schiffen gegeben, auf denen nur wenige Mitarbeiter gut genug qualifiziert sind, um neben dem Kapitän zur Erfüllung der Aufgaben beizutragen. Hier führt die Umsetzung jeder neuen Vorschrift zur nicht mehr vertretbaren Erhöhung der Arbeitslast des Kapitäns. Letztendlich besteht dann in der Tat die Gefahr, dass der ISM-Code dergestalt umgesetzt wird, dass Listen ausgefüllt bzw. abgehakt werden. Damit wäre dann aber niemandem gedient, schon gar nicht kann dies zu einer Erhöhung der Sicherheit für Schiff-Fahrt und Umwelt führen. **Der ISM-Code kann deshalb nach meiner Meinung nur dort gelebt werden, wo in ausreichender Zahl gut qualifiziertes Bordpersonal, umfassend für die Zertifizierung vorbereitet, mit der Umsetzung betraut wird.** Die Reederei ist also gefordert, für eine ausreichende und gut qualifizierte Besatzung Sorge zu tragen, damit Schiffssicherheit und Umweltschutz gewährleistet sind!

Dazu muss als wichtigste Voraussetzung das Reedereimanagement selbst von der Notwendigkeit zur Umsetzung des ISM-Codes überzeugt sein, damit diese Überzeugung sich auch auf die Schiffsführung und von dort auf die Besatzung überträgt.

An der Kostenfrage sollte die wirksame Einführung des ISM-Codes jedenfalls nicht scheitern. Da gilt noch immer die Aussage von Kapitän Ronald Wöhrn auf dem ISM Seminar im Oktober 1995: "If you think safety expensive, try an accident!" Der gelebte ISM-Code wird Unfälle vermeiden helfen, also Geld sparen.

Eine Umfrage unter Schiffsoffizieren in England, die von der Schiffsoffiziersgewerkschaft NUMAST durchgeführt wurde, ergab, dass 59 % der Befragten ihr ISM- Training als unbefriedigend (inappropriate) ansehen, 62 % fanden die zusätzliche Arbeitsbelastung bei der Einführung von ISM lästig, 55 % fanden darüber hinaus die fortlaufende Arbeitsbelastung bei der Anwendung der ISM Prozeduren als zusätzliche Arbeitsbelastung lästig. Dies wurde im Zusammenhang mit den fortlaufend reduzierten Besatzungszahlen betrachtet und als zusätzlicher Faktor für Fatigue angesehen. Der Sicherheitsgewinn, den die Einführung des ISM-Codes bringen sollte verringere sich dadurch erheblich. Etwa ein Drittel der Befragten (31 %) verneinten einen Nutzen durch die Einführung von ISM. **Jedoch die Mehrheit (54 %) sahen die Einführung von ISM als nützlich an:** Standardisierung von Prozeduren, Stärkung des Sicherheitsbewusstseins der Seeleute, Stärkung des Bewusstsein und der Verantwortlichkeit des Landmanagements für Sicherheitsangelegenheiten, verbesserte Qualifikation von Offizieren und Besatzungen, die Einrichtung von nützlichen Richtlinien.

Als hauptsächlich Nachteile wurden bei der Nachfrage angeführt: Zusätzliche Schreiarbeit, zusätzliche Arbeitsbelastung für Kapitäne und Schiffsoffiziere, Behinderung der Einführung durch unqualifiziertes Training, Verlust von Professionalität und Flexibilität, zu viele Handbücher.

Soweit die Umfrage, die in Lloyds List in Kurzform veröffentlicht wurde.

Dem Vernehmen nach gibt es aber bereits Zertifizierungsverfahren, bei denen von Schiffsbetreiberseite von Crewing Agencies komplette, speziell für diesen Zweck trainierte Schiffsbesatzungen angemietet werden. Nach erfolgter Zertifizierung kommt die eigentliche Besatzung wieder an Bord und das Spezialistenteam zieht weiter. Ein solches Vorgehen bezeichne ich als Perversion der neuen Sicherheitskultur. Leider ist mir von verschiedenen Seiten bestätigt worden, dass es diese Manipulation in der Praxis gibt.

Für die Zertifizierung nach ISM-Code werden von den Flaggenstaaten die Klassifikationsgesellschaften eingesetzt. Das ist auch gut so, weil dort das Fachwissen und das Fachpersonal dafür vorhanden ist. Dabei wird jedoch verschiedentlich die Frage aufgeworfen, ob es hier nicht zu einem Interessenskonflikt kommt, nämlich dann, wenn das zu zertifizierende Schiff von derselben Gesellschaft geklasst wurde, also ein Kunde ist. Es wird der Verdacht einer "Gefälligkeitszertifizierung" geäußert. Vielleicht wäre ja ein gangbarer Weg darin zu sehen, daß nicht dieselbe Gesellschaft die Zertifizierung vornimmt, die das Schiff geklasst hat. Damit wäre nach meiner Auffassung der Vorwurf einer "Gefälligkeitszertifizierung" von vornherein ausgeschlossen. Natürlich dürfen dafür auch nur Klassifikationsgesellschaften in Frage kommen, die der IACS (International Association of Classification Societies) angehören.

Ein Urteil über Erfolg oder Misserfolg des ISM-Codes abzugeben, ist sicher noch zu früh. Bei entsprechender weltweiter Unterstützung durch die Flaggenstaaten und von der IMO dazu beschlossenen, verbindlichen Normen zur globalen, einheitlichen Umsetzung und Kontrolle ist aber nach meiner Überzeugung mit einer höheren Sicherheitskultur in der Seeschifffahrt der Zukunft zu rechnen.

Vorläufig halte ich es noch mit dem vielzitierten Wort eines P&I Club-Directors:

"The proof of the pudding is in the eating, and it will take a number of years until it all has been digested!" Der Pudding ist erst zum Teil gegessen, der Verdauungsprozeß somit noch nicht abgeschlossen.

Digitaltechnik in der Ausbildung

Prof. Dr.-Ing. Günter Kühnel
Hochschule Wismar

Digitaltechnik in der Ausbildung

Im Rahmen der Ausbildung im Lehrfach Computer Aided Engineering haben die Studenten innerhalb eines semesterbegleitenden Beleges die verschiedenen Möglichkeiten zur Gewinnung von Informationen für technische Objekte zu analysieren und dann sich für eine von vier Möglichkeiten zu entscheiden. Mit Hilfe dieser ist dann ein vorgegebenes System, z.B. das Brennstoffsystem, hinsichtlich seiner Aufgaben und seines Aufbaues zu beschreiben. Die geometrisch-topologische Beschreibung eines Teilsystems hat dann entweder anhand von zwei wahlfreien Zeichnungssystemen (es stehen AUTO-SKETCH bzw. AUTOCAD mit den einschlägigen Symbolbibliotheken zur Verfügung) in zweidimensionaler Darstellung, unter Verwendung der Scannertechnik oder Nutzung der Digitaltechnik zu erfolgen. Die Erfahrungen bei der eigenen, d.h. selbst gewählten Informationsgewinnung sind dann den anderen Studenten im Rahmen einer Präsentation zu erläutern und kritisch hinsichtlich ihrer Praxisrelevanz einzuschätzen. Im Rahmen des Vortrages soll hier auf den Einsatz der Digitaltechnik näher eingegangen werden. Es werden verschiedene Einsatzfälle in der Lehre, der Forschung und der praktischen Anwendung kurz aufgezeigt.

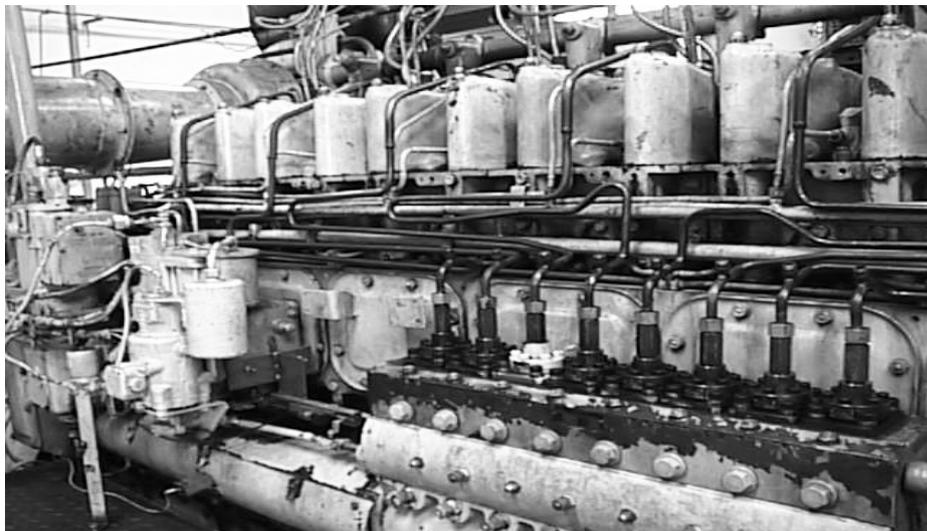


Abb. 1: Motor-Detailansicht mittels DSC-F1 aufgenommen

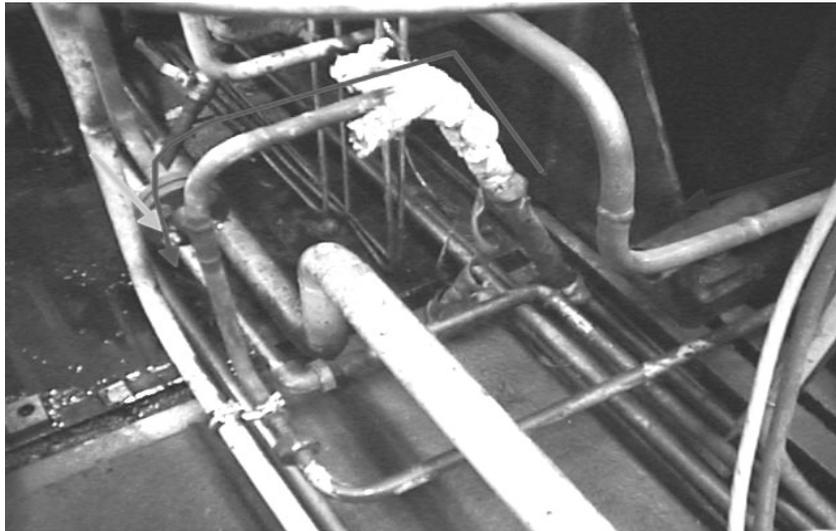


Abb. 2: Bearbeitetes/ergänzttes Digitalbild

Den Studenten steht hierzu eine Digitalkamera SONY DSC-F1 zur Verfügung. Zur Weiterverarbeitung des „geschossenen“ Bildes steht ein Auswerteprogramm zur Verfügung. Der praktische Einsatz und seine Anwendbarkeit für Routineauswertungen wird gerade an ausgeführten Systemen von raumluft-technischen Anlagen bzw. Rohranlagen getestet. Schwerpunkt hierbei ist die Gewinnung von Daten aus der fotografischen Darstellung zur Erzeugung eines 3D-Modelles und seiner weiteren digitalen Verarbeitung mittels dezentraler Rechentechnik. Im Rahmen von Forschungsarbeiten wurde die Digitalkamera einfach nur als Photoapparat eingesetzt und nach der Bildübertragung in den Computer standen die Bilder dann sofort zur Texteinbindung bereit. Weitere Einsatzfälle unter Verwendung von speziellen Bearbeitungsprogrammen werden im Rahmen des Vortrages betrachtet und ihre Verwendungsmöglichkeit anhand von Beispielen dokumentiert.

Photo-Modeler ist ein Windows-Programm zur Extraktion von präzisen 3D-Informationen aus fotografischen Aufnahmen oder auch anderen geeigneten 2D-Vorlagen. Grundsätzlich kann jedes Objekt und jede Szene, die einer fotografischen Erfassung zugänglich ist, dreidimensional modelliert und vermessen werden.

Die resultierenden Modelle sind geometrisch konsistent und akkurat skaliert, sie können entsprechend den Anforderungen fein detailliert werden. Aus den Resultaten können direkt entzerrte, exakt vermessene Orthogonal-Ansichten erzeugt und exportiert werden.

Das Programm Photo-Modeler ermöglicht das Arbeiten mit Kamerasystemen aller Funktionsprinzipien und Qualitätsklassen:

- Digitalkameras, Still Video Kameras (niedrig- mittel- oder hochauflösend)
- Motion Video Kameras oder Camcorder mit einem Framegrabber (Standbildmodus)
- Kleinbildkameras mit Kodak PhotoCD oder Dia-/ Film-Scanner
- Hochgenaue metrische Reseaukameras und Spezialkameras

Von Digitalkameras kann direkt geladen werden, während Videokameras die vorherige Digitalisierung durch einen Framegrabber und Filmkameras das Abtasten und Wandeln durch einen Film- oder Dia-Scanner erfordern.

Im Falle von Kameras mit Zoom-Objektiven ist zu beachten, daß die Einstellung der Bildgröße bzw. der Brennweite nur näherungsweise möglich ist, ebenso sind entsprechende Einstellungen außer in den Endpositionen nur ungenau reproduzierbar. Für Präzisionsmessungen sind solche Systeme daher nicht oder nur bedingt einsetzbar. Bei der Auswahl von Kameras und Scannern sind im wesentlichen folgende Kriterien zu beachten:

- Zugriffszeit (Dauer bis zur Verfügbarkeit der Bilder)
- Bedienungskomfort (Komplexität und Erlernedauer)
- Auflösung (Kriterium für die Modellgenauigkeit)
- Schwarz-Weiß oder Farbe (Vermessung und Modellierung mit oder ohne Texturierung)
- Speichermedium (PC, Eigenspeicher, Diskette, PCMCIA, Film, CD ROM)
- Speicherbedarf (Einzelbildgröße: KB bis einige MB)
- Computer-Interface (Serial Interface, SCSI Interface, Framegrabber, CD Drive)
- Beschaffungs- und Betriebskosten (Aufnahmesystem und/oder PC-Ausrüstung)

Es gibt zwei Möglichkeiten der Kamerabeschreibung. Ist die Genauigkeit des 3D-Modells zweitrangig oder soll es schneller gehen, kann man mit einer approximierten Kamera arbeiten. Das bedeutet, daß der Umfang der Beschreibung der Kamera geringer und damit ungenauer ist. Soll die Qualität des zu erstellenden Modells höher sein, so führt man eine vollständige Kalibrierung durch.

Das Programm Photo-Modeler stellt ein professionelles Photogrammetrie-Software-Paket dar und eignet sich für die unterschiedlichsten Einsatzgebiete. Überall dort, wo präzise räumliche Modelle und Vermessungen in drei Dimensionen eine wichtige oder gar entscheidende Rolle spielen, konnte sich das Programm erfolgreich etablieren. Haupteinsatzgebiete sind:

- Industrie- Anwendungen, Anlagenbau und Konstruktion (Erstellen von Zeichnungen, die nicht aus der Planungsphase sondern aus dem tatsächlichen Aufbau gewonnen werden
 - Vermessung und Nachmodellierung zylindrischer Objekte ohne zusätzliche Markierungsarbeiten
 - Dreidimensionale Abbildung kompletter Anlagen und Leitungsverläufe
 - Wertvolle Unterstützung bei Planung und Wartung von Rohrleitungsanlagen in der Kraftwerkstechnik, dem Industrierohrleitungsbau, auch bei verfahrenstechnischen Anlagen
- Architektur und Gebäude-/Denkmalspflege, einschließlich Facility Management
- Archäologie und Anthropologie
- Unfallrekonstruktion und Kriminalistik

Die einzelnen Arbeitsschritte

Die Erstellung eines 3D-Modells mit Photo-Modeler aus einem Digitalbild heraus besteht aus acht Schritten:

1. Definition und Beschreibung der verwendeten Kamera, falls noch nicht vorliegend (kalibrierte und approximierte Beschreibung)
2. Planung des Modellierungsprojektes
3. Fotografieren des Objektes oder der Szene
4. Import der Bilder in PhotoModeler
5. Markierung von Punkten und Strecken auf den Fotos
6. Referenzierung der markierten Punkte
7. Berechnung des 3D-Modells
8. Export des Modells im DXF-Format

Der Kalibrierungsprozeß dient zur exakten Ermittlung der technischen Parameter des Aufnahmesystems, die für die 3D-Bildauswertung benötigt werden. Es sind dies die „inneren Parameter“ Brennweite, Hauptpunktlage, Bildformat und radiale bzw. tangentielle Objektiv-Verzerrung. Sie beschreiben den Sichtkegel der Kamera und die Verzerrung der Lichtstrahlen auf dem Weg vom Objekt zur Bildebene. Ihre Kenntnis ermöglicht den Einsatz der verwendeten Kamera als hochgenaues 2D-Meßsystem. Der errechnete Parametersatz ermöglicht es dem Anwender, seine Kamera zusammen mit Photo-Modeler als genaues optisches Meßgerät einzusetzen.

Arbeitsweise

Das Objekt oder die Szene werden aus überlappenden Perspektiven aufgenommen. Die Aufnahmen werden gescannt (bei Verwendung von Digitalkameras natürlich nicht erforderlich) und in das Programm importiert. Die interessierenden Features (objekteigene Punkte deren Raumkoordinaten ermittelt werden sollen) sind auf den Fotos mit Hilfe der Maus zu markieren und bildweise einander zuzuordnen (Herstellung der Korrespondenz). Während der anschließenden automatischen Prozessierung werden die so gewonnenen und strukturierten Bildkoordinaten in ein 3D-Modell überführt. Die markierten Punkte definieren die Knoten, Kanten und Flächenelemente des zugehörigen 3D-Gitters. Das Gesamtmodell sowie auch alle Koordinatenwerte, Streckenlängen, Flächeninhalte und Foto-Texturen können in andere Programme übernommen werden (CAD/Design, 3D-Grafik, Animation, Office/ Datenbank u.a.). Unter Einsatz von Kameras mit hochwertigen Objektiven erhält man Modelle, deren relative Abmessungen meist recht genau ermittelt werden, lediglich Maßstabstreue bzw. Absolutskalierung sind unsicher. Nur bei wirklich hohen Präzisionsansprüchen ist eine Kalibrierung durchzuführen, mit deren Hilfe die individuellen Parameterwerte des Systems mit maximaler Zuverlässigkeit bestimmt werden.

Parameter der Digitalkamera

Kamera Typ: digital

Focal Length: Brennweite der Kamera

Format Size: Diese Information ist oft schwierig herauszufinden, da die horizontale und vertikale Bildfläche der Kamera benötigt wird.

Zur Bestimmung der Bildfläche werden benötigt:

- Video- oder Digitalkamera
- feste Standunterlage für die Kamera
- A4 - Blatt (weiß)
- Meßband oder Lineal
- ebene Fläche als Hintergrund

Schritte zur Bestimmung der Bildfläche:

Die Kamera wird auf eine feste Unterlage gestellt und rechtwinklig zur Wand ausgerichtet.

Das A4-Blatt wird mittels Klebeband horizontal in Höhe der Kamera an der Wand fixiert.

Der Abstand der Kamera zur Wand muß nun so ausgerichtet werden, daß das Blatt ca. $\frac{3}{4}$ der Fläche des Sichtfensters der Kamera ausfüllt.

Es wird ein Foto dieser Einstellung von dem Blatt gemacht.

Der Abstand „D“ von der Wand bis zur Rückseite der Linse wird gemessen.

Die Brennweite entspricht „f“.

Das Foto auf der Festplatte des Rechners sichern.

Die Anzahl der Pixel des A4-Blattes werden aufgenommen, diese werden mit Ny und Nx bezeichnet.

Bestimme die Anzahl der Pixel des Gesamtbildes (also das A4-Blatt mit dem sichtbaren Rand), diese werden mit Sx und Sy bezeichnet.

Berechnung der Formatgröße:

x - Format = $P_x * f * S_x$ (Px ist die Größe des A4-Blattes in x-Richtung)

y - Format = $P_y * f * S_y$ (Py ist die Größe des A4-Blattes in y-Richtung)

Erzeugen von 3D-Punkten aus Fotografien

Für beste Resultate sollten einige Richtlinien beim Positionieren der Kamera beachtet werden. Fotografiehauptpunkte:

- Der Aufnahmewinkel zwischen den Aufnahmen sollte möglichst 90° betragen.
- Es sind mindestens drei Aufnahmen anzufertigen auf denen alle wichtigen Punkte vorhanden sind
- Eine gute horizontale und vertikale Trennung ist zu realisieren.
- Eine größtmögliche Überlappung zwischen benachbarten Fotos ist zu erreichen.
- Benutze beim Start nur vier Fotografien, bis andere wichtige Fotos festgelegt werden.
- Messen der Distanz zwischen zwei Punkten.

Photo-Modeler erzeugt die 3D-Positionen von Punkten mit dem Projizieren gerader Linien von der Kameraposition, durch den Punkt auf den Film oder CCD und außerhalb des Raumes. Wenn zwei solche Strahlen benutzt werden gibt der Schnittpunkt der beiden Strahlen die Punktposition an.

Richtlinien zur Beachtung bei der Arbeit mit Photo-Modeler zum Erzielen hochwertiger 3D-Modelle

*Der Aufnahmewinkel zwischen den Aufnahmen sollte möglichst 90° betragen.
Mindestens drei Aufnahmen anfertigen, auf denen alle wichtigen Punkte vorhanden sind
Eine gute horizontale und vertikale Trennung ist zu realisieren.
Eine größtmögliche Überlappung zwischen den Fotos ist zu erreichen.
Benutze beim Start nur vier Fotografien, bis andere wichtige Fotos festgelegt werden.
Messen der Distanz zwischen zwei Punkten
Import der Fotos in PhotoModeler
Markierung und Referenzierung*

Als Marken dienen geeignete und auffällige Merkmale der Objektoberfläche auf den Fotos. Diese sind anschließend gegeneinander zu referenzieren. Durch die Referenzierung wird im Detail festgelegt, welche Marken auf den Fotos welchen Objektmerkmalen entsprechend bzw. an welchen Positionen diese Merkmale auf den einzelnen Fotos sichtbar sind.

Bei einem neuen Projekt empfiehlt es sich, vor der ersten 3D-Prozessierung nur wenige ausgewählte Fotos zu verwenden und auch nur wenige Punkte zu markieren und zu referenzieren. Diese Vorgehensweise ermöglicht die schnelle Überprüfung des Bildmaterials im Hinblick auf dessen Eignung zur Lösung der vorliegenden Aufgabe. Mit Hilfe zusätzlicher Fotos, Markierungen und Referenzierungen kann das Modell dann weiter verfeinert oder vervollständigt werden.

Während oder nach ihrer Markierung können Punkte auf dem Foto durch Linien verbunden werden. Auch beim späteren DXF-Export des Modells sind diese Linien vorhanden.

Es ist zu vermeiden geschätzte Positionen von Punkten, die auf einem Foto nicht zu sehen sind, zu markieren. Nur Punkte, die im Bildfenster sichtbar sind, dürfen markiert werden. Geschätzte oder erratene Punkte verringern die Modellgenauigkeit. Das Widerrufen einer Markierung kann nur unmittelbar nach der Markierung erfolgen.

Referenzierung der markierten Punkte

Durch das Referenzieren wird PhotoModeler mitgeteilt, welche Punkte, die auf verschiedenen Fotos markiert wurden, denselben physikalischen Objektmerkmalen entsprechen. Jedes Merkmal kann auf allen, muß jedoch auf mindestens zwei zum Projekt gehörenden Fotos referenziert werden.

Das Referenzieren stellt die anspruchsvollste Aufgabe in der Bearbeitung eines PhotoModeler-Projektes dar. Sinngemäß werden hierbei alle markierten 3D-Punkte untereinander zu einer reduzierten Anzahl von 3D-Punkten verbunden. Da die Definition dieser Verbindungen grundlegend für die korrekte Identität jedes einzelnen 3D-Punktes ist, muß beim Referenzieren mit Sorgfalt vorgegangen werden. Die endgültige Zuweisung von 3D-Positionen zu den 3D-Punkten erfolgt während der Prozessieren.

3 D-Prozessing

Photo-Modeler kann nun aufgrund der markierten und referenzierten Fotos und der Camera Layout Information ein 3D-Modell erstellen. Nach Beendigung der Prozessierung des Projektes erscheint ein 3D-Viewer Window und zeigt das vorläufige 3D-Modell, das aus den Datenpunkten und –linien gebildet wurde. Mit dem Control Button kann der Blickpunkt stetig verändert werden.

Bestätigt man die Voransicht, so kann nun mit dem DXF-Format die Datei erstellt und gespeichert werden. Photo-Modeler speichert darin die 3D-Information über dieses Projekt ab. Die Datei wird in ein 3D-Modellierungs- oder CAD-Programm geladen und kann aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden. Das Modell ist nicht nach den Standard-Koordinatenachsen ausgerichtet.

Am Ende der 3D-Prozessierung liegt die Raumeometrie aller erfaßten Objekt- oder Szenenpunkte im Text- bzw. DXF-Format vor. Diese kann als Punktwolke, Drahtgittermodell oder auch als Flächenmodell dargestellt und exportiert werden. Parallel hierzu erhält man außerdem die korrigierten Positionierungen und Orientierungen der Kamera(s) während der Aufnahme („Camera Layout“). Auf Wunsch extrahiert das Programm aus den Aufnahmen die zu den einzelnen Facetten gehörenden Texturen und überträgt diese perspektivisch korrigiert auf die Flächenelemente. Das so erzeugte fotorealistische Modell ist im VRML-Format exportierbar. PhotoModeler stellt überdies die Texturen separat in ortho-normaler Ansicht als Bilder zu Verfügung.

Mit Hilfe eines interaktiven 3D-Viewers kann das Modell dynamisch visualisiert werden. Die Darstellung erfolgt wahlweise in orthografischer oder perspektivischer Sicht. Auch die umfassende Vermessung ist möglich: Die Raumkoordinaten beliebiger Punkte, alle Strecken bzw. Abstände und die Größen der Oberflächenelemente sind unmittelbar abrufbar. Schließlich kann das Modell für die weitere Verarbeitung im zugehörigen Koordinatensystem frei verschoben, gedreht und skaliert werden.

Sehr aufschlußreich für die Bewertung der Ergebnisse ist auch das „Residual Error Display“: In allen Gitterpunkten werden die zugehörigen Fehlervektoren in beliebiger Skalierung dargestellt. Diese veranschaulichen die maximalen Abweichungen zwischen den ursprünglichen markierten und den später ermittelten 3D-Positionen. Alle erzeugten Daten sind als Textfiles exportierbar.

Bilder von unbekannter Herkunft auswertbar?

Um die 2D-Informationen aus den vorliegenden Aufnahmen korrekt in 3D-Informationen umrechnen zu können, benötigt PhotoModeler, wie bereits erläutert, entsprechend korrekte Daten über die Kamera(s). Nun kann es vorkommen, daß entsprechende Daten nicht vorliegen, z. B. wenn Bilder von unbekanntem oder nicht mehr zugänglichen Kameras ausgewertet werden sollen. Auch hier können jedoch mit Hilfe der „inversen Kameras“ zufriedenstellende Ergebnisse erreicht werden: In der Praxis lassen sich fast immer einige wenige Punkte oder Strecken finden, deren Koordinaten bzw. Längen bekannt sind oder sehr genau geschätzt werden können. Diese Werte sind in PhotoModeler als sog. Kontrollpunkte importierbar und ermöglichen dort die nachträgliche Bestimmung der benötigten Kameradaten und natürlich auch der zu vermessenden Punkte und Strecken. Auf diese Weise können auch „fremde“ Aufnahmen oder Archiv-Bilder von zurückliegenden Vorgängen sinnvoll ausgewertet werden.

Wieviel Aufnahmen sind zu machen, und worauf muß dabei geachtet werden?

Die Zahl der erforderlichen Aufnahmen richtet sich nach mehreren Gesichtspunkten:

- Größe der aufzulösenden Strukturen und Objektdetails
- Modellumfang (Teilmodell, z. B. nur Gebäude-Fassade, oder Rundum- bzw. Kompletmodell)
- Komplexität des Objektes bzw. der Szene (Verwinklungen, Abschattungen, Hinterschneidungen, ...)
- Verhältnis von Objektgröße zu Bildformat (bestimmt von Objektiv-Brennweite und Aufnahme-Abstand)

Besonders hervorzuheben ist, daß Aufnahmen beliebiger Herkunft, Größe und Formatierung miteinander verwendet werden können, sofern die zugehörigen Kamera-Parameter bekannt sind. So sind etwa Weitwinkel-Übersichtsaufnahmen mit Tele-Detailaufnahmen kombinierbar.

Aus Sicherheitsgründen sollten stets mehr Aufnahmen als unbedingt erforderlich gemacht werden. Die zusätzlichen Material-, Entwicklungs- oder Speicherkosten sind fast immer gegenüber einem eventuell erforderlichen Zusatzaufwand vernachlässigbar.

Da jeder Objektpunkt zur Berechnung seiner 3D-Koordinaten auf mindestens zwei Aufnahmen sichtbar sein muß, ist auf ausreichende Überlappung der Aufnahmeperspektiven zu achten. Andererseits sollen benachbarte Perspektiven sich soweit unterscheiden, daß einander entsprechende Objektpunkte auf den zugehörigen Bildern signifikant gegeneinander verschoben sind. Hierdurch wird die Fehlerabweichung bei der 3D-Berechnung minimiert. Erfahrungsgemäß sind Perspektivänderungen im Bereich von ca. 15° bis 45° zu empfehlen. Selbstverständlich sollten die Bilder scharf, kontrastreich und möglichst formatfüllend sein. Für reine Vermessungszwecke sind Schwarz/Weiß-Aufnahmen völlig ausreichen, während für Grafikanwendungen oder Präsentationen und Animationen mit texturierten Modellen Farbaufnahmen zu empfehlen sind.

Wieviel Bilder und 3D-Punkte können maximal bearbeitet werden?

Mit Photo-Modeler können, abhängig von der Rechnerkapazität, beliebig viele Bilder und Punkte erfasst werden, bearbeitet und verwaltet werden. Daher sind auch komplexe oder große Objekte mit sehr hoher Auflösung und Detailtreue zu vermessen

Wie hoch ist der Speicherbedarf für die Bilder?

Die erforderliche Bild-Speicherkapazität hängt ab von der Anzahl, Größe/Auflösung und Art (Schwarz/Weiß oder Farbe) der Bilder. Typische Parameter sind:

- 640 x 480 S/W, entsprechend ca. 310 KB pro Aufnahme (Farbe: 0.93 MB)
- 1280 x 1024 S/W, entsprechend ca. 1.3 MB pro Aufnahme (Farbe: 3.9 MB)
- 3000 x 2000 S/W, entsprechend ca. 6.0 MB pro Aufnahme (Farbe: 18 MB)

Der Einsatz von Kompressionsverfahren sollte bei der Permanentspeicherung möglichst vermieden werden, da diese meistens einen Verlust an Auflösung und Genauigkeit bewirken.

Welche Bild- oder Grafikformate werden unterstützt?

Zur Auswertung müssen die Bilder in digitaler Form in den Rechner übertragen werden. Mögliche Formate sind Targa-TGA, TIFF, GIF, PCX, DCX, BMP, DIB, JPEG, WMF, WPG, PICT, IFF, PhotoShop-PSD und Kodak PhotoCD-PCD.

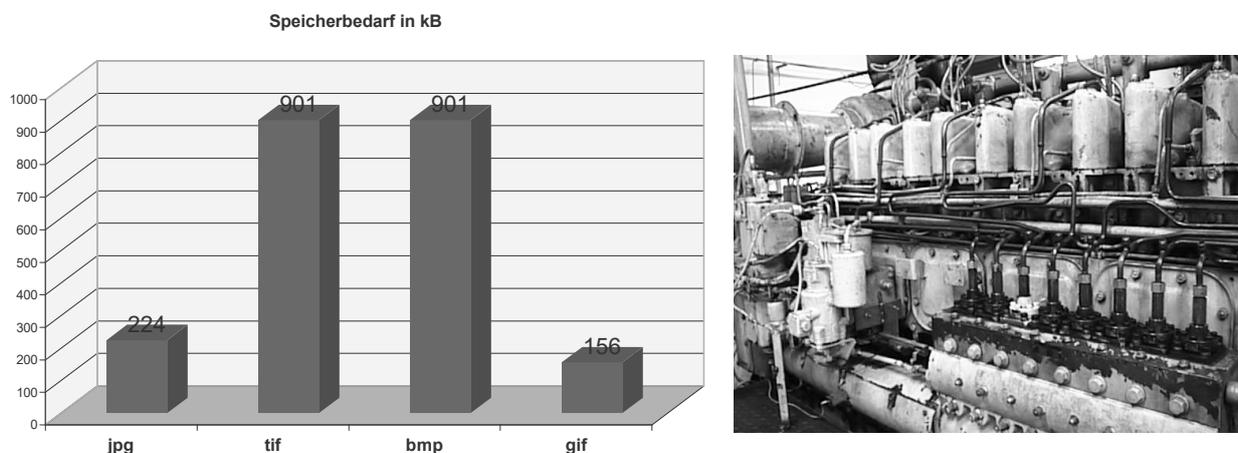


Abb. 3: Bildinhalt und Grafikformate

Bereits bekannte Informationen nutzbar?

Photo-Modeler gestattet den Import und die Berücksichtigung von Punkten, deren 3D-Koordinaten durch vorhergehende Messungen oder sonstige Vorgaben bereits bekannt sind. Solche als Kontrollpunkte bezeichneten Punkte bleiben während der 3D-Prozessierung unverändert und können zur Verbesserung der Modellgenauigkeit und der Konsistenz beitragen. Diese Möglichkeit ist für folgende Aufgabenstellungen sehr interessant:

- Erzeugung einer Beschreibung für eine unbekannte Kamera („Inverse Camera“)
- Perspektivische Anpassung der Ansichten an eine vorgegebene Orientierung
- Optimierung des Camera Layout (bei zu wenigen/zu wenig verschiedenen Positionen)
- Realisierung maximaler Genauigkeit bei Verfügbarkeit hochgenauer Kontrollpunkte

Können Modelle auch in anderen Programmen verwendet werden?

Von entscheidender Bedeutung für den Wert eines 3D-Programms ist die weitere Verwendbarkeit und Portierbarkeit der Ergebnisse. PhotoModeler liefert 3D-Modelle im Text- bzw. 3D-DXF-Format oder im VRML-Format. Texturen können mit PhotoModeler separat extrahiert und in orthonormal entzerrter Ansicht als TIFF-Bilder ausgegeben werden. Dies garantiert die problemlose Übertragung in alle marktbekannten Programme für CAD/Modellierung, Grafik, Illustration, Visualisierung und Animation sowie die Internet-Kommunikation.

Planung des Modellierungsprojektes

PhotoModeler behandelt jede Fotografie und deren Informationen zu erstellen eines 3D-Modells. PhotoModeler sichert den Stand der Arbeit in einer Projektdatei und erlaubt eine Wiederaufnahme des Projektes mit dieser Datei. Wenn das 3D-Modell komplett ist kann das Programm es in unterschiedliche Dateiformate exportieren. Ein Projekt kann zur weiteren Bearbeitung wieder aufgerufen werden.

Wichtige Grundregeln beim Fotografieren sollen hier noch einmal exemplarisch genannt sein.

Beim Fotografieren ist darauf zu achten:

- möglichst einen rechten Winkel zwischen den Aufnahmen zu erreichen,
- mindestens 3 Fotos aufzunehmen,
- wichtige Punkte sollten auf mindestens 3 Fotos vorhanden sein,
- eine große Überlappung zwischen benachbarten Fotografien einzuhalten,
- wenn möglich, Aufnahmen oberhalb und unterhalb des Objektes zu machen,
- viele Fotos aufzunehmen, am Start aber nur vier zu benutzen, bis andere Fotos bestimmt werden, und
- die Distanz zwischen zwei sichtbaren und klar beschriebenen Punkten zu messen.

Die Richtlinien sind nicht streng zu verfolgen, aber man sollte sich ihrer bewußt sein. Je mehr man diese Richtlinien einhält, um so einfacher wird der Meßprozeß sein und desto genauer die Abmessungen.

Einzelfotografieprojekte

Photo-Modeler ist in der Lage einige Operationen auf Einzelfotografien anzuwenden, wenn genug Kontrollpunkte vorhanden sind. PhotoModeler kann Perspektiven zusammenfassen, Oberflächen zeichnen, 3D-Modelle mit Fotostrukturen exportieren und Ortho-Fotos bilden von einzelnen Fotografien.

Die Bedingungen für Einzelfotografieprojekte sind nicht so detailliert wie bei einem Multifotografieprojekt.

Die Hauptbedingungen sind:

- Die Fotografien sind klar zu fokussieren.
- Die Fotografien sind klar sichtbar und verteilen sich über das Bild.
- Wenn man versucht alle Kameraparameters in ein „Inverse Camera“ zurückzuholen, sollte die Fotografie eine Drei-Punkt-Perspektive haben.

Informationsdialog von Projekten

Folgende Informationen, die in einem Formblatt enthalten sind, die wirklich nützlich sein könnten, wenn Photo Modeler benutzt wird oder ein neues Projekt gebildet wird. Dieses erzeugte Formular kann für einen guten Überblick sorgen oder bei der Kontrolle von Szenen.

Angezeigt werden:

- Datum/Zeit:
- Ort:
- Kameraname und Erzeuger:
- Kamera-Serial-Nummer:
- Brennweite der Linse: (Wenn Zoom, dazugehörige Brennweite)
- Annähernde Distanz der Kamera zum Objekt:
- Dimension des Objektes, Objektname:
- Nummer der Kameraposition:
- Nummer der aufgenommenen Fotos:
- Höhe der Kameraposition oder Dreifußhöhe:
- Wo Fotos in verschiedenen Winkeln aufgenommen wurden:
- Wo Fotos in unterschiedlichen Distanzen aufgenommen wurden:

Automatische Kommunikation in der Navigation

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Müller

Dr.-Ing. Anke Zölder

Dipl.-Ing. Kai Pankow

Hochschule Wismar, Fachbereich Seefahrt Warnemünde

1. Projektidee

Aufgrund der Zunahme des Verkehrsaufkommens, des steigenden Einsatzes von schnellen Schiffen, der Zunahme der Gefährlichkeit der Ladung sowie der Verkürzung von Prozeßzeiten müssen **neue Organisationsformen** gefunden werden, um Verkehrskonzentrationen zu vermeiden bzw. erst gar nicht entstehen zu lassen, um die Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Effizienz der Schifffahrt zu erhöhen. Um den Anforderungen eines intermodalen Transportaufkommens mit ihren verkehrsträgerübergreifenden Transportketten gerecht zu werden, **gewinnen den Verkehrsfluß lenkende und koordinierende Maßnahmen immer mehr an Bedeutung.**

Den neuen gestiegenen Anforderungen in der Navigation **kann die isolierte autarke Fahrweise in Zukunft nicht mehr gerecht werden**, so daß diese durch **koordinierende Elemente in der Verkehrsführung** ersetzt werden müssen. Die Gründe für die Forderung nach einer koordinierenden Lenkung des maritimen Verkehrsablaufs sind bekannt:

Ein hoher Grad der Informiertheit von Fahrzeugen über die Positionen, Kurse, Geschwindigkeiten und andere relevante Daten aller anderen Fahrzeuge im Seeraum führt nicht zwangsläufig zu einem koordinierten Verkehrsablauf.

Die Entwicklung von Systemen zur Verkehrskoordination ist Anliegen des Projektes.

Das Ziel besteht darin, die Probleme der Strandungs- und Kollisionsverhütung mittels Koordination in der strategischen Ebene zu lösen. Damit die Manöverentscheidungen für das Ausweichen auf den einzelnen Schiffen weit aus dem taktisch, operativen Aktionsradius (Vorfeld der KVR) in den strategischen Handlungsbereich verschoben werden können, muß eine Beobachtung und Bewertung des zukünftigen Verkehrs bei relativ großen Abstand der Fahrzeuge zueinander erfolgen.

Mit der zu erwartenden Ausrüstungspflicht für Fahrzeuge ab 300 BRT mit Automatischen Schiffsidentifizierungssystemen (AIS) ist eine automatische Kommunikation zwischen Schiff-Schiff und Schiff-Land in lokalen Bereichen erstmals möglich. Damit kann in Zukunft von einer in technischer Hinsicht hohen Kooperationsfähigkeit in der Schifffahrt ausgegangen werden. Die Standardisierung und die Verbreitung dieses Systems sind eine wesentliche Bedingung für das Funktionieren eines Koordinierungssystems.

Die Existenz eines "Global Navigation Satellite System" GNSS mit hinreichender Genauigkeit und Verfügbarkeit würde neben der lokalen Kommunikation mit AIS die Satellitenkommunikation als Navigationsunterstützung für einen Datenaustausch über größere Entfernungen gewährleisten.

2. Aufgabenstellung

Im Rahmen des Projektes NADAKOS waren folgende Aufgaben zu lösen:

Auf der Basis von Simulationen wurde die technische Machbarkeit eines koordinierenden Systems eingeschätzt. Hierbei wurden verschiedene Systemarchitekturen in Betracht gezogen. In Modelluntersuchungen sollten Aussagen zum notwendigen Navigationsdatenmanagement gewonnen werden.

Die Anforderungen an ein globales Kommunikationssystem hinsichtlich der Parameter des notwendigen Datentransfers wurden definiert. Die Häufigkeit der Nachrichtenübertragungen und der Datenumfang wurden durch Simulationen ermittelt.

Weiterhin wurde eingeschätzt, inwieweit das Kommunikationssystem in ein "Global-Sea-Watch-Service" (GSWS) eingebettet werden kann.

Es wurde untersucht, welcher Nutzen durch die Koordinierung von Verkehrsabläufen erreicht werden kann.

3. Aufbau eines satellitengestützten koordinierenden Systems

3.1 Grundaufbau

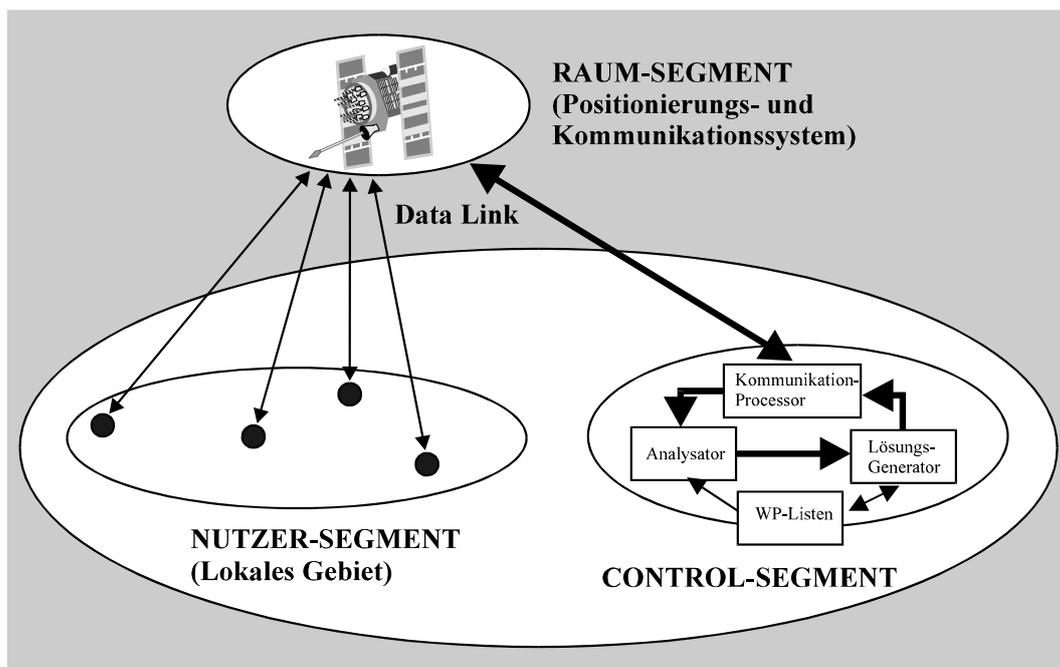


Abbildung 1: Aufbau eines satellitengestützten koordinierenden Systems

Abbildung 1 zeigt den Aufbau eines satellitengestützten Koordinierungssystems mit seinen wesentlichen Elementen

- Raumsegment (RS),
- Nutzersegment (NS),
- Controlsegment (CS).

Ein satellitengestütztes koordinierendes System ermöglicht die strategische Verkehrsführung in lokalen und globalen Gebieten. Mit dem Systemaufbau erfolgt

1. die Beobachtung und Überwachung von Verkehrssituationen
2. eine Bewertung von Situationen sowie
3. eine gezielte Beeinflussung des Verkehrs durch Koordinierung.

Das **Raum-Segment** übernimmt die Aufgaben der Positionsbestimmung und der Kommunikation zwischen den Nutzern im Nutzersegment und den Control-Segment. Es muß demzufolge die Komponenten Positionierungssystem mit hinreichender Genauigkeit und Verfügbarkeit, Kommunikationssystem und einen bidirektionalen Übertragungskanal beinhalten.

Das Kommunikationssystem dient der Synchronisation des Datenaustausches sowie der Datenverteilung zwischen dem Nutzer-Segment und dem Control Segment.

Zum kontinuierlichen Datenaustausch zwischen Schiff - Schiff sowie Schiff - Land ist eine breitbandige Übertragungsstrecke mit hoher Kapazität Voraussetzung. Die Datenübertragung über den DATA LINK wird durch ein Zeitschlitzverfahren synchronisiert. Hierfür muß eine hinreichend genaue Zeitbasis zur Verfügung stehen. Der Informationsaustausch erfolgt bidirektional.

Gegenwärtig unternimmt die Europäische Union Anstrengungen zur Realisierung eines globalen zivilen Satelliten – Navigationssystems unter europäischer Kontrolle (GALILEO), so daß dann das Raumsegment verfügbar wäre.

Das **Nutzer-Segment** ist die Gesamtheit aller im globalen Gebiet vorhandenen Teilnehmer, die einer koordinierten Verkehrsführung unterzogen werden.

Neben der Bereitschaft zur Teilnahme am System müssen auch die technischen Voraussetzung wie genaue Sensorik und eine Sende- und Empfangseinheit vorhanden sein, wie z.B. die Ausrüstung mit AIS.

Für ein lokales koordinierendes System wäre eine Realisierung mit GPS/DGPS und einem breitbandigen Übertragungskanal ebenfalls möglich.

Fahrzeuge ohne entsprechende technische Ausrüstung können am koordinierenden System nur bedingt teilnehmen.

Das **Control-Segment** übernimmt innerhalb eines koordinierenden Systems die Aufgabe des "Globalen Sea Watch Service". Dies beinhaltet neben der Verkehrsanalyse und - Bewertung, die Überwachung von Gebieten und die Koordinierung des Verkehrs. Das Control-Segment stellt das Koordinierungszentrum dar.

Zur Durchführung der genannten Aufgaben müssen dem Control-Segment die Daten über die Fahrzeuge im Überwachungsgebiet übertragen werden sowie Gebietsinformationen (Topographie, Wetter, Strömung usw.) zur Verfügung stehen.

Das Control-Segment besteht im wesentlichen aus den folgenden Komponenten:

- Kommunikationsprozessor für das Verbindungsmanagement
- Analysator für Situationsanalyse und -bewertung
- Lösungsgenerator für die Erzeugung von koordinierten Bahnen.

Diese Komponenten können in Abhängigkeit von unterschiedlichen Systemarchitekturen auf die Segmente des Koordinierungssystems verteilt sein.

3.2 Komponenten des Control - Segments

3.2.1. *Analysator*

Der Analysator hat die Aufgabe, für einen definierten Zeithorizont eine kontinuierliche Voraussimulation des zukünftigen Verkehrsablaufes durchzuführen. Ziel ist hierbei die Feststellung von Begegnungs- und Umgebungskonflikten in komplexen Mehrschiff - Situationen.

Ausgangspunkt sind die geplanten Routen der Fahrzeuge für diesen Zeithorizont. Es müssen jeweils der Start- und der Zielwegpunkt der Fahrzeuge bekannt sein.

In der Analyse werden zum einen fahrzeugspezifische Merkmalsgrößen wie Tiefgang, Sicherheitsbereich, Schiffsdynamik sowie Manöverkosten berücksichtigt.

Zur Berechnung dieser Größen müssen die Fahrzeugparameter bekannt sein.

Die Umgebungsdaten wie z.B. die Topologie und Strömungsprofile werden ebenfalls einbezogen. Die Gebietsdaten werden aus einer elektronischen Seekarte gewonnen.

Das Ergebnis der Analyse ist eine Situationsbewertung in Form von

- Erkennung von Konflikten zwischen den Verkehrsteilnehmern (Kollisionen)
- Erkennung von gebietsbedingten, statischen Hindernissen aufgrund des Tiefganges der Fahrzeuge (Grundberührung)
- sowie die Feststellung der Abfahrbarkeit der Routen.

