

ISSN 1437-031X

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

HEFT 4

**KONZEPTE ZUR VERBESSERUNG DER
SEEVERKEHRSSICHERHEIT IN
NORD- UND OSTSEE**



Warnemünde 2003

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

HEFT 4

**KONZEPTE ZUR VERBESSERUNG DER
SEEVERKEHRSSICHERHEIT IN
NORD- UND OSTSEE**

Warnemünde 2003

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 5858
Fax: +49 381 498 5858
Internet: <http://www.schiffahrtsinstitut.de>

HERSTELLUNG DER
DRUCKVORLAGE: Dipl.-Ing. Ralf Griffel

CIP-TITELAUFNahme: Konzepte zur Verbesserung der Seeverkehrssicherheit in Nord- und Ostsee.-
Warnemünde: Schiffahrtsinst., 2003. – 260 S.-
(Schriftenreihe des Schiffahrtsinstitutes
Warnemünde an der Hochschule Wismar; 4)

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 5858
Fax: +49 381 498 5858
Internet: <http://www.schiffahrtsinstitut.de>

DRUCK: Altstadt Druckerei Rostock Juni 2003

Inhaltsverzeichnis

I. Öffentlich-rechtliche Vorhaben zur Verbesserung der Verkehrssicherheit

Dr. Henning Klostermann, <i>Vorsitzender des Umweltausschusses des Landtages Mecklenburg-Vorpommern und Vorsitzender der internationalen Arbeitsgruppe „Maritime Sicherheit“ der Ostsee- Parlamentarierkonferenz (COMS)</i> Ergebnisse und weitere Initiativen der Parlamentarier der Ostseeanliegerstaaten zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf der Ostsee.....	13
Ergebnisse der 11. Ostsee-Parlamentarierkonferenz in Sankt Petersburg.....	19
Kapitän Jörg Neubert, <i>Regierungsdirektor im BMVBW</i> Beschlüsse der außerordentlichen HELCOM-Ministertagung am 11. September 2002 zur Schiffssicherheit auf der Ostsee.....	27
Hartmut H. Hilmer, <i>Wasser- und Schifffahrtsdirektionen Nord und Nordwest</i> Verkehrssicherungskonzept Deutsche Küste.....	31
Hans Werner Monsens, <i>Leiter Havariekommando</i> Aufgaben und Organisation des Havariekommandos.....	37
Rolf-Jürgen Hermes, <i>PANDI SERVICES J. & K. Brons GmbH</i> Versicherungsaspekte von Notaufenthalten – Garantiegstellung durch Versicherer?.....	45
Carsten-S. Wibel, <i>Transport & Service GmbH & Co Bremerhaven, Projektleiter Küstenschutz</i> Fairplay 25/Fairplay 26 – Notschlepper für die deutsche Ostsee.....	51
Stefan Rathmanner, <i>Hafenkapitän Rostock</i> Möglichkeiten des Seehafens Rostock zur Aufnahme havarierter Schiffe.....	57
Dipl.-Ing. Burkhard Schuldt, <i>c/o ARCADIS Consult GmbH Rostock</i> Vorsorgeplanung für Schadstoffunfälle im deutschen Küstenbereich der Nord- und Ostsee..	61