3.2.2 *Lösungsgenerator*

Der Lösungsgenerator besitzt die Aufgabe der gezielten Beeinflussung der Verkehrssituation. Anhand der Situationsbewertung des Analysators erfolgt nun durch den Lösungsgenerator die Beseitigung von Konfliktsituationen.

Der Lösungsgenerator arbeitet nach folgender Methode. Er nimmt eine zeitliche und räumliche Koordinierung des Verkehrs im Sinne einer strategischen Verkehrsführung vor.

Der Lösungsgenerator arbeitet nach einem generischen Knoten- und Kantenverfahren, das statische Hindernisse aufgrund des Tiefganges der Fahrzeuge erkennt und gleichzeitig verkehrsraumbeschränkende Maßnahmen, die durch den sich entwickelnden Verkehr dynamisch entstehen, berücksichtigt.

Ein weiterer Vorteil des Verfahrens ist die Möglichkeit der Gewichtung bestimmter Routenabschnitte.

Die Ergebnisse sind hierbei

- die Beseitigung von Begegnungs- und Umgebungskonflikten.
- Schnelle Schiffe können ebenfalls berücksichtigt werden.
- Es werden koordinierte Bahnen für alle Fahrzeuge im betrachteten Zeitbereich des Überwachungsgebiet erzeugt. Diese sind weg - und kostenoptimal.

4. Aspekte der Nachrichtenübertragung

Ein Schwerpunkt im Projekt bestand in den Untersuchungen zur Gewinnung von Aussagen zum notwendigen Navigationsdatenmanagement für ein Koordinierungssystem sowie zur Definition von Anforderungen hinsichtlich des für die Koordinierung notwendigen Datentransfers.

Zu diesem Zweck wurden die bidirektionale Übertragungsstrecke und die Funktionalität des CS als zentrale Architektur modelliert.

Für den Austausch der Nachrichten wurde ein Kommunikationsprotokoll entwickelt, welches das grundsätzliche Nachrichtenformat, das Timing sowie alle notwendigen Nachrichtentypen definiert.

Es übernimmt die Synchronisation des Nachrichtenaustausches zwischen den Fahrzeugen im Nutzer-Segment und dem Control-Segment.

Während der Projektlaufzeit wurde dieses Kommunikationsprotokoll dem in Entwicklung befindlichen System AIS angepaßt.

Zusätzliche Nachrichten für die Koordinierung wurden als öffentliche Nachrichten definiert. Als öffentliche Nachrichten werden alle Nachrichten bezeichnet, die im System über den bidirektionalen Übertragungskanal zwischen NS und CS übertragen werden.

Für die interne Kommunikation innerhalb des Control-Segments wurden private Nachrichtentypen definiert.

4.1 Grundstruktur der öffentlichen Nachrichten:

Für die Übertragung wurde ein bitorientiertes Protokoll benutzt. Grundsätzlich bestehen die Nachrichten aus einem Rahmen und dem 200 Bit Datenblock. Der Rahmen besitzt einen Header und eine Prüfsumme CRC.

Der Datenblock setzt sich aus:

- System Daten
- Dynamic Data
- Static Data zusammen.

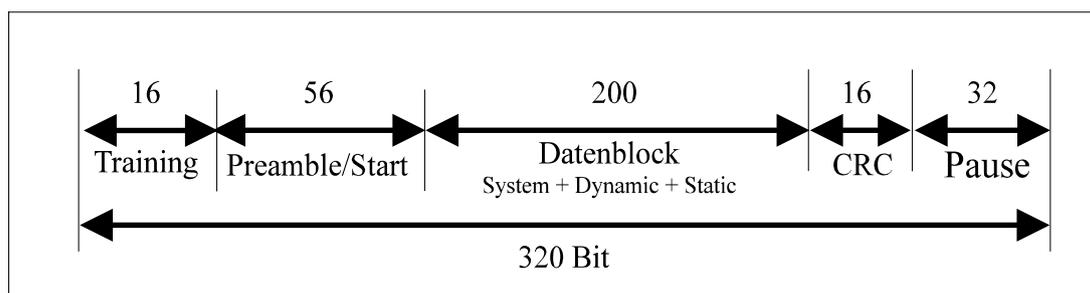


Abbildung 2: Grundstruktur der öffentlichen Nachricht

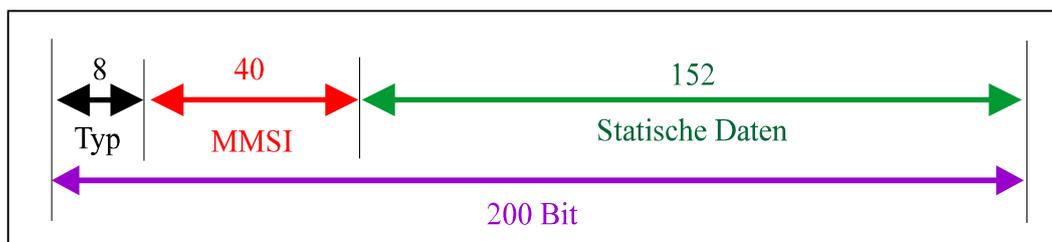
Die Struktur des Datenblockes ist abhängig von der Übertragungsrichtung.

Ein Vorteil dieser Grundstruktur ist, daß die statischen Daten applikationsspezifisch definiert werden können.

Es wird eine zentral organisierte Version des Zeitschlitzverfahrens benutzt. Die Länge eines Zeitschlitzes beträgt 33,33 ms.

4.2 Nachrichten vom Control Segment an die Fahrzeuge im Nutzersegment

Die Abbildung 3 zeigt die Struktur des Datenblocks für Nachrichten vom Control Segment an die Fahrzeuge im Nutzersegment.



MMSI: Adresse des Empfängers (mobile Einheit) im Nutzersegment

Abbildung 3: Struktur des Datenblocks für Nachrichten vom Control-Segment

Für die Nachrichten vom CS an die Fahrzeuge im Nutzersegment gilt, daß der 1. Teil des Datenblocks (48 Bit) für Systemdaten reserviert ist. Die Systemdaten enthalten den Nachrichtentyp und die Adresse des Empfängers d.h. die Adresse der mobilen Einheit im Nutzersegment. Aufgrund der übergeordneten Stellung des Control-Segments in der zentralen Architektur sendet es in definierten Abständen in fest allocierten Zeitschlitzes.

Die weiteren Felder des Datenblocks sind für die Übertragung von statischen Daten reserviert. Sie sind abhängig vom Nachrichtentyp.

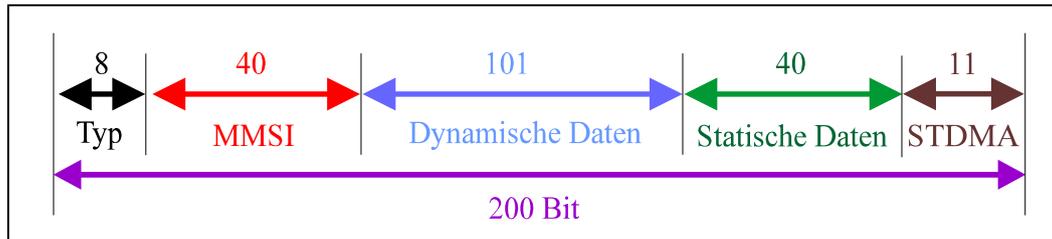
Die für die Koordinierung notwendigen spezifischen Nachrichten wurden in dem statischen Datenblock implementiert (z.B. Wegpunktzuzuweisungen an die Fahrzeuge, Anforderungen vom CS an die Nutzer).

Dynamische Daten existieren in dieser Übertragungsrichtung nicht.

4.3 Nachrichten aus dem Nutzer-Segment an das Control-Segment

Alle Nachrichten aus dem Nutzer-Segment an das Control Segment (Abbildung 4) haben ein einheitliches Format bestehend aus

- System Daten
- Dynamic Data
- Static Data.



MMSI: Adresse des Absenders (mobile Einheit) im Nutzersegment

Abbildung 4: Struktur des Datenblocks für Nachrichten aus dem Nutzersegment an das Control-Segment

Die Systemdaten dieser Nachrichten besitzen zusätzlich zum vorderen Systemdatenteil am Ende des Datenblocks 11 Bit für die STDMA-Information, so daß die Systemdaten insgesamt eine Länge von 59 Bit haben (STDMA Selbstorganisiertes Time Division Multiple Access). Das Format der dynamischen Daten ist unabhängig vom Nachrichtentyp und demzufolge konstant. Sie beinhalten die dynamische Positionsinformation wie Latitude/Longitude, Speed over Ground (SOG), Course over Ground (COG), Heading usw. Der Inhalt der statischen Daten variiert in Abhängigkeit vom Nachrichtentyp. Sie beinhalten statische Schiffsdaten und weitere für die Koordinierung notwendige Informationen (z.B. reiseseabhängige Daten wie Zielort, ETA, Beladung, Antennenposition usw.).

4.4 DATA LINK Nachrichten

Für das Funktionieren eines koordinierenden Systems wurden verschiedene Nachrichtentypen definiert. Diese wurden auf der Basis der dargestellten Nachrichtenstrukturen implementiert. Die Nachrichtentypen werden in sechs Gruppen eingeteilt:

- An- und Abmeldung von Nutzern
- Übertragung von Nutzerdaten
- Koordinierung des Verkehrsablaufes (Übertragung von Wegpunkt-Daten)
- Management und Steuerung des Datenaustausches
- Übertragung von Konfliktdaten
- weitere Nachrichten (z.B. Notfälle, Havarien).

Durch diese zusätzlichen für die Koordinierung notwendigen Nachrichten ergibt sich eine Mehrbelastung für den Übertragungskanal.

5 Nachrichtentechnische Untersuchungen zur Ermittlung der Kanalbelastung

In umfangreichen statistischen Untersuchungen wurde getestet, ob AIS als Übertragungskanal unter besonderer Berücksichtigung des Austausches von Koordinierungsdaten geeignet ist. Dazu wurde die Kanalbelastung bestimmt.

Die Kanalbelastung p_{ges} , setzt sich aus der Grundlast (p_g) die durch die Standard - Positionsmeldungen der Fahrzeuge entsteht, und einer dynamischen Last (p_{dyn}) bedingt durch die Koordinierungsanweisungen an die Fahrzeuge zusammen:

$$p_{ges} = p_g + p_{dyn}$$

Die Grundlast hängt von der Anzahl der angemeldeten Fahrzeuge ab und steigt mit ihr linear an. Jedes Schiff meldet seine Position 1x pro Zeitsegment. In den statistischen Untersuchungen wurden verschiedene Szenarien mit 30 - 90 Fahrzeugen untersucht.

Die Koordinierungsanweisungen setzen sich aus den statischen, gebietsbedingten Wegpunkt-Zuweisungen und den dynamischen, durch die Beseitigung von Konflikten entstandenen Wegpunkt-Zuweisungen zusammen.

Der Koordinierungsaufwand ist demzufolge abhängig:

- von der Anzahl der zu koordinierenden Fahrzeuge
- von der Gebietskomplexität und
- der Konflikthäufigkeit .

Durch die Untersuchung von Szenarien in unterschiedlichen Gebieten mit unterschiedlicher Gebietskomplexität wurden die statischen Wegpunkt-Zuweisungen simuliert.

Aufgrund der unterschiedlichen Gebietskomplexität und der unterschiedlichen Anzahl an beteiligten Fahrzeuge entstand eine Vielzahl von Konflikten, die beseitigt wurden. Zur Beseitigung dieser Konflikte wurden konfliktfreie Routen berechnet und als dynamische Wegpunkte an die Fahrzeuge übertragen. Die Höhe der Konfliktwahrscheinlichkeit lag hierbei zwischen 0 d.h. keine Konflikte und einem theoretischen Maximum (jedes Fahrzeug hat mit jedem Fahrzeug einen Konflikt; siehe Formel).

$$X = \frac{n!}{k!(n-k)!} * m$$

x: Konfliktwahrscheinlichkeit
n: Anzahl der Fahrzeuge
k: Anzahl der Konfliktgegner
m: Anzahl der Wegpunkte pro Konflikt

6 Effekte der Koordinierung

6.1 Wirtschaftliche Effekte der Koordinierung

Simulationstechnische Untersuchungen wurden zur Ermittlung der Effekte der Koordinierung durchgeführt. Ausgangspunkt bildete hierbei der Verkehrsablauf bei herkömmlicher Verkehrsabwicklung unter Beachtung von passiven Verkehrssicherungssystemen, jedoch ohne Berücksichtigung von Manövern der Fahrzeuge zur Kollisionsverhütung. Die Passierzeiten und Wege der Fahrzeuge beim Abfahren der Routen wurden bestimmt. Anschließend erfolgte ein Vergleich der selben Situation, bei der aber für die Fahrzeuge koordinierte Bahnen berechnet wurden.

In Abbildung 5 ist ein Beispiel einer komplexen Mehrschiffssituation dargestellt, in der 11 Fahrzeuge in einem lokalen Seegebiet vorhanden sind. Die Routen der Fahrzeuge sind als simulierte Bahnen (graue Tracks) sichtbar. Bei Verletzung des Sicherheitsbereiches von mindestens einem Fahrzeug werden die Bahnpunkte farblich markiert (orange).

Zur Bewertung wurde jeweils die Gesamtpassierzeit und der Gesamtweg aller am Szenario beteiligten Fahrzeuge vom Start- zum Zielwegpunkt berechnet.
In diesem Beispiel beträgt die Gesamtpassierzeit 16:45 h und der Gesamtweg aller Fahrzeuge ist ca. 229 NM.

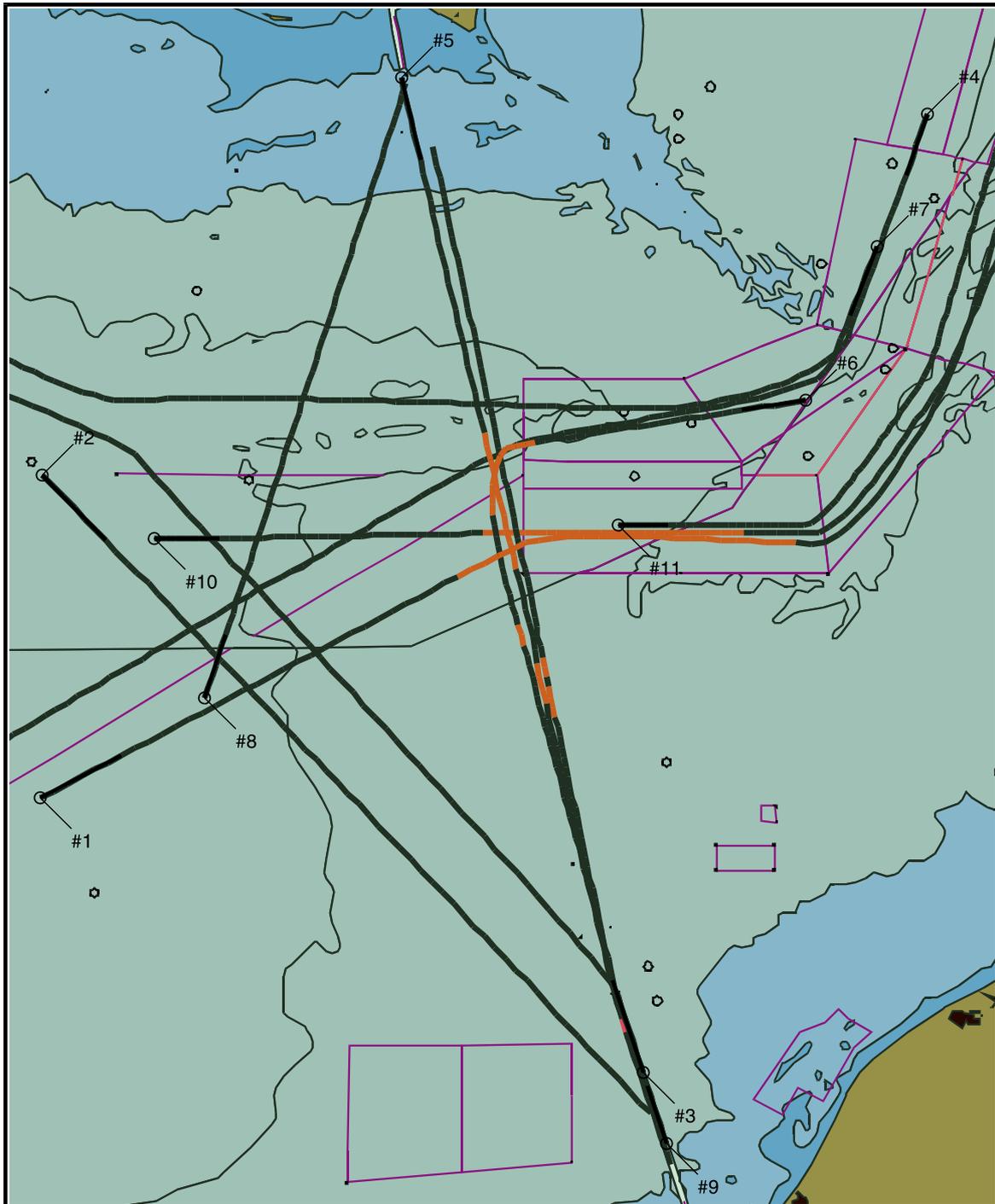


Abbildung 5: Beispiel einer herkömmlichen Verkehrsabwicklung

Bei gleichen Ausgangsszenarien (gleiche Fahrzeugtypen, gleiche Start- und Zielposition) wurden die Verkehrsabläufe nach den Vorgaben der vom System berechneten koordinierten Bahnen simuliert. Die koordinierten Bahnen der Fahrzeuge nutzen nicht nur den zur Verfügung stehenden Manörraum optimal aus, sondern schlossen darüber hinaus Begegnungskonflikte zwischen den beteiligten Fahrzeugen aus (Abbildung 6).

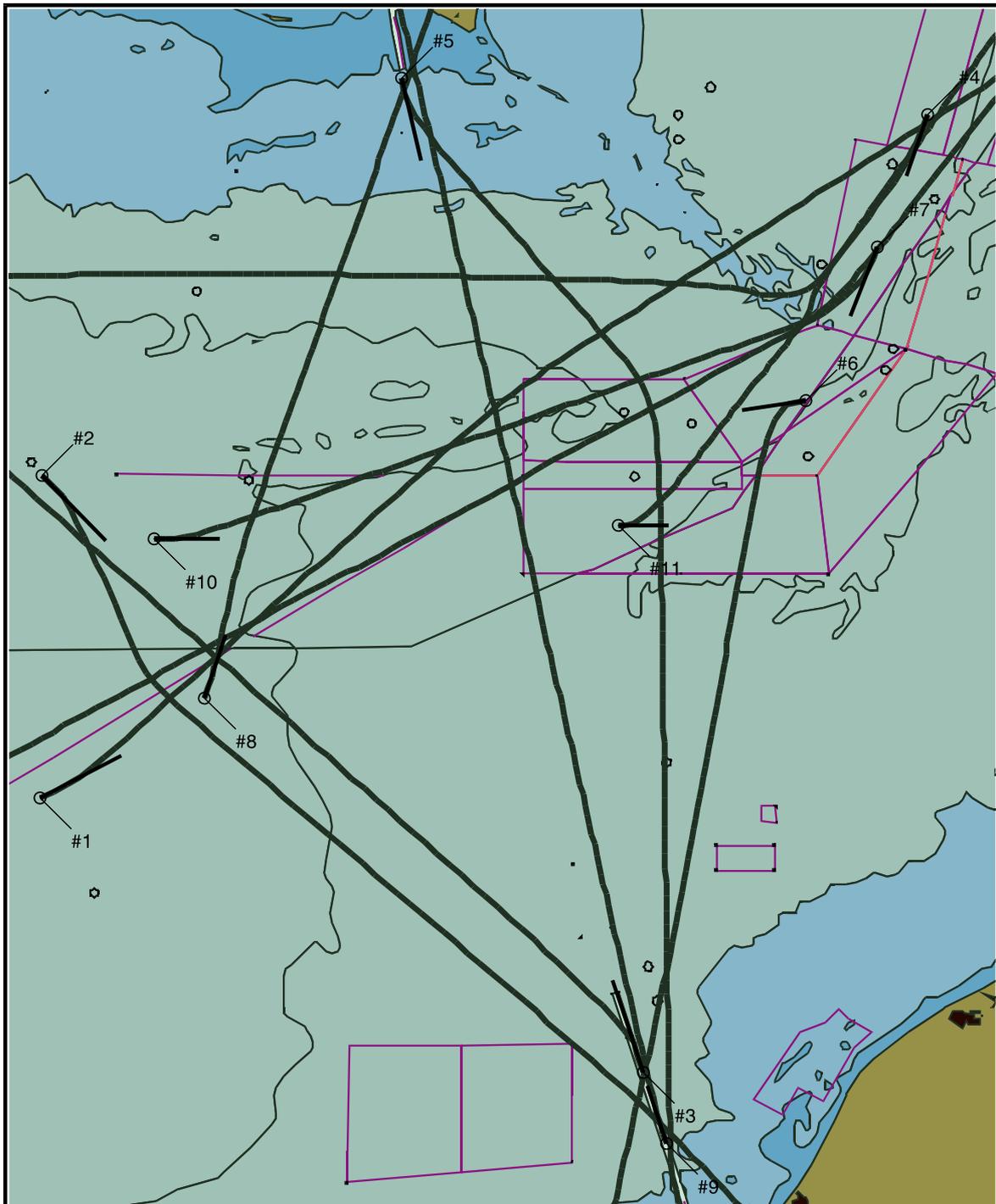


Abbildung 6: Beispiel eines Szenarios mit koordinierten Bahnen

Sämtliche Begegnungskonflikte werden durch Manöver mit möglichst geringer Stärke vermieden. Die Koordinierung führte zu einer vollständigen Beseitigung von Begegnungs- und Umgebungskonflikte unter Berücksichtigung der Topologie, der Fahrzeugdynamik sowie fahrzeugabhängiger Manöverparameter.

Für die koordinierte Lösung wurde in diesem Beispiel eine Gesamtpassierzeit von nur noch 15:47 h benötigt. Der Gesamtweg aller Fahrzeuge verkürzte sich auf ca. 215 NM.

Insgesamt ergaben sich also gegenüber der herkömmlichen Verkehrsabwicklung beträchtliche Einsparungen von Passierzeiten und Wegen für die Fahrzeuge. In den Untersuchungen konnten im Mittel ca. 5 % Weg - und Zeit - Einsparungen erreicht werden.

Durch die Koordinierung sind wirtschaftliche Effekte erreichbar. Die Koordinierung führt zur Verringerung der Passierzeiten und Wege und damit des Energieverbrauches

- durch optimale Wegeführung
- durch die effizientere Nutzung des zur Verfügung stehenden Manöverraumes ohne Berücksichtigung künstlicher Verkehrsraum beschneidender Einrichtungen (wie Verkehrstrennungsgebiete und ähnliches) und
- durch die Nutzung von strategischen Manövern mit minimalen Kurs- und Fahrtänderungen.

Als sekundären Einsparungseffekt wird die Möglichkeit gesehen, die Infrastrukturkosten für land- und seeseitige Leitsysteme zu verringern, da diese Systeme im jetzigen Umfang in einem koordinierenden System nicht benötigt werden.

6.2 Sicherheitsrelevante Effekte der Koordinierung

Sicherheitsrelevante Effekte ergeben sich aus dem Ansatz und den Eigenschaften der koordinierten Lösungen. Diese bestehen:

- in der Vermeidung von gefährlichen Nahbereichssituationen
- in dem erweiterten Raum- und Zeitvorrat für die Manöver
- in der Verringerung von Verkehrskonzentrationen
- und in der Beseitigung der Unsicherheit über die Handlungen anderer Fahrzeuge.

Der Vorteil der Koordinierung ergibt sich aus dem möglichst rechtzeitigen Einleiten koordinierter Manöver, so daß die Manöver zeitlich und räumlich weit vor dem Eintreten gefährlicher Begegnungssituationen begonnen werden können.

Dies ermöglicht gleichzeitig auch die sichere Kontrolle der Ausführung koordinierter Manöver und gewährleistet einen möglichst großen Reaktionsspielraum für das System bei Auftreten von Ausnahmesituationen.

Durch die Nutzung des gesamten zur Verfügung stehenden Manöverraumes erfolgt eine Verringerung von Verkehrskonzentrationen durch die Verteilung des Verkehrs in der Fläche, so daß Knotenpunkte wie z.B. Kreuzungen und Einmündungen vermieden werden.

Da die Koordinierungsanweisungen von allen beteiligten Fahrzeugen empfangen und zugeordnet werden können, steht auch allen Fahrzeugen ein identisches Bild der gesamten Koordination zur Verfügung, d.h. sie besitzen erstmals genaue Informationen über die Absichten und Handlungen der anderen Fahrzeuge.

Die Grundvoraussetzung für das Eintreten dieser sicherheitsrelevanten Effekte sind aber ein sicheres Übertragungssystem und ein kooperatives Verhalten der Fahrzeuge.

7 Ergebnisse

In den statistischen Untersuchungen wurde festgestellt, daß der zusätzliche Aufwand für die Übertragung der Koordinierungsdaten im Mittel nur 3 % bezüglich der Grundlast ist. Spitzenwerte von bis zu 20 % müssen durch die Verwendung eines Nachrichtenpuffers Rechnung tragen.

Zur Verringerung der Kanalbelastung insgesamt wurde zusätzlich ein Übertragungsmodell entwickelt, daß mit einem Minimum an Datenübertragungen den Anforderungen der Kollisionsverhütung gerecht wird. Es wurde ein Kriterium für die variable Staffelung der AIS - Übertragungsintervalle unter Berücksichtigung der aktuellen Verkehrssituation definiert.

Zusammenfassend kann eingeschätzt werden, daß die im AIS zur Verfügung stehende Kanalkapazität eine Übertragung der für die Koordination notwendigen Daten prinzipiell zuläßt.

Weiterhin wird eingeschätzt, daß durch die Koordination wirtschaftliche und sicherheitsrelevante Effekte nachweisbar sind. Vergleiche zwischen einer herkömmlichen Lösung und einer koordinierten Lösung ergaben im Mittel Weg- und Zeiteinsparungen von 5 %.

Ein lokales auf AIS basierendes koordinierendes System als Vorstufe zu einem globalen satellitengestützten System ist damit realisierbar.

Literaturverzeichnis:

Müller, R. et al.: Die Schifffahrt als kooperatives System; in Hansa Nr. 6, 1996; Seiten 10-16

Müller, R.; Weißflog, T.; Zölder, A.: Coordinated Navigation in a transponder based cooperative system; The presentation of the NADAKOS Project in "Ortung und Navigation" Heft 2/97; Seiten 206-227

Müller, R.; Weißflog, T.; Zölder, A.: Co-ordinated Traffic in a Transponder based cooperative system. Presentation of the NADAKOS Project in "Deutsche Hydrographische Zeitschrift" Volume 49 (1997) Number 4; Seiten 97-108

Müller, R.: The transponder are coming; in "Hansa" Nr. 9 1997; Seiten 14 - 21

Müller, R.: VTS - Are we ready for the next millenium?, HANSA 1998, Heft 7; Seiten 18 - 22

Pankow, K.: Untersuchung eines AIS geeigneten Übertragungskanals unter besonderer Berücksichtigung des Austausches von Koordinierungsdaten - Ableitung von Anforderungen; SATNAV 98 Satellitennavigationssysteme - Grundlagen und Anwendungen, Seiten 175 - 185

Zölder, A.; Weißflog, T.; Pankow, K.; Müller, R.: Abschlußbericht zum Projekt NADAKOS, Hochschule Wismar Fachbereich Seefahrt Warnemünde 1999, TIB Hannover 1999

Erfassung und Einwirkung in Konfliktsituationen durch VTS-Operateure

Dr.-Ing. Michael Baldauf

Hochschule Wismar, Fachbereich Seefahrt Warnemünde

1 Einleitung

Die Unfallhäufigkeit in überwachten Seegebieten ist insbesondere in Relation zur hohen Verkehrsdichte sehr gering. Die Erkennung von Konfliktsituationen und die Einwirkungen in den Verkehr zur Vermeidung von Kollisionen im Seeverkehr durch VTS-Operateure erscheinen daher zuverlässig und effizient zu sein. Bisherige Untersuchungen [Bal 97] ergaben, daß automatische Annäherungswarnungen, die den Operateur bei der Erkennung von Kollisionsgefahren unterstützen sollen, nur selten oder gar nicht verwendet werden, weil sie ungeeignet sind. Es können sich Kollisionen ereignen, bei denen der Operateur trotz einer automatischen Annäherungswarnung, überhaupt nicht in die spezielle Situation einwirkte, weil zur gleichen Zeit in eine andere ggf. auch durch einen Alarm angezeigte Situation eingegriffen wurde.

Aussagen über die von Operateuren zur Situationseinschätzung verwendeten Kriterien und Limitwerte liegen bisher nicht oder nur begrenzt vor [Deh 96]&[Sze 94]. WIERSMA bezeichnet in diesem Zusammenhang die Bewertung der Leistung von VTS-Operateuren bei der Situationserfassung und Datenverarbeitung als ein "terra incognita" [Wie 98]. Es wurde bisher lediglich ermittelt, daß die Situationseinschätzung der VTS-Operateure denen von Kapitänen und Schiffsführern ähnlich ist [Bal 98]. Zeitliche Abhängigkeiten konkreter Einwirkungen auf als gefährlich eingestufte Verkehrssituationen sowie mögliche Abhängigkeiten von der Verkehrsdichte oder dem Grad der Berufserfahrung und der Vertrautheit mit dem zu überwachenden Verkehrsgebiet wurden im VTS-Bereich bisher noch nicht untersucht. Solche Aussagen werden jedoch einerseits für die Aus- und Weiterbildung von VTS-Operateuren benötigt. So sind z.B. für die nicht nur rein qualitative Bewertung von Simulationsaufgaben Vergleichsdaten erforderlich. Andererseits werden solche Aussagen benötigt, um Neuerungen technischer Systeme besser bzw. deren Nutzen überhaupt abschätzen zu können.

Auf der Grundlage eines Simulationsexperiments sollen deshalb sowohl qualitative als auch erste grundlegende quantitative Aussagen zu dieser Problematik gewonnen und eine Basis für weiterführende Untersuchungen geschaffen werden.

2 Durchführung eines Simulationsexperiments mit VTS-Operateuren

2.1 Thesen zur Situationserfassung und Kollisionsverhütung durch VTS-Operateure

Die Durchführung des Simulationsexperiments zur Untersuchung der Vorgehensweise der Operateure bei der landgestützten Kollisionsverhütung soll Aussagen zu den folgenden Thesen liefern:

1. Die von den Operateuren verwendeten CPA-, TCPA- bzw. Abstandsgrenzwerte für das Eingreifen in gefährliche Begegnungssituationen sind im wesentlichen abhängig von der Begegnungsart, den Umweltbedingungen (hier insbesondere Sichtweiten), den Schiffsabmessungen aber auch der Verkehrsdichte, der Kommunikationsgüte und dem Revierort bzw. -sektor.
2. Die Eingreifzeitpunkte und die Eingriffsintensität bei als gefährlich eingestuften Situationen variieren in Abhängigkeit vom Grad der Erfahrung und der Reviervertrautheit des Operateurs.
3. Wenn Ziele bzw. Begegnungssituationen als gefährlich eingestuft werden, dann verkürzen sich die Überwachungsintervalle.
4. Situationsabhängige Annäherungswarnungen können die Arbeit des VTS-Operateurs unterstützen und auf gegebenenfalls übersehene gefährliche Annäherungen aufmerksam machen. Die situationsabhängigen Annäherungswarnungen entsprechen der Situationsbewertung besser als die gegenwärtig implementierten konventionellen Warnungen.

2.2 Versuchskonzept und Auswahl von Operateuren

Zur ersten Datenerfassung und Untersuchung der Operateurstätigkeit bei der Verkehrsüberwachung und Kollisionsverhütung wurde ein aus zwei Versuchsreihen bestehendes Experiment mit VTS-Operateuren durchgeführt. Für die Versuchsreihen wurden zwei Gruppen von Operateuren gebildet: "reviererfahrene" und "revierfremde" Operateure. Unter "reviererfahren" wird dabei einerseits die Kenntnis der topografischen Gegebenheiten aber vor allem die Kenntnis über den üblichen Verkehrsablauf im Seegebiet verstanden. In die Gruppe "reviererfahren" wurden Operateure eingeordnet, denen das Seegebiet aus ihrer aktuellen Tätigkeit bekannt ist. Für die Durchführung der zweiten Versuchsreihe wurden Operateure mit im Vergleich zur ersten Gruppe geringeren Revierkenntnissen ausgewählt. Dafür erklärten sich Nautiker einer Verkehrszentrale bereit, deren Hauptaufgabe vornehmlich die Verkehrsüberwachung linearer Fahrwasser ist.

Aufgrund der nationalen Eingangsvoraussetzungen für die Tätigkeit als VTS-Operateur standen in beiden Kategorien berufserfahrene Nautiker mit mehrjähriger Seefahrtszeit als Kapitän bzw. als Nautischer Offizier zur Verfügung. Als weiteres Kriterium für die Berufserfahrung der Operateure wurde eine mehrjährige Tätigkeit in einer Verkehrszentrale vorausgesetzt.

Die Simulationsläufe des Experiments wurden an computersimulierten VTS-Arbeitsplätzen durchgeführt. Dazu wurde das in der VTS-Verkehrszentrale Wilhelmshaven vorhandene Radarbild des Überwachungsplatzes der Deutschen Bucht nachgebildet. Die Nachbildung der am Überwachungsbildschirm verfügbaren Anzeige-Funktionen wurde auf für die Untersuchungszwecke relevante Funktionen beschränkt. Sie umfaßte die Symboldarstellung der Radarziele, die Anzeige der Mitlaufzeichen, die variable Einstellmöglichkeit für die jeweils angezeigte Vektorlänge und eine automatische Annäherungswarnung (Blinken der Radarsymbolik). Für den Versuchsbeginn war die Vektorlänge der erfaßten Ziele entsprechend der beobachteten Praxis standardmäßig auf 2 min voreingestellt worden. Die variable Einstellfunktion der Vektorlängen bezog sich - wie an den Originalgeräten verfügbar - einerseits auf die beliebige Einstellung der dargestellten Länge des Vorausvektors für alle Ziele und andererseits auf die Funktion zur Einblendung des 10-min-Vektors für speziell ausgewählte Ziele.

Zur Untersuchung des Einflusses von Annäherungswarnungen wurde anstelle der gegenwärtig implementierten Schwellwerte für CPA- (0,5 sm bzw. 900m) und TCPA-Limits (10 min) in Anlehnung an das in [H&B 96] entwickelte Risikomodell ein von der Begegnungsart und den konkreten Schiffsabmessungen abhängiger CPA-Schwellwert implementiert [Bal 97]:

Begegnungsart	CPA-Alarmschwellwert
• Kreuzende Kurse und Gegenkursbegegnung mit Stb/Stb-Passage	$5 \cdot L_{\max} + \text{CPA-Fehler}$
• Überholung und Gegenkursbegegnung mit Bb/Bb-Passage	$2 \cdot L_{\max} + \text{CPA-Fehler}$

Tabelle 1: Situationsabhängige Grenzwerte zur Erkennung von Kollisionsgefahren

Der originale TCPA-Schwellwert wurde für die Auslösung der Warnung beibehalten. Die außerdem an den Verkehrsüberwachungsplätzen in Wilhelmshaven implementierten Alarmierungsfunktionen für Zielverschmelzungen und Trackverluste wurden bei den hier durchgeführten Untersuchungen nicht betrachtet und nicht simuliert.

2.3 Entwurf der Simulationsszenarien

Um eine möglichst große Übereinstimmung mit der realen Operateurstätigkeit zu gewährleisten, wurde für den Szenariientwurf ein ca. 45 minütiger realer Verkehrsablauf aufbereitet. Die Auswahl des Basisszenarios erfolgte auf der Grundlage einer durchgeführten Verkehrsdatenanalyse [K&B 95] unter dem Aspekt einer möglichst hohen Verkehrsdichte und dem gleichzeitigen Auftreten mehrerer konventioneller Annäherungswarnungen bei verschiedenen Begegnungsarten (Überholung, Gegenkurs, Kreuzende Kurse). Für die reale Reproduktion des Verkehrsablaufs wurden neben der Darstellung kontinuierlicher Bewegungsabläufe auch die aufgezeichneten originalen Datensätze der Schiffe (Schiffsnamen, Rufzeichen, Abmessungen, Bestimmung, Lotsenkategorie u.a.) verwendet. Auf der Basis des verwendeten Risikomodells waren folgende Situationen als gefährlich eingestuft und wurden in den Szenarien mit Alarmierung durch Blinken der Symbole angezeigt:

beteiligte Radarziele	Begegnungsart	Anmerkung
Szenario 1		
L7 - N1	Überholung	Fahrzeuge befahren Trennzone und Kreuzen im weiteren Szenarioverlauf den Kurs von N9
N1 - N9	zunächst Annäherung auf entgegengesetzten Kursen, nach Kursänderung von N1 nach Westen kreuzende Kurse	N1 kreuzt von S kommend die Kurslinie des von N kommenden N9
U2 - Q9	kreuzende Kurse	U2 von Westen kommend, befindet sich nach einer Kursänderung um 15:11 auf Kollisionskurs mit Q9
N9 - F5 (Q3)	kreuzende Kurse	F5 stoppt Maschine gegenüber N9
L7 - N9	analog zu Situation N1 - N9	L7 kreuzt nach Szenarioende hinter dem Heck von N9
G6 - Q4	G6 nähert sich Ankerlieger	vereinbarte Begegnung zwischen zwei Forschungsschiffen
H5 - L6, F1	Überholung	Pulk von 4 Fahrzeugen auf nahezu parallelen westlichen Kursen
Szenario 2		
N9 - F5	kreuzende Kurse	F5 kreuzt Kurslinie der N9 klar hinter dessen Heck
T9 - L6 (B5)	kreuzende Kurse	T9 ändert nach Szenarioende Kurs nach Steuerbord
N9 - H1	kreuzende Kurse	N9 leitet Backbord-Drehkreismanöver ein

Tabelle 2: Auf der Basis situationsabhängiger Grenzwerte als gefährlich eingestufte Annäherungssituationen

Alle im Basisszenario enthaltenen Situationen, in die durch die Operateure zur Gewährleistung der Sicherheit eingegriffen werden sollte, wurden in der Realität durch Manöver von mindestens einem der beteiligten Fahrzeuge mit einem gewissen Passierabstand ohne Berührung der Schiffskörper durchgeführt. Um zu erfassen, wie und wann VTS-Operateure während einer Kollisionssituation zur nächstdringlicheren Einwirkungsstufe übergehen, wurde in das verwendete Originalszenario eine definierte Kollisionssituation zusätzlich implementiert, die einem tatsächlichen Seeunfall [BOS 96] nachempfunden worden war.

Um Szenarien mit unterschiedlicher Verkehrsbelastung und Komplexität zu realisieren, wurde das Basisszenario in zwei Abschnitte geteilt. Das Szenario 1 für die Simulation einer Verkehrslage mit hoher Verkehrsdichte enthielt 34 meldepflichtige Fahrzeuge ($L < 50$ m). In Abbildung 1 wird als Beispiel die Anfangssituation des Szenarios mit hoher Verkehrsdichte dargestellt. Die Länge der dargestellten Vorausvektoren beträgt 2 min.

Für alle Versuchsläufe wurden Bedingungen der guten Sicht, kein Seegang und umlaufende Winde der Stärke Beaufort 1 sowie keine tideabhängigen oder andere Strömungseinflüsse angenommen.

Zum Zweck der Vergleichbarkeit der zu untersuchenden Sachverhalte, wurde die Kommunikation Schiff-VTS ausgeblendet. Für die Versuchsläufe wurde dazu in der Einweisung darauf hingewiesen, daß der Kommunikationskanal VTS-Schiff einsatzbereit sei, der Kanal Schiff-VTS jedoch nicht zur Verfügung steht.

2.4 Versuchsdurchführung

An der Versuchsdurchführung beteiligten sich in jeder Gruppe jeweils 10 Nautiker die aktiv am Wachdienst einer Verkehrszentrale teilnehmen. Jeder teilnehmende Operateur führte je zwei Simulationsläufe durch. Innerhalb der Gruppen wurde dabei jeweils ein Versuch unter Verwendung eines Szenarios mit implementierter Alarmierungsfunktion und der zweite Versuchslauf mit dem anderen Szenario ohne Alarmierung absolviert. Die Versuche wurden jeweils mit Szenario 1 - hohe Verkehrsdichte - begonnen.

Bei Versuchsbeginn waren alle im realen Betrieb durch den VTS-Operateur zu erfassenden Schiffsdaten (Länge, Breite, Tiefgang, Abgangs- und Bestimmungshafen usw.) bereits erfaßt und die zur Radarzielidentifikation vergebenen Mitlaufzeichen mit den Radarzielen korreliert. Diese in der Verkehrszentrale über eine Datenbank verfügbaren Schiffsdaten der im Revier befindlichen Fahrzeuge wurden den Operateuren im Experiment jeweils als Datenblatt in Papierform bereitgestellt. Das heißt, der Operateur hatte hierdurch keine zusätzliche Arbeitsbelastung, mußte jedoch zur Erstellung seines mentalen Verkehrslagebildes die für ihn relevanten Daten aufnehmen. Durch Erfassung der erfragten Daten (z.B. Schiffsname, Abmessungen oder Bestimmungshafen) und der Reihenfolge wurde ermittelt, welche Ziele und welche Daten in Abhängigkeit von der aktuellen Position im Revier durch die Operateure mit welcher Priorität für die Lagebilderstellung verwendet werden.

Wie bei der realen landgestützten Verkehrssicherung hatten die Operateure die Aufgabe, anhand der verfügbaren Daten, Anzeigen und Funktionen handlungsrelevante Situationen zu erkennen und ggf. durch Kommunikation auf diese Situationen einzuwirken und dadurch die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs zu gewährleisten. Alle Handlungen sollten für Auswertungszwecke soweit als möglich kommentiert werden. Zur Aufzeichnung von Kommunikation und Kommentaren wurde die Dialogtechnik verwendet.

Nach Beendigung jedes Simulationsdurchganges wurden die Operateure unangekündigt aufgefordert aus ihrer Erinnerung heraus die Verkehrslage als Situationsbild in einer vorbereiteten Revierskizze so detailliert wie möglich widerzugeben. Dadurch sollten Anhaltspunkte über signifikante Parameter bei der Verkehrsüberwachung und den Fokus der Beobachtungstätigkeit ermittelt werden.

3 Auswertung und Ergebnisse der Versuchsreihe

3.1 Allgemeines

Für die Auswertung standen insgesamt 40 Datensätze zur Verfügung. Wegen der begrenzten Anzahl von in Verkehrszentralen tätigen Nautikern wurde für die nachfolgende Auswertung davon ausgegangen, daß für das verwendete Szenario und die zugrunde gelegten gleichen Bedingungen das Handlungsspektrum der "reviererfahrenen" Operateure vollständig erfaßt werden konnte. Angestellte Quervergleiche zu dieser Gruppe werden daher als zulässig angesehen.

Es wurde eine qualitative und eine quantitative Analyse der Versuchsergebnisse vorgenommen, von denen nachfolgend einige ausgewählte Beispiele der quantitativen Analyse vorgestellt werden. Die Gültigkeit der Aussagen muß wegen fehlender Vergleichsmöglichkeiten zunächst auf die für das Experiment geltenden Bedingungen und getroffenen Annahmen beschränkt bleiben.

3.2 Eingreifspektrum von VTS-Operateuren in Situationen mit bestehender bzw. sich entwickelnder Kollisionsgefahr

Unter dem Aspekt der landgestützten Kollisionsverhütung durch VTS wurde eine Analyse der bei erkannten gefährlichen Situationen benutzten Einwirkungsformen und der Eingriffszeitpunkte vorgenommen. Die Unterscheidung der Einwirkungsformen erfolgte nach den in den IMO-VTS-Guidelines bei der Definition der möglichen Dienste eines VTS genannten Nachrichtenarten: Information, Warning Advice und Instruction. Eine Definition dieser Nachrichtenarten ist in [IMO 97] enthalten. Danach unterscheiden sich diese Typen nach dem Grad der Dringlichkeit und der Verbindlichkeit für den jeweiligen Adressaten. Nach deutscher Entsprechung gehören Informationen zu niedrigsten Dringlichkeitsstufe. Als nächsthöhere Einwirkungsstufe werden in den nationalen Regularien (siehe z.B. § 2, Nr. 22-26 SeeSchStrO) Warnungen und Empfehlungen (Warning / Advice) angeführt und als höchste Dringlichkeits- und Verbindlichkeitsstufe bei einem Einwirken in eine Verkehrssituation werden Verfügungen (Instruction) definiert.

Durch eine zusammenfassende Darstellung der Einwirkungen für jeweils gleiche Situationen in Abhängigkeit von der Szenariozeit sowie im Kontext zum Gesamtszenario ergeben sich vergleichbare Einwirkungsspektren, für die Zeiten und die Art eines Eingriffs. Die Eingriffsart wird hier nur nach der Art der Dringlichkeit einer ausgesendeten Nachricht, nicht nach dessen Inhalt unterschieden. In Abbildung 2 und 3 sind als Beispiele für solche Eingreifspektren alle während der Versuchsreihe des Szenarios mit hoher Verkehrsdichte Operateure vorgenommenen Einwirkungen zeit- und situationsabhängig dargestellt. Alle grün dargestellten Symbole markieren Eingriffe durch gegebene Informationen. Gelbe Symbole markieren eine ausgesprochene Warnung oder Empfehlung, rote Symbole markieren die auf der höchsten Dringlichkeitsstufe per Verfügung (Instruction) durchgeführten Einwirkungen in Verkehrssituationen.

Es ist zunächst erkennbar, daß alle Operateure mehrere als gefährlich eingestufte Verkehrssituationen von unterschiedlicher Komplexität (Zwei- und Dreischiffssituationen; Überholungen und Begegnungen auf kreuzenden Kursen) gleichzeitig bearbeiten können. Es wurde von allen Operateuren auf alle Situationen mindestens einmal eingewirkt. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Situationseinschätzung und -einwirkung durch die Gruppe der "reviererfahrenen" Operateure ohne implementierte Annäherungswarnung erfolgte.

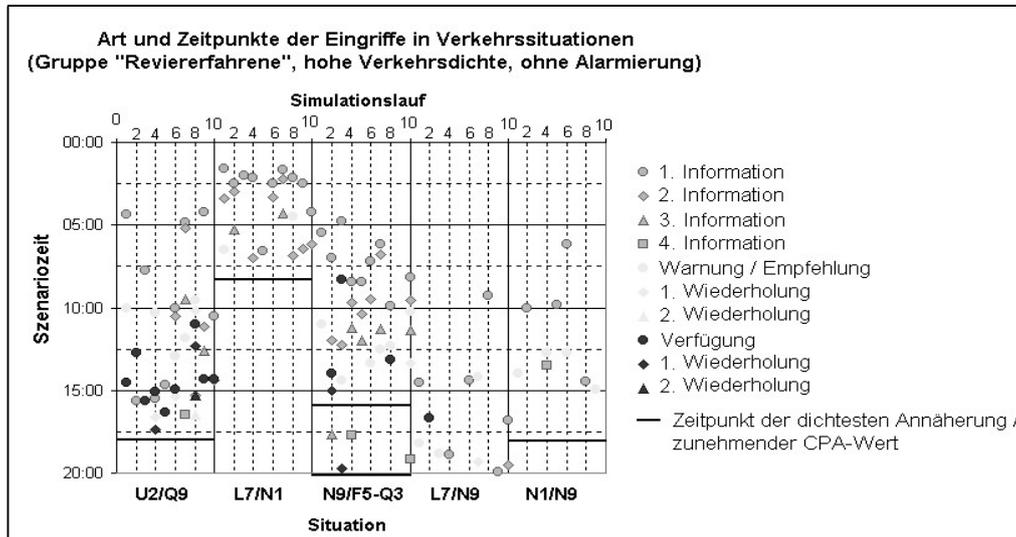


Abbildung 2: Eingreifenspektrum der Einwirkungen durch VTS-Operateure (Gruppe "Reviererfahrene") in Situationen mit bestehender oder sich entwickelnder Kollisionsgefahr während des Verkehrsszenarios mit hoher Verkehrsdichte ohne Alarmierungsfunktion

Alle dargestellten situationsabhängigen Eingriffe beziehen sich im ersten Simulationslauf auf die Vermeidung von Kollisionen bzw. zu dichten Annäherungen. Im Gegensatz dazu reagierten die Operateure beider Gruppen im zweiten Versuchslauf (Szenario mit niedriger Verkehrsdichte) auch auf andere Verkehrssituationen.

Abbildung 3 enthält im Vergleich zu Abb. 2 eine zusammenfassende Darstellung aller durchgeführten Einwirkungen, die durch die Gruppe der "revierfremden" Operateure während des Szenarios mit hoher Verkehrsdichte (bei Unterstützung durch Alarmfunktion) erfolgten.