II. Wissenschaftlich-technische Projekte zur Verbesserung der Seeverkehrsicherheit

Dr.-Ing. Anke Zölder, Dipl.-Ing. Kai Pankow, Dipl.-Math. René Eyrich, Prof. Dr.-Ing. Reinhard Müller; <i>Schiffahrtsinstitut Warnemünde e.V., Hochschule Wismar, Fachbereich Seefahrt</i> Pilot's Mate – Assistenzsystem für den seeseitigen Einsatz.....	79
Dr.-Ing. Holger Korte, Prof. Dr.-Ing. Jürgen Majohr; <i>FB EIT/AT, Universität Rostock</i> Dipl.-Ing. Hans Dieter Kachant, <i>MAR GmbH Rostock & Co. KG</i> Konzept eines modernen Manöver-Prädiktions-Systems für Schiffe.....	95
Dipl.-Math. René Eyrich, Dipl.-Ing. Kai Pankow, Dr.-Ing. Anke Zölder, Prof. Dr.-Ing. Reinhard Müller; <i>Schiffahrtsinstitut Warnemünde e.V.</i> AIS und zukünftige Möglichkeiten der Kollisionsverhütung.....	101
Dr.-Ing. M. Baldauf, Dipl.-Ing. S. Fischer; <i>Hochschule Wismar, Fachbereich Seefahrt Warnemünde</i> Anzeigeoptionen für ein bordseitiges Kollisionsverhütungs-Display.....	115
Prof. Dr.-Ing. habil. Knud Benedict, Dr.-Ing. Christoph Felsenstein, Dipl.-Ing. Matthias Herzig; <i>Hochschule Wismar, Fachbereich Seefahrt Warnemünde</i> Ansatz zur computergestützten Bewertung von Trainingsergebnissen am Ship Handling Simulator im MSCW der Hochschule Wismar.....	125
Dipl.-Ing. Sven Herberg, Dr. Michael Baldauf; <i>Hochschule Wismar, Fachbereich Seefahrt Warnemünde</i> Untersuchung zur Modifizierung der ECDIS-Farbtafeln.....	137
Dipl.-Ing. Kai Pankow, Prof. Dr.-Ing. Reinhard Müller; <i>Hochschule Wismar, Fachbereich Seefahrt Warnemünde</i> GalileoSat.....	163
Dr. Reiner Tiesel Treibhauseffekt – schwereres Wetter für die Seeschifffahrt im Ostseeraum?.....	171
Dipl.-Ing. Kapitän Burkhard Müller; <i>Director Fleet Services,</i> <i>Seetours- German Branch of P&O Princess Cruises International Ltd.</i> Konzept AIDAvita – Technologien für mehr maritime Sicherheit und Umweltschutz.....	173
Lefteris Karaminas; <i>Area Marine Business Manager for East Mediterranean and Black Sea,</i> <i>Product Manager for Ballast Water Management Services, Lloyd's Register of Shipping</i> Ballast Water Management – Accumulated Experience on Exchange Methods.....	185
Dr.-Ing. Wolfgang Busse, Dr.-Ing. Karsten Wehner; <i>EUB e.V./Institut</i> Optimaler Motorbetrieb mit zustandsbasierten Strategien.....	207

Dipl.-Ing. Gunter Höffer, <i>HEAT Nord GmbH, Höffer Energie- und Antriebstechnik</i> Thermischer Bewuchsschutz an Seekasten-Kühlern.....	219
Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Hahne, <i>Institut für Sicherheitstechnik/Schiffssicherheit e.V.</i> Zur Wirksamkeit in der Brandabwehr in Maschinenräumen.....	231
Prof. Dr.-Ing. G. Kühnel, Dipl.-Ing. M. Seidel, <i>Hochschule Wismar, FB Seefahrt</i> Digitalgrafik und schiffbauliche Schweißkonstruktionen?.....	237

VORWORT

Das vorliegende Heft der Schriftenreihe enthält die Beiträge der Schiffahrtskollegs des Schiffahrtsinstituts der Jahre 2001 und 2002.

Die Seeverkehrssicherheit in Nord- und Ostsee stand im Mittelpunkt der beiden Veranstaltungen. Es wurden Problemansätze zur Analyse und Verbesserung der Situation vorgestellt und diskutiert. Dabei gab es sowohl wichtige Impulse durch Referenten öffentlich-rechtlicher Verwaltungseinrichtungen als auch der Vertreter der für die Gewährleistung der Sicherheit im Seeverkehr tätigen privaten Institutionen.

Weiterhin wurden Ergebnisse aus wissenschaftlich-technischer Forschung am Schiffahrtsinstitut, dem Fachbereich Seefahrt der Hochschule Wismar sowie anderen Einrichtungen vorgestellt. Ziel der aufgeführten Untersuchungen sind die Unterstützung der Industrie, von Behörden und der Verwaltung bei der weiteren Gewährleistung einer effizienten, umweltschonenden und sicheren Schifffahrt.

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 Dank des Vorstandes gilt seinen Mitgliedern für die geleistete kontinuierliche Arbeit und dem Beirat. Hier sei besonders die Hilfe der Reederei Seetours German Branch of P&O Princess Cruises bei der Veröffentlichung der vorliegenden Broschüre hervorgehoben.