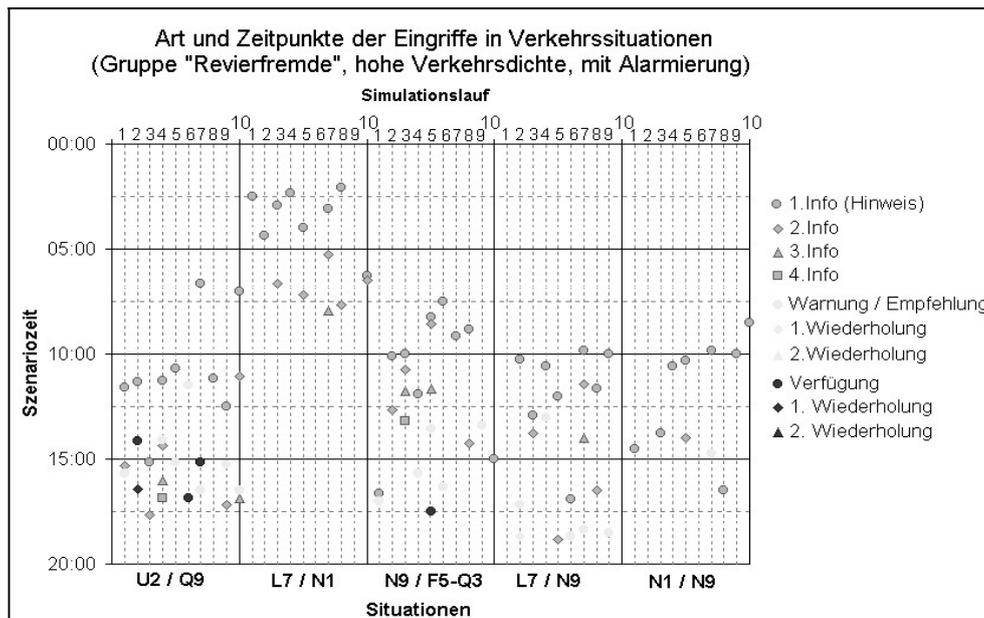


Abbildung 3: Eingreifspektrum der Einwirkungen durch VTS-Operateure (Gruppe "Revierfremde") in Situationen mit bestehender oder sich entwickelnder Kollisionsgefahr während des Verkehrsszenarios mit hoher Verkehrsdichte und implementierter Alarmierungsfunktion für gefährliche Annäherungen

Die angeführten Beispiele verdeutlichen das relativ breite Spektrum möglicher landseitiger Eingriffe in bestimmte Verkehrssituationen. Dabei existiert eine große Bandbreite sowohl für die Eingreifzeiten allgemein als auch für die jeweils zeitabhängig verwendeten Einwirkungsformen. Diese Bandbreite wirkt sich jedoch nicht negativ auf das Versuchsergebnis aus, da nicht beabsichtigt war, eine spezielle und ggf. zu favorisierende Lösung zu finden. Es sollte vielmehr ein erster Anhaltspunkt für eben dieses existierende Spektrum beruflicher Meisterschaft von VTS-Operateuren bestimmt werden.

3.3 Zeitliche Abhängigkeiten verwendeter Einwirkungsformen

Eine Analyse aller Eingriffe zeigt, daß während des hier durchgeführten Experiments die Gruppe "Reviervtraute" unabhängig von der implementierten Alarmierungsfunktion und auch unabhängig von der Verkehrsdichte in den betrachteten Verkehrssituationen häufiger einwirkten als die Gruppe "Revierfremde". Eine Ausnahme bildet lediglich die Kreuzungssituation der von Süden nach Westen laufenden Radarziele L7 und N1 mit dem von Nord kommenden N9. Vermutlich entschieden die "reviererfahrenen" Operateure in dieser Situation seltener auf Einwirkungserfordernis, weil die Situation dem üblichen Ablauf der in diesem Bereich auftretenden Kreuzungssituationen entsprach.

Ein Vergleich der Einwirkungshäufigkeiten "reviererfahrener" und "revierfremder" Operateure in Abhängigkeit vom TCPA zeigt Abbildung 4. Vergleichend dargestellt sind alle Einwirkungen während des Szenarios mit hoher Verkehrsdichte. Die Summierung der Einwirkungen erfolgte für Abschnitte von jeweils 30 Sekunden.

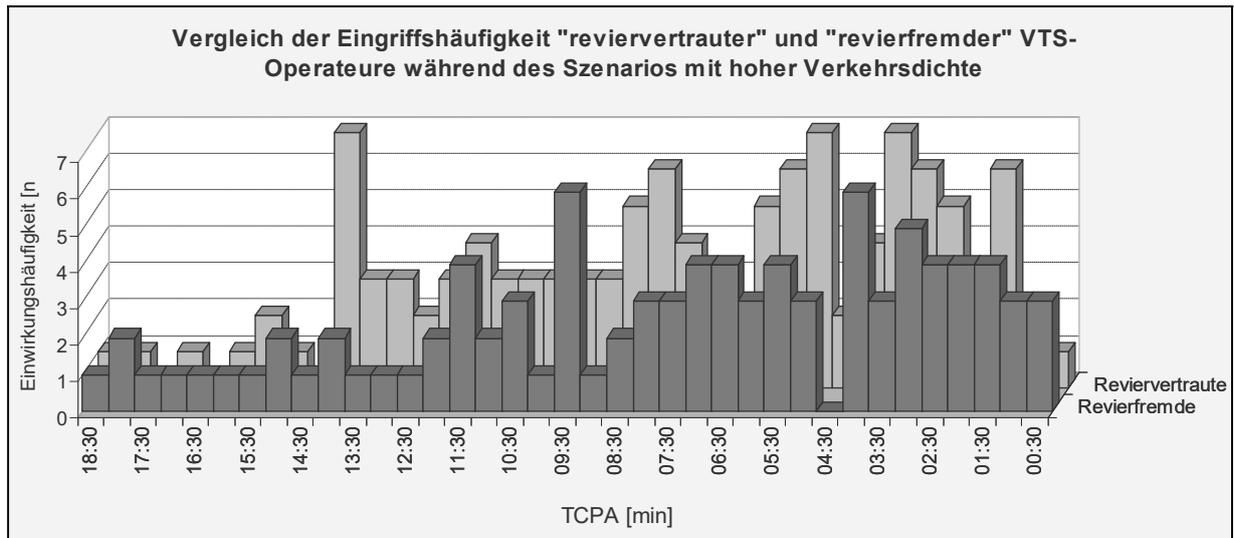


Abbildung 4: Vergleich der Einwirkungshäufigkeiten "reviererfahrener" und "revierfremder" Operateure für das Szenario mit hoher Verkehrsdichte dargestellt in Abhängigkeit vom TCPA

Im dargestellten Beispiel wird auch ersichtlich, daß die Gruppe "Reviererfahrene" in diesem Experiment durchschnittlich früher als die Gruppe der "revierfremden" Operateure in die vergleichbaren Verkehrssituationen eingriff. Mit kleiner werdendem TCPA nahm die Einwirkungshäufigkeit in beiden Gruppe bis zu TCPA-Werten von 4 - 3 min zu. Danach nahm die Eingriffshäufigkeit wieder deutlich ab. Es wurde zwar auch unmittelbar vor dem Erreichen dichter Annäherungen noch versucht durch Aussenden von Informationen zur Vermeidung einer drohenden Kollision beizutragen. Die deutliche Tendenz der abnehmenden Eingriffshäufigkeit deutet jedoch auf eine gewisse Rückzugshaltung der Operateure ab einem bestimmten Eskalationsgrad gefährlicher Annäherungen hin.

Im Gegensatz zur sonst deutlich höheren durchschnittlichen Einwirkungshäufigkeit der Gruppe der "Reviervertrauten" kehrt sich dieser Trend in der letzten Phase der Annäherung ab einem TCPA von etwa 2 - 3 min scheinbar um. Während dieses Experiments griffen "Revierfremde" unmittelbar vor Erreichen der dichtesten Annäherung durchschnittlich etwas häufiger ein.

3.4 Situationsspezifische Einwirkungen zur Vermeidung gefährlicher Annäherungen

Zur Quantifizierung der Eingreifspektren in Bezug auf den Zeitpunkt der dichtesten Annäherung (TCPA) wurde eine situationsspezifische Auswertung vorgenommen. Dazu wurden die Situationen mit den jeweils dichtesten Annäherungen auf kreuzenden Kursen herangezogen. Die Auswertung "erste" bzw. "letzte Einwirkung" erfolgte unabhängig vom gewählten Nachrichtentyp, weil eine Einwirkung nicht in jedem Fall auf der niedrigsten Einwirkungsstufe begonnen und als letzte Einwirkung nicht zwangsweise die Verfügung (Instruction) eingesetzt wurde. Ein Beispiel zeigt die nachfolgende Tabelle.

	"Reviererfahrene"	"Revierfremde"	
erste Einwirkung	Spektrum	14:00 min.. 3:35 min	11:35 min .. 3:05 min
	Mittelwert	9:28 min	7:21 min
Warnung / Empfehlung	Spektrum	8:43 min .. 1:40 min	6:47 min .. 1:45 min
	Mittelwert	3:55 min	2:52 min
erste Verfügung (Instruction)	Spektrum	7:15 min .. 1:55 min	4:05 min .. 1:25 min
	Mittelwert	3:55 min	2:52 min
letzte Einwirkung	Spektrum	3:55 min .. 0:52 min	3:05 min .. 0:35 min
	Mittelwert	2:35 min	1:48 min

Tabelle 4: Parameter des situationsspezifischen Eingreifspektrums für die Kollisionssituation U2 / Q9 während des Szenarios mit hoher Verkehrsdichte

Die ermittelten Parameter der situationsspezifischen Eingreifspektren ergeben einerseits die großen Streuungen sowohl zwischen den konkreten Situationen als auch zwischen den speziellen Szenarien. Andererseits treten auch innerhalb der Gruppen große Bandbreiten erkennbar.

Die Eingreifspektren lassen zwar die dreistufig zunehmende Intensität der VTS-Einwirkungen erkennen, scheinen aber wegen der großen und sich außerdem überschneidenden Bandbreiten auch die teilweise zufällige Wahl eines zeitlichen Eingriffs und des jeweils verwendeten Nachrichtentyps vermuten. Die mehrstufige Einwirkungsintensität drückt sich offensichtlich auch durch die z.T. mehrfache Wiederholung bereits ausgesendeter Nachrichten aus (siehe Abbildungen 2 und 3).

Die Auswertung der Eingreifspektren deutet darauf hin, daß bei allen Operateuren eine vergleichbare Grundhaltung für die Situationseinschätzung und auch für das zeitabhängige Einwirken zu existieren scheint. Bei zunehmender Komplexität der Verkehrssituation können davon jedoch Abweichungen auftreten, weil u.a. für die Situationserfassung und -bewertung mehr Zeit erforderlich ist. Bei "revierfremden" Operateuren sind die Abweichungen im Vergleich zu den "reviererfahrenen" größer. Das ist möglicherweise auf die aus den verschiedenen Aufgaben im täglichen Betrieb resultierenden unterschiedlich ausgeprägten und unterschiedlich trainierten Fähigkeiten zurückführbar.

Die mittleren Zeiten für erste Einwirkungen während des Szenario mit niedriger Verkehrsdichte, können im Vergleich zu dem in [H&B 96] vorgeschlagenen Grenzwert von TCPA = 18 min, ab dem ein Kollisionsrisiko als bestehend anzunehmen wäre, auch als Bestätigung angesehen werden. Die oberen Grenzen des zeitlichen Spektrums erster Einwirkungen scheinen außerdem ein Anhaltspunkt dafür zu sein, daß Operateure sofern möglich auch im strategischen Bereich einer Annäherungssituation einwirken.

4 Zusammenfassung

Mit den hier durchgeführten Untersuchungen und den dabei erzielten Ergebnissen wurden u.a. erste quantitative Aussagen zur Situationserfassung und Einwirkung in Konfliktsituationen durch VTS-Operateure gewonnen. Es wurden erste tendenzielle Aussagen zu den aufgestellten Untersuchungstheseen geliefert.

Zur Beschreibung der Eingreifspektren und Grenzwerte für die Verwendung verschiedener Verbindlichkeitsstufen eines beabsichtigten Einwirkens wurden Basisdaten ermittelt. Dabei traten während des Experiments innerhalb der Gruppen große Bandbreiten sowohl hinsichtlich der verwendeten Einwirkungsart und -häufigkeit als auch hinsichtlich der zeitlichen Abhängigkeit auf. Ein Quervergleich der Ergebnisse beider Gruppen zeigt, daß sich die Abweichungen zwischen den Gruppen bei abnehmender Verkehrsdichte verringern. Hinsichtlich des Einflusses verbesserter Annäherungswarnungen auf die VTS-Einwirkungen deuten die Ergebnisse des Experiments darauf hin, daß die Einwirkungen "revierfremder" Operateure durch eine ausgelöste Annäherungswarnung initiiert werden. "Reviervertraute" Operateure griffen in die durch einen Alarm angezeigten Situationen z.T. erheblich früher ein, womit zumindest die Situationseinschätzung der Operateure bestätigt wurde. Während des Experiments wurde keine der als gefährlich eingeschätzten Annäherungssituationen - insbesondere die zusätzlich implementierte Kollisionssituation - übersehen und immer mindestens einmal eingewirkt. Eine bessere Unterstützung der Operateure durch die Verwendung situationsabhängiger Alarmschwellwerte scheint daher möglich.

Mit dem hier angestellten Experiment wurde auch eine Grundlage für weiterführende detailliertere Untersuchungen mit einem VTS-Simulator geschaffen.

5 Literatur und Referenzen

[Bal 97]

Baldauf, M.:

Traffic situation assessment and shore based risk recognition. in: Soares, C.G. ed., Advances in Safety and Reliability Vol. 2 pp. 893-900. 17.-20. June 1997

[BOS 96]

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (Hrsg.):

FK "Taurus", MS "Winfield" Kollision in der Deutschen Bucht. in: "Entscheidungen des Bundesoberseeamtes und der Seeämter", Heft 7/94, Hamburg 1994

[Deh 96]

Dehmel, T.:

Dienste und Maßnahmen einer Verkehrszentrale. Abschlußbericht zu LOS 2 der Verkehrstechnischen Untersuchungen zur Weiterentwicklung von Schiffsverkehrs-Sicherungssystemen, Hochschule Wismar, FB Seefahrt Warnemünde, 3.12.1996

[K&B 95]

Kühn, R.; Baldauf, M.:

Auswertung von Seeverkehrsdaten in nationalen VTS-Revieren. in Schiff&Hafen, Heft 11/95; Hamburg 1995

[H&B 96]

Hilgert, H.; Baldauf, M.:

A common risk model for the assessment of encounter situations on board ships. in Zhao, J. et al (ed.): Maritime Collision and Prevention. Chiavari Publishing, Surrey, England 1996, Proceeding on the International Conference on Preventing Collision at Sea, in Dalian, China 22-25 September 1996

[IMO 97]

P. Trenkner (Chairman) et al:

IMO-Vessel Traffic Service (VTS) Standard Phrases. Part II/6 of the IMO Standard Marine Communication Phrases (SMCP)-MSC/Circ. 794, IMO-Working Group on SMCP, London 1997

[Sze 94]

Szech, D.:

Erfahrungen in der Kollisionsverhütung durch die Revierzentrale Wilhelmshaven. in: DGON (Hrsg.): "Weiterentwicklungen, Möglichkeiten und Grenzen von VTS", Vortragsband des VTS-Symposium '94, Cuxhaven, 26./27.4.1994

[Wie 98]

Wiersma, E; Mastenbroek, N.; Wulder, H.J.:

SATEST: The 1997 Rotterdam Experiment on VTS Operator Performance. in: Proceedings of the 7th IFAC/IFIP/IFORS/IEA-Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Man-Machine Systems. Kyoto 16.-18. September 1998

Das Lotsenkonzept für einen effektiven und sicheren Ostseeverkehr

Kapt. Dipl.-Jur. Konrad Michaelis

ehem. Ältermann der Lotsenbrüderschaft WIROST

Bei der Bearbeitung des Themas wurde klar, daß die räumliche Vorgabe "Ostseeverkehr" den Rahmen zu weit gesteckt hat. Insofern bitte ich um Verständnis, wenn ich mich im folgenden auf den Bereich "Westliche Ostsee" beschränke und, wegen der besonderen Aktualität, dabei der Wegeführung in der Kadet-Rinne etwas mehr Aufmerksamkeit widme.

Eine weitere Abgrenzung ist zu den Revierlotsdiensten erforderlich. Diese werden ausschließlich innerhalb der Grenzen des Küstenmeeres eines Küstenstaates ausgeübt. Ihre Rechtsnatur basiert auf den dort geltenden Anforderungen an die Verkehrssicherheit und den Umweltschutz. Sie sind beispielsweise in der Weise geregelt, daß für bestimmte Schiffsgrößen Lotsannahmepflichten festgeschrieben sind. Dabei findet das Schutzinteresse des Küstenstaates im Hinblick auf sog. Gefahrgutschiffe eine deutlich restriktive Ausgestaltung. So sind z.B. Tanker mit einer Länge > 60m und einer Breite > 10 m lotsenannahmepflichtig!

Die nördlichsten Lotsenannahme- und abgabepositionen befinden sich 6,6 sm von der Küste entfernt auf 54° 17,2' N. In diesem Bereich ist die Verkehrssicherheit durch Lotsen und Überwachung durch die Verkehrszentrale gesichert.

Weitere 6 sm nördlich beginnt aber bereits der Verkehrsweg für Gefahrgutschiffe aller Art, die von Westen die Kadetrinne ansteuern. Nicht überwacht und nicht lotsenannahmepflichtig. Das Schutzinteresse des Staates hat in diesem Bereich noch keine völkerrechtlich greifende Wirkung weil sich diese Schiffe außerhalb der Hoheitsgewässer der BRD, in der sog. AWZ befinden. Unabhängig davon stellt sich diese Situation verkehrssicherheitsmäßig als Anachronismus dar.

Dieser Sachverhalt ist den Schiffahrtskundigen hinreichend bekannt.

Die Öffentlichkeit an unserer Küste, die Umweltverbände, Tourismusverbände, Bädervereinigungen, Naturschutzverbände und Schiffahrtsexperten werden jedoch auf Dauer nicht hinnehmen, daß sich Gefahrgutschiffe praktisch vor unserer eigenen Haustür unkontrolliert bewegen können.

Wenn also Revierlotsdienste nicht einsetzbar sind, ist zu prüfen welche Lotsendienste außerhalb der seewärtigen Grenzen eines Küstenstaates, in den AWZ und dem noch ordnungsrechtlich freien Raum der Ostsee möglich sind.

Dazu muß man etwas auf die jüngere Geschichte der Schiffahrt in der Ostsee eingehen.

Bereits in den ersten Jahren des 11. Weltkrieges war ein großer Teil der Hauptschiffahrtswege in der Ostsee mit Minen verseucht. Eine ganze Reihe von Schiffswracks behinderten in der Nachkriegszeit die sichere Ansteuerung von Häfen und Reeden. Der kalte Krieg produzierte in einigen Ländern sehr restriktive Grenzsicherungsmaßnahmen. Es gab Kommunikationsprobleme in alle Richtungen. Der überseeische Schiffsverkehr nahm bereits Ende der 40-er Jahre an Anzahl und Schiffsgröße zu.

Diese Faktoren bewirkten, daß bereits zu dieser Zeit in der Ostsee sog. Überseelotsen auf der Basis freier Vertragsgestaltung, einzeln oder in Gruppen organisiert, Lotsendienste von Grenze zu Grenze der Territorialgewässer durchführen.

Dabei ist es wichtig festzustellen, daß die Anforderungen an diese Dienste "nur" der Sicherheit des Schiffes und der Ladung dienen. Allgemeine Verkehrssicherheit auf den minenräumten Zwangswegen sowie von Kollisionen und Grundberührungen ausgehende Gefahren für die Umwelt waren zu diesen Zeiten kein öffentliches Thema.

Über die spätere Umwertung der Zwangswege in sog. Kollisionsschutzwege änderte sich diese Betrachtungsweise erst in den 70-er Jahren. Die Auswirkungen des Krieges waren beseitigt aber es entstand ein neues Gefahrenpotential, das ganz allgemein als Verschmutzungsgefahr der Meere durch die Schiffe und deren Gefahrgutladungen definiert wurde und wird.

Auf politischer Ebene wurden erstmals neue Schutzinteressen diskutiert. Deutlich intensiviert durch einige spektakuläre Tankerunfälle. Auch Fachleute meldeten sich zu Wort.

Ein Ausdruck dieser Entwicklung war die 1979 in's Leben gerufene BPAC (Baltic Pilotage Authority Commission), eine Organisation der Lotsenverwaltungen der Ostseeanliegerstaaten. Eine ihrer ersten Aktivitäten war die Verabschiedung von "Mindestanforderungen für die Ausbildung und die Arbeitsbedingungen der Überseelotsen in der Ostsee".

Seit dieser Zeit stehen ausgebildete und lizenzierte Überseelotsen in den Haupthäfen der Ostsee in ausreichender Anzahl zur Verfügung (Folie 1 und 2). Damit befindet sich das Überseelotswesen, international anforderungsgerecht, qualitativ auf einer deutlich höheren Stufe.

Durch die IMO-Resolution A. 480 (XII) von 1981 wurde dieses der internationalen Schifffahrt bekanntgegeben mit der Empfehlung, im Bedarfsfall nur diese "Deep Sea Pilots" in Anspruch zu nehmen.

Man hatte also erkannt, und die BPAC formulierte das im Juni 1985 noch einmal deutlich, daß ein Überseelotse die Sicherheit der Navigation und den Schutz der marinen Umwelt erheblich verbessern kann in dem die Risiken, die bei einer hohen Verkehrsdichte von Schiffen mit gefährlicher Ladung ausgehen, ganz entscheidend minimiert werden.

Die Arbeit eines Überseelotsen an Bord, so die Aussage damals, verstärkte das Navigations-team. Sachgerechter muß man heute sagen, daß dieses Team sich in den letzten Jahren bedauerlicherweise zu einem "one man team" entwickelt hat, was wiederum deutliche Rückschlüsse auf die Qualität der Navigation zuläßt und den Einsatz eines Überseelotsen noch notwendiger erscheinen läßt.

Hervorgehoben wird in diesem Zusammenhang auch, daß in einem Konfliktfall die erforderlichen Not- und Sofortmaßnahmen durch einen besser und effektiver gehandhabt werden können (Unfallmanagement).

Die Empfehlungen der IMO richteten sich zunächst an alle Schiffe mit einem großen Tiefgang, an Kapitäne, die relativ selten in die Ostsee kommen und an beladene Öltanker, Gastanker und Chemietanker.

Die IMO-Resolution A. 620 (15) v. Nov. 1987 betont noch einmal die Bedeutung der Wechselbeziehung von sicherer Navigation und dem Schutz der Umwelt. Die Resolution wird auch erstmals präziser (Folie 3).

Auf dieser juristischen Plattform stehen wir noch heute. Die Frage ist immer dringlicher zu stellen: reicht sie für die Zukunft aus? Sie ist hinsichtlich der sicheren Navigation von Gefahrgutschiffen in der Ostsee mit einem ganz entscheidenden Fehler behaftet weil sie für den Überseelotseinsatz nur Empfehlungscharakter hat!

Die BPAC führt über 20 Jahre eine ausführliche Statistik der Überseelotsungen aller Länder in der Ostsee. Seit 1990, nicht unbedingt als Folge des politischen Wandels im Ostseeraum, ist die Inanspruchnahme von Überseelotsungen in der gesamten Ostsee deutlich zurückgegangen.

Die Ursachen dafür liegen eindeutig, und gemeinhin unwidersprochen, in dem von Reedern und Charterern aufgebauten enormen Kostensenkungsdruck. Der VDR hat im Mai 1995 klar und deutlich eine Zielsetzung formuliert in der es u.a. heißt, daß die Besatzungsstärke zu reduzieren, die Hafenanlaufkosten zu senken und das landgestützte Reedereimanagement schlank zu machen ist.

Trotz moderner Kommunikationsmittel und Navigationshilfen wird daher zwangsläufig der physische und psychische Druck auf die Schiffsführungen in unangemessener Weise erhöht.

Hinzu kommen die Einführung von STCW '95, ISM-Code und ISO-Certification um deren Einführung herum schon eine beachtliche Administration gewachsen ist. Inspektionen, Kontrollberichte, das Studium der umfangreichen "manuals" nehmen bis zu 70 % der Zeit der Hafendurchläufe in Anspruch. Originäre Schiffsführungsaufgaben treten damit logischerweise in den Hintergrund und konterkarieren die beabsichtigte Verbesserung der sicheren Schiffsführung.

Chartererwechsel (sehr häufig) bei Gefahrgutschiffen bewirken einen Inspektionsmarathon, dem das letzte Glied in der Kette maritimer Verantwortlichkeiten nahezu unterstützungslos ausgeliefert ist. Nach solchen Hafenliegezeiten beginnt für in der Nord- und Ostsee eingesetzte Schiffe die Revierfahrt, die beispielsweise in Ventspils beginnend, in Rotterdam endet.

Viele der in den Hafenliegezeiten nicht erledigten Aufgaben werden auf See, auch während der Seewache, weitergeführt mit dem Ergebnis, daß die Konzentration auf navigatorische Schwerpunkte beeinträchtigt ist.

Eine gründliche nautische Reisevorbereitung mit der Orientierung auf Schwerpunkte und der Festlegung wie navigatorisch schwierige Passagen sicher zu befahren sind, nicht mehr durchgeführt. Nautische Warnnachrichten für bestimmte Seegebiete (Folie 4) werden übersehen.

Technologische Zwänge, verursacht durch Zeitdruck, lassen der Schiffsführung kaum Handlungsspielraum für eine sichere und umweltgerechte Schiffsführung.

Was sich also prima facie negativ für unseren Berufsstand darstellt, nämlich die relativ häufigen Grundberührungen, Kollisionen, Beinahekollisionen und sonstigen Schiffsschäden mit Auswirkungen auf die Umwelt, sind auf diese vorgenannten Ursachen zurückzuführen.

Insofern zielt die immer wieder vorgetragene These, daß ca. 80 % aller Seeunfälle auf subjektives Fehlverhalten zurückzuführen sind, an der wahren Ursachenbestimmung vorbei und ist viel zu oberflächlich gehalten.

Ich bin bewußt noch einmal ausführlicher auf die Problematik einer sicheren Schiffsführung eingegangen weil ich der Meinung bin, daß sich diese Zustände mittelfristig nicht ändern werden.

Die Kapitäne haben bedauerlicherweise keine Lobby, um die Schaffung besserer Voraussetzungen für eine sichere Schiffsführung zu erstreiten. Mit anderen Worten: von der praktizierenden Schifffahrt sind keine Impulse für die allgemeine Verkehrssicherheit zu erwarten.

Insofern wird man andere Wege gehen müssen, um die Gefahr von Umweltschäden von den Küsten Mecklenburg-Vorpommerns und der Westlichen Ostsee abzuwenden.

Wir wissen, daß die Schweden bereits 1997 bei Helcom einen Antrag gestellt haben, für bestimmte Schiffsgrößen mit Gefahrgut in der gesamten Ostsee eine Lotsenannahmepflicht einzuführen und dafür ebenfalls feste Routen zu bestimmen. Hintergrund ist der zunehmende

Ölexport aus baltischen und russischen Häfen, den die Schweden mit ca. 20 Mio Tonnen p.a. analysiert haben. Das Öl wird mit internationaler Chartertonnage und Schiffsgößen von etwa 120 000 tdw transportiert, die in engen Stellen und auf flachem Wasser schwer zu manövrieren sind.

Dieser "Ölstrom" tritt ab einer Linie Kap Arkona - Moen in den Trichter Westlichen Ostsee ein und muß danach das Nadelöhr Kadet-Rinne passieren. Spätestens mit Passage der genannten Linie ist im Konfliktfall mit einer akuten Bedrohung der maritimen Schutzgebiete, Fischgründe, Biosphärenreservate und Strände zu rechnen.

Die Lotsenbrüderschaft Wismar-Rostock-Stralsund vertritt die Meinung, daß als erster Schritt in Richtung präventiven Umweltschutzes für die Ostsee westlich der Linie Kap Arkona - Moen folgende Maßnahmen durchgeführt werden sollten.

1. Einführung einer Lotsenannahmepflicht für Gefahrgutschiffe nach näherer Größenbestimmung und alle anderen Schiffe mit einem Tiefgang > 12m.

Das diese Maßnahmen nach dem Seerechtsübereinkommen von 1982 nicht einseitig durchgeführt werden können, ist klar. Als erster Schritt in Richtung Billigung durch die IMO ist der Konsens mit Dänemark herzustellen, da die Dänen dem gleichen Bedrohungspotential ausgesetzt sind wie wir.

Inzwischen wird auf breiter Ebene die Meinung vertreten, daß Gefahren für die Umwelt, die in einer AWZ ihren Entstehungsausgang haben, auch dort von den Anliegerstaaten mit allen zeitgemäßen Rechtsmitteln präventiv verhindert werden müssen. Geltendes Völkerrecht kann aus rechtsformalen Gründen ein berechtigtes öffentliches Schutzinteresse von zunächst zwei Nationen nicht blockieren.

Das 8. Rostocker Seerechtsgespräch im November diesen Jahres hat über die Rechte in einer AWZ Interessante Thesen diskutiert.

Die praktische Durchführung des Überseelotsendienstes in der Westlichen Ostsee wird z.Zt. von den Lotsenbrüderschaften NOK 11 (Kiel) und WIROST (Rostock) sowie den Dänen durchgeführt.

Da erfahrungsgemäß für diese Maßnahme den deutschen Lotsen Eigennutz unterstellt wird, weise ich darauf hin, daß die Hauptlast dieser Dienste von den dänischen Lotsen zu absolvieren ist. Sie sind auf der Strecke Bornholm –Großer Belt und v.v. bereits jetzt tätig.

Wir (LB WIROST) können zusätzlich eine Lotsenversetzposition ca. 15 sm nördlich der Gellenansteuerung bedienen, um von dort durch die Kadet-Rinne bis in den südlichen Großen Belt zu lotsen.

2. Einführung einer festen Route für alle Gefahrgutschiffe und Schiffe mit einem Tiefgang > 9 m.

Mit dieser Maßnahme ist eine deutliche Änderung der Wegführung südlich und östlich von Gedser verbunden (Folie 5).

Wenn die Gefahr, die von den großen tiefgehenden Schiffen ausgeht, reduziert werden soll, muß diesen Schiffen ein klarer Weg vorgegeben werden. Gegenwärtig haben wir die Situation, daß der DW 17 in Höhe To 72 als beidseitig betontes Fahrwasser abbricht. Die Überleitung in ein Verkehrstrennungsgebiet setzt falsche Prioritäten für den Verkehr. Oberstes Ziel muß es sein, den tiefgehenden Verkehr in einem beidseitig und vor allem übersichtlich betonten Fahrwasser weiterzuführen.

Das bedeutet im Einzelnen:

- Das bisherige Verkehrstrennungsgebiet wird in der gegenwärtigen Form aufgelöst.
- Der DW 17 wird, beidseitig betonnt, durchgeführt bis in Höhe To 69.
Er verjüngt sich auf 0,95 sm anstelle der 0,4 sm auf einem Weg.
- Die Tonnen W 69 bis W 72 müssen weggenommen werden, um Verwechslungen mit der roten Seite des DW 17 zu vermeiden.
Im Bereich der Tonnenposition W 71 ist eine Untiefentonne zu positionieren.
Diese Maßnahmen sind eine dänische Angelegenheit.
- Inwieweit südlich und östlich des neuen DW 17 eine durch Tonnen markierte Wegeführung für die nach Osten laufende Schifffahrt weiterhin erforderlich ist, wird bezweifelt.
Auch hier können auf deutscher Seite Tonnen ersatzlos eingezogen werden.

3. Kontrollen der Gefahrgutschiffe in den Abgangshäfen.

Es ist immer wieder zu beobachten, daß Schiffe mit veraltetem Seekartenmaterial und auch nur mit Überseglern die Ostsee befahren. Damit kann natürlich in solchen schwierigen Seegebieten wie z.B. der Kadet-Rinne nicht sicher bzw. gar nicht navigiert werden.

Im Rahmen der Hafenstaatkontrollen müssen zunächst alle Gefahrgutschiffe in den Abgangshäfen der Ostsee kontrolliert werden ob die Seekarten (incl. ECDIS) und Seehandbücher für das sichere Navigieren einen aktuellen Berichtsstand haben.

Sind geeignete Seekarten nicht an Bord bzw. nicht berichtet, ist das Auslaufen zu untersagen.

Diese nautische Ausrüstung ist eine Grundvoraussetzung für jede Art von Seefahrt! !

Es bezeichnend für den allgemeinen Zustand der Schifffahrt in diesen Zeiten, daß solche schlecht ausgerüsteten Schiffe überhaupt noch zur See fahren.

4. Für die Passage des DW 17 ist den Gefahrgutschiffen ein fester UKW-Sprechfunkkanal zuzuweisen, der im Bereich der Kadet-Rinne ständig zu überwachen ist. Die VZ Warnemünde scheint dafür am besten geeignet.

5. Beim Einsatz von Überseelotsen sind diese zusätzlich mit PPU auszurüsten, einer autonom arbeitenden ECDIS.

Vor einer abstrakten technokratischen Bewertung des aufgezeigten Problems in der Weise, daß man in dem Einsatz von AIS-Transpondern ab 2008 das Allheilmittel für eine sichere Navigation sieht, ist ausdrücklich zu warnen.

Aufwendige landgestützte Überwachungssysteme mit dem Ziel den Verkehr in der Kadet-Rinne zu lenken, sind kosten- und personalintensiv und dem Steuerzahler nicht zu vermitteln. Es sollten in der Öffentlichkeit ebenfalls keine überzogenen Erwartungen geweckt werden in der Weise, daß Ölbekämpfungsfahrzeuge im Konfliktfall sämtliche Umweltschäden vermeiden können. Diese Fahrzeuge können auch nur bei guten Seegangsbedingungen ihre Aufgaben erfüllen.

Für einen Konfliktfall muß nach unserer Auffassung folgender Personenkreis vor Ort zur Verfügung stehen:

- 1 Nautiker, der Erfahrung in der Schiffsbergung hat
- 1 Schiffsmaschineningenieur, der in der Lage ist, schnell Pump- und Lenzsysteme zu beherrschen
- 1 Vertreter der zuständigen Schifffahrtsbehörde
- 1 Vertreter der zuständigen Umweltschutzbehörde

Entscheidend ist jedoch die Prävention solcher Konfliktfälle!

Wir gehen davon aus, daß die hier vorgeschlagenen Maßnahmen dafür den entscheidenden Beitrag liefern können.

Folie 1

Example of Baltic deep-sea pilot identity card

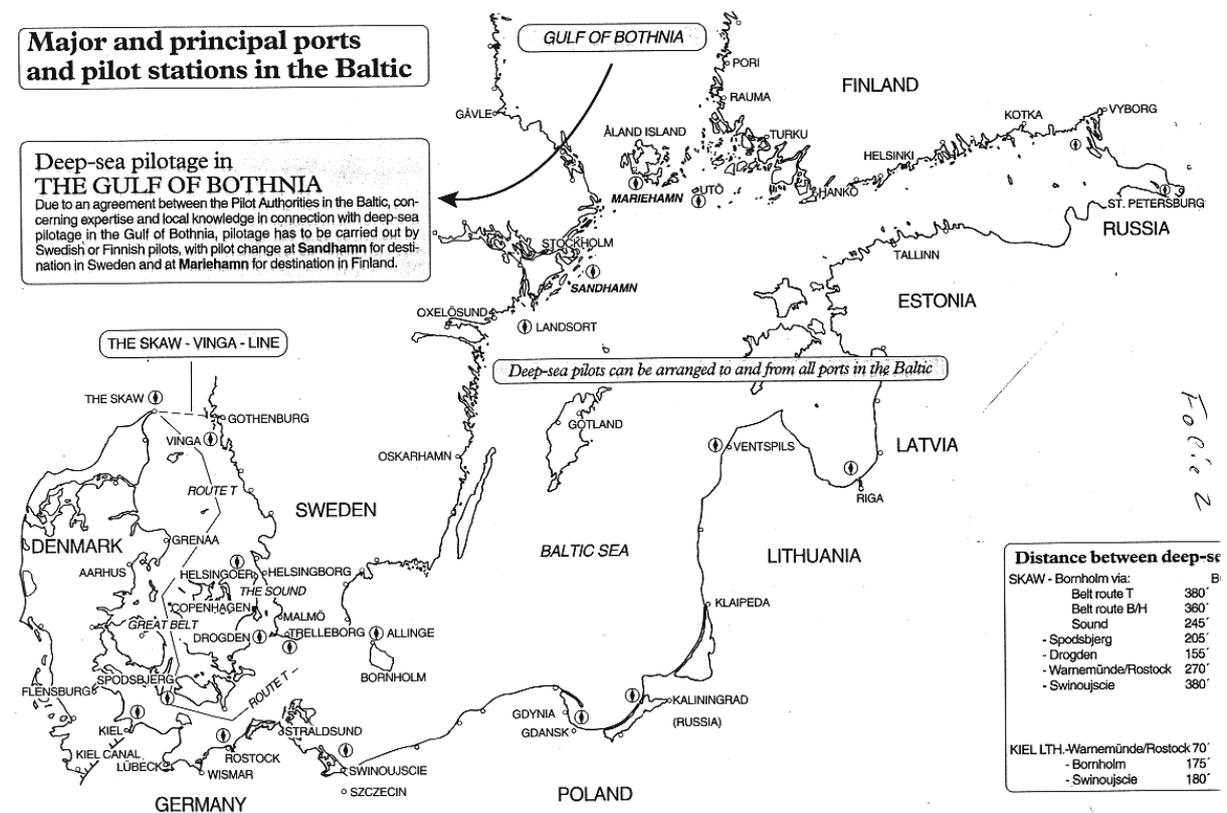
Name and logo of the issuing authority:

	Country _____
	Deep Sea Pilot Identity Card
	No.: _____
Date of issuing: _____	
Issuing Authority: _____	
Signature of the issuing authority _____	Seal _____
Mr. _____	
Surname and Christian name _____	

Place and date of birth _____	
Is licensed to act as a Deep Sea Pilot in the Baltic. All authorities involved are requested to render him aid in the pursuance of his duties.	
Signature of the pilot _____	

This Certificate - **The Red Card** - is the only valid document to state that a deep-sea pilot is qualified to perform deep-sea pilotage in the Baltic Sea.

Folie 2



Folie 3

IMO recommendations (Baltic sea)

Navigation through the entrances to the Baltic sea, (Resolution A. 620 (15), Nov.1987).

The Assembly,

Recalling Article 15(j) of the Convention on the International Maritime Organization concerning the functions of the Assembly in relation to regulations and guidelines concerning maritime safety and the prevention and control of marine pollution from ships,

Being aware of the close relationship between safety of navigation and the prevention of pollution from ships,

Noting that, owing to the risk of grounding or collision and the strong sea current, the navigation of large ships through the entrances to the Baltic Sea constitutes a potential danger of pollution of the entrances and of the entire Baltic Sea area,

Noting also that ships carrying radioactive materials constitute a potential danger of pollution of the entrances to the Baltic Sea and a potential hazard to international shipping,

Noting further that, at several places, the entrances to the Baltic Sea are difficult to navigate,

Taking note of

- (a) resolution 5: on intentional pollution of the sea and accidental spillages adopted by the International Conference on Marine Pollution, 1973,
- (b) resolution A. 159 (ES. IV): - Recommendation on pilotage,
- (c) resolution A. 156 (ES. IV): - Recommendation on the carriage of electronic position-fixing equipment.
- (d) resolution A.339 (IX) - Recommendation on navigation through the entrances to the Baltic Sea,
- (e) the established routing system (route T) through the entrances to the Baltic Sea, Having considered the recommendation made by the Maritime Safety committee at its fifty-third session,
 - 1. Recommends
 - (a) That ships over 40,000 tonnes deadweight, when passing through the entrances to the Baltic Sea, in view of the fact that 17 metres is the max. obtainable depth without dredging in the area north-east of Gedser and that the charted depths, even under normal conditions, may be decreased by as much as 2 metres owing to unknown and moving obstructions, should:
 - (i) not pass the area unless they have a draught with which it is safe to navigate through the area, taking into account the possibility of depths being as much as 2 metres less, than charted, as mentioned above, and additionally taking into account the possible changes in the indicated depth of water caused by meteorological or other effects;
 - (ii) participate in the ship reporting system (SHIPPOS) operated by the Government of Denmark; and
 - (iii) exhibit the signal prescribed in rule 28 of the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, 1972, in certain areas in the Store-Baelt (Hatter Rev, Vengeancegrund and in the narrow route east of Langeland) when constrained by their draught;
 - (b) That ships with a draught of 13 metres or more should, furthermore:
 - (i) be equipped with a VHF radiotelephone installation capable of operating on appropriate frequencies;
 - (ii) have on board suitable electronic position-fixing equipment to make use of hyperbolic, systems providing sufficient position-fixing accuracy for navigating in these areas;
 - (iii) use for the passage the pilotage services locally established by the coastal States; and
 - (iv) be aware that anchoring may be necessary owing to the weather and sea condition in relation to the size and draught of the ship and to the sea level and, in this respect, take special account of the information available from the pilot and from radio navigation information services in the area;
 - (c) That, irrespective of size or draught, ships carrying a shipment of class 7 radioactive materials, as specified in paragraph 9.5.2 of the introduction to class 7 of the International Maritime Dangerous Goods code (IMDG code), should:
 - (i) participate in the ship reporting system (SHIPPOS) operated by the Government of Denmark;.
 - (ii) be equipped with a VHF radiotelephone installation capable of operating on appropriate frequencies; and
 - (iii) use for the passage the pilotage services locally established by the coastal states.
 - 2. Revokes resolution A.339 (IX)

Folie 4

Beilage zum NfS-Heft 36/2000
Enclosure to Nfs-Edition 36/2000

Sichere Navigation in der Kadetrinne (Kadetrenden)
Warnung

Tiefgehenden Schiffen wird empfohlen, sich in der Kadetrinne genau an den Tiefwasserweg sowie im anschließenden Verkehrstrennungsgebiet "South of Gedser" dicht an der Trennzone zwischen den Verbindungslinien der Leuchttonnen W 72A und W 71A bzw. 72 und 71 zu halten und solange auf SW-Kurs zu bleiben, bis das Gedser Rev in sicherem Abstand passiert ist.

Die Kadetrinne ist 15 sm lang und 3 sm breit mit 20 bis 30 m Wassertiefe. Sie beginnt etwa 5 sm S-lich von Gedser Rev und verläuft NNO-wärts, annähernd 1 sm am Gedser Rev vorbei. In der Rinne sind einige Stellen mit 12 bis 19 m Wassertiefe, s. beigefügten Kartenausschnitt. Etwa 50 000 Schiffe passieren jährlich die Kadetrinne auf dem Weg in die östliche Ostsee und umgekehrt.

Gedser Rev erstreckt sich von Gedser Odde mit Wassertiefen von etwa 5 bis 10 m 8 sm SO-wärts bis an das Verkehrstrennungsgebiet in der Kadetrinne heran. Das Riff besteht aus einem an vielen Stellen durch tiefe Rinnen unterbrochenen Rücken aus Kalkstein, bedeckt mit Sand und kleinen Steinen. Das Riff fällt besonders an der NO-Seite steil ab und ist daher schwer anzuloten.

Winde, die über dem Nordsee- und Ostseeraum aus den Richtungen Südwest über Nordwest bis Nordost wehen, erzeugen einwärts setzende O-liche und NO-liche Strömungen. Bei Winden aus Nordost über Ost bis Südwest setzt die Strömung nach Südwesten. Im Frühjahr ist die Strömung am stärksten, sie verringert sich im Sommer und steigt von Herbst zum Winter wieder an. Bei stürmischen Ost- und Westwinden kann die Strömung 3 bis 4 sm/h erreichen. Die Strömung setzt quer über das Gedser Rev.

Der **Tiefwasserweg** (DW 17 m) durch die Kadetrinne beginnt SO-lich von Møn und ist bis zur Einmündung in das **Verkehrstrennungsgebiet "South of Gedser"** sind mit Leuchttonnen bezeichnet. Der **Weg T** (15 m) beginnt W-lich des Verkehrstrennungsgebiets "South of Gedser". Sowohl der Tiefwasserweg als auch das Verkehrstrennungsgebiet sind von der IMO angenommen. Der Tiefwasserweg, die Trennzone und die Einbahnwege des Verkehrstrennungsgebiets sind durch Leuchttonnen bezeichnet. Die tiefe Rinne für die SW-wärts fahrenden, tiefgehenden Schiffe liegt westlich der Trennzone und ist durch die Leuchttonnen W 72A und W 71A bezeichnet

Während der letzten 10 Jahre sind 12 Schiffe in der Kadetrinne festgekommen. Ursächlich für das Festkommen war eine fehlerhafte Navigation und die Nichteinhaltung der in den amtlichen Seekarten ausgewiesenen Tiefwasserrinne. Vor allem die Grundberührungen der Tanker und großen Massengutfrachter mit Tiefgängen über 11 m machten deutlich, daß sich die Schiffsführungen nicht an den Verlauf der tiefen Rinne gehalten haben.

In dem Rundschreiben der IMO SN/Circ. 210 vom 10. März 2000 wurde die internationale Schifffahrt auf die Betonungsänderung in Hinblick auf eine sichere Durchfahrt für tiefgehende Schiffe hingewiesen.

(BMVNW LS23)

Folie 4a

*** Ostsee. Empfehlung der Kommission der Lotsenverwaltungen.**

(1/99 Wiederholung)

Die Kommission der Lotsenverwaltungen der Ostsee empfiehlt

- a) Kapitänen von Schiffen, die durch ihren Tiefgang behindert sind,
- b) Kapitänen von Schiffen, die nicht in einem der Ostsee-Anrainerstaaten registriert sind und selten das betreffende Gebiet befahren, und
- c) Kapitänen von beladenen Öl-, Gas- und Chemikalientankschiffen - unabhängig von ihrer Größe -,
und sich auf dem Weg zu oder von einem Hafen an der Ostsee befinden, sich der Dienste eines von der zuständigen Behörde eines Ostsee-Anrainerstaates zugelassenen Überseelotsen zu bedienen.

(BMVBW LS 24) 1/2000

*** Baltic Sea. Passage of Kadetrinne with deep-draught vessels. Warning.**

(see NfS 47/99)

Due to a number of groundings in the 10 to 12 m zone of Gedser Rev, deep-draught vessels are recommended to use carefully the deep-water route in Kadetrinne, to stay close to the separation zone (SE of the Y light-buoy S 71) within the following TSS "South of Gedser" and to steer a south-westerly course until Gedser Rev has been passed in a safe distance.

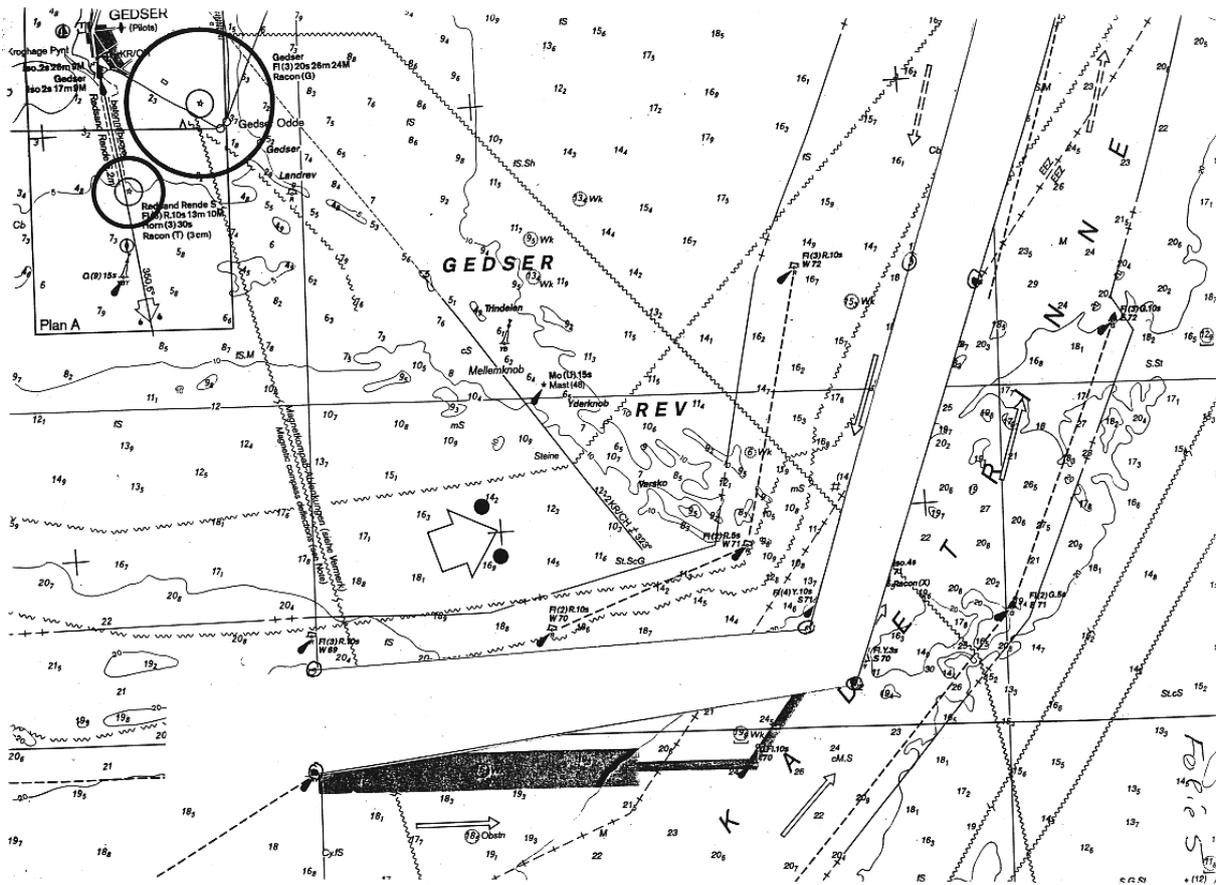
(BSH N31) 1/2000

S. 265. Unter Zeile 32 füge hinzu (ersetzt die Berichtigung im Nachtrag):

"W a r n u n g. Eine Reihe von Grundberührungen auf den 10 bis 12m tiefen Ausläufern des Gedser Revs geben Anlass zu der Empfehlung, dass tiefgehende Schiffe sich in der Kadetrinne genau an den Tiefwasserweg sowie im anschließenden Verkehrstrennungsgebiet "South of Gedser" dicht an der Trennzone (SO-lich der gelben Leuchtonne S 71) halten und solange auf SW-Kurs bleiben sollen, bis das Gedser Rev in sicherem Abstand passiert ist."

(BSH N22) 3/2000

Folie 5



PERSPEKTIVEN DER SCHIFFSFÜHRUNG

Ergebnisse im Projekt FAVECO - Antikollisions- und Strandrungsverhütungssystem für schnelle Schiffe

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Müller
Hochschule Wismar, Fachbereich Seefahrt

Kurzfassung

Beim Einsatz schneller Schiffe hat sich in der Navigation bei hohen Annäherungsgeschwindigkeiten der Fahrzeuge das Impuls-Radar als alleiniger Sensor für die Kollisions- und Strandrungsverhütung als nicht ausreichend erwiesen. Auch die benutzten Bedienoberflächen, wie auch insgesamt die Mensch-Maschine-Schnittstelle berücksichtigen nicht die oft sehr kurzen Reaktionszeiten für das Manövrieren bei diesen Fahrzeugen.

Im Projekt FAVECO wurden Anzeigen von Impuls- und eines neuartigen FMCW-Radars als gemeinsame Sensoren für die Kollisionsvermeidung versuchsweise auf der Schnellfähre "Delphin" installiert und ausgewertet. Angehängt wurde ein im Projekt entwickelter Bahnprädiktor für schnelle Schiffe. Auf der Basis der Sensordaten und ECDIS-Informationen wurden Ausweichbahnen gegenüber festen und bewegten Zielen erzeugt und zur Anzeige gebracht.

Eine Koppelung der Steuerausgaben des Bahnprädiktors an das Ship Control Center SCC eines Fahrzeuges wurde am Maritimen Simulationszentrum (MSCW) in Warnemünde untersucht und erprobt.

Eine audiovisuelle Bedienoberfläche für die relativ schnellen Prozesse der Kollisions- und Strandrungsverhütung wurde entworfen.

1. Introduction

High Speed Craft (HSC) has been gaining importance world-wide. Vessels with rates of up to 40 knots have become more common (e.g. London-Amsterdam, Holyhead-Dublin, Skagen-Larvik, Hirtshals-Kristiansand, Rostock-Trelleborg, Rostock-Gedser). Reducing the travelling time has become crucial for ferries in order to attract customers and remain competitive.

The use of HSC's is not limited to ferry shipping. In the field of conventional navigation, feed time has also been increasing in importance. The first orders for fast ships for freight transport are to be expected in the near future.

Currently, fast ships are still equipped with conventional navigation systems. Due to the ship's own maneuvering potential, encountering targets can be regarded as motionless, and suitable avoidance actions are thus easy to determine. Conflicts of encountering HSC's will become more frequent in the near future.

2. Problems

In an encountering situation between HSC's, the tasks of target detection, the target's tracking and deduction of own maneuvers are concentrated into a short time. The technical support of traditional navigational equipment is currently insufficient for collision and grounding avoidance. Existing problems lie in the areas of automatic target acquisition and in the procedure of target tracking (including small targets). The available trial mode (see Diagram 1), based on ARPA procedures, is inadequate for own-ship track prediction. The handling of the trial function requires too much time and concentration of the officer on watch OOW. The use of the trial mode results in a variation of the own-ship's speed vector for finding a first maneuver in a ship-ship conflict. An automatic generated complete track prediction including back to the previous track is not available.

However, if several fast vessels are running in one sea-area, the potential risk of collision increases enormously. Encounter situations between vessels with approach velocities of up to 140 km/h can occur. The navigating officer must select and interpret information in a limited amount of time after having received the data. He is under enormous time pressure which could lead to a false decision (due to the stress that may develop) during the planning of avoidance maneuvers.

The project FAVECO's goal, in which the DaimlerChrysler Aerospace Ulm, TT-Line Travemünde and the Wismar University are involved, is to improve the mentioned technical inefficiencies. The project is sponsored by the Federal Ministry for Education, Science, Research, Technology and Building and supported by German Lloyd.

In order to guarantee safety and efficiency of the future maritime traffic, a reorientation is necessary for both the selection of navigational equipment and in the control concept.

The research and development project "FAVECO" was launched to improve safety in two aspects:

- Look Ahead Function for decision support in collision avoidance
 - analysis of encounter situations
 - graphic indication of the area available to perform maneuvers
 - simulation of the developing encounter situation with dissolution of
 - conflicts
- Improvement of the radar-technical navigation sensors
 - testing the application of FMCW radar technique in shipping
 - (detection of poorly reflecting targets in the close-ahead-area)

3. Testing the application of FMCW-Radar technique in shipping

In co-operation with the project partners DaimlerChrysler Aerospace and TT-Line, the possibilities of using a frequency scanning FMCW-Radar (FMCW=Frequency Modulated Continuous Wave) technique with a high scanning rate in shipping are examined. A first testing

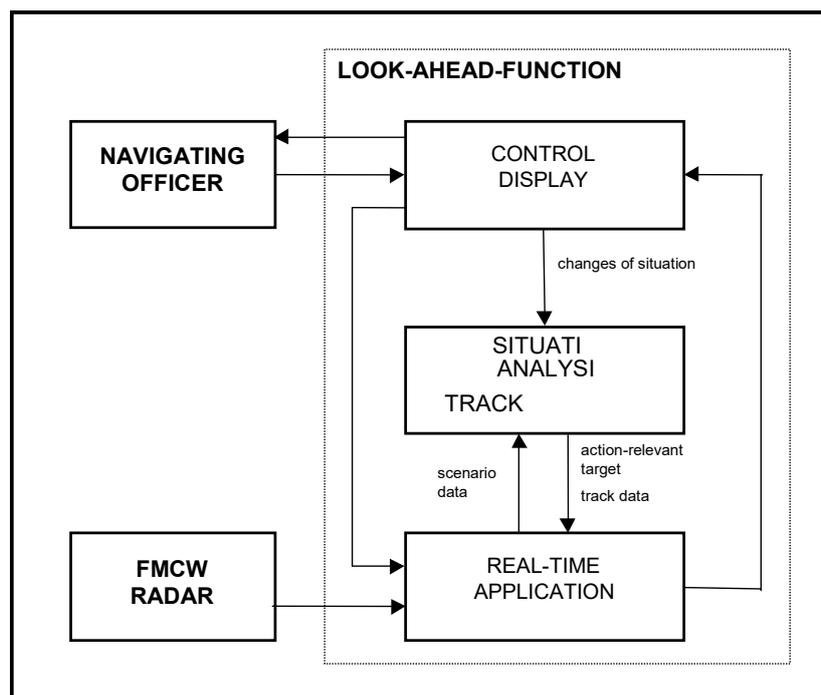
aboard HSC "Delphin" was carried out in September '98 and June '99 (see diagram 4). On the basis of recorded radar-raw-data the tracking algorithms are presently being optimized. The goal set to be reached in radar development is the automatic detection of targets, including small targets, and the implementation of a stable target tracking.

Conclusion:

An improved target detection of small targets and a qualified target tracking, especially in short distances, are the prerequisites for a meaningful track prediction during a ship-ship confrontation. A future overlapping of impulse and frequency scanning FMCW radar's would be a sensor technical pre-requirement for an advisory aid for collision avoidance of HSC's.

4. Look Ahead Function

On the basis of radar data, the analysis of traffic conditions is executed and - in the case of an existing collision danger - possible avoidance maneuvers are calculated. These are characterized by observing both the laws (COLREG 72) and the rules of good seamanship. The continuous display of a spectrum of complete avoidance tracks enables the navigating officer to make maneuver decisions safer, faster and more competent.



Schematic Structure Of The Look Ahead Function

The integration of the Look Ahead Function into the bridge equipment requires no additional monitor to be installed. The relevant functions of the control display are to be merged into existing ARPA technique (e.g. as substantial improvement of the trial mode offered at present).

Applied radar data

The analysis of the surrounding situation of the own-ship is executed using the following radar data, which is supplied by ARPA systems as appropriate standard NMEA data records (RAOSD, RATTM):

Ownship

- Course
- Speed

Acquired Targets

- Bearing
- Range
- Course
- Speed

Further parameters necessary for the situation evaluation, which accord with COLREG'72, are derived from this data. Thus, the quality of the avoidance tracks produced by the Look Ahead Function depends solely on the accuracy of the radar information.

The radar data can be simulated by a situation track generator for test purposes. This generator was developed in order to produce an immense number of encounter scenarios (randomly), to simulate the movement of the targets in real time and to supply the necessary NMEA data records for the interface.

Additional input modes

If the OOW has information which has not been detected by the sensors, he can actively intervene in the situation analysis by inputting additional data, e.g.:

- Visibility conditions
default: good visibility;
- Status according to Rule 18 COLREG '72 (ownship and targets)
input only with good visibility conditions;
default: power-driven;

Development of collision avoidance tracks

The generation of collision avoidance tracks is executed by applying mathematical and computer methods based on artificial intelligence.

The algorithms analyses an encountering situation (if a risk of collision exists in accordance with COLREG 72) and produce three solutions, which correspond to different nautical strategies for collision avoidance:

- Strategy 1: Course alterations prior to speed alterations (see diagram 3a)

In this situation an avoidance track is favored, whose introduction is characterized by a preferred course alteration. After dissolution of conflict(s), the return to the origin track is included. In open waters this maneuver corresponds to good seamanship.

- Strategy 2: Speed alterations prior to course alterations (see diagram 3b)

This strategy produces a maneuver track, which realizes the minimum passing distance to all targets with preference given to speed alterations. In several cases the exclusive use of speed alterations is not successful (e.g. targets on opposite courses). Additional course alterations are considered for track generation (combined maneuvers).

Especially in restricted waters, the navigating officer will include the results of this strategy into his decision.

- Strategy 3: Remaining passive as long as possible (see diagram 3c)

The avoidance track generated following strategy 3 shows the last possible maneuver sequence in order to pass all targets at a safe distance. However, this proposed maneuver should not be mistaken under any circumstances for the compulsory action valid for a stand-on vessel (Rule 17 (b) COLREG).

Contrary to strategy 1, this maneuver does not often correspond to good seamanship. The suggested avoidance action should be considered as the worst possibility of all existing solutions (Rule 8(a) COLREG), and due to the long period of passivity very hard maneuvers are necessary.

For this reason, the solutions of strategy 3 are not to be interpreted as advisable.

Instead of remaining passive, the comparison of tracks 1/2 and 3 gives the navigating officer a general view of the decreasing maneuver quality. Furthermore, the time fund and included maneuver alternatives are indicated.

In encounter situations with existing course keeping obligation, the navigating officer is informed accordingly, tracks are not offered.

As soon as it becomes apparent that the give-way vessel is not taking appropriate action in compliance with COLREG '72, an acoustic message is given and avoidance maneuvers are generated and displayed.

Validity period of tracks

For generating avoidance tracks, the simulated maneuver start is extrapolated one minute into the future. Thus, the navigating officer has sufficient time for interpretation and inclusion of the displayed solutions into his avoidance decision.

The remaining validity period is indicated by a time beam counting down the 60 seconds. At lapse of the time interval or in case of intermediate occurrence of relevant data changes, the tracks are recalculated and displayed accordingly.

Real-time behavior

During operation the received target data is analyzed every 20 seconds. In case of target movement alterations, it is checked whether the avoidance tracks displayed are still valid or whether a complete re-valuation is necessary.

Relevant interventions of the navigating officer (e.g. modifications of the view conditions or the minimum closest approach) always cause an immediate new analysis of the encounter situation.

Dynamic display of generated maneuvers

There is the possibility to graphically simulate the future development of the encounter situation by selecting a track alternative. In absolute vector presentation the own-ship-track is built up step by step, while the target vectors move over the display accordingly.

In this way, the future passage steps with additional dissolution's of conflicts are well illustrated, the navigating officer receives very important information for planning avoidance maneuvers.

Technical data of the tested Radar (modifications possible)

Principle	FMCW + 2-D frequency scanning
Center frequency	34,3 GHz
RF bandwidth / video bandwidth	1.8 GHz / 600 kHz
Transmission power (effective)	0.5 W
Antenna Beamwidth (azimuth)	1°
Range encoding	6.6 m
Scanning angle (azimuth)	40°
Update frequency	15 Hz
Instrumented Range	20 m - 3.5 km
Detection of humans in calm sea	up to 3 km
RF-unit dimensions W*H*D / weight	80 * 44 * 18 cm ³ / 15 kg (approx.)
Power supply RF-UNIT	230 V~ or 28 V= / 100 W (approx.)
Power supply Processing	230 V~ or 28 V= / 300 W (approx.)



Generierung eines linearen Schleppanhangmodells für Zwecke der horizontalen Bahnregelung eines geschleppten Unterwassergeräteträgers

Dipl.-Ing. Holger Korte

Institut für maritime Automatisierungstechnik und Navigation e.V. Warnemünde (MATNAV)

1. Einleitung

Die Bedeutung von Unterwasser- und Offshore-Technologien nimmt stetig zu. Das liegt unter anderem darin begründet, daß eine wachsende Weltbevölkerung im Zeitalter knapper werdender Ressourcen neue Rohstoffquellen erschließen muß. Aber auch das gestiegene Umweltbewußtsein führte zu einem sorgsameren Umgang der Menschen mit ihrer Technik. Insbesondere wenn Umweltschäden durch Materialverluste auf See drohen, werden große Anstrengungen für das Wiederfinden und Bergen der Schadstoffe unternommen. Da viele Sensoren für eine hinreichende Meßgenauigkeit in die unmittelbare Nähe ihrer Meßobjekte gelangen müssen, scheidet oftmals der Einsatz von Schiffen als Meßgeräteträger auf See aus. Dann werden Unterwassergeräteträger zum Einsatz gebracht.

Unterwassergeräteträger gibt es in vielen Ausführungen. Man unterscheidet die beiden Klassen der autonomen Geräteträger (AUV) und der ferngelenkten (ROV). Beide Ausführungsformen haben Vor- und Nachteile, die sich gut ergänzen, so daß je nach Anwendungsfall die eine oder die andere Technik zum Einsatz zu bringen ist. Unter den ROV's gibt es die Sonderform der geschleppten Geräteträger. Diese kommen zum Einsatz, wenn verhältnismäßig große Geschwindigkeiten gefahren werden sollen. Bild 1 zeigt das zu beschreibende System, das mit einer Geschwindigkeit von $u_s=6..10$ kn fahren soll. Eine für solche Systeme hohe Betriebsgeschwindigkeit resultiert aus einer zu erbringenden Flächenleistung.

Die Nutzung eines geschleppten Geräteträgers hat gegenüber frei fahrenden den Vorteil, daß keine eigenen Vortriebsorgane in dem ohnehin nur knapp bemessenen Raum des Geräteträgers untergebracht werden müssen. Die Steuerfähigkeit eines solchen Geräteträgers ist dafür aber stark eingeschränkt und wird wesentlich von Schleppfahrzeug und Schleppkabel bestimmt.

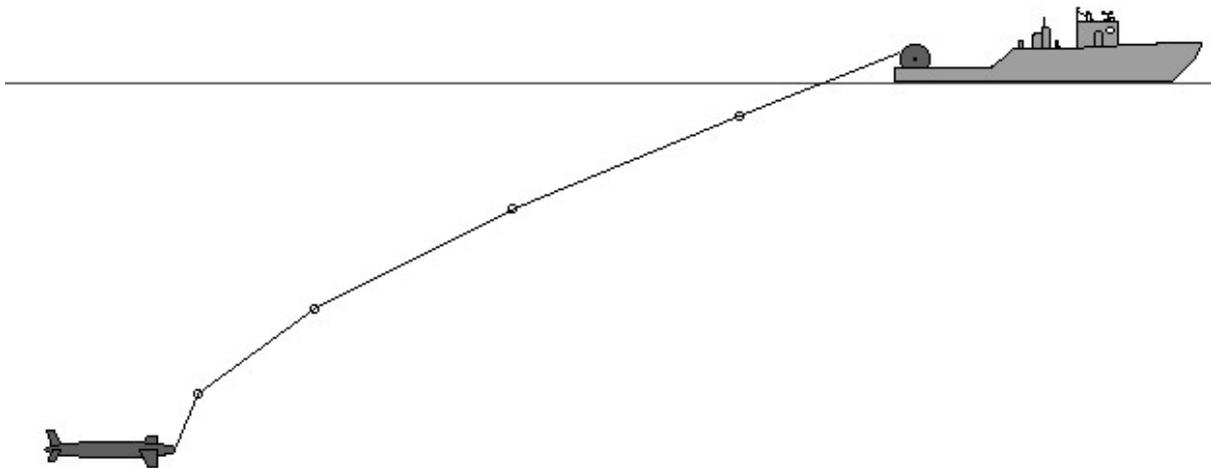


Bild 1. Darstellung des Schleppsystems bestehend aus einem Schleppfahrzeug, $L_{\text{üA}}=25$ m, mit Schottelpropeller, ein über eine Winde in seiner Länge einstellbares Schleppekabel, $L_K=0..400$ m, und einem im Bugbereich befestigten Unterwassergeräteträger, $L_G=4$ m.

Am Geräteträger angebrachte Ruder und Flossen lassen eine nur begrenzte Steuerfähigkeit des Körpers zu. Gerade darin liegt die Besonderheit solcher Systeme, deren Bewegung aus komplizierten Interaktionen der Teilsysteme untereinander hervorgerufen wird.

Für die Konzeption der Steuersysteme, zur Manöverplanung und auch für den Reglerentwurf ist die Kenntnis des Bewegungsverhaltens solcher Systeme von großer Bedeutung. Die nicht-lineare Bewegungsbeschreibung bildet daher neben der Vereinfachung des horizontalen Modells für den Bahnreglerentwurf einen Schwerpunkt dieser Arbeit.

2. Darstellung des Schleppsystems

Das zu beschreibende System stellt sich als ein hydrodynamisch belastetes Mehrkörpersystem dar. Es besteht aus den wesentlichen Baugruppen Schleppfahrzeug, Schleppekabel und Unterwassergeräteträger, wobei das Schleppfahrzeug und der Unterwassergeräteträger als starre Körper und das Schleppekabel als flexibler Festkörper betrachtet wird.

Zur Erhöhung der Manövrierfähigkeit ist das Schleppfahrzeug ($L_{\text{üA}}=25$ m) mit einem achtern angebrachten Schottelpropeller ausgerüstet. Er kann einen Schub von $T_{\text{max}}=21$ kN aufbringen. Ebenfalls befindet sich die Windenanlage zum Aussetzen und Bergen des Schleppanhangs im Heckbereich des Fahrzeuges. Sie dient außerdem zur Einstellung der Kabellänge und zur Ausregelung von Seegangsstörungen. Weiterhin befinden sich auf dem Schleppfahrzeug die Sensoren für seine Positions- und Lagebestimmung, ein Unterwasserortungssystem vom Typ Trackpoint zur Ermittlung der Relativposition des Unterwassergeräteträgers, die Bahnführungs- und Kommunikationsanlagen sowie die Rechneranlagen zur Auswertung der Meßdaten des Geräteträgers.

Die Schleppverbindung zwischen Schiff und Unterwassergeräteträger besteht aus einer flexiblen Kabelverbindung, die über entsprechende Windenmanöver eine Länge von $L_K=0..400$ m annehmen kann. Sie dient außerdem als Kommunikationsmedium zwischen Schiff und Geräteträger und zur Stromversorgung des Geräteträgers.

Der Unterwassergeräteträger mit einer Länge von $L_G=4$ m besitzt achtern ein festes, vertikal angebrachtes Leitwerk zur Stabilisierung seiner Zugrichtung. Ebenfalls achtern, aber vertikal, ist ein symmetrisches, gegensinnig verdrehbares sogenanntes Elevationsruder angebracht, das zur Ausregelung des Rollwinkels dient. Im Bugbereich befindet sich ein gleichsinnig verdrehbares, symmetrisches Wingruder zur Einstellung der Tauchtiefe oder des Bodenabstandes. Im Unterwassergeräteträger sind Meßsensoren und die Regeleinrichtungen für seine Lage und Tauchtiefe installiert.

3. Nichtlineares Bewegungsmodell des Systems

Die Beschreibung der gesteuerten Bewegung von Schiffen erfolgt in der Literatur üblicherweise in 3 Freiheitsgraden an der ungestörten Meeresoberfläche (Majohr, 1985; Nomoto, et al., 1954). Infolge seiner Stabilität in den anderen Freiheitsgraden wirkt das Schiff den Bewegungsanregungen entgegen, so daß diese Annahme gerechtfertigt erscheint.

Die bekannten Gleichungen zur Beschreibung der Längskraft, Querkraft und des Drehmomentes um die Hochachse werden um die Terme erweitert, die den Einfluß des Schleppanhangs auf die Schiffsdynamik beschreiben (1). Die Größen X , Y und N stellen dabei die äußeren Kräfte und Momente infolge der Anströmung des Schiffskörpers und der Rudereinrichtung dar und sind in der Regel nichtlineare Polynome der Bewegungs- und Stellgrößen mit bis zu 35 Einzeltermen.

$$\begin{aligned} m_{xS} \dot{u}_S - m_{yS} r_S v_S &= X - F_{Z_1} \cos(\vartheta_1) \cos(\Psi_S - \gamma_1) \\ m_{yS} \dot{v}_S + m_{xS} r_S u_S &= Y + F_{Z_1} \cos(\vartheta_1) \sin(\Psi_S - \gamma_1) \\ J_{zS} \dot{r}_S &= N - F_{Z_1} \Delta x_H \cos(\vartheta_1) \sin(\Psi_S - \gamma_1) \end{aligned} \quad (1)$$

Das Schleppkabel führt Bewegungen im dreidimensionalen seewassergefüllten Raum aus. Dabei wird angenommen, daß das Meer einer unendlich ausgedehnten, homogenen, inkompressiblen Flüssigkeit gleicht. Das setzt voraus, daß Einflüsse des Druckfeldes des Schleppfahrzeuges und des Propellerstrahls auf die äußeren Belastungen des Schleppanhangs vernachlässigbar sind.

Das Schleppkabel selbst wird als undeformbare, stabförmig strömungsbelastete, schwere Punktmassenkette betrachtet. Dabei wird das Kabel in eine frei wählbare Anzahl von Abschnitten beliebiger Länge unterteilt, die mit einer hinreichenden Genauigkeit dessen Form beschreiben. Die Masse eines jeden Abschnittes wird auf seinen Mittelpunkt konzentriert (Bild 2a). In diesen Punkten wird ideale Biegsamkeit angenommen. Ebenfalls werden alle an den Kabelabschnitt angreifenden Kräfte in den Mittelpunkt verschoben. Die hydrodynamische Belastung eines Abschnittes ergibt sich somit aus der Vektorsumme der aus der

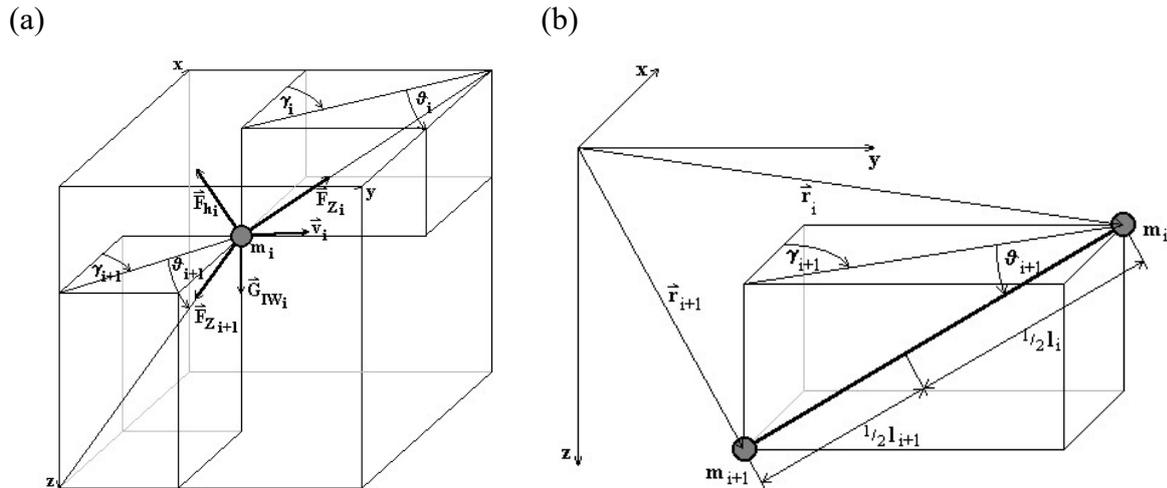


Bild 2. Modellstruktur des Schleppkabelmodells

Kräfte am Kabelement (a)

Position benachbarter Massepunkte im raumfesten Koordinatensystem (b).

entsprechenden Umströmung errechneten Kräfte des oberen und unteren Schenkels (Paschen, 1980). Die Position eines Kabelmasspunktes wird in rekursiver Weise aus der Lagebeziehung im Raum (Bild 2b) ermittelt.

Aus dem dynamischen Grundgesetz (2) lassen sich die achsenbezogenen Kräftegleichungen im Inertialsystem für die einzelnen Kabelemente ableiten. Nach komplizierten mathematischen Umformungen dieser Kräftegleichungen lassen sich die Beschleunigungen des Anstellwinkels Θ_i und des Azimutwinkels γ_i sowie die wirkende Zugkraft F_{Zi} für das jeweilige Kabelement bestimmen, siehe (Korte, 1999).

$$\sum \vec{F}_i = m_i \vec{a}_i \quad (2)$$

Die Schleppkabellänge wird über eine Winde am Heck des Schiffes eingestellt. Um Manöver zur Längenänderung des Kabels realisieren zu können, wurde das obere Kabelement im Simulationsprogramm variabel gestaltet. Zu den Kräftegleichungen des oberen Kabelementes müssen dann noch die Trägheitsterme addiert werden, die sich aus der Längen- und Massenänderung ergeben.

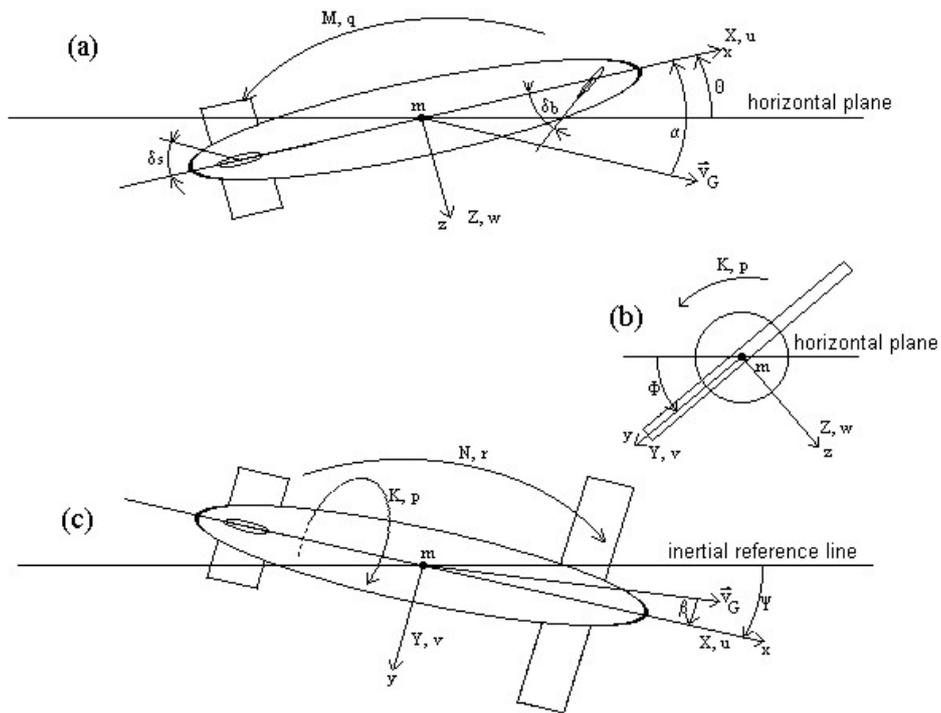
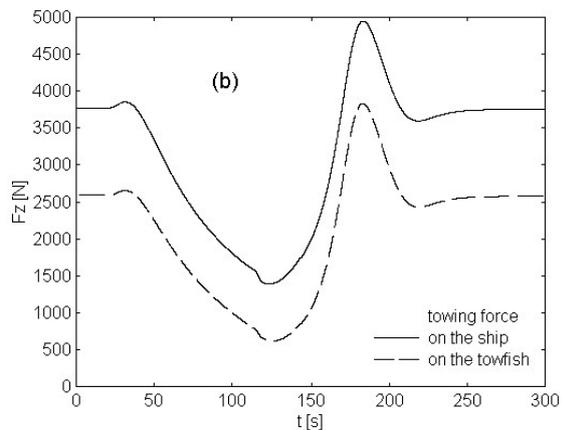
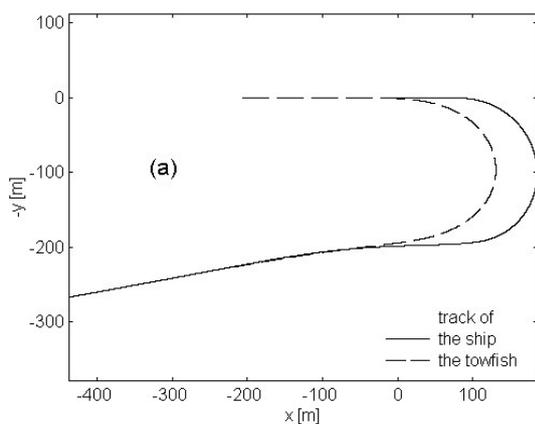


Bild 3. Prinzipskizze des verwendeten Unterwassergeräteträgers, Seitenansicht (a), Vorderansicht (b), Draufsicht (c).

Der Betrag für die Längen- und Massenänderung wird von der Drehwinkelgeschwindigkeit der Windentrommel bestimmt.

Der verwendete Unterwassergeräteträger ist ein starrer Körper in Torpedoform (Bild 3). Die Übertragung der Kräfte zum Schleppkabel erfolgt über einen Bügel, der um die Drehachse der vorderen Wingrunder schwenkbar angebracht ist.

Die Bewegung des Geräteträgers vollzieht sich im Raum in 6 Freiheitsgraden, 3 translatorischen und 3 rotatorischen. Entsprechend werden aus den Impulssätzen 3 Kräfte- und 3 Momentengleichungen hergeleitet, siehe (Fossen, 1994). Analog dem Modell des



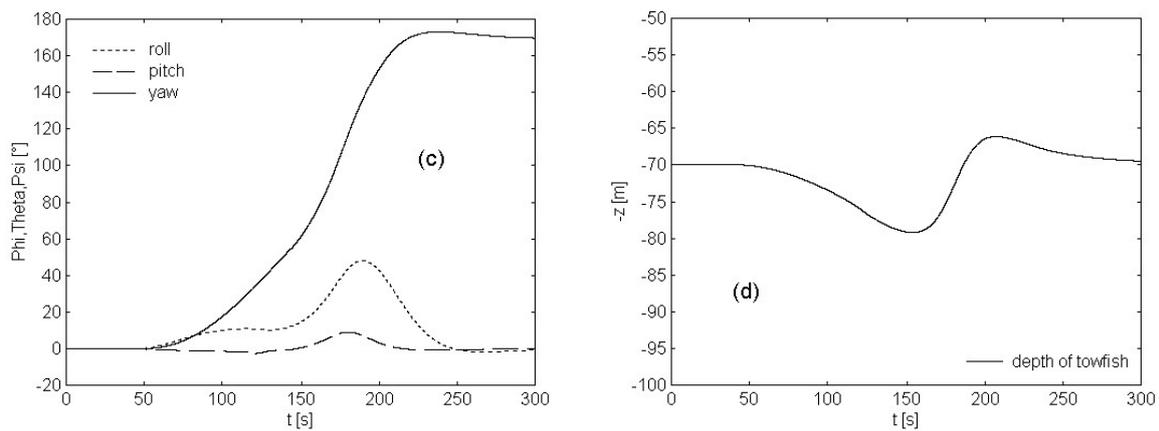


Bild 4. Durchgeführtes Wendemanöver mit einer Ruderlage von $\delta_{RS}=11^\circ$. Die Schleppkabellänge beträgt $L_L=210$ m bei einer Tauchtiefe des Geräteträgers von $z_G=70$ m. Die Schleppgeschwindigkeit beträgt $u_S=10$ kn. Bahnen von Schlepper und Geräteträger (a), Zugkräfte am Schiff und Geräteträger (b), Lagewinkel des Geräteträgers (c), Tauchtiefe des Geräteträgers (d)

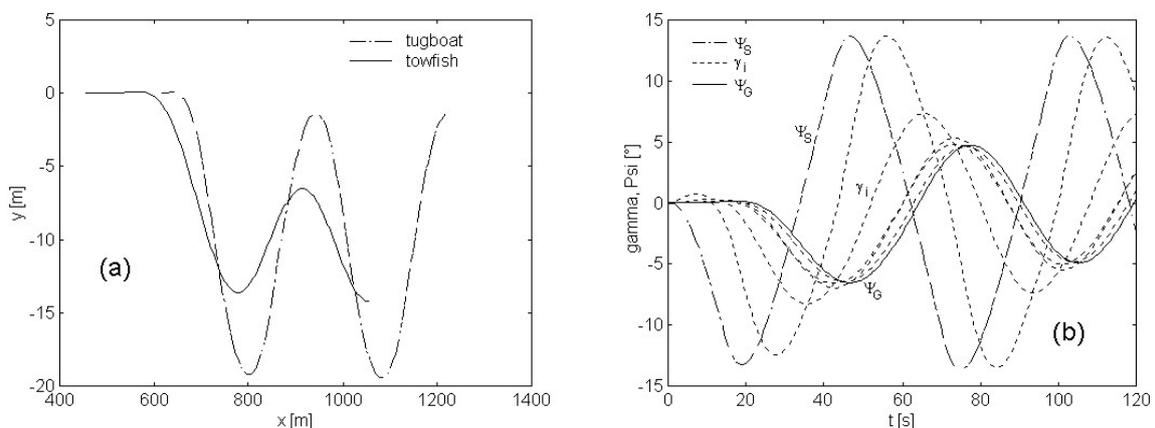
schleppenden Schiffes sind die Kräfte- und Momentengleichungen um die Terme zu erweitern, die die Krafteinwirkung durch das Schleppkabel beschreiben.

Durch die Fesselung des oberen Kabelendes an die Bewegung des Schiffshecks und die Fesselung des Geräteträgerbügels an das Kabelende erhält man das Gesamtbewegungsmodell des Schleppsystems, das als Referenz für einfachere Modelle und als Testbett für den Entwurf von Regel- und Steuereinrichtungen dient. Bild 4 zeigt das Simulationsergebnis eines Wendemanövers für das unregelmäßige System mit 20 Kabelelementen bei einer Schleppgeschwindigkeit von $u_S=10$ kn und einer Ruderlage von $\delta_{RS}=11^\circ$.

In Auswertung des durchgeführten Manövers ist zu erkennen, daß es sich beim Gesamtbewegungsprozeß des Schleppzuges um ein sehr komplexes Bewegungsverhalten handelt. Infolge der Drehung des Schleppfahrzeuges verringert sich zunächst die Geschwindigkeit des Geräteträgers, worauf die Zugkräfte geringer werden und dieser an Tiefe gewinnt. Beendet das Schleppfahrzeug die Drehkreisfahrt, so muß der Geräteträger seine Geschwindigkeit erhöhen. Das führt zu einer Zugkraftehöhung infolge der Beschleunigung und damit zur Aufwärtsbewegung des Geräteträgers. Während dieses Zeitraumes wird infolge des Schleppbügels am Geräteträger ein starkes Rollmoment erzeugt, wie im Bild 4c am Rollwinkel gut zu erkennen ist. Die erhöhte Zugkraft am Schleppkabel wirkt ihrerseits am Schleppfahrzeug und führt zu einer Rückdrehung des Kurses. Dieses Bewegungsverhalten kann mit den Impulssätzen der Mechanik erklärt werden. Mit diesem Modell existiert die Grundlage für vereinfachte mathematische Beschreibungen. Das nichtlineare Simulationsprogramm soll im weiteren als Referenzmodell für die vereinfachten Beschreibungen der horizontalen Bewegungen dienen.

4. Modellvereinfachungen für das horizontale Bahnverhalten

Wichtigstes Ziel der Arbeit ist die Bewegungsbeschreibung des Schleppsystems entlang gerader Suchtracks für einen späteren, hier nicht näher erläuterten Reglerentwurf. Beim durchgeführten Wendemanöver zeigte sich ein sehr komplexes Gesamtverhalten. Für diese Aufgabenstellung sind jedoch nur geringe Abweichungen von einer vorgegebenen geraden Bahn zu erwarten, gerade wenn der Prozeß geregelt wird. Dann ist anzunehmen, daß die Querbeziehungen zwischen den Teilbewegungen in der Vertikal- und Horizontalebene nicht so stark ausgeprägt sind. Eine weitere Entkopplung der Teilbewegungen soll außerdem durch den Einsatz von geräteträgerinternen Reglern für den Rollwinkel und die Nickdämpfung erreicht werden. Daher wurden weitere Testmanöver, sogenannte Z-Manöver, simuliert, die eine nicht zu geringe Bewegungsanregung erwarten ließen. Mit dem lagestabilisierten Geräteträger wurden Z10-Manöver mit einer Ruderlage von $\delta_{RS}=10^\circ$ und verschiedenen Schleppkabelnängen von $L_L=50, 150$ und 300 m gefahren. Bild 5 zeigt am Beispiel des Manövers mit $L_L=150$ m Kabellänge das Ergebnis der Simulation. Die getroffenen Maßnahmen erfüllten die Hoffnungen zur Modellvereinfachung. Die Bewegung in der Vertikalebene zeigte nur geringe Auswirkungen infolge des horizontal eingeleiteten Manövers. Die Tauchtiefen (Bild 5d) und auch die Zugkräfte verhielten sich nahezu konstant während des Manöverzeitraums. Damit bestätigte sich die Herangehensweise der vorgesehenen Teilung der Bewegungsbeschreibung in die Teilbewegungen in der Horizontal- und Vertikalebene, womit die Grundlage für die folgenden Vereinfachungen gegeben war.



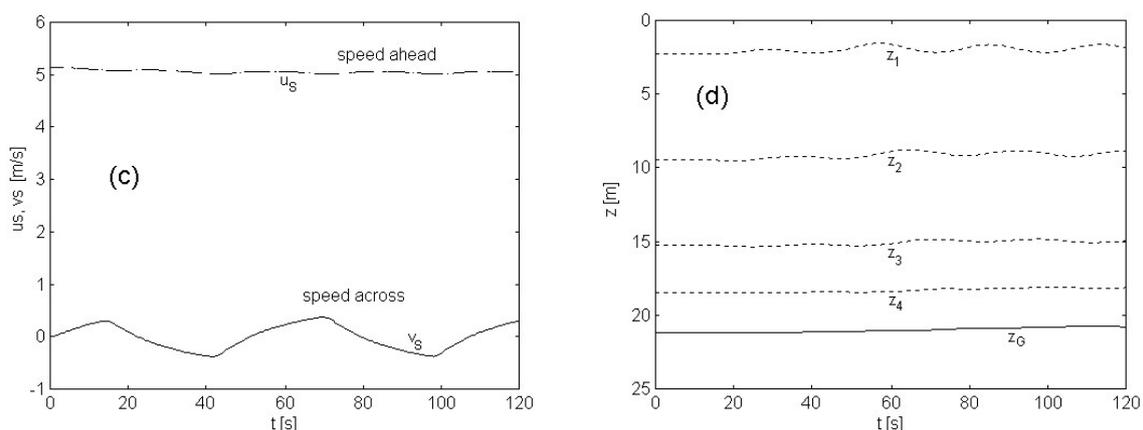


Bild 5. Simuliertes Z-10/10-Manöver mit einer Schleppkabellänge von $L_L=150$ m. Die Schleppgeschwindigkeit betrug $u_s=10$ kn. Bahnen von Schlepper und Geräteträger (a), Kurse und Kabelazimute (b), Geschwindigkeiten am Schlepper (c), Tauchtiefen ausgewählter Massepunkte (d)

Für eine erste Annahme wurde nun das horizontale Verhalten des Schleppanhangs als verzögertes Verhalten 1. Ordnung mit der Übertragungsfunktion nach Gl. (3) angesehen. Das würde etwa der Annahme entsprechen, daß der Schleppanhang ein Einfachpendel sei.

$$F_{L1}(s) = \frac{y_G(s)}{y_H(s)} = \frac{\frac{u_s}{L_{Lh}}}{s + \frac{u_s}{L_{Lh}}} \quad (3)$$

Beim Vergleich mit durchgeführten Einfachpendel-Simulationen mit den nichtlinearen Simulationen unterschiedlicher Kabellängen stellt sich heraus, daß diese Annahme für kurze Kabellängen noch vertretbar war, aber bei größeren Kabellängen erhebliche Unterschiede auftraten. Die Ursache war in der nicht mit der Kabellänge proportional wachsenden horizontalen Durchbiegung zu sehen. Eine durchgeführte worst-case-Betrachtung führte zu folgenden Ergebnissen:

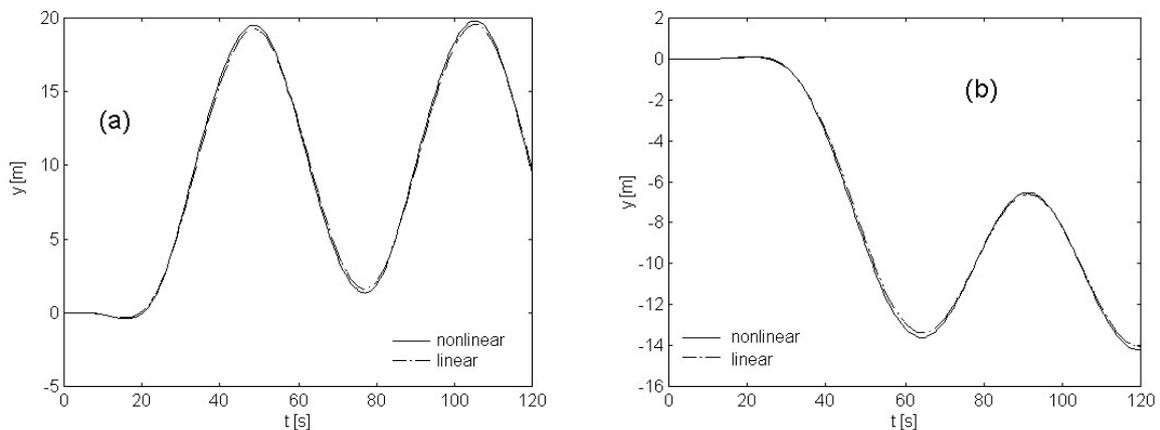
1. Sind die wirkenden hydrodynamischen Querkräfte gegenüber den Zugkräften sehr gering, so folgt der Schleppanhang der Richtung des Zugpunktes. Das Übertragungsverhalten stellt sich dann als ein verzögertes Verhalten 1. Ordnung dar (3).
2. Sind die wirkenden hydrodynamischen Querkräfte gegenüber den Zugkräften sehr groß, so folgt der Schleppanhang der Bahn des Zugpunktes. Dann gestaltet sich das Übertragungsverhalten als Totzeitverhalten. Dieses Verhalten kann durch die Übertragungsfunktion (4) abgebildet werden.

$$F_{Ln}(s) = \frac{y_G(s)}{y_H(s)} = \frac{\left(\frac{n \cdot u_S}{L_{Lh}}\right)^n}{\left(s + \frac{n \cdot u_S}{L_{Lh}}\right)^n} \quad \text{mit } n \rightarrow \infty \quad (4)$$

Das reale Verhalten des Schleppanhangs liegt zwischen diesen beiden Grenzfällen. Die Ordnung n des Übertragungsverhaltens kann aus dem Verhältnis zwischen der Summenzeitkonstante des Schleppanhangs und der Zeitkonstante des Schleppers abgeschätzt werden (Hover und Yoerger, 1992). Die aus den Z-Manövern ermittelten Übertragungsparameter für die unterschiedlichen Schleppkabeln können der Tabelle 1 entnommen werden. Bild 6 zeigt die entsprechenden Simulationsvergleiche zwischen den Bahnverläufen der Geräteträger des linearen und nichtlinearen Gesamtmodells mit sehr guten Übereinstimmungen.

Länge des Schleppkabels L_L [m]	Summenzeitkonstante T_Σ [s]	Modellordnung n []	Zeitkonstante T_{1Li} [s]
50	9.7505	3	3.2502
150	29.0427	4	7.2607
300	58.0983	5	11.6188

Tabelle 1: Identifizierte Parameter der linearen Übertragungsfunktionen des Schleppanhangs mit unterschiedlicher Kabellänge



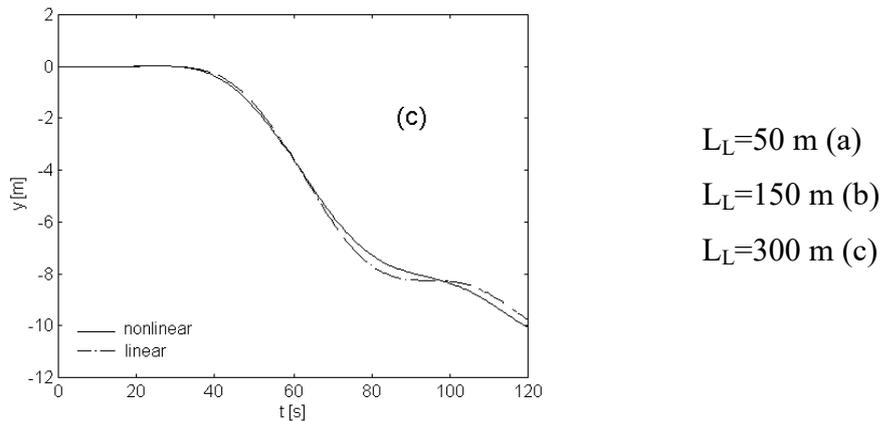


Bild 6. Vergleiche der simulierten Bahnverläufe des Geräteträgers von linearem und nichtlinearem Modell nach Einleitung eines Z10-Manövers bei einer Geschwindigkeit von $u_s=10$ kn.

5. Zusammenfassung

An der Universität Rostock ist ein von den Impulssätzen der Mechanik abgeleitetes mathematisches Modell entwickelt worden, das die Beschreibung der Bewegung eines Systems Schiff-Schleppkabel-Unterwassergeräteträger erlaubt. Auf der Grundlage des physikalisch begründeten Modells wurde ein lineares Modell für die horizontale Bewegung abgeleitet, das für den Reglerentwurf und Simulatoren mit Echtzeitanforderungen geeignet ist. Es konnte nachgewiesen werden, daß das Prinzip der Dekomposition des Gesamtbewegungsprozesses in die Teilbewegungen der Vertikal- und Horizontalebene zulässig ist.

Weiterer Untersuchungsbedarf wird allerdings in der Verifikation des linearen Modells mit Meßergebnissen aus der Praxis besonders mit längeren Schleppanhängen gesehen.