Der Vorstand

Warnemünde, 2003

**ÖFFENTLICH-RECHTLICHE VORHABEN ZUR VERBESSERUNG
DER VERKEHRSSICHERHEIT**

Ergebnisse und weitere Initiativen der Parlamentarier der Ostseeanliegerstaaten zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf der Ostsee

Dr. Henning Klostermann

Vorsitzender des Umweltausschusses des Landtages Mecklenburg-Vorpommern

Ich danke den Veranstaltern für die Einladung und die Ehre anlässlich des 7. Warnemünder Schifffahrtskolleg aus dem Blickwinkel eines „Küstenparlamentariers“ zu Ihnen sprechen zu können. Es ist vielleicht üblicher, wenn Politiker aus der Exekutive diesen Part übernehmen. Von Parlamentariern ist man eher gewohnt, dass sie in der Gesetzesarbeit wie in der Regierungskontrolle im Plenum eines Parlaments agieren. Andererseits gehört es auch zu unseren Pflichten, Öffentlichkeit herzustellen und es ist uns Volksvertretern nicht untersagt, Sachverstand einzuholen und zu berücksichtigen. Es kann sich nur als fruchtbar erweisen, die fachliche Diskussion politisch zu würzen und andererseits die politische Diskussion mit entsprechender Sachkenntnis zu untermauern. Beiden Herangehensweisen sind objektive Grenzen gesetzt und es geht m.E. auch darum, diese Grenzen in gesamtgesellschaftlichem Interesse im Sinne des Fortschrittes, der Nachhaltigkeit und der Sicherheit auszuweiten.

Vor knapp zwei Jahren habe ich mich spontan, unmittelbar nach einer Tankerhavarie in der südlichen Ostsee, in einem ZDF-Interview geäußert, dass die Verantwortlichen im Grunde keine Nacht mehr ruhig schlafen könnten, solange die nächste Havarie vor der Tür stehe. Dieses war eigentlich ein selbstausslösender Auftrag zur Beschäftigung mit den Defiziten in der Schiffssicherheit und im Seeverkehr. Es kann hier nicht meine Aufgabe sein, die Gesamtsituation der internationalen und der nationalen maritimen Wirtschaft zu beurteilen. Obwohl es schon reizvoll ist und der Anspruch Deutschlands als seefahrende Nation sich in einem kritischen Zustand befindet. Es reicht aber nicht, Versäumnisse zu beklagen und Forderungen einfach zu erheben, wenn dabei globale Zwänge und Entwicklungen negiert werden.

Ich verweise auf die Chance, die mit der „Zweiten Nationalen Maritimen Konferenz“ in Rostock am 6. November gegeben ist. Und wenn die maritime Wirtschaft wirklich von zentralem Interesse für Deutschland sein soll, dann sind schon erhebliche Anstrengungen erforderlich, die internationale Wettbewerbsfähigkeit auszubauen und zu festigen. Damit meine ich nicht nur den Schiffbaustandort, sondern auch den Seeschiffahrtsstandort und den Seehafenstandort Deutschlands. Die Förderung des maritimen Know-how ist unverzichtbar an die Bereiche Schiffssicherheit und maritime Umwelttechnik zu binden. Dabei spielen die europäische Dimension und die EU-Osterweiterung in der Wettbewerbslandschaft maßgebende Rollen.

Aus meiner beruflichen und politischen Beschäftigung mit der sensiblen ökologischen Situation der Ostsee, den allgemein erreichten Erfolgen, insbesondere durch das Helsinkiübereinkommen und mit den neuen Gefährdungspotentialen durch Schiffskatastrophen und Tankerhavarien resultiert in einer Bilanz, dass primär die maritime Sicherheit im Vordergrund steht. Maßnahmen zur Prävention von Schiffsunfällen und zur Verbesserung des Unfallmanagements in der Bekämpfung von Ölkatastrophen sind immer auch mit Aufwertungen der

ökologischen Stabilität und Nachhaltigkeit verbunden. Die Arbeit im Wirkungsbereich der HELCOM für den Meeresschutz in der Ostsee kann nicht hoch genug eingeschätzt werden. Ich sehe darin auch ein Modell, welches europaweit und darüber hinaus vorbildhaft gelten kann.

Eine weitere Feststellung ist zu treffen:

Einzelne Berufs-, Interessen- und nationale Sichtweisen werden jeweils vehement vertreten und es gilt diese harmonisch zusammenzuführen. Schiffseigner, Ladungseigner, Werftenindustrie, Lotsenverbände, Versicherungs- und Klassifikationsgesellschaften, Umwelt- und Naturschutzorganisationen, Tourismusverbände, nationale und bündnisbezogene militärische Interessenssphären, geopolitische Gesichtspunkte – um nur einige zu nennen – sind an jeweils spezifische Rahmenbedingungen, Wettbewerbsregeln, Profitbestrebungen u. a. gebunden. Es ist Aufgabe der Politik im Rahmen nationaler und internationaler Anstrengungen diese teils konträren Interessenlagen zu harmonisieren.