Literaturverzeichnis

- Fossen, T. I. (1994). *Guidance and Control of Ocean Vehicles*, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, UK.
- Hover, F. S., Yoerger, D. R. (1992). Identification of Low-Order Dynamic Models for Deeply Towed Underwater Vehicle Systems, *International Journal of Offshore and Polar Engineering*, Vol. 2, No. 1, S. 38-45.
- Korte, H. (1999). *Modellbildung, Simulation und Bahnregelung eines Systems "Schiff-Schleppkabel-Unterwassergeräteträger"*. eingereichte Dissertation, Universität Rostock.
- Majohr, J. (1985). Mathematisches Modellkonzept für Kurs- und Bahnregelstrecken von Schiffen. *Schiffbauforschung*, Rostock, **Heft 2(24)**, S. 75-89.
- Nomoto, K., Taguchi, T., Honda, K., Hirano, S. (1957). On the Steering Qualities of Ships. *Int. Shipbuild. Progr.*, Rotterdam, **Heft 4**, S. 354-370.
- Paschen, M. (1980). Ein mathematisches Modell zur Untersuchung des Bewegungsverhaltens des Systems Schiff-Schleppnetz. *Schiffbauforschung*, Rostock, **Heft 2(19)**, S. 89-95.

The Challenges of Introducing and Implementing ECDIS-related Technologies in Canada*

Dr. Lee Alexander, Visiting Scientist

Electronic Charts, Canadian Hydrographic Service, Durham, New Hampshire USA

Julian E. Goodyear, Director

*Central and Arctic Region, Canadian Hydrographic Service, Burlington, Ontario
CANADA*

Electronic charts are revolutionizing marine navigation. Although there are no immediate concerns that electronic chart-related technologies will completely replace the traditional paper chart and related publications, the Canadian Hydrographic Service (CHS) has long recognized that this technology is a fundamental breakthrough in safety of navigation with significant advantages to the efficiency of maritime navigation as well. The economic benefits of using ECDIS have been clearly shown in the Great Lakes and St. Lawrence River system of Canada where more than 100 Canadian commercial vessels now use "high-end" Electronic Chart Systems. The owners and operators of these vessels are now looking ahead to using a type-approved Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) that has been certified as meeting the IMO Performance Standards for ECDIS.

For CHS, an organization strongly rooted in the traditional paper chart, the past five years have brought about monumental changes. Without a model to follow, CHS had to re-tool the way it operates in order to respond quickly to the needs and demands of the shipping industry. Designing new digital nautical products required CHS to work closely with the clients and other agencies. In particular, this process required strong partnering arrangements with private-sector companies involved in marine geomatics, ECDIS and ECS manufacturers, ship owners, other government agencies.

This paper describes the history of the electronic chart initiative in Canada, and the efforts of CHS as we progressed painfully through the demands placed on us by impact of electronic chart-related technologies.

Background

In the late 1980's and early 1990's there was a growing interest within the marine industry in Canada and the United States to improve navigational safety. In part, this had been brought on by major oil spills in North America that had raised public awareness of new navigational technologies and systems that could be used to reduce the incidence of marine shipping casualties. Electronic chart technology had been introduced in Canada and Europe through a number of test beds, primarily led by hydrographic offices. Also, the technology was being introduced by the private sector in Canada as a navigational tool for use in the petroleum explora-

* This paper is based on an earlier paper: "Preparing a Hydrographic Office for ECDIS: The Canadian Hydrographic Service Experience," by Julian E. Goodyear, Sean B. Hinds, and Michael J Casey) given at the International ECDIS Conference, 26-28 October 1998, Singapore.

tion industry. During the early 1990's, ECDIS emerged as a promising aid to marine piloting, especially with the widespread introduction of the Global Positioning System (GPS) and the provision of a differential GPS broadcast service for coastal and confined waterways.

In 1991, under its general mandate to promote safe and efficient navigation, the Canadian Hydrographic Service (CHS), the National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA), the Canadian Coast Guard (CCG) and the United States Coast Guard (USCG) began a coordinated effort to test and evaluate this technology. Although the value of electronic chart technology for navigation was recognized, the adoption of ECDIS was somewhat slow due to a dilemma between government and the shipping industry. The government hydrographic offices and maritime administration were reluctant to commit considerable resources before there were demands from the shipping industry. However, the shipping industry was waiting for proven technology and government legislation before embracing this costly and unknown navigational aid. Some action was needed in order to break out of the stalemate. A key element of the strategy involved the demonstration and testing of operational systems. A number of ECDIS systems would need to be deployed for extended periods of time on a variety of ships in different areas across Canada and the USA. Equally important, the hydrographic office needed to experience what was involved in terms of data creation, maintenance and dissemination.

Canadian EC Pilot Project

The focal point of this demonstration program became known as the Canadian Electronic Chart (EC) Pilot Project. The project started in June 1992 when Offshore Systems Ltd. (OSL) was awarded a contract by CHS to use their systems in the "trials." The EC Pilot Project was managed on a team basis between the primary contractor (OSL) and the senior sponsoring agency (CHS). To facilitate the joint nature of the project, CHS assigned a hydrographer to work at OSL for a two-year period. This assignment kept the project on target and facilitated problem solving, particularly in the early and formative stages. Additionally, CHS had direct access to the early users of this technology and could respond to their concerns and impressions. From the OSL perspective, having the CHS Project Manager on site gave direct access to the producers of the data (CHS). For both CHS and OSL, it ensured that potential problem areas were spotted early on, and corrective action taken before costly mistakes occurred or opportunities were missed.

The overall objective of the EC Pilot Project was to establish the necessary government infrastructure required to implement the use of electronic charts in Canadian waters in accordance with the Performance Standards for ECDIS established by the International Maritime Organization (IMO), and the Specifications for Chart Data (IHO S-57), and Specifications for Content and Display (IHO S-52) being developed by the International Hydrographic Organization.

Operationally, the EC Pilot Project became a collection of sub-projects each managed by sub-project managers from their respective CHS Region or participating agency (e.g., NOAA, Canadian Coast Guard, U.S. Coast Guard). Each sub-project manager designed projects using vessels operating in their region. Initially, each request for participation was examined in

terms of available electronic chart and DGPS coverage. Later, once a number of installations had occurred in each Region, the focus shifted to the specific applications. Additionally, each shipboard installation period grew progressively longer.

Each activity in the Pilot Project had its own unique challenges. However, one of the most difficult aspects was the implementation of the Electronic Navigational Chart (ENC) production program. During a period when the Canadian Federal Government was entering into a period of cost reduction, down-sizing and fiscal restraint, CHS was faced with the challenge of producing a new product line.

Partnering

In light of funding pressures and fiscal limitations, it became apparent that the ENC program extended well beyond the capabilities of the existing CHS infrastructure. This became even more evident when market demands escalated. While the collection, management, and distribution of hydrographic data are the responsibility of a national hydrographic office (HO), the EC market demands additional processing, updating and distribution of digital data designed to meet the value-added requirements of users. While some HOs scrambled to establish infrastructure in support of ENC production, some private electronic chart manufacturers were already producing their own data from existing paper charts. Basically, electronic chart manufacturers had grown tired of waiting for the official hydrographic community and, in the absence of official data, moved ahead on their own.

Greater efficiency and the need for resources from new avenues encouraged CHS to pursue new commercial collaborations and a new supplier/client relationship with the private sector. Cooperation between the public and private sectors became critical. Strategic alliances between companies with complementary interests were required to fully develop this stage of growth. The key to success was cooperation. The CHS continued to have the responsibility and mandate to provide certified hydrographic information. However, the private sector was best positioned to respond to the demands of the marketplace.

In 1993, CHS took a bold step and negotiated a cooperative agreement with Nautical Data International (NDI) that established NDI as the mechanism for world-wide marketing and distribution of CHS digital products. The agreement was built on the strategic abilities of both organizations, combining the marketing, production and customizing capabilities of the private sector with the CHS' world-recognized standards for safety and quality assurance. This new infrastructure maximized the development of Canada's private sector expertise in EC technology. NDI sought expertise in all aspects of its operation, including strategic alliance opportunities related to database creation, licensing, distribution and R&D collaboration.

NDI has the sole right and license to market and distribute CHS electronic charts and other digital products, and also as the right to use CHS data to make new products for specific applications. Products are licensed, not sold, to users. Licensing policies and fees are uniform among user groups, and CHS approves the general terms of all license types as well as the fees. NDI makes products available to any user who signs the required license and pay the required fee. NDI returns a portion of the fees to CHS, and provides regular reports to CHS

for audit and other purposes. NDI and CHS cooperate on the issues of production, quality control, and collaborative research and development. Exchange of personnel occurs from time to time, and CHS appoints a CHS-NDI Liaison Officer that is based at NDI.

ENC Production: The Process

Beginning in 1993, CHS was releasing vector files in a format known as NTX. The reasons for this were simple. First, CHS had already used NTX for a decade in its automated cartography system, Computer Aided Resource Information System (CARIS). Second, the IHO S-57 specifications for ENC data, exchange, and updating were still under development. Because CHS had to respond quickly to a shipping industry demands for electronic chart data, there was little time available to develop the ideal model. The early stages of the EC Pilot Project saw much discussion with the shipping industry in order to describe the contents of the data set. The simple digital replication of the paper chart would no longer suffice. Also developed in hand with the NTX Product Specification was the Digital Chart File Standard (DCFS) which described the organization of the digital file including thematic layering, polygon labeling, feature coding, and header content.

CHS and private sector partners such as Universal Systems Ltd. (USL) followed these specifications with research and development directed toward achieving S-57 production capabilities. Like many hydrographic offices, CHS also contributed to the development of international specifications and standards through IMO and IHO working groups and committees. Beginning in November 1996 when IHO S-57 Edition 3.0 was finally released "and frozen", CHS directed resources toward the production of ENCs in a format compliant with this new international standard. However, the complexity of the new object-based S-57 structure was both a curse and a blessing. The curse lies in the enormity of the task at hand, while the blessing lies in the rich potential of the object file to integrate, collate and present a wide spectrum of hydrographic information that was previously impossible on the paper chart or NTX format. The S-57 ENC format finally offered the possibility of a dataset that can provide the mariner information that is contained in number of previously separate publications and documents.

CHS initially thought that NTX files could be the foundation for the conversion to IHO S-57 ENCs. Software was developed that would map NTX feature codes and polygon labels to S-57 objects and attributes. This approach was done for two reasons. First, the comfort level of the cartographer in the manipulation of the NTX data was much higher than with the new tools of S-57 object-based software. Second, the object-based software had not developed the same routines for the editing of the data. After the cartographer reached a comfort level with the new S-57 ENC format, enhancing existing NTX files was no longer be emphasized.

Quality control (QC) issues associated with S-57 ENC production proved to be a difficult issue. The formatting of the ENC in compliance with IHO S-57 was relatively easy to automate. However, checking the 3000-4000 objects in the average ENC file was both difficult and time-consuming. The process includes both object-by-object and attribute-by-attribute checks. Age-old methods of plotting a dataset, and simply performing a visual check is not

sufficient. The layered structure of S-57 object file data requires the use of viewers and queries as part of the QC process.

A New Way of Doing Business

The production of ENC's by CHS has had a dramatic effect on the day-to-day business of CHS. The initial glow from success of the EC Pilot Project soon faded into the reality of now trying to produce S-57 ENC data. The move from flat-file NTX data production to object-based S-57 ENC's required a major paradigm shift. Not only was the process a difficult transition for CHS to make, the initial availability and coverage of ENC data did not meet mariner's expectations.

Initially, CHS made three assumptions about ENC production:

1. ENC production flow is similar to producing paper charts, and the major milestones in that process (e.g., formalized release procedures) would be the same.
2. the production rate of NTX files would be a good gage as to the level of effort required for S-57 ENC's
3. existing NTX files could serve as the point-of-departure and could be converted by an automated process.

However, these assumptions were not correct. ENC production follows a different path, uses different tools, and in most cases, places greater demands for accuracy and precision. For example, in confined areas, mariners want to use ENC data at a larger scale than provided on a paper chart. This conflicts with the chart production manager's natural inclination to use the same source data to create both paper charts and ENC's. In an effort to find the best approach, CHS has experimented with setting up a separate production section to produce ENC's independently from paper charts. A program is now under development at CHS to allow several products to be created from the same master database.

Data Production vs. Data Display

ENC production is far different from traditional cartography since the digital data is separate from the presentation. The presentation of chart data, formerly a crucial aspect of marine cartography, is now handled by the ECDIS and controlled by the IHO S-52 Colours and Symbols specifications. Journeymen cartographers, in particular, do not take well to this new approach since the focus is more on laborious data encoding rather than the esthetics of the presentation. On the other hand, new staff trained in classical GIS take to the new approach with enthusiasm and vigor.

From a client perspective, the issue is clouded since new requirements are often discovered as users develop more experience in using ECDIS technology. The more experience mariners get in using the technology, the more demanding they become both of the system and of the ENC data. This can lead to problems when mariners judge ENC data by how it looks or performs in an ECDIS. How it looks often has nothing to do with IHO S-57 ENC data specifications. It is primarily related to IHO S-52 colours and symbols display issues. Likewise, exper-

perience has shown that the ECDIS system provided by the manufacturer may not properly use or display the S-57 ENC data.

Great Lakes S-57 ENC Trials

In the two years since CHS began releasing S-57 ENCs there have been limited opportunities to use the data at sea. This was due to two factors:

1. CHS did not have complete coverage of any complete shipping route during the 1997 navigation season, and
2. few shipping companies had acquired "near-ECDIS" equipment that could fully utilize S-57 ENC data.

It was planned that beginning in 1999, CHS would no longer support NTX files, and release only S-57 ENC data. This raised concerns from the shipping industry since they would have to "upgrade" their existing electronic chart systems to become IMO-compliant in order to official ENC data and updating services. In addition to the cost of upgrading existing systems, there would also be an additional cost obtaining and using S-57 ENC data and updating services.

During the 1998 shipping season, S-57 ENC coverage would be achieved on a significant portion of the St. Lawrence River and the Great Lakes shipping routes. At the encouragement of CHS, a series of Great Lakes Sea Trials were conducted to demonstrate the capability of ENC data, and to validate the content and accuracy. CHS, NDI, three ECDIS manufacturers, and three shipping companies would participate in sea trials over a six-month period.

The primary goals and objectives of the trials were to:

- evaluate the positional accuracy of the data
- assess the optimal level of detail and determine areas where large-scale source data may be required
- evaluate the data presentation (e.g., IHO S-52 Colours and Symbols Presentation Library)
- establish guidelines for the collection of additional navigation information that is deemed necessary by users
- evaluate the means and process for ENC updating service

For the mariner, the Project was intended to demonstrate the difference between previous NTX data and new S-57 ENCs. For ECDIS manufacturers, it would provide an opportunity to further develop/refine their systems.

Where Are We ..., and Where We Are WE Going

Like many hydrographic offices, CHS has spent a considerable time and effort contributing to the development of international standards for ECDIS. This work through committees and working groups was costly and frustrating for front-line traditional cartographers. International standards by their very nature are slow to stabilize. This was particularly true for IHO S-57 where drastic changes occurred between Version 2 and Edition 3.0.

Even after a year of experience with IHO S-57 Edition 3.0, it is not good enough to simply encode the data according to the "perceived" rules. Unraveling the labyrinth of standards and specifications for production and presentation of S-57 ENC is essential. It is not readily apparent to the cartographer that the S-57 coding is hinged so closely with the IHO S-52 Colours and Symbols Presentation Library. These associations must be clearly understood and utilized to master the ECDIS and performance. The intention to display pertinent navigational information can be thwarted if the cartographer does not consult the Presentation Library Look-up Tables in conjunction with the objects and attributes contained in IHO S-57 ENC Product Specification. For example, if a "landmark object" is used to support a "light object", there is a possibility (danger) that neither will be visible. Depending on how the coding is performed, there can be instances when neither defaults automatically to the base display. Compound this with the same coding for a light structure in the water along the channel limit, and this can present a hazardous condition if it is "hidden" on the ECDIS display. A comprehensive understanding of all applicable rules governing data display are also a necessary part of the data coding and production process. It has also become evident that feedback is required from the professional mariner who is actually using ENC data in an ECDIS.

In Canada CHS chose the chart limit as the ENC boundary rather than using an arbitrary cell structure. This was done because we were familiar and "comfortable" with it and the mariner understood it. However, the more data (or seamless) data. The intent of cell-based ENCs is that the data would be homogeneous and that there would be no files exceeding 5Mb. CHS will eventually adopt a uniform cell-based approach to ENCs. However this will occur only after we and our clients have freed ourselves from the confined thinking of paper chart boundaries.

Within CHS it is estimated that 20% of the production time is devoted to quality control. An increased emphasis on the creation of automated QC tools is needed. Likewise, harnessing the power of database management tools holds great promise in terms of increasing the efficiency of ENC production.

CHS has now begun to look at the realities of supplying ENC updates. Initially, the focus was on telecommunications protocol for the delivery. However, it has now become evident that most system manufacturers did not because the international standard (IHO S-52, Appendix 1) does not specify a mode of delivery. While the update message may be relatively straightforward to create, determining the best or most appropriate means of delivery is difficult.

The time has now come where IHO S-57 should not be considered more than just a way to achieve a new hydrographic product. There must also be a philosophy to "re-tool" the hydrographic office from traditional paper chart production toward the generation and management of digital data. This is both a cultural and educational process that requires significant commitment to change the way we do business.

CHS is committed to the creation of the necessary digital database to support both ECDIS and ECS. Currently, CHS is producing and supporting three distinctly different chart products. Associated with this effort, CHS is also creating new mechanisms for product delivery, providing advice and training, and increasing its involvement with clients, and generating royalty revenues. All this is necessary to "get the job done."

References

IMO 1995. Performance Standards for Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS), IMO Resolution A.817(19), International Maritime Organization, London, 23 November 1995.

International Convention for the Safety of Life at Sea; Consolidated text of 1974 SOLAS Convention, the 1978 SOLAS Protocol, the 1981 and 1983 SOLAS Amendments. International Maritime Organization, London, 1 July 1986.

IHO 1996. IHO Specification for Chart Content and Display of ECDIS, IHO Special Publication No. 52 (IHO S-52), 4th Edition, December 1996, Monaco.

IHO 1996. IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data, IHO Special Publication No. 57 (IHO S-57), Edition 3.0, November 1996, Monaco

IEC 61174: Maritime navigation and radiocommunication equipment systems – Electronic chart display and information system (ECDIS) – Operational and performance requirements, methods of testing, and required test results. June 1998, International Electrotechnical Commission, Geneva, 55pp.

RTCM Recommend Standard for Electronic Chart Systems (ECS), December 1994, Radio Technical Commission for Maritime Services, Washington, DC.

Messung und Identifizierung der Mehrwegausbreitung elektromagnetischer Wellen in der Luftfahrt

Prof. Dr.-Ing. Peter Form

TU Braunschweig, Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung

1. Einführung

Navigationssysteme insbesondere Instrumentenlandsysteme senden räumlich modulierte Signale aus, um dem anfliegenden Flugzeug die Winkelablage vom gewünschten Flugpfad (Anfluggrundlinie, Gleitpfad) anzeigen zu können.

Gebäude, Landschaftserhebungen und Bewuchs auf und um einen Flughafen liefern Reflexionen, Streuungen und Abschattungseffekte, die das an Bord direkt empfangene Signal mindern und überlagern mit Signalen, die Fehlrichtungen signalisieren. Anders, als in der Mobilfunktechnik wird die Qualität der Navigation allein von der Größe des Signals bestimmt, das von der Sendeantennen am Boden direkt zur Empfangsantennen an Bord gelangt.

Als sich die ICAO Mitte der siebziger Jahre für neue, gegen Interferenzen unempfindlichere Anflug- und Landesysteme interessierte, begannen die Staaten neue Systemvorschläge einzureichen. Zum Test und Vergleich dieser zunächst nur auf dem Papier existierenden Systemvorschläge wurden Flughafenumgebungen simuliert, an deren Annahmen jedoch bald Zweifel aufkamen. Zu der Zeit begann die TU Braunschweig (IEV) eine Methode zur Messung der Mehrwegausbreitung Schritt für Schritt zu entwickeln und auf die interessierenden Frequenzbereiche um 110 MHz, 1 GHz und 5 GHz zu entwickeln und bis 1990 auf einer ganzen Reihe von Verkehrsflughäfen einzusetzen.

Es zeigte sich, daß die experimentellen Meßanlagen die Ausbreitungseffekte sehr gut und selektiert messen konnten. Wie die folgenden Beispiele erkennen lassen, erscheint eine Modellierung derartiger Umgebungen in der Tat allein mit der Kenntnis der Größe und den physikalischen Eigenschaften von Bauten und dergleichen kaum möglich.

Es zeigte sich aber auch das Defizit der Messungen, das in der fehlenden Kenntnis der genauen Flugzeugposition und des Flugbahnvektors (Richtung und Betrag der Geschwindigkeit) bestand und daher keine automatische Interpretation des direkten Signales und der Reflexionen erlaubte.

Ermöglicht durch eine neubegründete Zusammenarbeit mit der Deutschen Flugvermessungsgesellschaft (heute Flight Inspection Intern.) werden die Ausbreitungsmessungen erneut und mit neuen Aufgabenstellungen verbunden wieder aufgenommen.

2. Die Meßmethode

Sendet man z.B. am Standort eines NAV-Systems (Bild1) am Boden ein moduliertes, möglichst spektral reines Signal bei 1 GHz aus, dann empfängt ein anfliegendes Flugzeug dieses Signal auf einer etwas höheren Frequenz. Diese sog. Dopplerverschiebung bei 1101 MHz und

120 Knoten Relativgeschwindigkeit zwischen Sender am Boden und Empfänger an Bord ist + 350 Hz. Die gegenüber einem reflektierenden Gebäude neben der Landebahn geringere Relativgeschwindigkeit des Flugzeuges verschiebt die Frequenz der Reflexion dieses Gebäudes nur um + 220 Hz. Ein an Bord hochauflösendes Spektrum würde daher das direkte und das reflektierte Signal getrennt in ihrer Größe erkennbar machen. Bild 1 zeigt auch die in den betrachteten Frequenzbereichen VHF (110 MHz), L (1 GHz) und C (5 GHz) maximal und minimal bei 120 Knoten auftretenden Dopplerverschiebungen, die nur bei extremer spektraler Reinheit des Sendesignals und der im Empfänger zur Abwärtsmischung notwendigen Signale überhaupt betrachtet werden können.

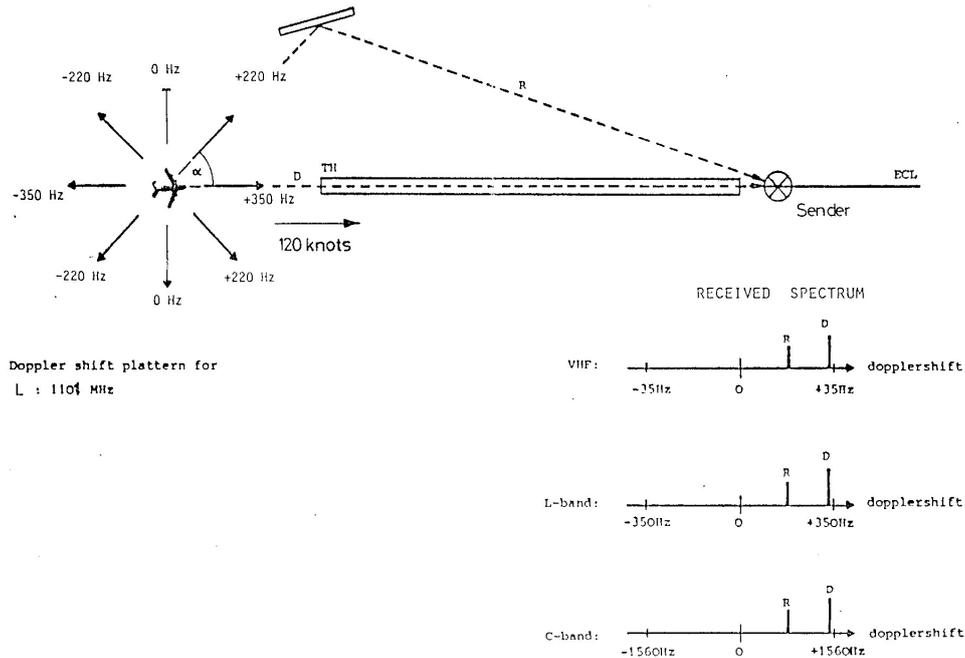
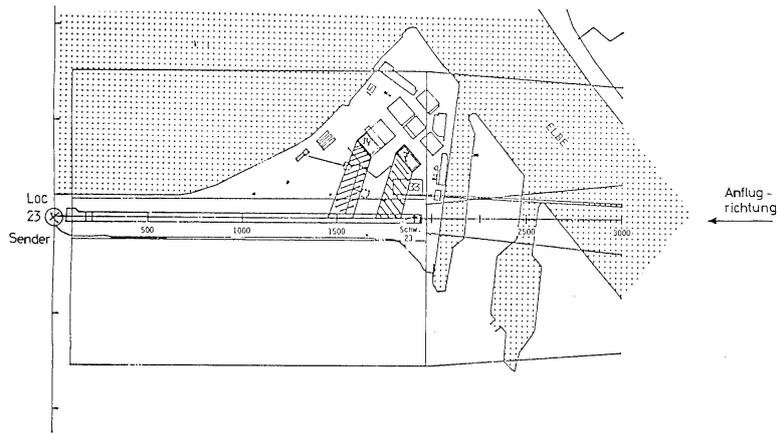


Bild 1

3. Beispiel von Meßergebnissen und ihre Interpretation

3.1. Flughafen Finkenwerder

Ein am Standort LOC 23 aufgestellter Sender (Bild 2) erzeugt an den Gebäuden 14 und 7 Reflexionen, die im schraffierten Bereich auf der Landebahnmittellinie etwa bei 1500 und bei 1800 m bemerkbar sein müßten. Tatsächlich zeigten die im Bild 3 alle 0,4 s im Flugzeug beim Passieren dieser Stellen aufgenommenen Spektren nicht nur die Amplituden des direkt übertragenden Signals bei der Dopplerverschiebung + 38 Hz, sondern auch die etwas negativ dopplerverschobenen Reflexionen von bis zu 20% dieser Gebäude. Diese Aufnahme entstand bei der Aussendung einer Frequenz von 123,45 MHz.



Ref1. Vorhersage RWY 23 Hamburg-Finkenwerder

Bild 2

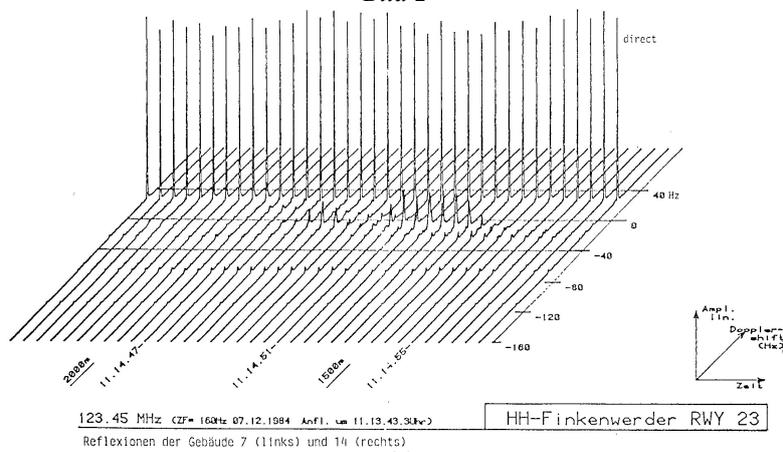


Bild 3

Der Sender am Standort LOC 23 sendete auch die Frequenzen 1131 und 5040 MHz aus. Die bei dem gleichen Flug auf diesen Frequenzen gemessenen Spektren Bild 4 und 5 zeigen jedoch Reflexionen dieser gleichen Gebäude von 80% bei 1131 MHz und 5040 MHz, d.h. deutlich andere Resultate.

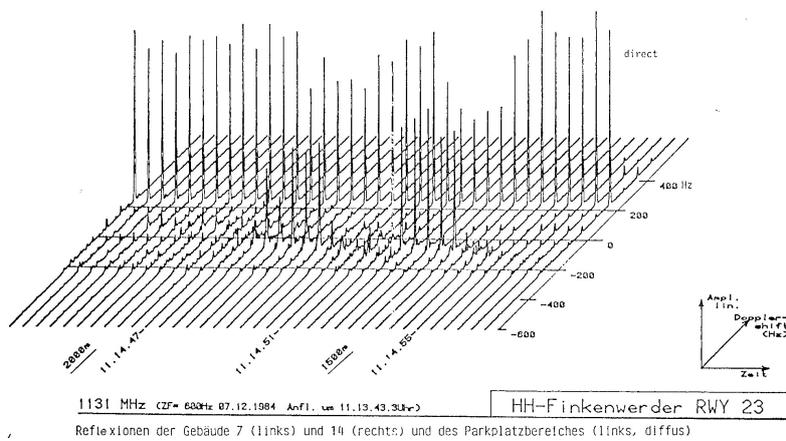


Bild 4

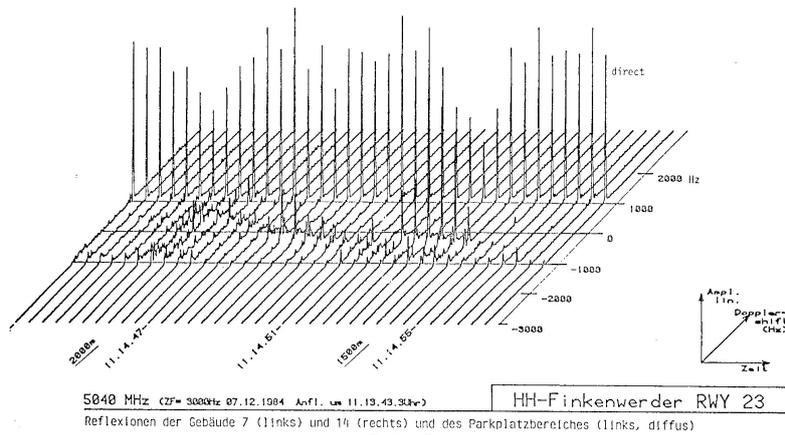


Bild 5

Während des Endanfluges über die Elbe überfliegt das Flugzeug das rechte ansteigende Elbufer mit parkähnlicher Landschaft. Während dort im VHF-Bereich (ohne Bild) und bei 1131 MHz (Bild 4) sehr wenige Reflexionen entstehen, reflektiert dieser Bereich bei 5040 MHz (Bild 5) sowohl durch Objekte vor und hinter dem Flugzeug erkennbar an ihren positiven wie negativen Dopplerverschiebungen und läßt das direkte Signal stark absinken.

Bei einem vorhergehenden Meßflug entstand bei 5040 MHz das Spektrum Bild 6, dessen Ähnlichkeit die Reproduzierbarkeit der Beobachtungen beweist.

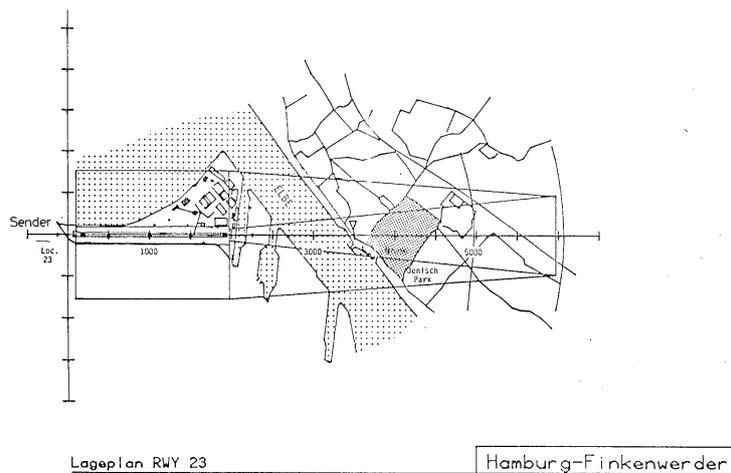


Bild 6

3.2. Flughafen Salzburg

Bei nördlichen Wind wird der Flughafen Salzburg (Bild 7) über Funkfeuer LOM SU und SI von Norden zwar angefliegen, über dem Funkfeuer SI jedoch mit dem Kurs 130 Grad abgelenkt, um über dem südlichen Teil der Stadt Salzburg mit dem max. Radius von 0,8 NM von Süden her auf die Anfluggrundlinie der Landebahn 34 einzukurven und zu landen. Die nächsten Bilder wurden etwa in der Position E kurz vor Erreichen der Anfluggrundlinie gemacht.

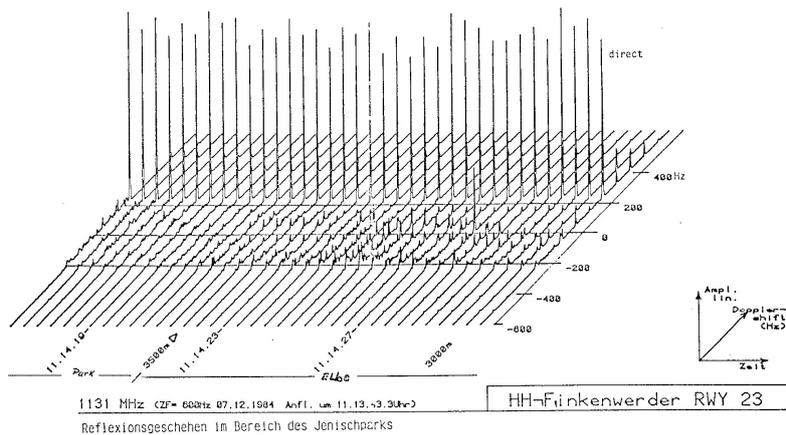


Bild 7

In Bild 8 sind links drei, in Abständen von jeweils 1 s aufgenommene Spektren mit einer Auflösung von 5 Hz zu sehen, die bei 1084 MHz entstanden und deutlich als stärkste Linie das empfangene direkte Signal bei einer Dopplerverschiebung von + 200 Hz zeigen, d.h. das Flugzeug fliegt noch nicht direkt auf den Sender am Boden zu. Daneben sind bei Dopplerverschiebungen von etwa 0 bis – 200 Hz ganze Familien von Reflexionen zu sehen, die neben oder hinter dem Flugzeug ihre Ursache haben, wie städtische Bebauung und der Untersberg im Süden des Flughafens.

Rechts im Bild 8 sind die jeweils dazu gehörigen Verläufe der Empfangsspannung über der Zeit (0,2 s) abgebildet, die zur Bildung der jeweils links davon gezeigten Spektren führten. Aus diesen Verläufen kann man die zusammengefaßte Wirkung aller Reflexionen erkennen, die aus den Spektren nicht geschlossen werden kann.

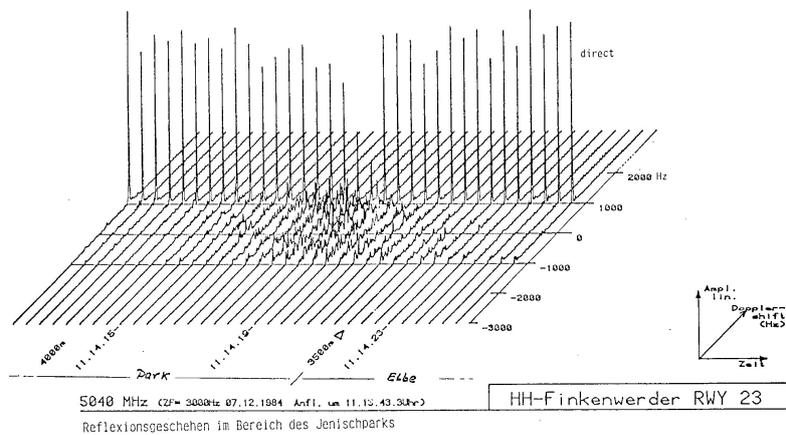


Bild 8

Wäre nur das direkte Signal vorhanden, so wäre der Zeitverlauf der Empfangsspannung nur einen sinusförmige Wechselspannung symmetrisch zu Null mit konstanter Amplitude. Die sichtbaren Reflexionen führen dazu, daß die Amplitude zwischen sehr großen und extrem kleinen Werten nahe Null durchmoduliert wird. Die Gesamtheit aller Reflexionen ist daher größer, als das direkte Signal (insbesondere im unteren Teil des Bildes), was aus den Spektren nicht ohne weiteres hervorgeht.

3.3. Flughafen Hannover

Richtet man die Empfangsspannung über der Zeit gleich, so entstehen Bilder des Typs wie Bild 10, in denen ein ungestört empfangenes direktes Signal eine Gleichspannung zeigen würde. Reflexionen aber, wie sie beim Endanflug kurz vor der Schwelle 27L der Südbahn Hannover (Bild 9) entstehen, erzeugen schnell wechselnde starke Schwankungen um diesen Gleichspannungswert, deren Höhe im Vergleich zum Mittelwert die relative Stärke der Reflexionen insgesamt wiedergibt.

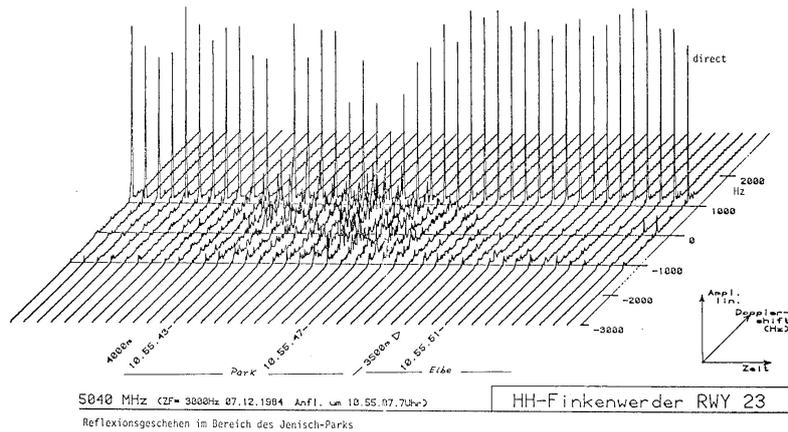


Bild 9

Bild 10 zeigt den Verlauf bei 110 MHz, Bild 11 den davon signifikant anderen bei 5040 MHz im gleichen Bereich und während des gleichen Fluges.

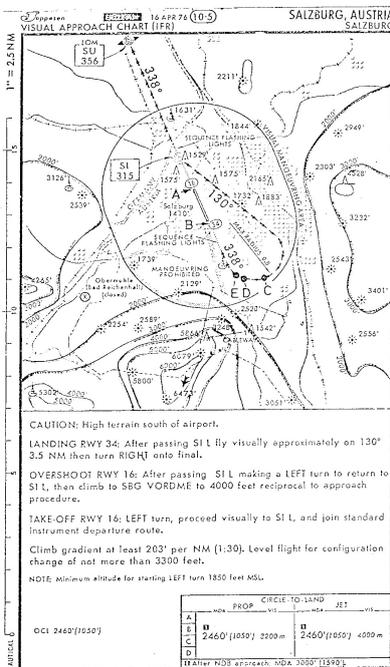


Bild 10

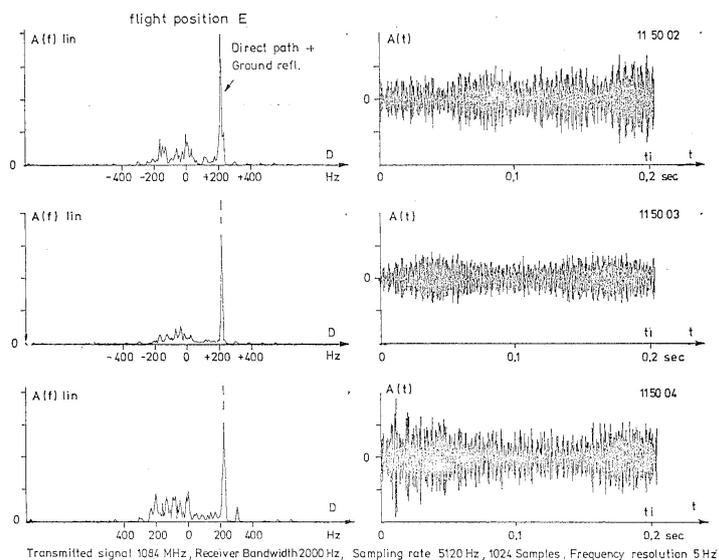


Bild 11

Salzburg RWY 34, circling approach, Channel 123X
Received Signal versus Doppler shift D and time t

Das Bild 12 schließlich sieht die Spektren wie in den Bildern 4 bis 9 jedoch nicht perspektivisch, sondern von "oben" herab auf die Linien, stellt aber nur die Linien als Punkte dar, die größer als 1% des direkten Signals betragen. Im oberen Drittel sind die Ereignisse der Messungen in Hannover (27L) bei 5040 MHz, darunter bei 1131 MHz und im unteren Drittel die bei 108,3 MHz zu sehen.

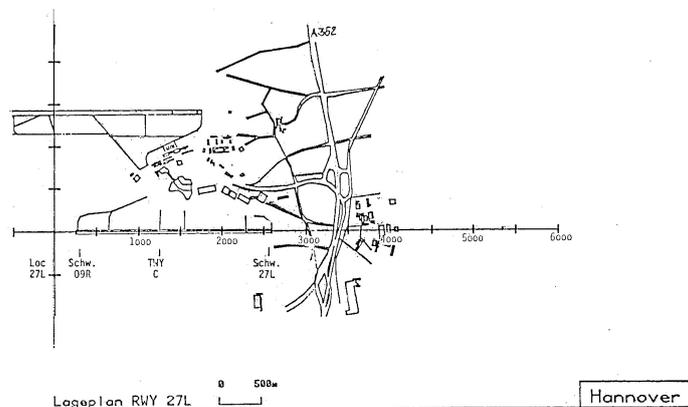


Bild 12

Die jeweils oberste Spur von Pünktchen ist der konstante Verlauf des direkten Signals, der beim Überflug in sehr niedriger Höhe (50 ft) sprunghaft von positiver zu negativer Dopplerverschiebung übergeht (Distanz 0). Alle anderen Linien stellen Reflexionen dar, deren Spuren auch beim Vorbeiflug an den reflektierenden Objekten von positiver zu negativer Dopplerverschiebung etwa s-förmig wechseln und so etwas wie eine Identifizierung der reflektierenden Objekte auf dem Flughafen erlauben.

Man erkennt im Vergleich zu den Verläufen bei 108,3 MHz (unteres Drittel), wie mit steigender Frequenz, die größeren Objekte nach dem Vorbeiflug an ihnen dem Flugzeug hinterher reflektieren, wie auch die zunehmende Zahl verstreuter, diffus zu nennenden Reflexionen von unzähligen Objekten, die mit einer Simulation kaum mehr nachbildbar erscheinen.

4. Neue Pläne

Durch die Zusammenarbeit mit der Deutschen Flugvermessungsgesellschaft Braunschweig (heute Flight Inspection Intern.) steht an Bord die genaue Flugzeugposition ($\sigma = 1\text{m}$) und der Fluggeschwindigkeitsvektor über Grund ($\sigma = 1 \text{ m/s}$) zur Verfügung. Mit Hilfe dieser in eine Karte eingetragenen Daten und der Senderposition kann eine Relativgeschwindigkeit zu dieser ständig errechnet (Bild 13) und damit die Stelle im Spektrum markiert werden, an der das direkte Signal erscheinen müßte (Bild 14). Diese automatische Markierung wird es erlauben, alle anderen Linien als Reflexionen aufzufassen und ihre relative Stärke im Vergleich zum direkten Signal anzugeben. Aus ihren Dopplerverschiebungen könne wiederum Richtungen gegenüber der Flugbahn errechnet werden, unter denen die reflektierenden Objekte vom Flugzeug aus gesehen werden. Die Richtungen konvergieren nach kurzer Flugdauer an einem Punkt, an dem das verursachende Objekt steht. Auch können Fenster im Spektrum angebracht werden und alle darin vorkommenden Linien geometrisch summiert und die sie verursachten Objektfelder ausgemacht werden (Bild 15).

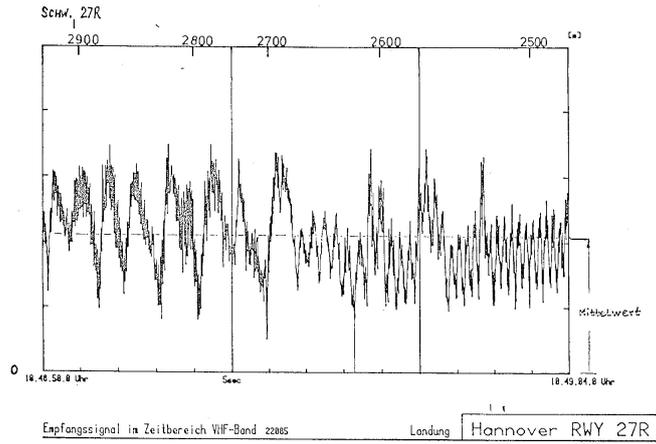


Bild 13

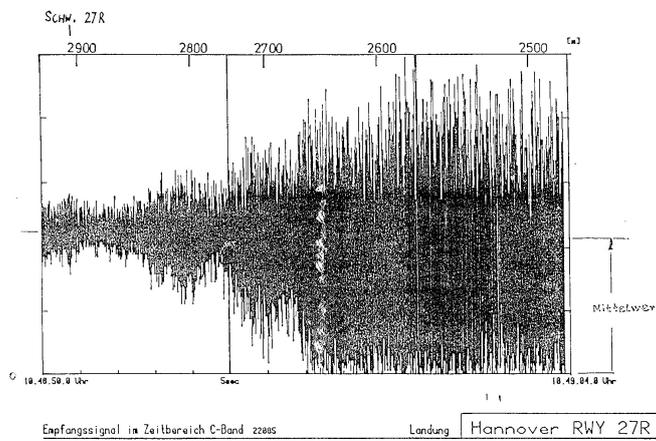


Bild 14

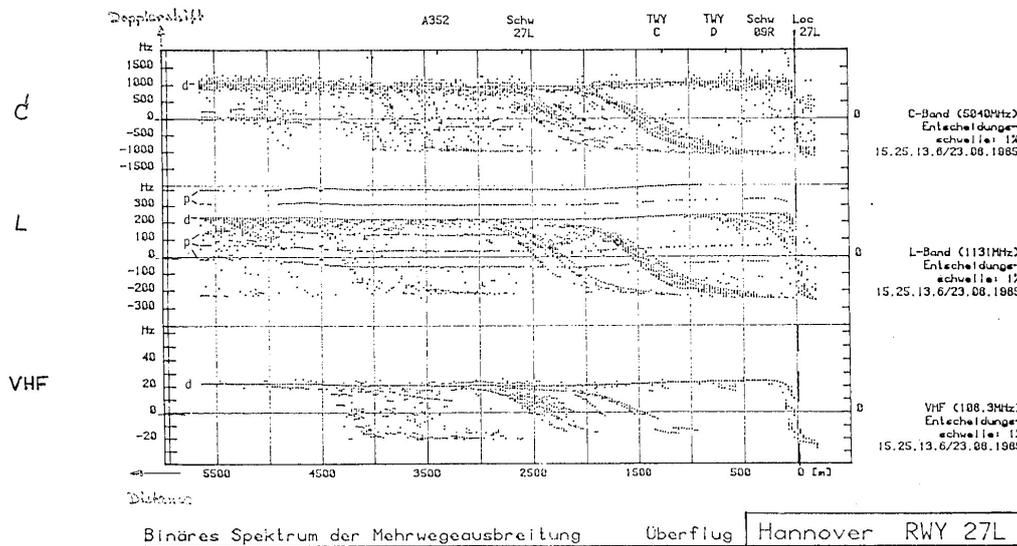


Bild 15

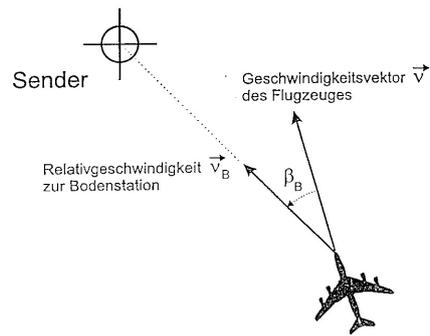


Bild 16

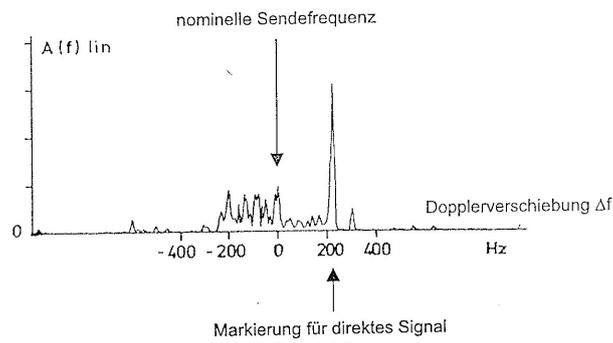


Bild 17

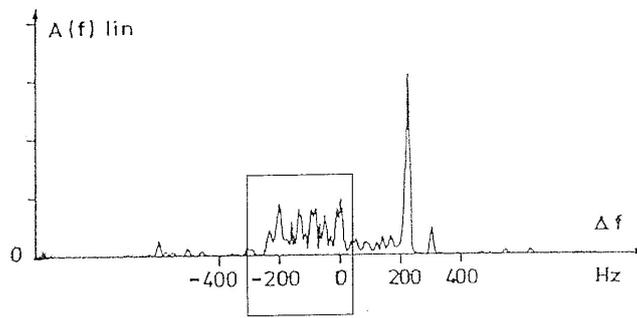


Bild 18

Projekt NACOM - Navigationsunterstützung durch integrierte Kommunikation

(gefördert vom BMBF unter Trägerschaft des Deutschen Zentrums für Luft und Raumfahrt e.V.)

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Müller,
Dr.-Ing. Anke Zölder,
Dipl.-Math. René Eyrich
Dipl.-Ing. Kai Pankow,
Schiffahrtsinstitut Warnemünde e.V. an der Hochschule Wismar

AIS-Routenüberwachung im VTS

Abstract:

Durch die Übertragung zusätzlicher Daten mittels des automatischen Schiffsidentifizierungssystems (AIS) eröffnen sich eine Reihe von Möglichkeiten für eine gezielte Routenerstellung, Routenüberprüfung sowie für die Überwachung und Darstellung von Schiffsbewegungen in ausgewählten Gebieten.

Bezugnehmend auf die letzten Zwischenfälle in der Ostsee, speziell in der Kadetrinne, werden Möglichkeiten zum Einsatz navigationsunterstützender und umgebungsbezogener Assistenzfunktionen vorgestellt, die in ein bestehendes VTS integrierbar sind.

Gliederung:

1. Problematik
2. Erstellung von Routen
3. Überprüfung der Routen
4. Routenüberwachung
5. Anwendungsbereiche
6. Zusammenfassung

1. Problematik

In den letzten Jahren kam es immer wieder zu Zwischenfällen in der Ostsee und speziell in der Kadetrinne. Ein Unfall in diesem ökologisch sehr sensiblen Gebiet hätte schwerwiegende Folgen für die Menschen und für die Natur. Die Kadetrinne ist ein stark frequentierter Schiffsweg in der Ostsee. Etwa 55 000 Schiffe passieren dieses Nadelöhr jährlich. Er ist der natürliche Tiefwasserweg für Schiffe mit einem Tiefgang von mehr als 10 Metern. Wegen seiner geringen Breite und Tiefe gilt er als schwieriges Fahrwasser. Das gilt vor allem für den Abschnitt, wo sich das Fahrwasser auf eine Breite von rund einer Seemeile verjüngt. Dort steigt der Meeresboden an beiden Seiten der 17 Meter tiefen Rinne um bis zu sieben Meter an. Der tiefe Mittelstreifen der Rinne ist mit Tonnen gekennzeichnet. Die Kadetrinne enthält zudem zahlreiche Untiefen, die das Fahrwasser zusätzlich einschränken (Abbildung 1).

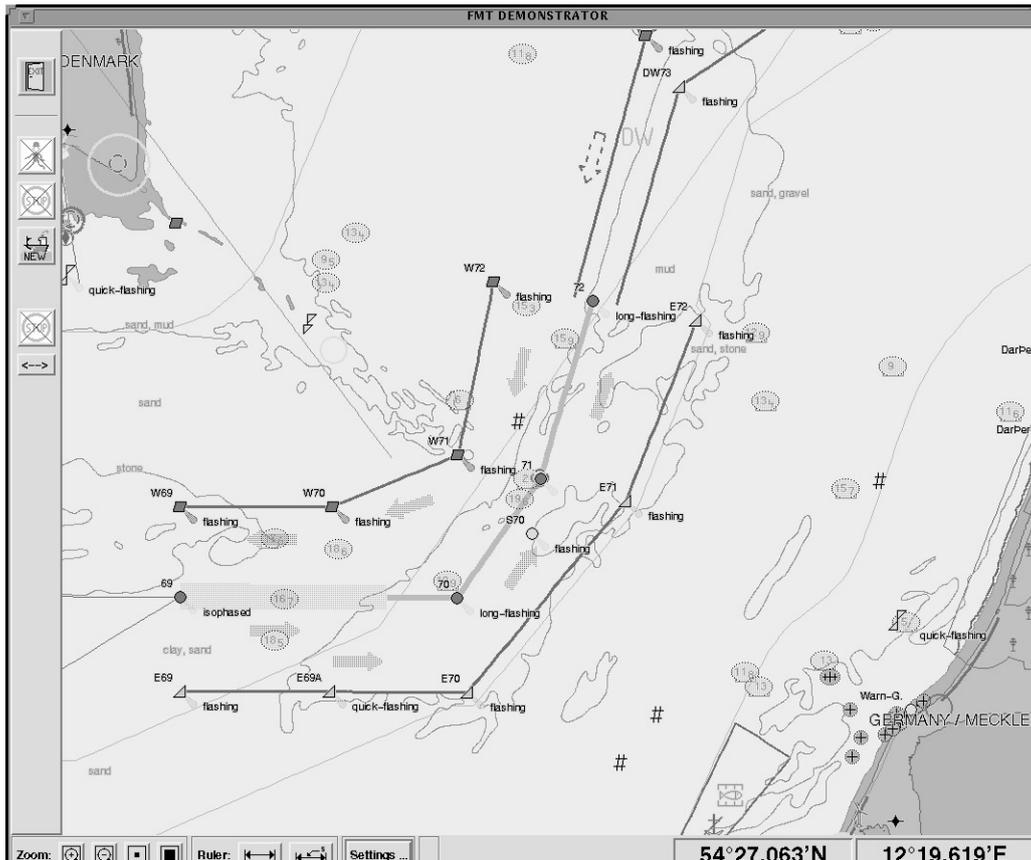


Abbildung 1: Ausschnitt aus der Ostsee mit der Kadettrinne

In den letzten beiden Jahren wurden 8 Unfälle in der Kadettrinne registriert, darunter Kohle-, Getreide- und Stückgutfrachter, aber auch wie im März 2000 der Öltanker „Clement“. Die häufigsten Ursachen dafür sind Navigationsfehler, Leichtfertigkeit sowie verantwortungsloses Wegabschneiden aus Zeit- und Kostengründen.

Aufgrund der Vielzahl der Unfälle in der Kadettrinne versuchte man das Problem von behördlicher Seite im April 2000 durch Versetzen von 4 Tonnen (69 bis 72) um 1,5 – 2 Meilen zum Mittelfahrwasser zu lösen. Dadurch erfolgte eine Einengung des Fahrwassers an einer besonders gefährlichen Stelle. Aber auch nach der jetzigen Betonung kam es im Oktober 2000 erneut zu einem Zwischenfall. Der zypriotische Kohlefrachter „Stone Topaz“ (Länge 223 m; 12 m Tiefgang) war auf eine Untiefe gelaufen.

Aus diesem Grunde werden die Stimmen nach echten präventiven Maßnahmen immer lauter. Die Kosten hierfür sind im Vergleich zu den Kosten zur Beseitigung einer Umweltkatastrophe gering.

Mit der Einführung von Automatischen Schiffsidentifizierungssystemen (AIS) bestehen zukünftig Möglichkeiten für zusätzliche verkehrsunterstützende Maßnahmen wie z.B. einer gezielten Verkehrsführung und Kontrolle von Schiffen mit gefährlicher Ladung in einem solchen sensiblen Bereich wie der Ostsee. Die Erstellung und Manipulation von Routen, die Überprüfung der Routen auf Abfahrbarkeit und Konfliktfreiheit aber auch die Kontrolle der Einhaltung von vorgegebenen Routen sind zukünftig realisierbar. Zur Unterstützung der Schiffsführung von Land können Alarmierungen bei Routenabweichungen vorgenommen werden. Im folgenden Beitrag wird auf diese Möglichkeiten der VTS-Assistenz eingegangen.

2. Erstellung von Routen

Durch die Einführung von AIS besitzen Verkehrszentralen zukünftig aktuelle und kontinuierliche Positionsinformationen von Fahrzeugen, die der Ausrüstungspflicht unterliegen. Die Übertragung von Zielweginformation vom Schiff an die VTS-Zentrale ist ebenfalls über AIS möglich. Damit werden exakte Wegplanungen sowie Unterstützungsmöglichkeiten von Land aus wie z.B. eine Routenführung realisierbar.

Für die Routenerstellung stehen verschiedene Hilfen zur Verfügung. Dazu zählen die manuelle Routenerstellung und eine automatische Routenerzeugung.

Bei der manuellen Form der Routenerstellung können für jeweils ein Fahrzeug von der momentanen Fahrzeugposition ausgehend, ein oder mehrere Wegpunkte manuell vorgegeben werden. Weiterhin ist eine Variation der Route durch Hinzufügen, Verschieben und Löschen von Wegpunkten möglich. Bei der Eingabe und Variation der Wegpunkte werden diese sofort auf Gültigkeit aufgrund der Kenntnisse des Tiefgangs des Fahrzeuges und der topographischen Daten überprüft.

Zur mehrfachen Verwendung der einmal erstellten Routen ist eine Speicherung von Routenabschnitten als Recommended Routes möglich. Damit wird eine Erleichterung bei der Routenhandhabung in häufig befahrenen Revierabschnitten (wie z.B. in der Kadettrinne, in Hafenzu- und ausfahrten) erreicht.

Eine weitere Variante der Routenerstellung ist die automatische Form. Ausgehend von der durch AIS oder Radar erfassten momentanen Schiffsposition und der Vorgabe eines Zielpunktes eines Fahrzeuges erfolgt eine automatische Berechnung der Wegpunkte zwischen Start- und Zielwegpunkt. Wesentliche Voraussetzung für das Routingverfahren ist die Kenntnis des Fahrzeugtiefgangs. In dem Verfahren werden die relevanten ECDIS – Informationen verwendet. Tiefengebiete werden als Hindernisse erkannt, wenn deren minimale Tiefe geringer ist als der Schiffstiefgang. Diese Gebiete werden umfahren. Abbildung 2 zeigt ein Beispiel für ein Fahrzeug mit einem Tiefgang von 9,4m.

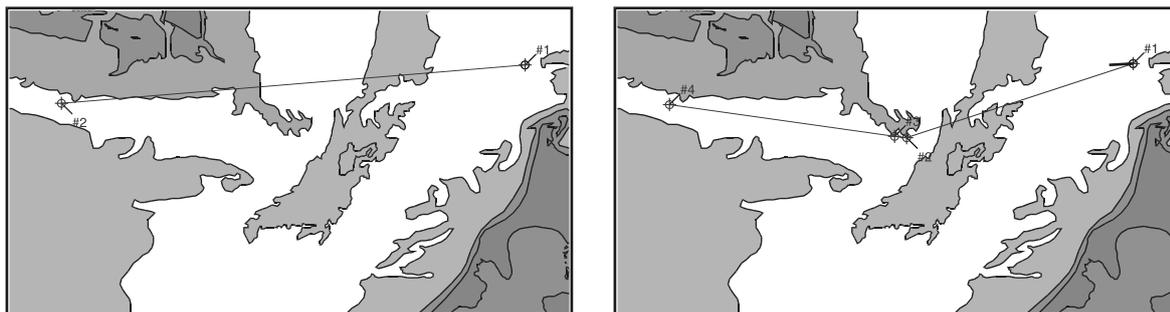


Abbildung 2: Beispiel der automatischen Routung für eine Fahrzeug mit 9,4 m Tiefgang
(Bild 1 Ausgangssituation Vorgabe des Start- u. Zielwegpunktes,
Bild 2 Ergebnis)

Das 3. Verfahren ist Bestandteil eines automatischen Lösungsansatzes zur Erzeugung von konfliktfreien, koordinierten Routen.

Im Traffic-Conflict-Area-Routing werden bei der Erzeugung der Routen neben der Berücksichtigung von topographischen Hindernissen aufgrund des Tiefgangs der Fahrzeuge **gleichzeitig** Verkehrsraum-Einschränkungen aufgrund des sich entwickelnden Verkehrs berücksichtigt. Das automatische Routingverfahren wird für mehrere Fahrzeuge gleichzeitig durchgeführt, von denen Start- und Ziel-Wegpunkte sowie weitere fahrzeugspezifischen Parameter bekannt sein müssen. Diese werden über AIS zur Verfügung gestellt. Es entstehen dynamische Verkehrskonfliktgebiete (Traffic Conflict Areas), die einen zeitlichen und räumlichen Gültigkeitsbereich besitzen. Ihre Größe ist abhängig von der Anzahl der Fahrzeuge pro Konfliktfläche.

Der Vorteil dieses Verfahrens besteht in der Möglichkeit der kostenabhängigen Routenerstellung, d.h. Fahrzeuge, deren Ausweichen enorme Kosten verursachen würde, werden zuerst geroutet, damit die Kursänderungen gering sind. Fahrzeuge mit geringeren Kostenfaktoren müssen mit größeren Umwegen rechnen.

Weiterhin besteht die Möglichkeit der Einbeziehung aller geometrisch beschreibbaren Objekte in die Routenplanung d.h. es kann auch eine Routung um andere Gebiete, die nicht in der ECDIS enthalten sind, wie z.B. Gefahrengebiete, Schlechtwettergebiete, Fischereigebiete erfolgen. Ein weiterer Vorteil des Verfahrens ist die Möglichkeit der Gewichtung bestimmter Routenabschnitte, so dass die optimale Route auch anderen Auswahlkriterien unterliegen kann. Eine Übertragung der Methodik auf andere Problemkreise ist ebenfalls möglich (Wetterrouting).

Ergebnis dieses Verfahrens ist die Ermittlung von Bahnen, die für alle beteiligten Fahrzeuge, sowohl begegnungs- als auch umgebungskonfliktfrei sind.

3. Routenüberprüfung

Nachdem die Routen der einzelnen Fahrzeuge im System bekannt sind, erfolgt eine zyklische Konflikterkennung.

Aufgrund der Übertragung der Fahrzeug-Information durch AIS kann eine kontinuierliche Überprüfung der Routen unter Berücksichtigung von definierten Sicherheitsabständen zu statischen und dynamischen Hindernissen und unter Kenntnis der Dynamik des Schiffes sowie des Tiefganges erfolgen.

Weiterhin wird eine Voraussimulation des zukünftigen Weges bzw. von bestimmten Routenabschnitten unter Beachtung der Fahrzeugdynamik möglich. Hierbei werden Sicherheitsbereichsverletzungen (Begegnungskonflikte) mit anderen Fahrzeugen und Strandungskonflikte aufgrund der Kenntnis des Fahrzeug-Tiefganges erkannt.

Zur Visualisierung dieser kritischen Routenabschnitte können die folgenden verschiedenen Darstellungen einzeln oder in Kombination gewählt werden:

- Trackdarstellung
- Anzeige eines Konflikt-Informations-Fensters
- Konfliktpunkte.

In der Trackdarstellung wird die Route auf Abfahrbarkeit überprüft. Es erfolgt eine unterschiedliche farbliche Trackdarstellung (Abbildung 3):

- Grau: keine Konflikt
- Rot: Begegnungskonflikt
- Orange: Umgebungskonflikt.

Der Vorteil dieser Darstellung besteht darin, dass die Zugehörigkeit der Trackpunkte zum jeweiligen Target unmittelbar sichtbar wird. Es werden nicht nur Begegnungs- sondern auch Umgebungskonflikte zur Anzeige gebracht.

Diese Form der Darstellung wird aber schnell unübersichtlich, wenn viele Schiffe in einem Bereich vorhanden sind.

Im Konflikt-Informations-Fenster werden Begegnungskonflikte nach einem Prioritätsfaktor gestaffelt angezeigt (siehe auch Abbildung 3). Weiterhin erfolgt eine zusätzliche farbliche Kennzeichnung der Targets entsprechend der Faktorisierung. Der Prioritätsfaktor berücksichtigt folgende Parameter:

- Grad der Gefährdung (in Abhängigkeit vom Fahrzeugtyp, von der Beladungsart,...)
- Manövereigenschaften des Fahrzeuges
- Kommunikationsfähigkeit des Fahrzeuges
- Art der Begegnungssituation
- Zeit bis zur Sicherheitsbereichsverletzung.

Im Fenster sind folgende zusätzliche Angabe zu den Begegnungskonflikten enthalten:

- Angabe des Fahrzeuges
- Startzeit des Konfliktes
- Endzeit des Konfliktes.

Vorteil dieser Anzeige besteht in der user priorisierten Staffelung der Konflikte, d.h. die Aufmerksamkeit des Nautikers vom Dienst (NvD) wird sofort auf den höchst priorisierten Konflikt gelenkt. Der Nachteil dieser Darstellungsform ist, dass Konfliktpartner nicht aus dem Konflikt-Informations-Fenster erkennbar sind.

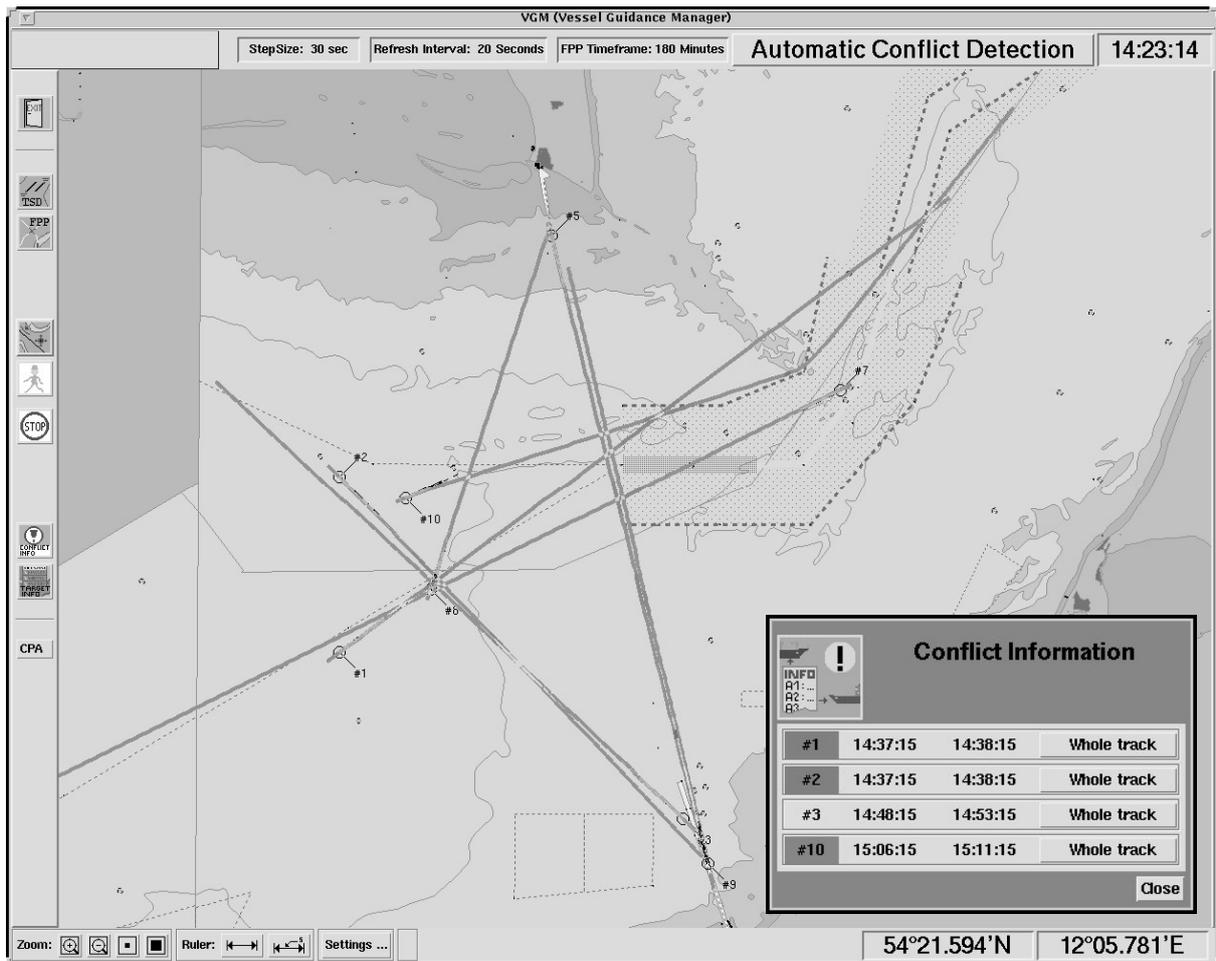


Abbildung 3: Kombinierte Anzeige von Trackdarstellung und Konflikt-Informationen-Fenster

Die 3. Visualisierungsform ist die Darstellung der Begegnungskonflikte durch „Konfliktpunkte“ an den Konfliktpositionen (Abbildung 4). Die Größe der Konfliktkreise ist umgekehrt proportional zum Priorisierungsfaktor.

Außerdem sind Detail-Informationen zu den jeweiligen Begegnungskonflikten über ein weiteres Fenster anzeigbar:

- Anzeige der Fahrzeuge, die zu einem Konflikt gehören
- Konfliktreaktionszeit.

Diese Darstellungsart bleibt auch bei einer Vielzahl von Konflikten sehr übersichtlich. Durch Zuschalten von Detailinformationen ist eine weitere Klassifizierung des Begegnungskonfliktes durch den NvD möglich.

Die Konfliktzugehörigkeit der Fahrzeuge ist im ersten Moment nicht ersichtlich. Erst durch Zuschalten von weiteren Informationen oder der Tracks wird dies erreicht.

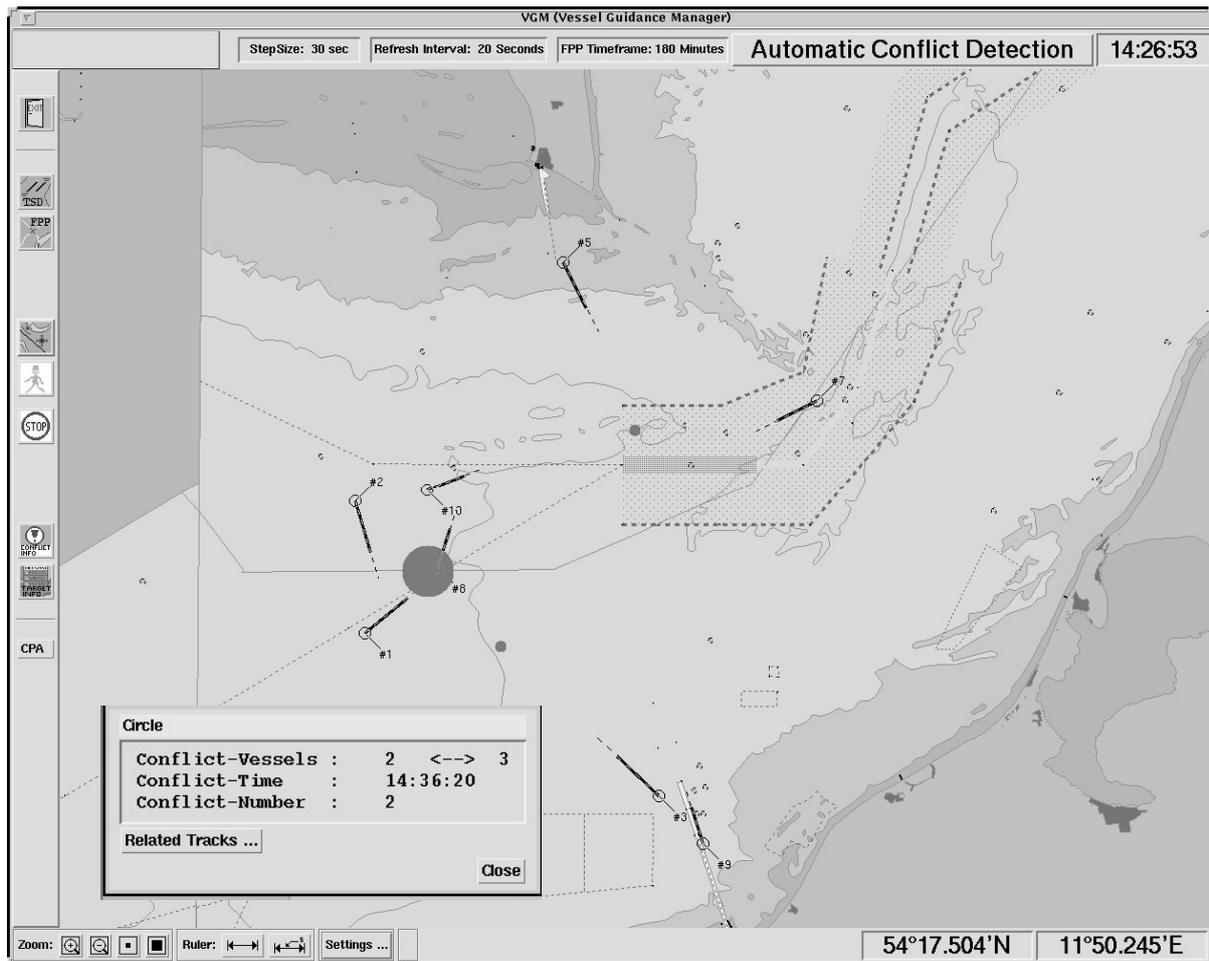


Abbildung 4: Kombinierte Darstellungsmöglichkeit von Konfliktpunkten und Detailinformation

Die vorgestellten Darstellungsarten können jederzeit gewechselt werden. Der NvD kann dadurch selbst die Darstellungsform wählen und jederzeit verändern oder kombinieren.

4. Routenüberwachung

Ziel der zyklischen Aufeinanderfolge der vorher beschriebenen Routenmanipulationen ist die Realisierung konfliktfreier Verkehrs-Szenarien! Durch eine kontinuierliche automatische Konfliktanalyse wird überprüft, ob die Fahrzeuge sich auf den empfohlenen Routen bewegen. Wurde die Routenempfehlung von den Fahrzeugen angenommen, entschärfen sich die Konflikte.

Eine Vergleichsmöglichkeit zwischen realer und vorausberechneter Fahrzeugposition wird dem Nautiker vom Dienst durch das „**Safety-Target**“ zur Verfügung gestellt. Für ein ausgewähltes Target wird eine Routenüberwachung von Land aus vorgenommen. Hierbei erfolgt eine Voraussimulation des Tracks anhand einer zuvor ermittelten konfliktfreien Route. Anschließend wird beobachtet, wie sich das Fahrzeug auf diesem Track bewegt und ob dieser

Track eingehalten wird. Das „Safety Target“ ist eine spezielle Darstellungsform in einem separaten Fenster, in dem der aktuelle Routenabschnitt (mit Hintergrundinformation) vergrößert sichtbar wird. Das „Safety-Target“ ermöglicht einen **Soll-Istwert-Vergleich** (Abbildung 5). Die aktuelle Position des Fahrzeuges ist der Istwert (schwarzer Kreis). Das Fahrzeug darf sich innerhalb des Toleranzkreises (Safety-Target, grün gefüllter Kreis) bewegen. Im Vergleich wird festgestellt, ob sich das Fahrzeug auf dem konfliktfreien Track innerhalb dieses definierten Toleranzbereiches bewegt. Abweichungen vom Track werden unmittelbar sichtbar. Diese Form der Darstellung ermöglicht dem NvD eine einfache Kontrolle auf Einhaltung der Bahn. Bei Nichtbefolgen der Bahn kann der Schiffsführer entsprechend informiert und gegebenenfalls alarmiert werden.

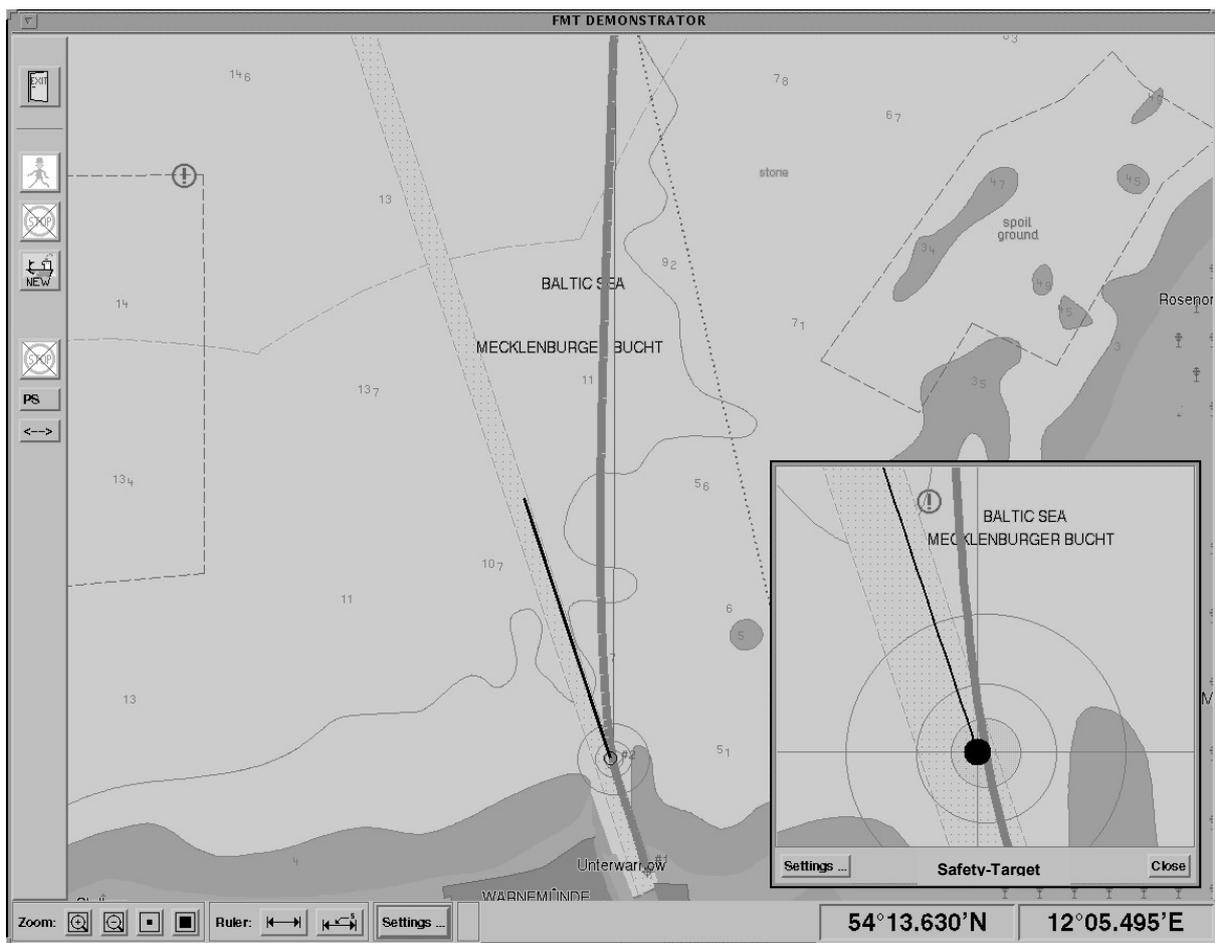


Abbildung 5: Vorausberechneter Track mit „Safety-Target“

In Abhängigkeit vom Seegebiet und dem Prioritätsfaktor können unterschiedliche Toleranzschwellen für das Safety-Target definiert werden. Im angegebenen Beispiel wurde für den inneren Kreis des Safety-Targets ein Radius von 0,05 NM und für den äußeren Kreis ein Radius von 0,2 NM gewählt.

5. Anwendungsbereiche

Die beschriebenen Formen einer Routenerstellung und Routenüberprüfung können zu einem Assistenzsystem für Verkehrszentralen kombiniert werden.

Folgende Funktionalitäten sind realisierbar:

- manuelle und automatische Routenerstellung
- Berechnung der Tracks anhand der Routen sowie deren Darstellung
- benutzerdefinierte Konfliktvisualisierung
- Routenüberprüfung.

Eine Routenbeobachtung ausgewählter Fahrzeuge in besonders kritischen Situationen bzw. in kritischen Seegebieten ist mit dem **Fehler! Keine gültige Verknüpfung.** möglich. Durch die Überprüfung der Routenbefolgung können Abweichungen umgehend erkannt werden. Dadurch ist eine schnelle Alarmierung des Schiffsführers durch den Nautiker vom Dienst möglich.

Diese Form der Unterstützung und Kontrolle der Bahn auf deren Einhaltung kann auch in der Landradarberatung verwendet werden.

Weiterhin besteht die Möglichkeit der Erstellung und Manipulation von Routen auch für die Schiffsseite. Auch hier wäre eine schiffsseitige Routenkontrolle durch das Safety-Target möglich. Zur Kontrolle der Schiffsmanöver sind zusätzliche Schnittstellen für die Drehzahl- und Ruderlagenauswertung vorhanden.

6. Zusammenfassung

Die innovative AIS - Technologie hat in Zusammenhang mit ECDIS zukünftig das Potential zur Verbesserung der Sicherheit im maritimen Bereich. Unter dem Gesichtspunkt der Reduzierung der Besatzungsstärke auf den Schiffen und einer Zunahme des Schiffsverkehrs bei gleichzeitig steigenden Transportkapazitäten steigt auch das Risiko von Seeunfällen. Durch die Einführung von AIS eröffnen sich eine Reihe neuer Möglichkeiten für die Routenplanung und -erstellung sowie für die Routenüberprüfung von Land.

Durch die Einführung von AIS wird die Informiertheit der Schiffe aber auch der Verkehrszentralen erhöht. AIS - ausgerüstete Schiffe können von Land aus mit einer weitaus höheren Genauigkeit als mit einem Landradar identifiziert, getrackt und überwacht werden.

Damit ist eine bessere Unterstützung des einzelnen Schiffsführers sowie eine effektivere Überwachung des gesamten Schiffsverkehrs von Land aus gerade in navigatorisch anspruchsvollen Gebieten, wie z.B. in der Kadettrinne, aber auch in schwierigen Situationen zukünftig realisierbar.

Temporäre Koordinierungen für die operative Routenplanung

Dr.- Ing. Anke Zölder,
Dipl.-Math. René Eyrich,
Dipl.-Ing. Kai Pankow,
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Müller
Schiffahrtsinstitut Warnemünde e.V. an der Hochschule Wismar

Abstract

Der Einsatz von Telematik ebnet den Weg für neue Formen des Schiffsverkehrsmanagements, beispielsweise den Verkehrsfluss lenkende und koordinierende Maßnahmen zum Zwecke der Strandungs- und Kollisionsverhütung. Die Ausrüstung von Fahrzeugen mit AIS ermöglicht erstmals den Aufbau von temporären Strukturen zur Kollisionsvermeidung.

In Abhängigkeit von den bestehenden Möglichkeiten, verkehrstelematische Infrastrukturen für eine zielgerichtete und zweckgebundene Kommunikation zu nutzen, gibt es verschiedene Architekturen für koordinierende Systeme. Für Gebiete der offenen See oder Küstenabschnitte, an denen eine landgestützte Koordinierung nicht möglich ist, liefert die **dezentrale Architektur** ein Modell zur Navigationsunterstützung.

Das Projekt **NACOM** (Navigationsunterstützung durch integrierte Kommunikation) beschäftigt sich u.a. mit Untersuchungen zur Erzeugung **dezentraler Systemarchitekturen** und den Anforderungen an die dafür notwendigen Telematiksysteme. Der Vortrag stellt die im Rahmen des Projektes durchgeführten konzeptionellen Untersuchungen und erste gewonnene Resultate vor.

Das Projekt NACOM

Vor dem Hintergrund eines wachsenden Sicherheitsbedürfnisses im maritimen Bereich gewinnen den Verkehrsfluss lenkende und koordinierende Maßnahmen bei Verwendung moderner Telekommunikations-, Informations- und Leitechnik immer mehr an Bedeutung.

Mit dem Einsatz des automatischen Identifikationssystems AIS und gleichzeitiger Nutzung telematischer Methoden werden neue Formen der automatisierten Betriebsführung im Schiffsverkehr sowie in den Verkehrsmanagement-Bereichen möglich. Insbesondere wird durch integrierte Kommunikation eine externe Navigationsunterstützung für die Bordseite realisierbar.

Durch die Überlagerung des Schifffahrtsprozesses mit telematischer Infrastruktur könnten Sicherheit und Wirtschaftlichkeit erhöht sowie Kollisionen und Strandungen vermieden werden. Kooperatives Agieren und externe Assistenz ermöglichen eine Koordination des Verkehrsgeschehens im strategischen Bereich. Ziel des Projektes **NACOM** ist es, Untersuchungen zur Koordinierung in dezentralen Strukturen durchzuführen sowie moderne Methoden für eine externe Unterstützung der Schiffe zu konzipieren und zu erproben.

Die Laufzeit des Projektes reicht vom 01.06.1999 bis zum 31.05.2002. **NACOM** wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und steht unter Trägerschaft des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR).

Dezentrale Architektur

Für Gebiete der offenen See oder Küstenabschnitte, an denen eine landgestützte Koordinierung nicht möglich ist, liefert die **dezentrale Architektur** ein Modell für die Navigationsunterstützung und die Schaffung der erforderlichen telematischen Überdeckung. In Abhängigkeit von der Verkehrslage werden effektive temporäre Strukturen zur Kollisionsvermeidung aufgebaut. Ein **Master-Fahrzeug** übernimmt die Koordinierung eines oder mehrerer **Slaves**. Die Auswahl eines Masters erfolgt nach Kriterien, die auf optimale Voraussetzungen, die Koordinierung anderer Fahrzeuge zu übernehmen, schließen lassen.

Die Kommunikation der Systemteilnehmer per AIS vorausgesetzt, lassen sich innerhalb der oben genannten Gebiete dezentrale Strukturen zur externen Assistenz bei der Schiffsführung einrichten.

Das dezentrale System ist **selbstorganisierend**, d.h. temporäre Strukturen entstehen bei erkannter Kollisions- oder Strandungsgefahr und zerfallen nach Bereinigung der Konfliktsituationen. Damit sind auch Master- und Slave-Funktionalitäten der Fahrzeuge zeitlich begrenzt.

Die erforderliche telematische Infrastruktur wird mit Hilfe von AIS errichtet. Alle Fahrzeuge senden im Broadcast-Verfahren Informationen aus und empfangen im Gegenzug Daten anderer Systemteilnehmer. Die u.a. zur Verfügung stehenden Werte für Positionen, Kurse, Geschwindigkeiten, und geplante Routen anderer Schiffe liefern einen Überblick über die aktuelle Verkehrslage und lassen Rückschlüsse auf die zukünftige Entwicklung der Situation zu. Der daraus resultierende hohe Grad an Informiertheit führt zu einer neuen Qualität in der Kollisionsvermeidung. Es gilt, die verfügbaren Daten zu nutzen, um Strandungs- und Kollisionsgefahren zu erkennen und zu vermeiden sowie in dezentralen Systemen aus ihnen Kriterien für die Auswahl von Masterfahrzeugen abzuleiten.

Dezentrale Strukturen

Der Aufbau dezentraler Strukturen ist schematisch in Abbildung 1 dargestellt. **Zwei wesentliche Merkmale** sind hervorzuheben:

1. Die Koordinierung wird von der Land- auf die Bordseite verlagert.

Es entstehen auf See lokale Gebiete, in denen die Koordinierung erfolgt. Deren Ausbreitung ist abhängig von den Sendereichweiten der Fahrzeuge und der daraus resultierenden Anzahl von Systemteilnehmern sowie der räumlichen Ausdehnung der Konfliktgebiete.

2. Temporäre Strukturen bestehen aus *genau einem* koordinierenden (Master) und (*mehreren*) koordinierten Schiffen (Slaves).

Jeder Slave kann höchstens einem Master zugeordnet werden, ein Master dagegen darf mehrere Slaves koordinieren. Die Effektivität dezentraler Strukturen hängt unmittelbar von dem Verhältnis zwischen Mastern und Slaves ab, d.h. für eine maximale Anzahl von Fahrzeugen soll eine minimale Anzahl von Lösungen (gleichbedeutend mit einer minimalen Anzahl von Mastern) erzeugt werden, mit anderen Worten: die (durchschnittliche) Anzahl der Slaves pro Master sollte maximal sein.

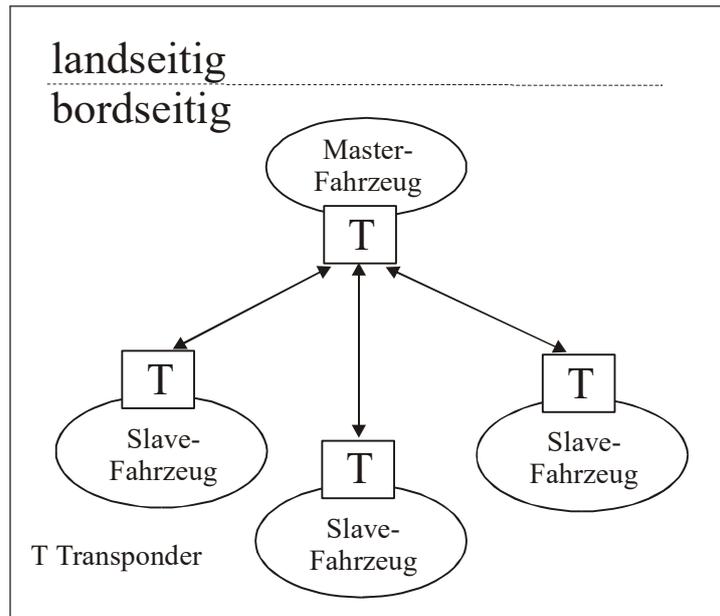


Abbildung 1

Bewertung

Als Form der Navigationsunterstützung durch Kommunikation bieten dezentrale Strukturen weitestgehend die schon für das zentrale Modell bekannten Vorteile (vgl. dazu Projekt **NADAKOS**). An erster Stelle wären hier die **sicherheitsrelevanten Effekte** zu nennen, wie die Vermeidung von gefährlichen Annäherungen und die Senkung der Strandungsgefahr, verbunden mit einer Erweiterung des zeitlichen und räumlichen Handlungsspielraumes für Manöver und nicht zuletzt die Minimierung der Unsicherheit über die Handlungen anderer. Gefahrensituationen können rechtzeitig erkannt und erforderliche Ausweichmanöver, bei denen es sich i.a. um relativ schwache Kurs- oder Fahrtänderungen handelt, in den strategischen Bereich verlegt werden. Infolgedessen verringern sich die mittleren Werte für Wege, Passierzeiten und Energieverbrauch der Fahrzeuge. Das sind die **wirtschaftlichen Effekte** der Koordinierung.

Darüber hinaus bietet das dezentrale Modell als entscheidenden **Vorteil gegenüber der zentralen Architektur** die Möglichkeit, bisher unerreichte oder wenig erschlossene Gebiete, insbesondere den **freien Seeraum, telematisch zu überdecken** und dort eine Koordinierung des Verkehrs vorzunehmen. Dabei besteht (verglichen mit dem zentralen Modell) ein relativ geringer Aufwand hinsichtlich der Ausrüstung der Fahrzeuge, die durch die in naher Zukunft vorgesehene AIS-Ausrüstungspflicht für Schiffe die notwendigen Rahmenbedingungen erhält. Resultierend aus der vergleichsweise geringen Größe der temporären Koordinierungsgebiete, ist auch der Anspruch an die Leistungsfähigkeit der Technik entsprechend geringer.

Nach der Lösungsberechnung werden statt einem großen Datenpaket (wie bei der zentralen Struktur) mehrere kleine Pakete gesendet. Das Splitten in mehrere kleine Lösungen macht das dezentrale System **robuster gegen Störeinflüsse**.

Ergebnisse

Im Rahmen des Projektes wurde eine Analyse zur Umsetzung dezentraler Architekturen mit Hilfe bereits entwickelter Verfahren durchgeführt. Verschiedene Ansätze für die Modellierung eines dezentralen Systems wurden erarbeitet und auf ihre Realisierbarkeit untersucht. Einer dieser Entwürfe wurde als bevorzugte Variante eingehender erforscht.

Als Ergebnis der konzeptionellen Arbeit an diesem Projekt lagen zunächst grobe Entwürfe von Methoden und Algorithmen vor. Um ihre Zuverlässigkeit prüfen zu können, wurden sie rechentechnisch umgesetzt. Am Computer entstand eine erste Arbeitsoberfläche, mit deren Hilfe die entwickelten Verfahren, insbesondere in Hinblick auf die zeitliche Varianz dezentraler Strukturen, getestet wurden. Während dieses Prozesses wurden, unter Berücksichtigung der beobachteten Effekte, sowohl innerhalb der Algorithmen als auch am Gesamtkonzept Änderungen vorgenommen, die zu einer verbesserten Stabilität des Systems führten. Anschließend wurden die Algorithmen an einen Lösungsgenerator gekoppelt und eine komfortablere Benutzeroberfläche geschaffen.

Erste erfolgreiche Simulationen wurden durchgeführt. Insgesamt zeigte sich die Umsetzbarkeit der dezentralen Architektur bei einem stabilen Verhalten unter gewissen Randbedingungen, wie z.B. der Teilnahme aller Fahrzeuge an der Koordinierung (bei entsprechender technischer Ausstattung).

Derzeit werden umfangreiche statistische Tests vorbereitet bzw. zum Teil schon durchgeführt (vgl. dazu unter „**Ausblick**“).

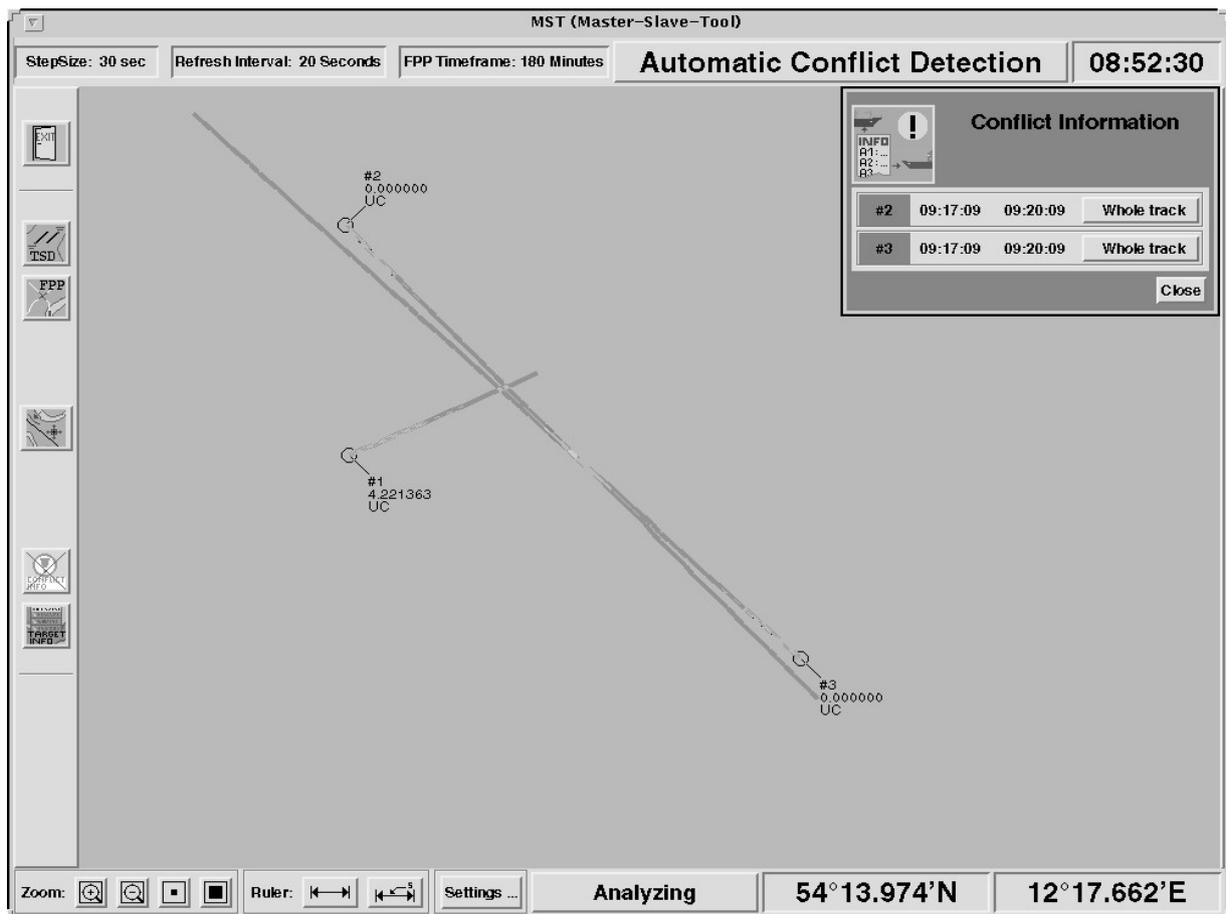


Abbildung 2: Verkehrssituation mit erkanntem Konflikt

Die Abbildungen 2 bis 4 zeigen eine simulierte Begegnung dreier Schiffe, von denen sich zwei auf Kollisionskurs zueinander befinden. Es erfolgt eine Koordinierung mittels dezentraler Architektur.