Ich möchte hier keine Eulen nach Athen bzw. Nordseewasser zum Ostseewasser tragen, indem ich Ihnen Zahlen, Daten und Fakten aus der maritimen ökonomischen Entwicklung und Situation offeriere. Aus den Initiativen im Landtag Mecklenburg-Vorpommern möchte ich einen beinahe zehn Jahre alten Antrag aus der SPD-Fraktion benennen, den der damalige Abgeordnete Harald Ringstorff eingebracht hatte. Es handelte sich um die Einführung von Doppelhüllentankern. In den letzten zwei Jahren häuften sich Anträge zur maritimen Sicherheit aus der Opposition und den Regierungsfractionen. Es wurde auch kontrovers diskutiert, einerseits beschwichtigend und von anderer Seite provokativ. Antworten und Zuarbeiten von Regierungsseite, auch Äußerungen von Fachministern aus Wirtschaft und Umwelt belegten, ebenso wie die umfangreichen Arbeitsergebnisse der sog. Grobeckerkommission des Bundesverkehrsministeriums eine gewisse Reserviertheit und partielle Inaktivität der Landes- und Bundesregierung in der Vergangenheit. Die für ein Küstenland als Bundesland relativ eingeschränkten legislativen und exekutiven Freiheitsgrade werden einem rasch bewusst. Dennoch meine ich, ein Küstenland muss Verantwortung und Verpflichtung zur maritimen Wirtschaft übernehmen wollen und wenn nicht anders auch die zentrale Verantwortung einfordern. Nebenbei gesagt, stimmt es mich optimistisch, dass nun mit dem Regierungssitz in Berlin und folglich einem topographischen Näherrücken nicht nur die restriktive Blickweise alter Traditionen bewusst wird, sondern auch neue Impulse ausgehen.

Bevor ich Ihnen anhand von Übersichtsfolien konkrete Initiativen und Aktivitäten vorstelle, möchte ich unterstreichen, dass das Landesparlament Mecklenburg-Vorpommern, ungeachtet der Zuständigkeit und ungeachtet der nur begrenzt verfügbaren Konzentration des Sachverständigenstandes in einem Parlament und seiner überschaubaren Verwaltung einen Weg beschritten hat, der unter deutschen Küstenländern singular ist. Wir haben als Parlament und insbesondere als Umweltausschuss unser komplettes Instrumentarium, einschließlich des Landtagsetats mobilisiert und ausgereizt und mit gezielten Fachgesprächen, Informationsveranstaltungen das Thema „Maritime Sicherheit“ aufgegriffen und vorangetrieben. Zu den Höhepunkten zähle ich die internationale öffentliche Anhörung im April diesen Jahres und die Erarbeitung eines „Rechtsgutachtes zur maritimen Sicherheit im Ostseeraum“ unter besonderer Berücksichtigung der Interessen des Landes Mecklenburg-Vorpommern erstellt durch eine Projektgruppe unter der Leitung von Professor Erbguth von der Juristischen Fakultät der Universität

Rostock. Diese erstmalige Bestandsaufnahme und Analyse internationaler und nationaler see-rechtlicher Vorschriften demonstriert die Kompliziertheit und Komplexität, aber auch die politische Brisanz des Themas. Bereits ein viertel Jahr später, im August 2001, wurde ein Ergänzungsgutachten erforderlich. Beide Ausarbeitungen bilden Standardwerk und sind, genauso wie das Wortprotokoll der internationalen Anhörung, öffentlich zugänglich. Das Gutachten formuliert als Ergebnis der Untersuchung 14 zentrale Handlungsempfehlungen, die der Landtag am 28.06.01 in einer Entschließung einmütig bestätigte. Diese Empfehlungen beziehen sich auf eine grundlegende Neukonstruierung des maritimen Sicherheitskonzepts in der Bundesrepublik und bedingen die gemeinschaftliche Wahrnehmung von Bundes- und Länderaufgaben durch Änderung der grundgesetzlichen Kompetenzverteilung (Artikel 87 und 89 GG) oder durch Normierung einer neuen Gemeinschaftsaufgabe (Artikel 91a GG). Es wird konstatiert: nur durch die Änderung des Grundgesetzes wäre die gänzliche Überwindung der derzeit bestehenden verfassungsrechtlichen Grenzen der Kooperation möglich. Durchgriffs- oder Weisungsrechte könnten durch Staatsvertrag jedoch nicht vereinbart werden. Sollte diese Empfehlung nicht durchsetzbar sein, bliebe die Möglichkeit konkret die Kooperation von Bund und Küstenländern durch Staatsvertrag zu verbessern.