Abbildung 2 veranschaulicht die Verkehrssituation des verwendeten Szenarios. Dargestellt sind die Tracks aller Fahrzeuge, wie sie aufgrund der per Transponder übermittelten Fahrzeug- und Wegpunktdaten vorausberechnet wurden. Zwischen den Fahrzeugen 2 und 3 wurde ein Konflikt erkannt (farbliche Hervorhebung der relevanten Trackabschnitte und Auflistung der Konfliktfahrzeuge in einer Informations-Shell). Zu diesem Zeitpunkt sind noch alle Fahrzeuge unkoordiniert (UC).

Die daraufhin eingerichteten temporären Strukturen sind aus Abbildung 3 zu entnehmen. Fahrzeug 1 ist Master (MA) geworden. Die Fahrzeuge 2 und 3 sind seine Slaves (SL – mit Master-ID in eckigen Klammern). Eine Lösung wurde noch nicht ermittelt und somit die kritische Situation noch nicht bereinigt.

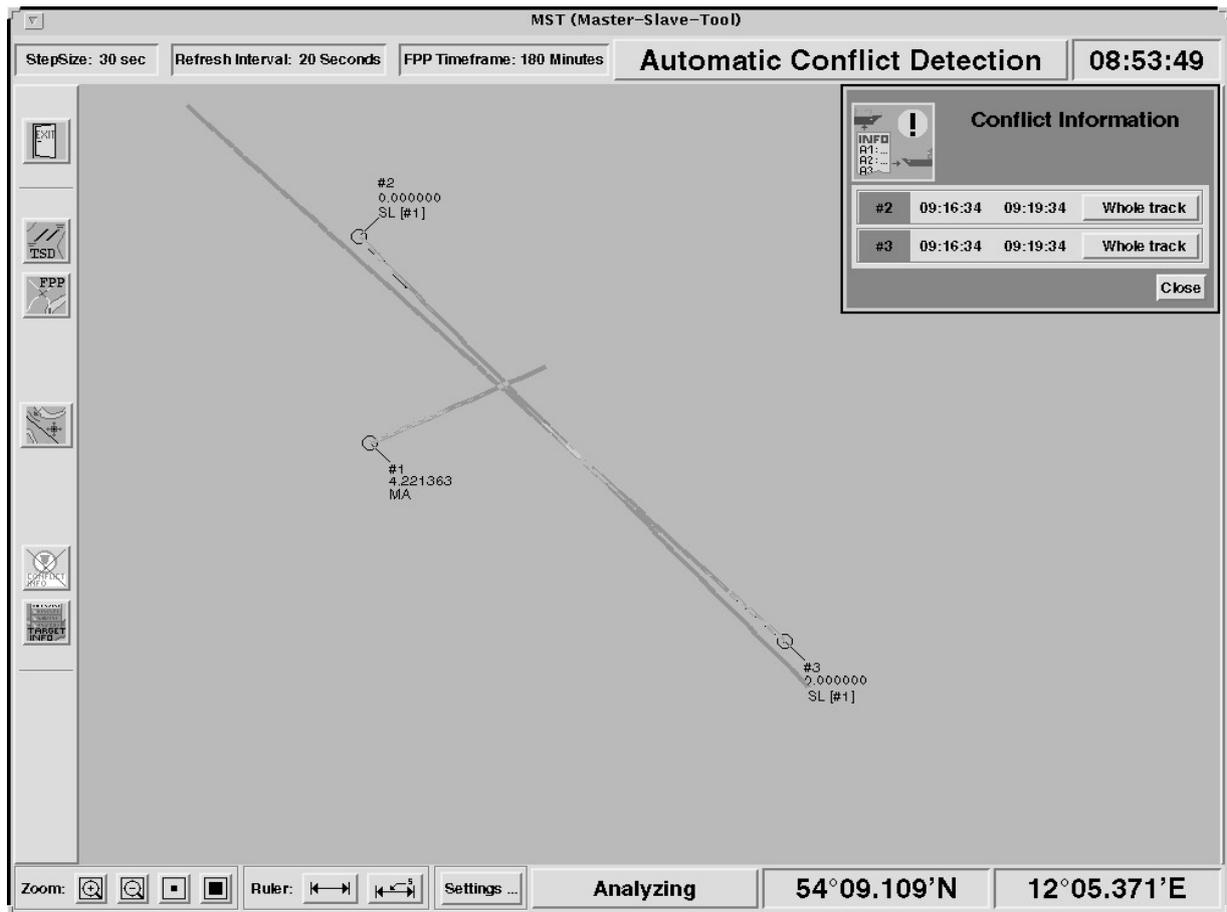


Abbildung 3: Abgeschlossener Strukturaufbau

Abbildung 4 zeigt den Zustand nach Berechnung und Aussendung der neuen, konfliktfreien Routen. Alle Fahrzeuge bewegen sich bereits auf den übermittelten Bahnen. Da kein Konflikt mehr besteht, sind die Strukturen aus Abbildung 3 aufgelöst, alle Schiffe sind unkoordiniert (UC).

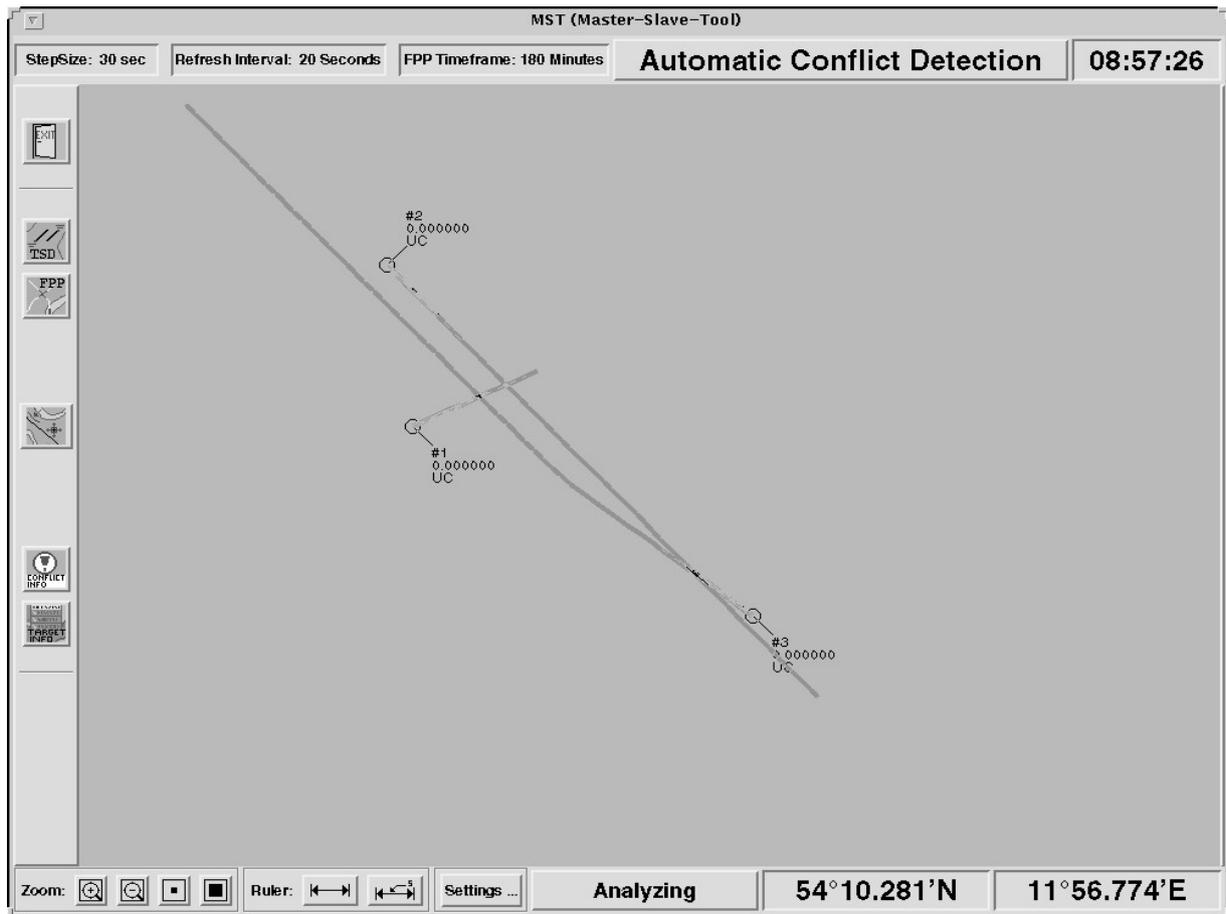


Abbildung 4: Zerfallene Strukturen nach Konfliktlösung

Ausblick

Das Projekt hat derzeit einen Stand erreicht, der erlaubt, die bereits erarbeiteten Resultate einer eingehenden Überprüfung zu unterziehen. Deshalb werden zur Zeit umfangreiche statistische Untersuchungen zu den Verfahren vorbereitet und zum Teil schon durchgeführt. Sie sollen Aufschluss darüber geben, wie stabil ein dezentrales System in der vorliegenden Form arbeitet. Von Interesse sind Daten, die auf den Zeitpunkt der Konflikterkennung, den Beginn und die Dauer der Koordinierung usw. schließen lassen. Darüber hinaus sollen mit Hilfe der Simulationen Fehlerzustände erkannt und Strategien zu ihrer Behebung gefunden werden. Hier sind beispielsweise Lösungen gefragt, die Situationen behandeln, in denen nicht alle Fahrzeuge in einem bestimmten Gebiet an der Koordinierung teilnehmen (können). In Zusammenhang mit der Behandlung ungültiger Zustände steht auch die Erkennung und Beseitigung von Hidden-User-Problemen. Die Errichtung dezentraler Strukturen erfordert nachzeitigem Erkenntnisstand einen zusätzlichen Kommunikationsaufwand. Geplant sind daher Untersuchungen zu Kommunikation und Datenübertragung, um Einzelheiten des zeitlichen Ablaufs der Kommunikation zu erörtern sowie Aussagen über benötigte Dateninhalte und die erforderliche Anzahl von Kommunikationszyklen bis zur vollständigen Errichtung der Strukturen zu treffen.

Ein Assistenzsystem zum Manövrieren und Positionieren in begrenzten Gewässern

***Dipl.-Math. Michaela Demuth,
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Müller,
Dipl.-Ing. Frank Hartmann,
Hochschule Wismar, Fachbereich Seefahrt Warnemünde***

1. Motivation

Manövrieren und Positionieren sind komplexe Prozesse und hängen von vielen Einflussfaktoren ab. Um den zur Verfügung stehenden Manöverraum optimal auszunutzen, sind spezifische, an die jeweilige Situation angepasste Kombinationen von verschiedenen Grund und Elementarmanövern erforderlich.

Erfolg und Effektivität dieser Prozesse hängen im wesentlichen vom der subjektiven Einschätzung und dem Erfahrungsschatz des Schiffsführers ab. Er muss das Ziel der Manöver kennen, die Relation Umwelt-Schiff analysieren, das Manöver planen, durchführen, kontrollieren, gegebenenfalls korrigieren und beenden. Dabei müssen Manöverparameter (Bahnverlauf, Kurse, Geschwindigkeiten) ausgewählt und mögliche Varianten verglichen werden. Vorstellungen über den Beginn und die Ausprägung der einzelnen Teilmanöver müssen erarbeitet werden. Es ist ständig ein Profil der Steuerparameter mit einem bestimmten Grad an Schärfe gedanklich vorzubereiten. Während der Manöverdurchführung muss ein permanenter Abgleich des geplanten Verhaltens mit dem Ist-Zustand vorgenommen und die Situationsentwicklung neu eingeschätzt werden. Dafür sind Erfahrungen und Fähigkeiten des Schiffsführers und genaue Kenntnisse über das dynamische Bewegungsverhalten des Schiffes auch bei Wind- und Stromeinfluss unbedingt erforderlich.

In der modernen Seeschifffahrt ermöglicht der derzeitige Automatisierungsgrad bei der Schiffsführung seit langem die automatische Kursregelung. Hinzu gekommen ist das selbständige Abfahren von manuell gesetzten Wegpunkten. Eventuelle Abweichungen werden mit Hilfe eines fest strukturierten Bahnreglers ausgeglichen. Allerdings versagen diese Systeme gerade dann, wenn der zur Verfügung stehenden Manöverraum eingeschränkt und eine kontinuierliche, monotone Weiterführung der Schiffsbahn nicht mehr allein zum Ziel führt. Der gewählte Ansatz bei gegenwärtig eingesetzten Bahnführungssystemen lässt keine Erweiterung oder Anpassung für das Manövrieren in begrenzter Umgebung zu. Es muss ein gänzlich anderer Ansatz herangezogen werden.

Vor dem Hintergrund einer zunehmend besseren Verfügbarkeit von hochgenauer Ortungs- und Zielerfassungssensorik und präzisen Modellen der maritimen Umwelt werden nun grundsätzlich neue automatisierungstechnische Ansätze untersucht.

2. Lösungsansatz

Das Problem, unter vorliegenden Randbedingungen von einem gegebenen Startpunkt zu einem definierten Zielpunkt zu Manövrieren, besteht im Wesentlichen aus zwei Teilen: die Bahnprädiktion und die erforderlichen Steuerfolgen zum konformen Realisieren der vorhergesagten Bahn.

Zum Nachbilden des dynamischen Verhaltens des betrachteten Schiffes wird ein definiertes und parametrisiertes Modell benötigt.

2.1. Schiffsdynamikmodell

Es wird ein einfaches, auf Differenzgleichungen basierendes Bewegungsmodell benutzt. Das Modell beschreibt die dynamischen Eigenschaften von konventionellen Schiffen. Die zur Modelparametrisierung erforderlichen Werte wurden durch praktische Standarttests ermittelt. Die resultierenden Ergebnisse widerspiegeln eine ausreichende Anpassung des Modells an das reale Schiff.

2.2. Bahnprädiktion

Es ist ein Anfangsparametervektor mit Position, Kurs, Geschwindigkeit und Schiffstyp gegeben. Der Zielparame-tervektor mit Position, Kurs und Geschwindigkeit ist definiert. Es ist auch möglich, eine Endgeschwindigkeit von Null zu fordern. Die Grenzen des eingeschränkten Gebietes sind bekannt.

Die Bahnprädiktion passt sich der Umgebung dynamisch an, das bedeutet, der Algorithmus ist nicht starr an eine bestimmte Art von Manöverraum gebunden, er läuft auch in offenen Gewässern.

Die Bahnprädiktion basiert auf folgende Prinzipien:

- ★ Die zu generierende Bahn wird iterativ aus idealisierten Bahnsegmenten zusammengesetzt und skaliert. Die Segmente sind bogenförmig, geradlinig oder eine komplexe Kombination aus beiden. Die Krümmung der Segmente ist abhängig vom Nenndrehkreis des betrachteten Schiffes.
- ★ Unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Weglänge und der Geschwindigkeiten in der Ausgangs- und Endsituation wird ein Geschwindigkeitsprofil erzeugt. Es ist in drei Phasen gegliedert:
 - Positive Beschleunigung bis eine maximal mögliche Geschwindigkeit erreicht wird,
 - Beibehalten der Geschwindigkeit, wenn es die Weglänge erlaubt,
 - Negative Beschleunigung bis die geforderte Geschwindigkeit erreicht wird.
- ★ Das Ergebnis ist eine automatisch entstandene Wegpunktliste, die die wesentlichen Parameter Position, geforderter Kurs, geforderte Geschwindigkeit und zurückgelegte Weglänge enthält.

Zwei berechnete Bahnen werden miteinander bzgl. der Anzahl der Umsteuerungen und der benötigten Weglänge verglichen. Der bessere von beiden wird solange favorisiert bis eine noch bessere Bahn generiert wurde. Die Schlechtere wird gelöscht.

Stellt sich schon während der Berechnung einer neuen Lösung eine qualitative Verschlechterung heraus, wird die aktuelle Betrachtung abgebrochen und die bis dahin ermittelten Wegpunkte gelöscht.

Das Ergebnis des Algorithmus ist die automatisch generierte, bestmögliche, abfahrbare Bahn.

Im folgenden Beispiel (Abb. 1) wird eine Bahnprädiktion im eingeschränkten Manörraum gezeigt. Das vollständige Abfahren eines Drehkreises ist nicht möglich. Das Schiff soll mit einem dem anfänglichen Heading entgegengesetzten Kurs nahe der Pier zum Stillstand kommen.

Zunächst werden alle mögliche Lösungen untersucht (grau gekennzeichnet). Der Algorithmus wählt die rot markierte Bahn als Beste aus.

Abbildung 2 zeigt im Ausschnitt das erzeugte Steuerprofil für die generierte Lösung aus Abbildung 1. Auf Grund der geringen Weglänge der einzelnen Bahnsegmente kann nur beschleunigt und aufgestoppt werden.

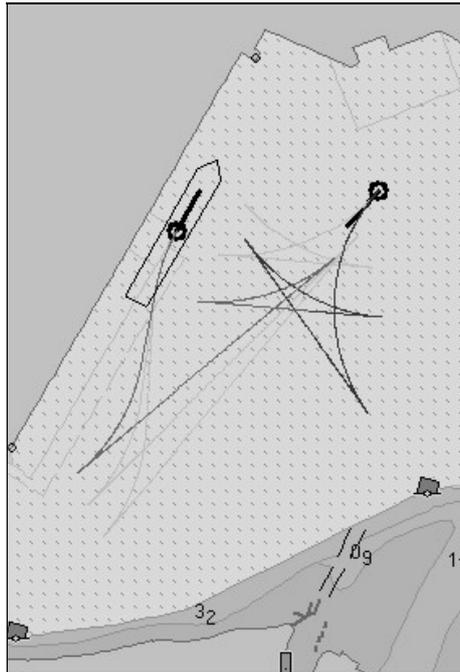


Abbildung 1

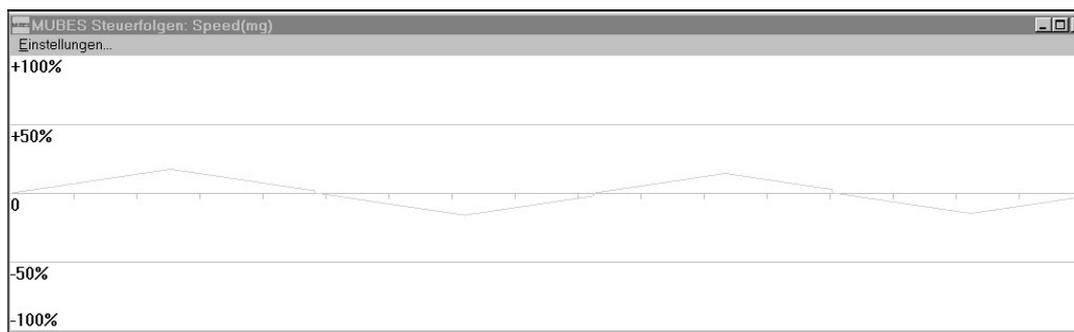


Abbildung 2

2.3. Schiffsführung

Basis ist eine durch die Bahnprädiktion entstandene Wegpunktliste. Das Problem ist nun, die beste Steuerfolge zum Abfahren der vorgefertigten Bahn zu ermitteln.

Generell existieren für die Steuerparameter bzgl. deren Auswahl (Ruder, Schub, Querschub) und Ausprägung (mehr, gleichbleibend, weniger) jeweils drei Freiheitsgrade. Mathematisch möglich sind nun 27 verschiedene Kombinationen in jedem Schritt der Suche nach der besten Steuerfolge.

Jede Kombination in jedem Schritt zu testen, ist technisch unmöglich. Die Anzahl der Zwischenzustände nimmt exponentiell zu. Deshalb muss die Suche selektiv durch Regeln eingeschränkt werden. Diese Regeln basieren auf mathematischen und geometrischen Beziehungen, physikalischen und technischen Möglichkeiten, Geschwindigkeitsprofil und Schiffstyp.

Ein Suchalgorithmus baut stufenweise durch Verzweigungen einen Baum von Zwischenzuständen auf. Diese sind durch Kombinationen der möglichen Steuerparameter entstanden. Jeder Zwischenzustand wird mit Hilfe der definierten Regularien qualitativ bewertet. Der Beste wird der Ausgangspunkt für die nächste Ebene im Baum. Der Prozess wird so lange wiederholt, bis entweder das Ziel erreicht wird oder alle neu entstandenen Zwischenzustände auf Grund der Regeln bzw. Restriktionen für ungültig erklärt werden. In diesem Fall beginnt der Suchalgorithmus erneut im Startpunkt mit der nächstbesten Verzweigung. Diese Prozedur wird wiederum so lange wiederholt bis das Ziel erreicht wird oder sämtliche Verzweigungen terminiert sind und somit keine Lösung existiert. Andernfalls erhält man die bestmögliche Steuerfolge zum konformen Abfahren der Bahn.

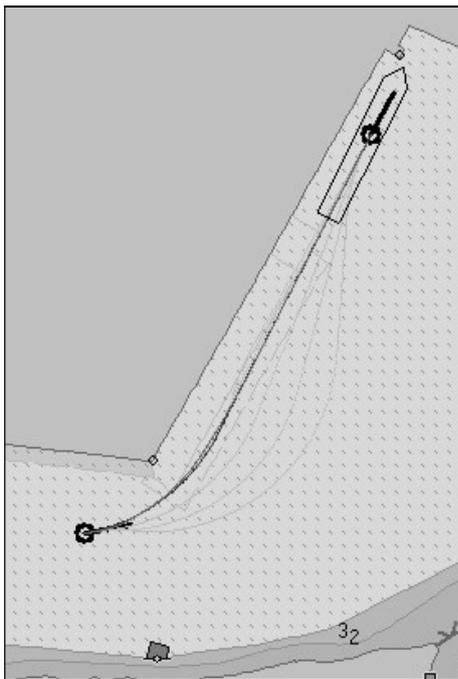


Abbildung 3

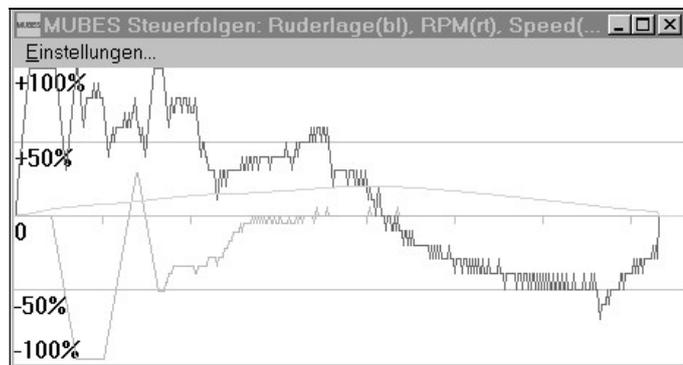


Abbildung 4

In Abbildung 3 soll sich das Schiff nach anfänglicher Kursänderung der Pier nähern und dort mit anliegendem Kurs aufstoppen. Es wird die Bahn mit der geringsten Weglänge favorisiert. Abbildung 4 verdeutlicht die Anregung der Schiffssteuerparameter. Das Schiff wird aus der Ruhe heraus beschleunigt (rot), die Drehbewegung wird durch eine Hartruderlage (blau) nach ca. 30 sec eröffnet. Um dem Überschwingen entgegen zu wirken wird nach weiteren 30 sec

eine komplexe Ruderanregung eingeleitet und dann Mittschiffs gehalten. Das Aufstoppmanöver wird eingeleitet. Das Schiff kommt in der Zielposition zum Stehen.

3. Schlussbemerkungen

Dieses Assistenzsystem bietet durch Wahl eines neuartigen Ansatzes eine technische Hilfeleistung zum Manövrieren und Positionieren in begrenzten Gewässern. Der Schiffsführer wird durch Aufzeigen von optimierten Manöverlösungen deutlich bei der Manöverplanung entlastet und gewinnt zusätzlich an Entscheidungssicherheit und Determiniertheit bei der Bahnfindung.

Die vom Algorithmus vorgeschlagenen Lösungen sind bzgl. Umsteuerungen, Weglänge und Steuerfolgen optimiert und dynamisch an die vorliegende Situation angepasst. Es lassen sich Lösungen sowohl für einen begrenzten Manöberraum als auch für das offene Wasser berechnen. Dabei werden die spezifischen Manövriereigenschaften des betrachteten Schiffes berücksichtigt.

Das vorgestellte System lässt sich in bereits existierende Systeme als zusätzliche Manövierhilfe integrieren.

PERSPEKTIVEN DER SCHIFFSBETRIEBSTECHNIK

Instandhaltung 2000

Helmut Winkler
GFIN

Der momentane Aktienstand einer AG ist Gradmesser für die Attraktivität des Unternehmens. Wer regelmässig den Wirtschaftsteil der Tageszeitung liest, weiss wie nah auf dem Aktienmarkt Höhen und Tiefen beieinander liegen. Schon ein Hauch von negativer Nachricht lässt die Aktienkurse fast ins uferlose fallen, ein erstes Anzeichen einer Fusion treibt sie manchmal in das Astronomische.

Aktionäre lieben positive Nachrichten. Werden die gesteckten Ziele der Aktiengesellschaft nicht erreicht, reagiert der Markt mit voller Härte. Kein Vorstand einer Aktiengesellschaft kann sich eine stagnierende oder gar degressive Unternehmensentwicklung erlauben. Die Shareholder hätten dafür kein Verständnis, die Ablösung der Vorstände wäre nur eine Frage der Zeit.

Der Druck der Aktieninhaber auf den Vorstand zwingt diesen, alle Kosten der Gesellschaft zu analysieren. Um erfolgreiche Bilanzen vorzulegen, wird alles daran gesetzt, die Kosten abzubauen, um so positive Zahlen zu erreichen. Die Instandhaltung wird, wenn man nach der Definition der DIN 31 051 arbeitet, immer Kosten verursachen. DIN 31 051 definiert die Aufgabe der Instandhaltung mit Inspektion, Wartung und Instandsetzung. In der Vergangenheit wurde häufig als Messlatte für die Bedeutung der Instandhaltung der Kostenetat herangezogen. Je größer das Etatvolumen, je größer die Kopfzahl, desto bedeutender die Instandhaltung. Man hat zwischenzeitlich erkannt, dass die Instandhaltung nicht Kosten, sondern Nutzen produzieren muss. Jedes Unternehmen ist gewillt, Massnahmen durchzuführen, bei denen der Nutzenerlös höher ist als der Kostenaufwand. Jede Instandhaltung muss alles daran setzen, dass Schäden jeglicher Art an dem Produktionsmittel nicht eintreten. Eine Vorstellung, die natürlich wesentlich über den Grundgedanken der DIN 31 051 hinausgehen. Eine aktive Antischadenstrategie setzt eine totale gedankliche Umstellung der Instandhaltung voraus. In der Vergangenheit – sprich DIN 31 051 – wird reagiert. Der Schaden wird häufig als gottgewollt hingenommen. Die Reparatur beschränkt sich darauf, den Ist-Zustand wieder herzustellen, was gleichzusetzen ist, dass der Schaden in den bisherigen Zeitabständen auch zukünftig wieder auftritt. Eine Strategie, die mehr einem Arbeitsbeschaffungsprogramm der Arbeitsämter gerecht wird, aber nicht einer modern geführten Instandhaltung. Man kann es nicht oft genug sagen:

„Instandhalter, die nur reparieren, sind auf dem besten Wege, aus ihrem Unternehmen ein Museum zu machen.“

Wer nur den Ist-Zustand wieder herstellt, trägt nicht dazu bei, das Unternehmen für die Zukunft fit zu machen. Die technologische Entwicklung ist heute so rasant, dass der Technikstand alle 3 – 4 Jahren veraltet ist. Wer seit 10 Jahren die gleiche Reparatur durchführt, hinkt zwei Generationen der technischen Entwicklung hinterher.

Eine Antischadensstrategie heißt aber auch, dass die Instandhaltung ihr Recht fordern muss, in Entscheidungsvorgänge, was Maschinen- und Gebäudeinvestitionen angeht, von Anfang an als vollwertiges Mitglied eingeschlossen zu werden. Maschinen- und Gebäudeinvestitionsentscheidungen ohne die ausdrückliche Zustimmung der Instandhaltung sollten in der deutschen Industrie Vergangenheit sein. Die Praxis zeigt aber, dass in vielen Unternehmen sich dieser Gedanke noch nicht durchgesetzt hat und, wie seit eh und je, Maschineninvestitionen und Gebäudeinvestitionen allein unter kaufmännischen Gesichtspunkten getätigt werden. Instandhalter sollten, um die Schadenshöhe dieses Managementfehlers darstellen zu können, bei allen Maschinen, Anlagen und Gebäuden Instandhaltungskosten separat aufzeigen, um den Vorstand von Zeit zu Zeit zu informieren, was das verfehlte Einkaufsmanagement für einen Schaden verursacht hat.

Die Leistungsfähigkeit einer Instandhaltung wird zunehmend über Kennzahlen dargestellt. Kennzahlen, meine Damen und Herren, sind mit Sicherheit ein interessantes Instrumentarium, um die wirtschaftlichen Auswirkungen bestimmter Entscheidungen aufzeigen zu können. Jede Instandhaltung sollte sich angewöhnen, intensiv mit Kennzahlen zu arbeiten. Jede Instandhaltung sollte sich aber auch entschliessen, diese Kennzahlen turnusmässig an den Vorstand weiterzugeben. Nur wenn die Information an die Stellen gelangt, die letztendlich über die Freigabe eventuell benötigter Geldmittel entscheidet, kann erwartet werden, dass für zukünftige Vorhaben ein offenes Ohr vorhanden ist.

Die Gesellschaft für Instandhaltung wird häufig von Instandhaltungsleitern großer Unternehmen kontaktiert mit der Bitte, Kennzahlen für bestimmte Industriebereiche zur Verfügung zu stellen. Anfragen, die wir äusserst ungern bearbeiten, da wir wissen, wie gefährlich es ist, allgemeine Kennzahlen weiterzugeben, ohne Information darüber zu haben, wie diese ermittelt wurden. Alle vergleichenden Kennzahlen, die heute auf dem deutschen Markt zu finden sind, sind mit äusserster Vorsicht zu handhaben. Es gibt keinen Sinn, Kennzahlen von einer Firma auf die andere zu übertragen, wenn nicht die Rahmenbedingungen bekannt sind, wie die Kennzahl ermittelt worden ist. Eine Vielzahl von Kriterien, wie z. B. Maschinen- oder Anlagenalter, Ausbildungsstand der Instandhalter, Instandhaltungsorganisationen, Werkzeuge der Instandhaltung, organisatorische Einbindung der Instandhaltung, Motivation der Instandhalter nehmen Einfluss.

Instandhalter sollten sich aus eigenem Interesse angewöhnen, mit Kennzahlen zukünftig intensiver zu arbeiten. Sie sollten aber auch mit aller Entschiedenheit dagegen sein, dass Kennzahlen aus anderen Unternehmen, die zufälligerweise in irgendeiner Veröffentlichung gefunden werden, auf das eigene Unternehmen übertragen werden. In einem solchen Falle sollte der Vorstand darüber informiert werden, welches Fehlerpotential bei der Anwendung dieser allgemeinen Kennzahlen vorhanden ist.

Was das wirtschaftliche Verständnis der Instandhalter angeht, so ist erhebliches Verbesserungspotential vorhanden. Nur in den seltensten Fällen wird für Massnahmen eine Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt.

Eigentlich sollte es eine Selbstverständlichkeit sein, dass nur diejenigen Arbeiten in Angriff genommen werden dürfen, die einen dementsprechenden Nutzen für das Unternehmen bringen.

Eine Kosten-Nutzen-Analyse setzt natürlich voraus, dass die notwendigen wirtschaftlichen Rahmendaten bekannt sind, um diese durchzuführen. Instandhalter haben das Recht, über wirtschaftliche Grunddaten voll informiert zu sein. Sie müssen den Wiederbeschaffungswert einer Maschine kennen, sie müssen die Maschinenstundensätze kennen, sie müssen auch wissen, was eine Stunde Produktionsausfall dem Unternehmen für einen Schaden verursacht. Kosten sind nicht nur in Aktiengesellschaften verpönt. Auch kleine und mittelständische Unternehmen stehen unter einem gewaltigen Marktdruck, sind also daran interessiert, vermeidbare Kosten nicht entstehen zu lassen. Eine Chance, die die Instandhalter zu wenig nutzen. Und wenn, wie wir leicht erkennen können, sich alles an dem Nutzen orientiert, so ist es eine Verpflichtung der Instandhaltungsleitung, aber auch der Instandhaltungsmitarbeiter, den Nutzen ihrer Arbeit im Unternehmen dementsprechend publik zu machen. Für wichtige Maßnahmen muss eine Nutzendokumentation erstellt und dem Vorstand zur Verfügung gestellt werden. Tue Gutes und rede darüber, soll lautet eine Weisheit der Öffentlichkeitsarbeit. Instandhalter verhalten sich grundlegend anders, sie tun Gutes, aber reden nicht darüber.

Wenn wir davon ausgehen, dass das Aufgabengebiet der Instandhaltung heute mehr ist als die DIN 31 051 angibt, so müssen wir auch das Anforderungsprofil für die Instandhaltungsmitarbeiter neu definieren und, was genauso wichtig ist, den Weiterbildungsbedarf permanent analysieren.

Die Gesellschaft für Instandhaltung hat 1999 eine Umfrage durchgeführt, die zum einen Aufschluss geben sollte über das Lohngefüge der Instandhaltungsmitarbeiter, aber auch über die Zufriedenheit der angebotenen Weiterbildungsmaßnahmen im Unternehmen. Was letztgenannten Bereich angeht, so ist durchweg Unzufriedenheit festzustellen. Instandhalter reklamieren, ich glaube zu recht, einen Mangel in der Weiterbildung. Sie wollen, wie die GFIN-Untersuchung auch zeigt, aber nicht nur in Technik weitergebildet werden, sondern auch wirtschaftliche und vor allen Dingen Managementthemen stehen auf der Wunschliste ganz oben.

Die Instandhaltung wird, das ist meine feste Überzeugung, in Zukunft an Bedeutung nicht verlieren, sondern gewinnen. Immer kompliziertere Maschinen, immer höhere Maschinennutzungszeiten, immer höhere Qualitätsansprüche, immer kürzere Lieferbedingungen lassen die Maschine zum Zentrum des Erfolges werden. Die Maschinenbedienung wird zukünftig verstärkt von Robotern durchgeführt werden. Was Roboter nicht können, ist die Maschine top fit zu halten. Hierzu braucht man noch mehr Instandhaltungswissen. Wir haben in Deutschland trotz mehrerer hundert Handwerksberufe und einer Fülle von Studienmöglichkeiten noch keine Instandhaltungsausbildung. Die Gesellschaft für Instandhaltung hat mit der Handwerkskammer Reutlingen zusammen eine Meisterausbildung mit dem Abschluss eines GFIN-Instandhaltungswerkmeister entwickelt. Die ersten Meisterkurse sind zwischenzeitlich durchgeführt. In Zukunft wird dieser Meisterkurs auch bundesweit angeboten werden. Die Industrie ist an dem Instandhaltungswerkmeister stark interessiert. Alle Absolventen des Lehrganges an der Handwerkskammer Reutlingen haben bei Interesse ihre Anstellung gefunden.

Auch in der Hochschulausbildung ist die Gesellschaft für Instandhaltung in der Vergangenheit aktiv geworden. An der Fachhochschule Augsburg ist es möglich, ein Master-Zusatzstudium im Bereich Instandhaltung zu absolvieren. Die fachliche Leitung dieses Zusatzstudiums hat die GFIN. Wir sind zur Zeit mit einer Reihe von Hochschulen in Kontakt,

die ebenfalls daran denken, ein Zusatzstudium für den Bereich Instandhaltung zukünftig anzubieten. Insgesamt ist zu sagen, dass sich die unbefriedigende Ausbildungssituation sowohl im Handwerksbereich als auch an den Hochschulen sukzessive entspannen wird. Es ist also zu erwarten, dass zukünftig für den Instandhaltungsberuf sowohl auf der reinen handwerklichen Ebene also auch für die Leitungsfunktion hervorragend ausgebildete Mitarbeiter zur Verfügung stehen. Sie können, relativ schnell, vollwertig eingesetzt werden, was dem Unternehmen erhebliche Kosten einspart. Von einer Verpflichtung der Unternehmen, die Instandhaltungsmitarbeiter weiterzubilden, unterbindet aber die Bewegung auf dem Ausbildungsmarkt nicht. Viel zu rasant ist nämlich die technologische Entwicklung. Permanente Anpassung des Wissens ist notwendig, hierzu sind Unternehmen, aber auch die Instandhaltungsmitarbeiter im gleichen Masse gefordert.

Bei der GFIN-Untersuchung 1999 haben wir auch hinterfragt, wie weit für besondere Leistungen Zusatzprämien den Instandhaltern gezahlt werden. Die Auswertung der Fragebögen ergab, dass jedes zweite Unternehmen derartige Zusatzleistungen gewährt. Die Beträge, die hierfür angegeben wurden, sind aber häufig nicht so, dass sie an die gezahlten Prämien anderer Unternehmensbereiche heranreichen.

Geld ist wohl kein Motivationsfaktor, aber zusätzliche Leistungen müssen honoriert werden. Viele Unternehmen tun sich offensichtlich schwer, den Instandhaltern eine leistungsgerechte Prämie zu zahlen so wie es in anderen Unternehmensbereichen eigentlich selbstverständlich ist.

Ein demotivierter Instandhaltungsmitarbeiter kostet dem Unternehmen aber mindestens genauso viel wie ein demotivierter Vertriebsmitarbeiter. Was spricht also dagegen, die Prämien auf ein gleiches Niveau zu bringen. Liegt es daran, dass die Instandhaltungsleistung nicht für jedermann erkennbar und messbar ist? Die konsequente Kosten-Nutzen-Analyse und die turnusmäßige betriebsinterne Verbreitung der Resultate könnte Wunder wirken!

Instandhaltungsmitarbeiter brauchen eigentlich nicht motiviert werden, sie sollten nur nicht demotiviert werden. So z. B., dass ihre Arbeit und Leistung im Unternehmen nicht der Bedeutung entsprechend anerkannt wird oder dass die Instandhalter von Entscheidungsabläufen ausgeschlossen werden, aber im nach hinein „die Suppe auslöffeln“ müssen, oder dass permanent an Instandhaltungsstrategien herumgedoktert und mit Personalabbau oder Fremdvergabe gedroht wird. Die Liste der Demotivationsfaktoren für den Instandhalter lässt sich noch beliebig fortsetzen. Wer auf der einen Seite mehr Leistung von der Instandhaltung fordert, muss endlich damit aufhören, alle, um den inneren Zustand der Instandhaltung gegen Null zu fahren. Es muss endlich mit dem aufgehört werden, dass, wenn es einmal nicht läuft, die Instandhaltung Schuld ist, und wenn es läuft, sind es die anderen, die das vollbracht haben. Die Instandhaltung ist nicht das fünfte Rad am Wagen. Ohne eine gute Instandhaltung ist kein Unternehmen überlebensfähig. Es ist also im Sinne des Unternehmens, dass Instandhalter äußerst motiviert sind, denn nur so werden sie die Leistung bringen, die das Unternehmen braucht, um in der Zukunft bestehen zu können. Es kann nicht oft genug gesagt werden, die Existenz des Unternehmens hängt von der Leistungsfähigkeit der Instandhaltung ab. Und wer mit der Instandhaltung experimentiert, experimentiert mit dem Fortbestand des Unternehmen.

Ein Instandhalter muss zukünftig Techniker und Manager werden. Das gilt sowohl für die Instandhaltungsleitung also auch für die Instandhaltungsmitarbeiter. Die Maschinen werden komplizierter, das technische Wissen muss sich der Entwicklung der Maschinen anpassen. Nur so ist der Instandhalter in der Lage, Zusammenhänge zu erkennen und bei einem Schaden auch die notwendigen Massnahmen durchzuführen, damit der Schaden nicht mehr auftritt. Der Instandhalter muss in Zukunft verstärkt Managementaufgaben wahrnehmen. Untersuchungen in den USA zeigen, dass in einem verbesserten Management erhebliche Kosteneinsparungspotentiale stecken. Es ist davon auszugehen, dass durch Organisation und Mitarbeiterführung etwa 80 % des vorhandenen Kosteneinsparungspotentials realisiert werden kann.

Der Instandhalter muss seine Leistungen im Unternehmen besser verkaufen, er muss also Instandhaltungs-Marketing betreiben. Genauso wichtig ist, dass er sich mit betriebswirtschaftlichen Themen auseinandersetzt und auch seine Leistungen unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten im Unternehmen verkauft.

Es gibt also noch viel zu tun. Warten wir nicht noch länger, denn der Markt, und das gilt für das Unternehmen wie für den Mitarbeiter, ist unbarmherzig.

Vielseitige Nutzung von Informationen aus der Technischen Diagnose und ihre Gewinnung

Prof. Dr. Dieter Troppens
VDI, GFN, VIW

1. Einleitung

Informationen aus der Technischen Diagnose werden hauptsächlich mit Beurteilungen des Zustands von Maschinen und Anlagen auf den Schiffen verbunden, um Aussagen über die Verfügbarkeit oder die Erhaltung dieser zu machen (auch geschuldet den früheren Formulierungen in TGL 39446 "Instandhaltung - Termini und Definitionen, 1988). Bei der klassischen Instandhaltung hat diese Aufgabe die Inspektion zu erfüllen (z.B. nach DIN 31051 "Grundlagen der Instandhaltung, Ergänzungen zu DIN EN 13306", Entwurf Juli 1999 bzw. EN 13 306 "Maintenance Terminology", 1999). Im modernen Management eines Schiffes laufen jedoch zunehmend verschiedene Strategien zusammen, wie es ein sicherer, ökonomischer, umweltgerechter Betrieb, sowie die Erfüllung bestimmter Qualitätsforderungen durch den Schiffsbetrieb an Ladung, Personen, Logistik u.a. erfordern. Derartige Aussagen gehen über Inspektionsbefunde und Ergebnisse der Beurteilung hinaus, sie entsprechen jedoch der umfassenden Einschätzung der zusammenhängenden Prozesse im angesprochenen Sinne.

Sie sind heute mit ähnlichen, teilweise gleichen technischen Einrichtungen (hardware) und angepaßter Software so aufbereitbar, daß sie nachvollziehbar werden und an die verschiedensten Punkte (Maschinenleitstand, Schiffsführung, Reederei, Servicestützpunkten u.a.) verwertbar übermittelt werden können, um Entscheidungen zu treffen und schnell Verfahrensanweisungen zum Schiffsbetrieb und zu seiner Erhaltung auszugeben.

Instandhaltung wird bislang negativ bewertet, weil sie Kosten verursacht, die zwar nicht vermeidbar sind, aber schwer vermeidbar erscheinen und manchmal verschleiert werden, um die negativ wirkenden Probleme nicht zu forcieren. Eine kostenoptimale Beherrschung verlangt jedoch möglichst objektive Bewertungen, d.h. die Informationen über den tatsächlichen Zustand der Schiffe und aller Maschinenanlagen und der Prozesse in ihnen. Auf die Einschätzung der Kosten soll hier nicht eingegangen werden, da sie immer spezifisch sind.

Auch für die Instandhaltung spielen zunehmend komplexere Informationen als es die klassischen Aufgaben der Inspektion beinhalten eine Rolle, deshalb werden von mir solche Untersuchungsergebnisse als Diagnoseergebnisse bezeichnet (sie sind jedoch in keiner der o.g. Normen definiert). Sie enthalten verschiedenartige Diagnosebefunde und werden entsprechend der Nutzung der komplexen Aussagen durch die Beurteilung aufgrund von A-priori-Informationen sowohl für die Instandhaltung verwendbar als auch für andere Managementaufgaben.

Subjektive Faktoren, die zwar durch die Diagnosebefunde (gemessene Größen, Abbildungen mittels verschiedener Strahlungen, Klangbilder u.a.) in ihrer Wirkung abbaubar sind (bis auf Meßabweichungen, Unschärfe, Übertragungsfehler usw.), verlangen aber auch objektivierte Beurteilungen, die geeignete Experten immer besser ermöglichen, aber auch das Vorliegen von Kenntnissen über die Objekte und deren Prozesse voraussetzen. Das sind A-priori-Informationen, da sie aus Erfahrungen, bekannten Gesetzmäßigkeiten u.a. ableitbar sind, aber oftmals nicht sofort zur Verfügung stehen [Pahl 98, EiLe 99, Wern 98].

Computergestützte Bereitstellung bzw. weltweit realisierbares Zusammenstellen und Zuführen zu den Experten bzw. den Entscheidungsträgern (Telekommunikation) zusammen mit den aktuellen und zuvor vorhandenen Diagnosebefunden über den Zustand und die Prozesse sind die Basis und können die Kosten verringern, die eine höhere Sicherheit für Menschen, Güter und die Umwelt und somit für eine höhere Qualität (Kundenzufriedenheit) verlangen [Trop 99].

2. Diagnoseverfahren, Fehlerdiagnose und Inspektionshilfsmittel

An Hand ausgewählter Beispiele solcher Informationen und moderner Informationsgewinnung und -aufbereitung für eine anstehende Beurteilung (Aufgaben der Technischen Diagnostik, bzw. Zustandsbeurteilung an Hand von Inspektionsbefunden) sollen moderne Methoden und Mittel dargestellt und anempfohlen bzw. aufgezeigt werden, wie die Weiterentwicklung aus den sich abzeichnenden Möglichkeiten zielgerichtet vorangetrieben werden sollte.

Diagnosekenngrößen	Maschinen, Anlagensysteme	Zustandsaussagen über:
Verschiebung, Verlagerung u.a. während des Betriebs	Turbinen, Verdichter, Generatoren	Lagerspiel, Lagereigenschaften, Verlagerung der Fundamente
Geometrische Größen der Ausrichtung, Gradheit u.a.	gekuppelte rotierende Maschinen, Werkzeugmaschinen u.a.	Aufstellung und Fundamentierung, Oberflächengestalt
Form, Oberflächen verdeckter Elemente mit Videoendoskopen	Turbinen, Verdichter, Kolbenmaschinen, Rohrleitungen u.a.	Verformungen, Korrosion, Ablagerungen, Verschleiß, Risse
Thermographische Bilder	elektrische Anlagenelemente, Maschinen, Gebäude	unnormales Erwärmen durch: Widerstand, Lichtbogen u.a., Lagerreibung, Schleifen u.a., Wärmebrücken, Lecks u.a.
Ultraschallanalyse	Rohre, Behälter, Maschinenelemente	Ungängen, Korrosion, Risse, Wandstärken, Schichtdicken
Ultraschallemissionen (akust. Emission)	Rohrleitungen und Ventile, Behälter, spez. Konstruktionen	Undichtkeiten, Risse und Rißentstehung, Anstreifen, Reibung
vibroakustische Größen	rotierende Maschinen, Maschinen und Baugruppen mit sich bewegenden Bauelementen z.B.: Wälzlager, Kolben, -ringe, Ventile u.a.	unzulässige Spiele, Verschleiß, Verformung von Elementen, Überbeanspruchungen an Lagern, durch Reibung u.a.
von Partikeln in Gasen und Flüssigkeiten (Betriebsmedien)	Maschinen mit Schmierung, Förderung von Fluiden, Elemente fluidischer Systeme (zur Steuerung, Kühlung), Systeme mit Verbrennung	Verschleiß, Verschmutzung, Funktionsmängel, Mängel in der Verbrennungssteuerung
Funktionskenngrößen, wie: Elektrische Leistungsgrößen, Drehmoment/Drehzahl, Druck/Volumenstrom, Kraft/Geschwindigkeit Temperatur/Wärmestrom	Antriebssysteme, Steuer- und Stellbaugruppen, Fördereinrichtungen u.a.	Funktionsmängel, ggf. mit Zuordnung typischer Fehler an Baugruppen oder Elementen

Tabelle 1: Überblicksdarstellung wichtiger Größen und Merkmale für die Diagnose in Maschinen und Anlagen [Trop 99]

Tabelle 1 zeigt allgemein in Maschinen und Maschinenanlagen, wie sie im Schiff mehrfach vorhanden sind, eine Reihe von verschiedenen Verfahren für Aufgaben dieser Überschrift.

Eine Anwendung in spezifischen Anlagen ist jedoch recht verschieden. Auf einige Aspekte für das Schiff und speziell für eine Schiffsinstandhaltung soll unter 3. noch eingegangen werden.

Besonders für Inspektionen sind subjektive Beurteilungen von Bildern (Thermografie siehe Tabelle 2 oder Reißbilder s Abb.IV-2.3/1 in [EiLe 99] sowie vergrößerter (Ausschnitt-) Darstellungen von kritischen Punkten mit modernen Kameras (digital) und Endoskopen ist wieder stärker im Gespräch [Pahl 98]. Die Übertragung solcher "Bilder" an Experten über den Erdball ist nicht unaufwendig aber trotzdem effektiv. Durch Kataloge gespeicherter typischer Bilder bzw. zuvor festgehaltener kann die Beurteilung sicherer gemacht werden.

Objekte	Aussagen über
Hochspannungsanlagen	hohen Widerstand, Überschläge u.a.
elektrische Anlagen	Übergangswiderstände zu hoch durch Anpreßdruck, Korrosion u.a. hohe Erwärmung durch Überlastung, mangelnde Wärmeabführung u.a.
Maschinen	örtliche Erwärmungen z.B. durch: - Lagerreibung (Fettmangel, Verspannung von Wellen u.a.) - mangelnde Wärmeableitung, - Bremsenrichtungen, - Schlupf an Riemen und Laufrädern
Gebäude	Wärmebrücken, mangelnde Isolierung, feuchte Elemente, Leitungslecks (Wasser, Heizung), Schornsteinschäden u.a.
Anomalien in der Landschaft	Leitungslecks, Undichtheiten an Deponien und unterirdischen Lagern u.a.

Tabelle 2: Zusammenstellung einiger Anwendungen der Thermographie

Analyseverfahren	zum Nachweis
Spektroskopie	Spurenelemente quantitativ
Ferrographie	Anzahl, Größe u. Form von Partikeln
Radiographie	Menge der Partikel
(Laser)-Optische Partikelanalyse	Anzahl und Größe der Partikel in Flüssigkeiten und Gasen

Tafel 1: Verfahren zur Analyse von Partikeln in Flüssigkeiten und Gasen

Bei einigen Maschinenanlagen werden auch die Verfahren der Partikelanalyse mit modernen Verfahren nach Tafel 1 verwendet [EiLe 99].

Die Ferrographie und laseroptische Verfahren zur Partikelanalyse gestatten auch eine Analyse der Größe bzw. Form der Partikel für eine Tiefendiagnose (s. [StFö 90]). Im Zusammenhang mit Umweltschutzaufgaben werden Partikelemissionen von Abgasen überwacht. Aus diesen Informationen (ggf. verbunden mit einer Partikelanalyse) können Hinweise über den Zustand von Baugruppen in Verbrennungsanlagen und Verbrennungsmotoren (Gas- und Dieselmotoren) gezogen werden. Hersteller von Schmiermitteln und Hydraulikflüssigkeiten bieten derartige Analysen als Dienstleistungen an (s. z.B. [DeBP], [HYDAC]).

Bedeutung gewinnen auch Meßgrößen, die aus den Prozessen resultieren aber durch die Zustände der Maschinen und Anlagenelemente beeinflußt werden. Diese sind als Funktionskenngrößen gleichzeitig Diagnosekenngrößen. In anderen Fällen sind solche Größen bei der Beurteilung von Diagnosekenngrößen zur richtigen Zustandseinschätzung unbedingt zu beachten. Auch die Fehlerdiagnostik verwendet zum Teil solche Größen [Iser 84].

Beispiele für das Nutzen sich bewährter Kombinationen von Merkmalen solcher Diagnosesysteme mit Funktionskenngrößen sind z.B.:

- ein Smart Sensor für Elektromotoren, der Daten über Infrarotdatenkopplung abrufbar aus magnetischem Streufluß, Temperatur und Schwingungen speichert [Most 98]
- ein intelligenter Strom-Spannungssignalwandler mit Auswertung von Leistung, Wirkungsgrad, $\cos\phi$, Drehzahländerung u.a., der den Elektromotor zum Sensor für einen Antrieb werden läßt [emot 98],
- Auswerten von Wirkleistungs-/Drehmoment- und Schwingungssignalen bei Antrieben [Beck 98],
- Auswerten von Funktionskenngrößen und Schwingungssignalen bei Pumpen [Sure 98],
- Auswerten von Funktionskenngrößen, Schallemission, Körperschall an Fertigungssystemen [Prom 97].

Einen allgemeinen Überblick über die technische Diagnose und Verfahren für Maschinen und Anlagen findet man z.B. bei Sturm/Förster [StFö 90].

Einen Überblick über Anwendungen vibroakustischer Signale für Zustandsaussagen in den verschiedensten Maschinenanlagen an Land gibt Tabelle 3, ebenfalls als indirekte Darstellung bestimmter Zustandskonstellationen, die sich aus dem Schwingungsübertragungsverhalten und den Entstehungsmechanismen ergeben [Trop 99].

Meltzer versuchte in einer jüngsten Einschätzung der Schwingungsüberwachung auch einen Überblick über die Kosten zur Beschaffung zu geben [Melt 99].

Maschinen/ Baugruppen	Charakterisierung der Signalverarbeitung und der Aussagen zum Zustand
Maschinen und Aggregate	<ul style="list-style-type: none"> – Schwingstärke nach VDI 2056 u.a. als Komplexbeurteilung u. a. – Schallabstrahlung als Komplexbeurteilung, in Sonderfällen für Detailaussagen – Schwingbeschleunigung und Analyse von Amplitudenmerkmalen über der Frequenz in der Nähe der Wellenlagerung für das Erkennen von: <ul style="list-style-type: none"> • Unwuchten, • Fehlern in Ausrichtung und Ankopplung • Wellenschäden (Verformung, Anriß u.a.) • Unwuchten von Rotoren • periodische Anregung durch Funktionselemente (Lager, Wellen, Gebläse, Turbinen u.a.) und daraus Detailaussagen, Tiefendiagnose (siehe z.B. weiter unten)
spezielle Maschinen Rädergetriebe, Riemen-, Kettenge- triebe, Pumpen, Verdichter, Turbinen Verbrennungsmotoren	<p>Schwingbeschleunigung, -geschwindigkeit und -wege (Verlagerungen) an verschiedenen ausgewählten Punkten der Maschinen mit Analyse von Amplitudenmerkmalen bei verschiedenen Frequenzen und unterschiedlichen Darstellungen zur komplexen Zustandseinschätzung und für Detailaussagen über Baugruppen, wie oben und z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Zahnflankenzustand, Zahnbruch, Lager – Riemenspannung, Kettenlängung, – Schaufelschäden, Kavitation, Ablagerung, – Schaufelschäden, Anlaufen, – Verschleiß an Lagern oder Laufbuchsen
Wälzlager	<p>Schwingbeschleunigung mit Bildung von verschiedenen Merkmalen für Komplexeinschätzung (Alarmer, Trendaussagen) und Tiefendiagnose des Zustandes an Elementen: Innen-, Außenring, Käfig, Wälzkörper</p>
Gleitlager	<p>Schwingbeschleunigung am Lager (oft in geeigneten Frequenzbereichen) mit Merkmalsbildung zu Aussagen über:</p> <ul style="list-style-type: none"> – anormales Gleiten (höhere Reibung), – Spielzunahme (z.B. auch Schwingweg für Orbitkurvendarstellung)

Tabelle 3: Beispiele für die Anwendung vibroakustischer Diagnoseverfahren für Maschinenanlagen und Baugruppen in ihnen ([Wern 1998])

3. Anwendung der Technischen Diagnostik auf Schiffen

Die Verwendung von verschiedenen Verfahren der Inspektion auf Schiffen, unter die auch zuvor eingereichte Diagnoseverfahren für Maschinen und Anlagen bei planmäßigen Instandsetzungen gehören, sind in unterschiedlichem Umfang üblich, wenn man die Maschinen und Anlagen auf Schiffen insgesamt sieht. Denn da wichtige Maschinensysteme gemäß den Sicherheitsbestimmungen redundant vorhanden sein müssen, kann man auf den Ausfall warten, um dann die Instandhaltung in Gang zu setzen.

Ist noch ausreichend dazu befähigtes Personal an Bord werden bei Wartungen auch Inspektionen (meistens mit den Sinnesorganen wahrgenommene Informationen) und ggf. eine Instandhaltung vorgenommen bzw. vorbereitet.

Bei der von Schröder empfohlenen Strategie zur Sicherung der Verfügbarkeit [Schrü 84] kommen dann nur Aspekte des Findens der Fehlerursachen und der damit verbundenen schnelleren Instandsetzung in Frage, um mit effektiven Inspektions-/Diagnoseverfahren ggf. Kosten zu sparen. Was meistens bei komplizierten automatisierten Systemen der Fall ist, wofür auch spezielle Verfahren der Fehlerdiagnose zum Tragen kommen (z.B. nach [Iser 84]), die in Automatisierungsanlagen einbezogen sind.

Die Vorteile der vorbeugenden Instandhaltung mit Zustandsanalyse werden nicht ausgenutzt [EiLe 99]. Solche Aspekte spielen wegen der oftmals fehlenden kalten Redundanz nur bei den Hauptantrieben des Schiffes eine zu beachtende Rolle. Aber auch hier werden die einleitend angesprochenen Verbindungen von Prozeßkontrolle, Zustandseinschätzung der Baugruppen um die Brennräume und vereinzelt der Lager sowie auch Umweltfragen eine Rolle [WeBu 99, VoSN 97, Scha 98, Hage 99].

Besonders die Hauptmaschinen werden im Motormanagement so beeinflußt, daß sie ökonomisch gemäß Kraftstoffverbrauch oder gemäß den zulässigen Emissionen, besonders von NO- und SO-Verbindungen [Götz 98] arbeiten, wie es zunehmend wirksam gefordert wird.

Eine Aufteilung der Energieerzeugung für den Antrieb bei dieselelektrischen Schiffen auch unter Verwendung der innovativen Pod-Antriebssysteme entschärft die Situation beim Verhindern eines Totalausfalls, und trotzdem werden mit den modernen Steuerungen gleichfalls Zustandsüberwachungen vorgesehen [Hage 99, Nurm 98]. Beim Pod-Antrieb werden Schmieröldruck, Wicklungstemperatur über einem Datenbus dem Leitstand für den Fahrtrieb übermittelt. Nurmi diskutiert den dieselelektrischen Antrieb auch nach den Aspekten der Kosten bei den strengeren Forderungen zulässiger Emissionen, wenn sie z.B. auf 6 g/kWh NOX zurückgehen müssen [Nurm 98].

Im Zusammenhang mit der Erhöhung der Sicherheit von Tankern durch ein Zweihüllenschiff werden Möglichkeiten der Überwachung des Schiffkörpers (Spannungssensoren an bestimmten Punkten verbunden mit Messung von Bugbodendruck und -beschleunigung bei bestimmten Schiffsgeschwindigkeiten) werden von LR Überlegungen mitgeteilt, wie die Inspektionen des Schiffkörpers (Wanddicken, Anstriche, Korrosionsschutz) durch moderne Mittel in den Kosten verringert werden können. In der Darstellung dieser Vorstellungen in Schiff & Hafen 10/1998 S. 154 ff. werden auch Hinweise gegeben, derartige Kosteneinsparungen bei und durch Inspektionen auf die Maschinenanlagen auszudehnen. Es wird ein System ICMS von LR und BP empfohlen, das Drücke, Temperaturen, Drehzahlen, Schwingungsgrößen und Schmierstoffanalysen festhält, um dann den Zustand auch von Hilfsmaschinen, Turbolader, Hilfskessel, also Diagnosesysteme von Anlagensystemen, die unter Punkt 2 aufgeführt wurden, beurteilen zu können und bei planmäßigen Instandhaltungen heranzuziehen.

Bei den Kreuzfahrtschiffsneubauten wird bei Vorstellung dieser z.B. auf die Sicherung der klimatischen Bedingungen an Bord durch Überwachungssysteme verwiesen (Zuverlässigkeit wird zu höherer Qualität für die Passagiere).

Man erkennt, daß neben der Lösung der Fragen der zuverlässigen Meßtechnik für Diagnosenkenngrößen (z.B. für den Druckverlauf im Verbrennungsraum) auch die der Datenkommunikation einschließlich der geeigneten Aufbereitung der Informationen anstehen.

Es werden, wie in der Industrie teilweise unterschiedliche Konzepte zur Anwendung gebracht (z.B. auch von Herstellern bestimmter Maschinensysteme im Schiff), die den Schiffsbetreibern höhere Aufwendungen bescheren als gemäß der Möglichkeiten nötig wären.

Das Abschätzen der Kostenentwicklungen für eine breitere Anwendung der Diagnose im Schiff für die verschiedenen Managementaufgaben, müssen die Reedereien erledigen, z.B. auch bei solchen Fragen, wie Vorteile erwachsen, wenn das Klima an Bord besser überwacht wird, die Ladung in höherer Qualität transportiert wird u.a. . Mit den Herstellern der Schiffe und allen Beteiligten, die für den Schiffsbetrieb verantwortlich sind (Bordpersonal, Serviceunternehmen an Land) werden sie diese Forderungen zu realisieren haben.

4. Literatur

[Beck 98] Becker, E.: Telediagnose als Basis für Teleservice - Stand der Technik für Antriebsanlagen. Beiträge des IBZ Hohen Luckow e.V. 6 (1998) 2 S. 79 - 90

[DeBP] BP Oil international Ltd. bzw. BP Oil Deutschland GmbH, Geschäftsbereich Schmierstoffe u. Bitumen PF 930180, D-21081 Hamburg

[EiLe 99] Lemke E., Eichler, Ch. (Hrsg.): Integrierte Instandhaltung - Handbuch für die betriebliche Praxis. Landsberg/Lech ecomed 2. Erg.Lfg 1999

[emot 98] -: EL-FI R Überwachungsgeräte - Überwachen, schützen und messen elektrischer Antriebe. Prospekt emotron AB, Helsingborg S, 1998

[Götz 98] Götz, H-J.: Zukünftige Anforderungen an Abgasemissionen. Schiff & Hafen 7/98 S. 46 - 48

[Hage 99] Hagemann, H-J.: Ein innovatives Pod-Antriebssystem. Schiff & Hafen 3/99 S.56

[HYDAC] HYDAC Technologie GmbH, Servicecenter Werk 1 Industriegebiet, D 66280 Sulzbach/Saar

[Iser 84] Isermann, R.(Hrsg.): Überwachung und Fehlerdiagnose - Moderne Methoden und ihre Anwendung bei technischen Systemen. Düsseldorf, VDI-Verlag, 1994

[Melt] Meltzer, G.: Stand und Tendenzen der Schwingungsüberwachung und -diagnostik / Innovative Diagnosetechnik. VDI Berichte Nr. 1466, 1999

[Most 98] -: MOTORSTATUS Integrated 'Smart Sensor' for Monitoring AC Induction Motors.

Prospekt STATUS Technologies a Subsidiary of CSi, Knoxville TN 1998

[Nurm 98] Nurmi, J.: Dieselelectric machinery - Enviromental aspects fuelemissons. Schiff & Hafen 10/1998

[Pahl 98] Pahl, J.-P. (Hrsg.): Instandhaltung , Arbeit - Technik - Bildung. Seelze-Velber Kallmeyer'sche Verlagsbuchhandlung 1998

[Prom 97] -: Modulares Process Monitor System PROMOS. Prosekt PDA 235.097.GE, PROMETEC GmbH Aachen 1997

[Scha 98] -: Schutz vor Lagerschäden im Schiffsbetrieb (Schaller Automation, Blieskastel) Schiff & Hafen 10/98 S. 139/140

[Schrü 84] Schrüfer, E.: Zuverlässigkeit von Meß- und Automatisierungseinrichtungen. München Carl Hanser Verlag, 1984

[StFö 90] Sturm, A., Förster, R.: Maschinen und Anlagendiagnostik. Stuttgart B.G. Teubner 1990

[Sure 98] Surek, D.: Anlagenüberwachung und Pumpendiagnose. Beiträge des IBZ Hohen Luckow e.V. 6 (1998) 2 S. 185 - 200

[Trop 99] Troppens, D.: Technische Diagnose wichtiges Hilfsmittel für das CAE (Computer Aided Engineering). Wismar Referateband zum 3. Beckmannkolloquium (Votr. 67) 1999

[VoSN 97] Vogt, R., Schlemmer-Kelling, U., Nagel, N.: Modernes Motormanagement - Ein Baustein für zuverlässige emissionsarme Schiffsdieselmotoren. Jahrbuch der Schiffbaut. Gells. 91. Bd. (1997) S.317 - 324

[WeBu 99] Wehner, K., Busse, W.: Zustandsabhängige Prozeßführung von Schiffsantriebsanlagen. Vortrag auf Mari 99, veröffentl. in Beiträge des IBZ Hohen Luckow e.V. 1999 in Vorbereitung

[Wern 98] Werner, G.-W. (Hrsg.): Praxishandbuch Instandhaltung. Augsburg WEKA-Verlag 1998

Die Anforderungen der Instandhaltung an die Lehre

Prof. Dr.-Ing. Rudolf von Zweydorff

Prof. Dr.-Ing. Günter Kühnel

Hochschule Wismar, Fachbereich Seefahrt Warnemünde

1. Einleitung

Der ISM-Code mit seinen 13 Regeln für das Sicherheitsmanagement auf Seeschiffen ist eine Herausforderung von neuer Qualität im internationalen Schiffsbetrieb.

Sicherheit und somit Vertrauen in technische Systeme und ihrer Führung zu erzeugen erfordert aber Instandhaltung mit seiner "Gesamtheit von Maßnahmen zum Bewahren und Wiederherstellen des Sollzustandes sowie zum Feststellen und Beurteilen des Istzustandes der jeweiligen Betrachtungseinheit" (nach DIN 31051).

Speziell die Regel 10 des ISM-Code mit seinen Anforderungen zur Instandhaltung von Schiffen und Ausrüstung, benötigt zur Durchsetzung theoretische Kenntnisse der Planung und Steuerung sowie unverzichtbare praktische Fertigkeiten bei der Instandsetzung (Reparatur) im Einklang mit der Jurisprudenz (Rechtslage).

Die Fähigkeiten zur Erfüllung aller Anforderungen gemäß STCW 95 auf dem Gebiet der "Wartung und Instandhaltung", insbesondere aber die Erfüllung des ISM-Code, Regel 10 legt die Inhalte für eine bedarfsgemäße Ausbildung fest.

Den Anspruch einer hohen Anlagenverfügbarkeit mittels effizienter Instandhaltung an Bord von Seeschiffen zu erreichen, ist damit eine Aufgabe von hoher Priorität an den maritimen Ausbildungsstätten. Im weiteren Teil der Ausführungen wird auf die Anforderungen der STCW 95 und des ISM-Code in Bezug auf das Lehrgebiet Schiffsmaschinenbetrieb/Instandhaltung näher eingegangen.

2. Die Anforderungen an die Instandhaltung im komplexen Anlagenbetrieb

2.1 Die Anforderungen der Instandhaltung nach DIN

Der Maschinen- und Anlagenbetrieb läßt sich als Arbeitssystem nach DIN 33400 beschreiben und konkret in die DIN 32541 "Betreiben von Maschinen und vergleichbaren technischen Arbeitsmitteln" einordnen. Daraus ableitend ist die Instandhaltung nach DIN 31051 ein Element des Maschinenbetriebes.

Der Begriff Instandhalten umfaßt nach DIN 31051 (1985) die "Gesamtheit der Maßnahmen zum Bewahren und Wiederherstellen des Sollzustandes sowie zum Feststellen und Beurteilen des Istzustandes" für die jeweilige Betrachtungseinheit.

Die Instandhaltung ist damit im Sinne der Definition nicht nur eine Arbeitsaufgabe schlechthin, sondern umfaßt die Strategie und Instandhaltungsphilosophie eines Unternehmens zur Erfüllung der Aufgaben. Aus dem Ziel nach DIN 31051 ergeben sich eine Reihe von Teilzielen, wie:

- * Sicherstellung einer hohen Maschinen- beziehungsweise Anlagenverfügbarkeit.
- * Verhinderung von Produktionsausfällen,
- * Verlängerung der Lebensdauer,
- * Früheres Erkennen von sich anbahnenden Schäden und damit Verhinderung von Folgeschäden,
- * Schwachstellenerkennung.

Die wichtigsten humanen Ziele der Instandhaltung bestehen in der:

- * Vermeidung von Unfallrisiken,
- * Erhöhung der Arbeits- und Anlagensicherheit und
- * Vermeidung von Umweltbelastung oder Schäden.

Einer besonderen Bedeutung kommt dabei der Planung von Instandhaltungsmaßnahmen zu, sie ist wichtig für die Steigerung der Effizienz, welche dafür wieder eine geeignete Dokumentation erfordert. Eine gute Planung erfordert aber auch eine gute Steuerung der Prozesse. Die Methoden mit denen Instandhaltungsaufgaben gesteuert werden beziehungsweise der Aufwand der dabei betrieben wird, hängt wesentlich von der Größe des Unternehmens ab. Im verstärkten Maße haben sich dabei Softwarelösungen verschiedener Anbieter, sogenannte Instandhaltungs-, Planungs- und Steuerungs- Systeme bewährt. In jedem Fall muß man Ordnung schaffen, indem eine sogenannte Instandhaltungssystematik für das Unternehmen erstellt wird. Dabei haben sich die nach dem Verband für Arbeitsstudium und Betriebsorganisation e.V. (REFA) vorgeschlagenen "10 Schritte zur geplanten Instandhaltung" bewährt. / 1 /

2.2 Die Anforderungen der Störfall-Verordnung

Die Managementaufgaben in der Instandhaltung haben innerhalb des Maschinen- und Anlagenbetriebes eine wesentliche Funktion zu erfüllen und werden in einigen Unternehmensebenen aus verschiedensten Gründen leider nicht mit der erforderlichen Aufmerksamkeit behandelt.

Bezüglich der theoretischen Durchdringung der Instandhaltungsprobleme, vorrangig an komplexen Anlagen wie es auch ein Seeschiff darstellt, besteht ein bemerkenswertes Süd - Nord-Gefälle im deutschen Lande. Dieses Gefälle ist aus den zwingenden Anforderungen an die Unternehmen entstanden, welche Anlagen betreiben, die der Störfall-Verordnung unterliegen und damit zur lupenreinen Nachweisführung in der Instandhaltung verpflichtet sind.

Diese Unternehmen, vorrangig der Chemieindustrie, sind häufig im Süden und mitteldeutschen Raum angesiedelt und es ist nicht verwunderlich, daß sich die Fachhochschulen, Universitäten und privaten Bildungseinrichtungen den theoretischen Inhalten der Instandhaltung dieser Unternehmen im besonderen Maße angenommen haben.

Die fortschreitende industrielle Entwicklung hat zur Errichtung und zum Betrieb von Anlagen geführt, die wegen ihrer Komplexität sowie der Art und Menge der in ihnen vorkommenden gefährlichen Stoffe, im Störfall erhebliche Gefahren verursachen können.

Das rechtliche Instrumentarium bietet das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG). Die Bundesregierung wird durch § 7 BImSchG ermächtigt, nach Anhörung beteiligter Kreise durch Rechtsverordnungen mit Zustimmung des Bundesrates vorzuschreiben, daß "die Errichtung, die Beschaffenheit und der Betrieb genehmigungsbedürftiger Anlagen bestimmten Anforderungen genügen müssen". Die Betreiberpflichten sind im § 5 BImSchG definiert. Demnach sind Anlagen so zu errichten oder zu betreiben daß:

- schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren für die Allgemeinheit nicht hervorgerufen werden können,
- Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen getroffen wird,
- Reststoffe vermieden werden oder als Abfall ohne Beeinträchtigung des Allgemeinwohls beseitigt werden und
- entstehende Wärme nach dem Stand der Technik verwertet wird.

Die Verordnung schreibt auch gerade dem Betreiber bestimmter genehmigungsbedürftiger Anlagen zusätzliche sicherheitstechnische Auflagen vor. Er muß die Anlagensicherheit in einer Sicherheitsanalyse dokumentieren, welche auf Verlangen der zuständigen Behörde vorgelegt werden muß.

Es wäre ein tragischer Trugschluß anzunehmen, daß die allgemeinen Gesetze, Verordnungen und Vorschriften, welche nach deutschem Recht auch vor der Instandhaltung keinen Halt machen, für die Seeschiffe in Zukunft ausgeschlossen werden.

Mit der Einführung des ISM- Codes wird international versucht eine Lücke zu schließen, welche im Rahmen des Bundesimmissionsschutzgesetzes und seiner 12. Durchführungsverordnung, der sogenannten Störfall-Verordnung an Land, schon lange vollzogen worden ist.

2.3 Die deutsche Rechtslage und ihr Bezug zur Instandhaltung

Neben dem wirtschaftlichem Aspekt einer systematischen Instandhaltung zur Erhöhung der Verfügbarkeit von Maschinen und Anlagen bedarf es der Beachtung oft unterschätzter juristischer Aspekte.

Nach Adams / 2 / folgt aus § 831 BGB (...) auch für die Instandhaltung unmittelbar eine Organisationspflicht für das Unternehmen. Kann eine ausreichende Organisation nachgewiesen werden, entfällt die Haftung, wenn die Auswahl- und Überwachungspflicht erfüllt worden ist. Stellt sich dagegen heraus, daß die Organisationspflicht verletzt wurde, so haftet das Unternehmen schon aus eigenem Verschulden gemäß § 823 BGB, ohne daß ein Entlastungsbeweis möglich ist.

Für das Unternehmen steht dann die Frage nach dem Organisationsverschulden.

Der Begriff des Organisationsverschuldens im Zivilrecht kann zunächst in zwei unterschiedliche Rechtsinstitute untergliedert werden. Zum einen das körperschaftliche Organisationsverschulden und zum anderen das betriebliche Organisationsverschulden.

Das körperschaftliche Organisationsverschulden behandelt in seinem Kern Mängel der körperschaftlichen Struktur der Unternehmung und regelt die Fragen, für welche Angestellten die juristische Person, die selbst nicht handlungsfähig ist und demgemäß ihre Pflichten natürlichen Personen übertragen muß, gemäß § 31 BGB haftet.

Da § 31 BGB für einen Geschädigten die Möglichkeit eröffnet, Ansprüche gegenüber dem Unternehmen zu stellen und die Möglichkeit besteht, sich gemäß § 831 BGB zu exkulpieren (sich zu rechtfertigen), folgt präventiv aus § 31 BGB für das Unternehmen die Pflicht, Organe zu bestellen. Eine Verletzung der Organbestellungspflicht kann zu einem Organisationsverschulden führen und eine Schadensersatzverpflichtung unmittelbar aus §§ 31, 823 BGB begründen.

Betriebliches Organisationsverschulden liegt vor, wenn ein Unternehmer bei der Organisation seines Betriebes die obliegende Organisationspflicht nicht erfüllt und dadurch einem Dritten ein Schaden entsteht. Anknüpfungspunkt für die Schadensersatzverpflichtung des Unternehmens ist dabei die Verletzung der Organisationspflicht (Organisationsmängel), die ihre rechtliche Grundlage im § 831 BGB hat. Aus § 823 BGB (siehe auch § 681 (1) des BGB; § 62 (1) HGB; § 120 a (1) GewO) werden Verkehrssicherungspflichten als Sorgfaltspflichten hergeleitet, deren Verletzung zum Schadensersatz verpflichtet. Auf das Unternehmen bezogen bedeutet diese Sorgfaltspflicht eine Pflicht zur Organisation um die dem Unternehmen immanenten Gefahren zu beherrschen. Werden Schäden bei Dritten durch eine unzureichende Organisation, z.B. mangelhafter Überwachungsregelungen oder fehlende Anweisungen verursacht, so haftet das Unternehmen aus einem Verschulden gemäß § 823 BGB.

2.4 Die Instandhaltung im Schiffsbetrieb

Erfrischend kann festgestellt werden, daß die Anforderungen aus der Sicht einer Linienreederei auch in der einschlägigen Fachpresse dargelegt werden und damit auch Verantwortliche von Reedereien auf die kausalen Zusammenhänge der Schiffsbetriebskosten, Sicherheit, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und erforderlicher Qualifikation der Besatzungen eingehen. / 3 /

Es wird als wohltuend empfunden, wenn mit dem Weitblick eines Unternehmens Schwerpunkte der Seeschifffahrt offengelegt und damit wissenschaftlich fundierte Zusammenhänge zur Diskussion und Veränderung angeregt werden. Es ist ein bemerkenswertes Zeichen gegenüber einer kurzsichtigen Saisondiskussion zur Einpatentstruktur, der Abminderung von Qualifikationsansprüchen und damit einer gegenwärtig unausgereiften Vorstellung zur Zukunftbewältigung in der deutschen Seeschifffahrt.

3. Der Lehrinhalt - Schiffsinstandhaltung-

3.1 Die Anforderungen des STCW-Codes 1995

Die erforderlichen Lehrinhalte in der Schiffsinstandhaltung basieren auf internationale Vorschriften.

So werden in der Anlage 1 des STCW-Codes 1995 die Fähigkeiten zur Erteilung von Befähigungszeugnissen (Patenten) unter den nachstehend sieben Funktionen:

1. Schiffsführung
2. Ladungsumschlag
3. Überwachung des Schiffsbetriebes und Fürsorge für die Personen an Bord
4. Schiffsbetriebstechnik
5. Elektrotechnik, Elektronik und Leittechnik
6. Wartung und Instandhaltung
7. Funkverkehr

und seinen Verantwortungsebenen:

1. Führungsebene
2. Betriebsebene
3. Unterstützungsebene

jeweils zusammengefaßt.

Aus diesen Anforderungen resultieren die Lehrinhalte für das Lehrfach Schiffsmaschinenbetrieb/ Schiffsinstandhaltung am Fachbereich Seefahrt der Hochschule Wismar.

Ausgehend vom Modell der Schiffsinstandhaltung sind die Aufgaben der See - Berufsgenossenschaft , der Klassifikationsgesellschaften bei der Durchführung von Besichtigungen, Fremd- und Eigeninstandhaltung, die Planung von Instandhaltungsmaßnahmen, der Auftrag, die rechtliche Natur von Instandhaltungsaufträgen, die Gewährleistung der technischen Sicherheit bei der Durchführung von Instandsetzungsarbeiten auf See und im Hafen, einschließlich der Werftliegezeiten mit Dockung Bestandteil der Lehrinhalte.

Anhand von Fallbeispielen sind die Gestaltung von Wartung-, Inspektions- und Instandsetzungsmaßnahmen unter Nutzung spezieller Arbeitsverfahren in Theorie und Praxis zu vermittelt.

Den Abschluß bildet dann die Vermittlung von Möglichkeiten des Einsatzes von Instandhaltungs - Planungs -Steuerungssystemen (IPS) in der Instandhaltung und der Anwendung von Controlling-Maßnahmen in der Schiffsinstandhaltung.

3.2 Die Anforderungen des ISM-Code

Das Regelwerk des ISM - Code ist als EntschlieÙung A.741(18) der IMO verabschiedet worden und als Anlage IX seit 1998 Bestandteil der SOLAS. Der ISM-Code ist international für bestimmte Schiffstypen (Passagierschiffe, Passagierhochgeschwindigkeitsschiffe, Öltankschiffe, Chemikalienschiffe, Gastankschiffe, Massengutschiffe und schnell fahrenden Frachtschiffen über 500 RT am 1. Juli 1998 in Kraft getreten. Für alle anderen Schiffe und bewegliche Offshore-Bohreinheiten über 500 RT tritt der ISM- Code spätestens am 1. Juli 2002 in Kraft.

Bis zu dem genannten Termin 1. Juli 2002 sind die Reeder bzw. die offiziellen Betreiber (Operator) der genannten Schiffe verpflichtet, eine Sicherheits- und Umweltschutzpolitik zu entwickeln und ein entsprechendes Sicherheitsmanagementsystem (Safety Management System - SMS) wirksam werden festzulegen, effektiv zu implementieren, in Kraft zu haben und aufrecht zu erhalten. Entsprechend dem ISM-Code sind im SMS Regelungen aufzustellen, welche darauf orientiert sind, daß der Kapitän die Verantwortung für das Schiff, seine Passagiere, die Reinhaltung der Umwelt, die Ladung und den sicheren Schiffsbetrieb wahrnehmen kann. Ein solches Safety Management System wird von dem jeweiligen Flaggenstaat durch das für den Reederbetrieb auszustellende "Document of Compliance" (DoC) sowie für jedes einzelne Schiff durch das Safety Certificate (SMC) dokumentiert.

Die Regeln des ISM-Code sollen hier - nur der Vollständigkeit halber - genannt werden, wobei insbesondere die Regel 10 für die Instandhaltung eine besondere Rolle spielt:

1. Zielsetzung
2. Konzept des Unternehmens zu den Themen Schiffssicherheit und Meeresumweltschutz
3. Zuständigkeitsbereiche und Weisungsbefugnisse innerhalb des Unternehmens
4. Durchführungsbeauftragte(r)
5. Zuständigkeitsbereiche und Weisungsbefugnisse des Kapitäns
6. Materielle und personelle Voraussetzungen
7. Erarbeitung von Plänen für den Betriebsablauf an Bord
8. Vorbereitung auf Notfallsituationen
9. Berichte über Analysen von Unfällen, gefährlichen Vorkommnissen und Fällen der Nichteinhaltung einschlägiger Vorschriften
10. Instandhaltung von Schiffen und Ausrüstung
11. Dokumentation und sonstige Unterlagen
12. Überwachung der Einhaltung des Konzeptes für die Organisation von Sicherheitsmaßnahmen sowie Überprüfung und Auswertung dieses Konzeptes durch das Unternehmen
13. Zeugniserteilung, Prüfung und Kontrolle.

Es besteht die unausweichliche Aufgabe zur Erfüllung des ISM-Code, speziell der Regel 10 "Instandhaltung von Schiffen und Ausrüstung" wesentliche Anforderungen zu erfüllen.

Zur Erfüllung dieser Aufgaben nach Regel 10 sind z. B. nachfolgend aufgeführte theoretische Kenntnisse und praktische Fertigkeiten erforderlich:

1. Erarbeitung von Verfahren zur Instandhaltung von Schiffen und Ausrüstung nach Maßgabe der einschlägigen Regeln und Vorschriften,
2. Ermittlung und Festlegung von speziellen Instandhaltungsintervallen und Maßnahmen bei Ausrüstungen und Einrichtungen, welche durch einen plötzlichen Funktionsausfall, zu einer gefährlichen Situation führen kann,
3. Organisation von Sicherheitsmaßnahmen und gezielte Maßnahmen zur Steigerung der Zuverlässigkeit von Ausrüstungen und technischen Einrichtungen,
4. Festlegung von vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen für die Ausrüstungen und technischen Einrichtungen des Schiffes,
5. Erarbeitung von zutreffenden Dokumentationen zur Darlegung und Umsetzung von Instandhaltungsmaßnahmen.

Mit dem Termindruck dieses Regelwerkes wird eine neue Qualität beim Betreiben von Seeschiffen, sowohl durch die Aufsichtsbehörden, Reedereien, Kapitänen und allen Besatzungsmitgliedern erforderlich. Wer sich dieser neuen Qualität von Anforderungen bewußt ist, wird relativ einfach die daraus abzuleitenden Qualifikationsmerkmale zur Erfüllung und Durchsetzung dieser Aufgaben erkennen und durchzusetzen helfen. Die theoretische Grundlage dafür ist in den bereits genannten Regelwerken für den Landbereich bereits getroffen worden.

Dieser Anspruch wird von den Mitarbeitern der Inspektionen und auch vom fahrenden Personal erwartet und erfordert in erster Linie eine gesunde Einstellung zu dieser Thematik. Trotz einiger hervorragender Beispiele im Instandhaltungsmanagement von Seeschiffen, wird es aber auch angemessene Anstrengungen zur Bewältigung dieser zusätzlichen Aufgabe, vorrangig auf Schiffen kleiner Reedereien erfordern.

Die theoretischen Voraussetzungen zur Durchsetzung von Anforderungen der STCW'95 und die Regel 10 des ISM-Code qualitätsgerecht zu erfüllen, obliegt den maritimen Ausbildungsstätten (Seefahrtsschulen). Sie tragen eine hohe Verantwortung, mit den Möglichkeiten einer realitätsgerechten Modellierung, die Anforderungen der Praxis wiederzuspiegeln und neben den Kenntnissen auch Fertigkeiten und Fähigkeiten (als Leistungsvoraussetzung) zu vermitteln, welche den genannten Anforderungen gerecht werden müssen.

Literatur

/ 1 / Francke, Hans

Managementaufgaben des Instandhalters,
Fachbeitrag in REFA-Nachrichten, August 1992

/ 2 / Adams/ Krieshammer

Das zukunftssichere Unternehmen- Was der Instandhalter vom Recht wissen muß
Verlag TÜV Rheinland

/ 3 / Deichmann

Geänderte Anforderungen aus der Sicht einer Linienreederei
Schiff & Hafen, 1997, Heft 3

Simulation und Instruktorloses Training am Beispiel Schiffsmaschinensimulation

Prof. Dr.-Ing. Michael Rachow

Dipl.-Ing. Ralf Wacker

Hochschule Wismar, Fachbereich Seefahrt Warnemünde

1. Einleitung

Zur Vermittlung der Kenntnisse und Fertigkeiten zur Erlangung der Befähigung zum Schiffingenieur wurden nach dem internationalen Übereinkommen zum Wachdienst und zur Ausbildung von 1995 (STCW 95) Festlegungen getroffen, die seit dem 01.08.1998 für die Ausbildung verbindlich vorgeschrieben sind. Zur Vermittlung dieser Kenntnisse und Fertigkeiten verfügt der Fachbereich Seefahrt der Hochschule Wismar in Warnemünde über die notwendigen technischen Voraussetzungen durch das Vorhandensein schiffstypischer Labore und das Maritime Simulationszentrum (MSCW). Die Labore, wie z.B. Elektrolabor, Automatisierungsanlagenlabor und Maschinenlabor beinhalten alle wesentlichen Komponenten einer Schiffsmaschinenanlage. Mit dem MSCW verfügt der Fachbereich Seefahrt über eine Einrichtung, die die Komplexität des Schiffsbetriebes nachbildet und für die Ausbildung eine weitestgehende Realitätsnähe gestattet. Der Praxisanteil in der Ausbildung zum Schiffingenieur basiert auf der vorgeschriebenen Berufsausbildung, einer Erfahrungsseefahrzeit und verschiedenen Praktika. Er wird durch die Ausbildung im MSCW und speziell am Schiffsmaschinensimulator ergänzt und in der Wirksamkeit wesentlich aufgewertet.

2. Einsatz des Schiffsmaschinensimulators in der Ausbildung

Ergänzend zu den theoretischen Lehrveranstaltungen und den Übungen in den Maschinen- und Anlagenlaboren des Fachbereichs erfolgt die Einbeziehung des Schiffsmaschinensimulators in die Ausbildung in Form des "Direkten Interaktiven Trainings" (DIT) und des "Instruktorlosen Trainings" (ILT). Das Simulatortraining für die zukünftigen Schiffingenieure beginnt mit dem Fachstudium, also dem 4. Studiensemester. In den ersten Stunden muß der Student sich zunächst mit dem Aufbau und der Funktion der simulierten Schiffsmaschinenanlage vertraut machen. Insbesondere sind hier die Rohrleitungssysteme und deren Schaltungsvarianten sowie der Aufbau und die Funktion/Bedienung der Einzelanlagen zu nennen. Die ersten Übungen beschäftigen sich mit der Herstellung der Betriebsbereitschaft, der Inbetriebnahme und dem ungestörten Hand- bzw. Automatikbetrieb.

Probleme treten immer dann auf, wenn Handlungen in dem betrachteten System bestimmter Voraussetzungen aus anderen Systemen bedürfen bzw. zu Auswirkungen und Störungen in anderen Systemen führen. So muß beispielsweise vor der Inbetriebnahme des Dampferzeugers die notwendige Elektroenergie zur Verfügung stehen und der Brennstofftagestank muß ausreichend gefüllt sein. Weiterhin kann es sein, daß Handlungen zu erheblichen Folgestörungen in anderen Systemen führen, deren Beseitigung Kenntnisse über diese Systeme voraussetzt.

Zur Belastung des Dampferzeugers ist es notwendig, bestimmte Verbraucher im Betrieb zu haben, die bei Druckabfall im Dampfsystem zu Störungen in den angrenzenden Systemen führen.

Diese Zusammenhänge sind durch die Komplexität der simulierten Schiffsmaschinenanlage bedingt und verlangen eigentlich die Kenntnis aller Teilsysteme und Funktionen von Anfang an. Da diese Kenntnisse erst im Verlauf des Simulatortrainings vermittelt werden, stehen für die Übungen solche Ausgangszustände zur Verfügung, in denen die notwendigen Randbedingungen erfüllt sind. Treten in der Übung Störungen in den angrenzenden Systemen auf, so ist es die Aufgabe des Instructors, diese Störungen zu beseitigen, um den Übungserfolg nicht zu gefährden.

Im weiteren Studienverlauf werden die Studenten immer vertrauter mit den Einzelsystemen, so daß sie die Komplexität der Maschinenanlage beherrschen und die notwendigen Voraussetzungen selbst erzeugen sowie Störungen in angrenzenden Systemen selbst beseitigen. Zur Unterstützung des "Kennenlernens" der Teilsysteme des Simulators steht das Instruktorlose Training zur Verfügung.

3. Instruktorloses Training (ILT)

Das Instruktorlose Training ist eine Möglichkeit des Selbststudiums am Maschinensimulator. Es soll dem Studenten das Kennenlernen des Aufbaus und der Funktion der Teilsysteme des Maschinensimulators erleichtern, um so System- und Bedienkenntnisse zu erlangen, die ein Arbeiten mit dem Maschinensimulator erleichtern.

Für das ILT stehen 8 voneinander unabhängige Arbeitsplätze (Workstations) zur Verfügung, an denen die Studenten den Umgang mit Teilsystemen des Maschinensimulators trainieren können. Die Teilsysteme nutzen die gleichen Simulationsmodelle wie der Maschinensimulator. Es werden weitestgehend die gleichen Bedien- und Anzeigeelemente wie im Maschinenkontrollraum und Maschinenraum des Maschinensimulators nachgebildet.

Im ILT stehen folgende Teilsysteme zur Verfügung:

- Dampferzeuger mit Turbogenerator und Verbrauchern,
- Hauptmotor einschließlich Versorgungssysteme,
- Brennstoffbunker und Brennstoffaufbereitung ,
- Laderaumkühlanlage,
- Elektroversorgungssystem,
- Mittelspannungsnetz,
- Mehrmotorenanlage in 4 Varianten.

Der Student kann nach dem Einloggen in das System aus einem Katalog verschiedene Selbststudienübungen auswählen.

Die Selbststudienübungen beginnen mit einem frei gestaltbaren Informationsfenster, das den Ausgangszustand beschreibt, die Aufgabenstellung benennt und die zur Dokumentation notwendigen Schritte vorgibt.

Im Selbststudium werden die angrenzenden Systeme als immer ordnungsgemäß funktionierend angenommen. So sind z.B. im Dampfsystem die Brennstofftanks ständig gefüllt, die Generatoren liefern ausreichend Elektroenergie. Die Dampfverbraucher werden mit einem konstanten Dampfverbrauch angenommen, der nach Öffnen des Dampfentnahmeventils am

Dampferzeuger abgenommen wird. Der Abgasstrom des Hauptmotors ist zwischen 0 und 100% veränderbar, ebenfalls die Leistungsabgabe des Turbogenerators nach dem Aufschalten.

Für die Bedienung steht der gleiche Umfang wie im Maschinensimulator zur Verfügung. Dies betrifft die Softwarebedienung und Hardwarebedienung. Die Softwarebedienung umfaßt die Bedien- und Anzeigefunktionen, die im Maschinensimulator an den Workstations, der grafischen Hilfsebene und dem Monitoring- und Control System (MCS) vorhanden sind. Die Hardwarebedienung umfaßt die Bedien- und Anzeigefunktionen, die im Maschinensimulator an dem Bedien- und Überwachungspult bzw. an der Hauptschalttafel des Maschinenkontrollraumes sowie an den örtlichen Bedienständen des Maschinenraumes vorhanden sind. Während der Übung muß der Student zwischen Hard- und Softwarebedienung umschalten.

4. Erfolgskontrolle im ILT

Eine wesentliche Aufgabe des ILT ist die Kontrolle des erfolgreichen Erledigens einer Übung. Der Weg der Erfolgskontrolle ist so gewählt, daß er wenig personalintensiv durchgeführt werden kann, aber trotzdem eine Möglichkeit der Einschätzung des Übungsverlaufes und Übungsergebnisses ermöglicht.

Die Bewertung des Übungsablaufes im ILT erfolgt durch die Bewertung des Erfüllungsstandes folgender Aspekte:

- Wurden die geforderten Zwischenergebnisse und das Endergebnis erreicht ?
- Welche Grenzwertverletzungen sind auf dem Weg zum Endergebnis eingetreten ?
- Welche Zeit wurde für die Erledigung der Übungsaufgabe benötigt ?

Mit dem Einloggen werden von dem Studenten der Name und ein Paßwort abgefragt, durch die die Übung zugeordnet werden kann. In der Aufgabenstellung wird der Student aufgefordert, bestimmte Situationen/Anlagenzustände durch eine Kopie des Bildschirminhaltes zu dokumentieren. Die Anzahl der Bildschirmausdrucke ist mit der Übung festgelegt. Alle während der Übung aufgetretenen Grenzwertverletzungen werden mit der Zeit ihres Auftretens und Beseitigens aufgezeichnet. Am Ende der Übung wird der Student aufgefordert zu entscheiden, ob er seinen Übungsverlauf dokumentiert haben möchte. Wird hier "Ja" gewählt, so werden ein Deckblatt mit Angaben zur Übung, die Kopie der aufgezeichneten Anlagenzustände mit Uhrzeit und die Liste der Grenzwertverletzungen ausgedruckt. Diese Ausdrucke bieten eine Möglichkeit, den Übungsverlauf im Nachgang einzuschätzen.

5. Umsetzen der Ergebnisse des ILT im Schiffsmaschinensimulator

Nach dem erfolgreichen Absolvieren der Übungen des ILT setzen die Studenten Ihre Kenntnisse im Maschinensimulator um. Die im ILT absolvierten Übungen befähigen die Studenten, sich schnell mit der Bedienung und den Funktionen am Maschinensimulator vertraut zu machen.

Die Bedienung am Maschinensimulator unterteilt sich in die Bedienebenen:

- Hardwarebedienung über Fernsteuermode aus dem Maschinenkontrollraum,
- Softwarebedienung (an einer Workstation) über Fernsteuermode über das Monitoring- und Control System aus dem Maschinenkontrollraum oder von der Brücke 1 des Schiffsführungssimulators,
- Hardwarebedienung über Localmode aus dem Maschinenraum,
- Softwarebedienung (an einer Workstation) über Fernsteuer- oder Localmode aus dem Maschinenraum.

Das Bedienkonzept entspricht dem des ILT, so daß die Studenten mit den jeweiligen Bedien- und Umschaltmöglichkeiten weitestgehend vertraut sind. Je nach Kenntnisstand werden an dem Maschinensimulator Aufgaben des ILT oder weiterführende Aufgabenstellungen im DIT trainiert. Die Übungen am Maschinensimulator werden in kleinen Gruppen durchgeführt und durch einen Instruktor betreut. Sie dienen der Erfolgskontrolle des ILT und gestatten weiterführende Inhalte, die insbesondere durch die Komplexität der Gesamtanlage und die intensive Betreuung der Übungsgruppe charakterisiert sind.

6. Erste Erfahrungen bei der Umsetzung dieses Konzepts

Die ersten Erfahrungen zeigen, daß dieses Konzept durch die Studenten gut angenommen wird. Das ILT zwingt jeden Studenten sich intensiv mit der simulierten Maschinenanlage und dem Bedienkonzept vertraut zu machen. Die Kenntnis der Systeme und Bedienabläufe wird im ILT weitestgehend erreicht. Beim Wechsel in den Maschinensimulator zum DIT werden die unterschiedlichen Bedien- und Anzeigemöglichkeiten schnell gefunden und erleichtern so die Konzentration auf die eigentliche Aufgabe. Den Blick für die komplexe Schiffsmaschinenanlage erlangen die Studenten aber erst im Maschinensimulator selbst. Hier erfolgt ein Hineinwachsen in die Gesamtanlage zunächst durch Trainingsaufgaben an den Einzelsystemen, ehe die Inbetriebnahme, der ungestörte und der gestörte Betrieb der Gesamtanlage erfolgen kann.

7. Ausblick

Das Konzept der Kombination von Instruktorlosem Training und Direktem Interaktiven Training am Maschinensimulator gepaart mit einer breiten Grundlagenausbildung, fachtheoretischen Lehrveranstaltungen und praktischen Versuchen in den Laboren des Fachbereichs Seefahrt wird die Anforderungen erfüllen, die mit dem STCW Übereinkommen von 1995 an die Vermittlung von Fähigkeiten und Kenntnissen bestehen. Aufbauend auf den Erfahrungen aus 4 Jahrzehnten Schiffsingenieurausbildung und den neu gewonnenen Erfahrungen der Nutzungsmöglichkeit der Simulationstechnik werden die Ausbildungsinhalte systemübergreifend und ganzheitlich vermittelt.