Die Empfehlung zum AIS Empfangssystem, zur Schlepperkapazität und zum Weitbereichsradar für die Ostsee sind zwischenzeitlich in der Realisierung weit fortgeschritten. Eine zentrale Empfehlung zur Lotsenpflicht in der Kadetrinne auf internationaler Ebene ist, wie jüngst auf der HELCOM Extra 2001 bestätigt, nur mit großen Anstrengungen auf den Weg zu bringen. Zwei weitere Empfehlungen zur Kadetrinne sind realisiert. Aus meiner Sicht ist die Empfehlung 11 zur Erhaltung und zum Ausbau der seemännischen Ausbildungseinrichtungen sowie einer inhaltlichen Verbesserung der Kapitänsausbildung auf Fachhochschulniveau mit verstärkter Sicherheitsausbildung, eine weitere zentrale Aufgabe. Ich teile die Ansicht von Jens-Uwe Schröder (World Maritime University, Malmö), dass die Frage der Aus- und Fortbildung dringlicher denn je und sicherlich eine Schlüsselfrage bei der Erhöhung der Schiffssicherheit ist.

Auf Initiative unseres Parlamentes in Schwerin hat das Gremium der Ostseeparlamentarierkonferenz – ein Institut, das seit 10 Jahren jährlich tagt und alle Anrainerstaaten einbezieht – in Greifswald die maritime Sicherheit als Schwerpunkt behandelt. Die Greifswalder Resolution vom 04.09.2001 basiert auf den Empfehlungen des genannten Rostocker Gutachtens und bringt Ergänzungen, die von den Teilnehmerländern Dänemark, Schweden, Finnland, Mecklenburg-Vorpommern und der Hansestadt Hamburg gemacht wurden. Die 18 Forderungen konnten, insbesondere durch enge Zusammenarbeit im Vorfeld mit Herrn Dr. Jenisch und auf der Konferenz mit Herrn Prof. Dr. Ehlers, dem Vorsitzenden von HELCOM, erhoben werden. Sie fanden unmittelbar Eingang in die Kopenhagener Konferenz der Verkehrs- und Umweltminister der Ostseeanrainer, in dem sich der Vorsitzende der Ostseeparlamentarierkonferenz, Herr Arens (Landtagspräsident Kiel) unverzüglich mit Briefen an die Bundesminister Bode-wig und Trittin wandte, mit der Bitte, gegenseitiges Einvernehmen über die in der Resolution enthaltenen Maßnahmevorschläge herbeizuführen. Im Kern der Resolution fordert die Konferenz der Ostseeparlamentarier den Ostseerat und ihre eigenen Parlamente auf: „die Vorbeugung und Bekämpfung von Schiffsunfällen, die Schiffssicherheit, die Sicherheit der Seeschifffahrt sowie die internationale Zusammenarbeit in diesem Bereich – insbesondere auf der Ostsee – weiter und grundlegend zu verbessern und der Sicherheit in der Seeschifffahrt durch Schaffung von Solidarität und einer gemeinsamen Kultur der maritimen Sicherheit in

Anbetracht der möglichen katastrophalen Auswirkungen von Unfällen hohe Priorität einzuräumen.“ Der Beschluss der Greifswalder Parlamentarierkonferenz, eine Arbeitsgruppe Schiffssicherheit, Committee on Maritime Safety (COMS), einzusetzen, nimmt in diesen Tagen Gestalt an, am 26.11.2001 wird sich diese Gruppe in Schwerin konstituieren. Der Vorsitz dieser AG wurde Mecklenburg-Vorpommern übertragen und mir wurde die Ehre zuteil, als Vorsitzender zu agieren. Mit diesem Schritt wird eine neue Qualität erreicht. Es ergibt sich die Aufgabe, eine Reihe von Forderungen, die auf internationaler Ebene offen geblieben sind, weiter inhaltlich zu untersetzen und auf politischer Ebene durchzusetzen. Die Arbeitsgruppe wird Vorschläge unterbreiten, wie die nationalen Parlamente gemeinsam auf ihre jeweilige Landesregierung einwirken müssen, um zum Beispiel die internationale Festlegung einer Lotsenannahmepflicht, die weitere Durchsetzung der Maßnahmepakete Erika I und Erika II der Europäischen Union, die Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen für einen verstärkten Umweltschutz im gesamten Ostseebereich, zu realisieren. Das gemeinsame Handeln der Gemeinschaft der Ostseeanrainerstaaten im Rahmen der IMO steht im Mittelpunkt. Die mitwirkenden Parlamente müssen intensiver als bisher auf die jeweiligen Regierungen einwirken, um deren Bereitschaft für eine Zustimmung zu den noch offenen oder erst teilweise mitgetragenen Forderungen zu erreichen. Wir wissen von der zögerlichen Haltung Russlands und auch Polens hinsichtlich der Einführung einer Lotsenannahmepflicht und müssen zur Überwindung dieser Barriere große Anstrengungen unternehmen. Wir werden uns auch in Zukunft der Sachstandsunterrichtungen und diesmal der jeweiligen Regierungen in ihren Parlamenten, bedienen.

Bis dahin gilt es, das solidarische Bewusstsein Schiffssicherheit/Meeresschutz unter den Ostseeanrainern, besonders unter den politischen Kräften und den Partnern des Seeverkehrs sowie der Öffentlichkeit weiter zu entwickeln. Auf deutscher Seite geht es um die Zusammenführungen von Kompetenzen zur Überwachung des Seeverkehrs und zur Prävention von schnellen Reaktionen auf Unfälle. Mittelfristig ist eine zentrale Küstenwache/Seewache unverzichtbar und so sollte auch jetzt darüber kooperativ nachgedacht werden, eine internationale Seewache im Ostseeraum einzuführen.

Es ist mir ein dringliches Anliegen, an dieser Stelle Dank zu sagen sowie dem Entgegenkommen der Partner des Seeverkehrs, der Exekutive des Bundes – insbesondere Herrn Falk Meyer und Herren Ehlers – und verschiedenen nautischen Verbänden! Ich möchte Sie gleichzeitig hier und heute, aber auch künftig bitten und auffordern, Ihre Vorschläge, Kritiken und Informationen uns gegenüber einzubringen. Und zwar nicht nur in der etablierten und tradierten Säule der Regierungen und ihrer Verwaltungen. Auch die zweite tragende Säule in der Ostseekooperation – die Parlamentarierkonferenz – deren Fundament wir in Greifswald gelegt haben, ist konstruktiv nutzbar.

Ich möchte mit einem Appell an alle Partner des Seeverkehrs, der Schiffssicherheit sowie des Meeresschutzes meine Ausführungen beenden: Wir dürfen nicht auf die nächsten Tanker-, Gefahrgut- oder andere Schiffsunfälle warten, damit panik- und stressgefördert, erst neue Finanzmittel und Manpower aktiviert werden kräftige Anstöße in Gremien und bei Entscheidungen induziert werden. Wir müssen vielmehr jetzt der Bevölkerung mitteilen, was wir in Sachen Prävention und Bekämpfungsmanagement tun was nach bestem Wissen und Gewissen künftig getan werden muss. Die Politik muss direkter handeln können und deshalb ist das

Wechselspiel mit den Partnern aus Wirtschafts- und Berufsverbänden, Wissenschaft und Forschung unverzichtbar.

Das präventive Denken muss wesentlich besser untermauert werden durch Folgeabschätzungen für Technik, Wirtschaft und Umwelt.

Prävention ist bezahlbar, Katastrophenschäden sind es in der Regel nicht oder kaum, sie sind außerdem wenigstens mittelfristig irreversibel.

Hinweis: Die Initiativen und Aktivitäten des Landtages Mecklenburg-Vorpommern in der Publikation „Maritime Sicherheit im Ostseeraum“, Hrsg. Landtag Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin Dezember 2001 (kostenfrei beziehbar)

Ergebnisse der 11. Ostsee-Parlamentarierkonferenz in Sankt Petersburg

Dr. Henning Klostermann

Vorsitzender der internationalen Arbeitsgruppe „Maritime Sicherheit“ der Ostsee-Parlamentarierkonferenz (COMS)

Die Tatsache, daß ich mit dem heutigen Tage in Fortsetzung des Themas erneut die Ehre habe, vor Ihrem tradierten Schifffahrtskolleg zu sprechen, ist schon bemerkenswert. Einerseits hat offenbar die Öffentlichmachung und Behandlung des durch wiederholte Schiffskatastrophen permanenten und brisanten Problemfeldes durch den Landtag Mecklenburg-Vorpommern und darüber hinaus der nationalen und regionalen Parlamente Früchte getragen. Andererseits, so sage ich mit vorsichtigem Stolz, ist in den einzelnen Regierungen und Regionalverwaltungen sowie in internationalen Gremien eine gewisse Anerkennung für unsere Arbeit gewachsen und nicht zu verleugnen. Ich bin Herrn Prof. Ziemer dankbar, daß er rechtzeitig den Kontakt aufnahm und somit Ihr Schifffahrtskolleg die erste Institution ist, die als Forum für die Darstellung der Ergebnisse der Parlamentarierkonferenz am 01.10.2002 eine solche Gelegenheit bietet.

Zur Gliederung meiner Ausführungen werde ich im ersten Teil unmittelbar anknüpfen an den Vortrag vor einem Jahr. Darin hatte ich die auf der 10. Greifswalder Ostseeparlamentarierkonferenz beschlossene Arbeitsgruppe Maritime Sicherheit und deren Zielstellung angekündigt. Nunmehr ist über die Tätigkeit dieser bisher einmaligen task force zu berichten. Dieses kann an Hand des von mir auf der Konferenz in Sankt Petersburg vorgestellten Berichtes erfolgen. Im zweiten Teil gehe ich ein auf die dort einstimmig verabschiedete Resolution. Abschließend möchte ich zu den spezifischen deutschen Interessen, Problemen und Entwicklungen Stellung nehmen.

Nach dem 7. Warnemünder Schifffahrtskolleg wurde das Thema vertieft, u. a. durch das 9. Rostocker Seerechtsgespräch, die 2. Nationale Maritime Konferenz mit dem Workshop „Sichere Schifffahrt“, eine Tagung der Friedrich-Ebert-Stiftung zur „Maritimen Sicherheit auf der Ostsee“ in Warnemünde, sowie das 12. Symposium „Aktuelle Probleme der Meeresumwelt“ des BSH Hamburg.

Die Arbeitsgruppe „Maritime Sicherheit“ (COMS) konstituierte sich am 26.11.01, führte ihre zweite Sitzung im März 2002 anlässlich des 23. Meetings der Helsinki-Kommission in Helsinki durch, wo der Ostseeparlamentarierkonferenz bereits der Beobachterstatus für HELCOM am 07.03. zuerkannt wurde. Im Mai führte die COMS eine internationale Anhörung in Kopenhagen durch, wobei Experten der Schifffahrts- und Hydrographiebehörden sowie der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO) zu Wort kamen. Im Juli wurde zur vierten COMS-Sitzung der Resolutionsentwurf für Sankt Petersburg verabschiedet. Dabei wurden die Verkehrsleitzentrale in Warnemünde, das Maritime Simulationszentrum der FH Wismar und die FAIRPLAY 26 besucht.

Zwischenzeitlich war im Dezember 2001 die erste Publikation des Landtages zu diesem Thema erschienen und dürfte den meisten der Anwesenden bereits bekannt sein. Darin enthalten

ist ein Gutachten „Maritime Sicherheit im Ostseeraum“ der Autoren Erbguth, Jenisch, Herma, das im September 2002 einen umfangreichen aktualisierten Ergänzungsteil erhielt. Sie sehen, der Landtag ist seiner Verantwortung nachgekommen, sowohl den externen Sachverstand einzuholen als auch die wissenschaftlichen Kapazitäten des Landes Mecklenburg-Vorpommern gewinnbringend zu nutzen.

Außerdem hat der Landtag bei der zweiten Novellierung des Landesnaturschutzgesetzes jüngst einen neuen Paragraphen „Mariner Naturschutz“ unter „allgemeine Verpflichtungen zum Schutz der Natur und Landschaft“, bislang deutschlandweit nur terrestrische Ausrichtung, eingefügt.

Eine große Verantwortung kam auf das Parlament durch die Ratifizierung des Staatsvertrags der Küstenländer mit dem Bund bezüglich der „Verbesserung des gemeinsamen Unfallmanagements auf der Nord- und Ostsee“. Sie wissen alle, daß es mit dem Reizwort Havariekommando sehr viele Diskussionen gab und auch eine Willensäußerung des Landtages vom Juni 2002, nämlich Mut zu machen, die Änderungsvarianten des Grundgesetzes für eine monokratische Struktur zu prüfen. Ich werde darauf später noch eingehen. Da das Parlament durch seine Eigeninitiative in diesem Thema sich voll zu Hause fühlte, konnten wir bereits einen Tag später die erforderliche zweite Lesung absolvieren (siehe Dokumentation, Bd. II, Seite 94).

Schließlich wurde auf der 11. Ostseeparlamentarierkonferenz in Sankt Petersburg der Resolutionentwurf der COMS mit dem Titel „Maritime Safety and Security“ einstimmig inklusive eines umfangreichen Anhangs angenommen. Während der Schleswig-Holsteinische Landtag bereits am 10.10. auf seiner 70. Sitzung den Bericht des Präsidenten Heinz-Werner Arens zu der Petersburger Konferenz diskutierte und annahm, wird unser Landtag, wie in den letzten Jahren üblich, einen Beschluß zu den Ergebnissen herbeiführen, voraussichtlich im Januar 2003. Ich gehe davon aus, daß die Petersburger Resolution angenommen wird.

In der Arbeitsgruppe selbst haben Mitglieder aus 12 nationalen und regionalen Parlamenten mitgewirkt: Dänemark, Deutschland (Bundestag sowie Landesparlamente von Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein), Finnland, Lettland, Norwegen, Polen, Schweden sowie die Russische Föderation und der Nordische Rat.

Der vorliegende detaillierte Teil II der Entschließung (deutsche Ausgabe, S. 110; englische Ausgabe, S. 21) ist als Fortschreibung und Ergänzung der Beschlüsse von Greifswald erstellt worden auf der Grundlage von Ergebnissen der Anhörung einschließlich nachgereichter Stellungnahmen der Europäischen Gemeinschaft (EU), der Internationalen Seeschiffahrtsorganisation (IMO), dem Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW), der Fortschreibung eines Gutachtens zur „Maritimen Sicherheit im Ostseeraum“, intensiver Erörterungen mit HELCOM sowie Sachstandsberichten aus beteiligten Mitgliedsländern und zahlreichen Expertengesprächen. Damit ist die Arbeitsgruppe ihrem Einsetzungsauftrag nachgekommen.

Die Tätigkeit der Arbeitsgruppe hat – und dies ist von Sachverständigen und Institutionen bestätigt worden – einen wichtigen Beitrag dazu geleistet, daß die Thematik der maritimen Sicherheit im Ostseeraum im exekutiven Bereich, in der fachlichen Öffentlichkeit und in den

Medien nach vorne gebracht worden ist, bzw. als prioritär eingestuft wurde. Dadurch wurde auch erreicht, wie uns Gesprächspartner aus Politik, Wissenschaft und Verwaltung versichert haben, daß die Diskussion über neue Regelungen in internationalen und nationalen Gremien zügiger geführt und Maßnahmen weitreichender beschlossen wurden. Entsprechend einem Hauptanliegen der Greifswalder Resolution wurde damit ein Beitrag dafür geleistet, daß das maritime Sicherheitsbewußtsein in diesem kurzen Zeitraum deutlich zugenommen hat.

Nun zum Inhalt der EntschlieÙung. Während der Konferenz gab es noch Anträge der deutschen Küstenländer bezüglich der Raumordnungsplanung in der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ), angeregt von Mecklenburg-Vorpommern, von skandinavischer Seite zur Prüfung der Einrichtung von besonders empfindlichen Meeresgebieten (PSSA) in der Ostsee sowie seitens der Russischen Föderation zur Behandlung des Themas versenkter chemischer Kampfstoffmunition. Alle drei Anträge wurden positiv beschieden und in den Text aufgenommen. Aus unserer Sicht ist die angestrebte Raumordnungsplanung benachbarter Anrainerstaaten besonders wichtig, um dem zur Zeit heiß diskutierten Problem der offshore-Windkraftanlagen zu begegnen. Es ist kein Geheimnis, daß trotz des positiven Effekts der Nutzung regenerativer Energie, die negativen Einflüsse der Windparks sowohl seitens der Seeverkehre, der Schiffssicherheit im Havariefall, als auch aus ökologischer Sicht die Sauerstoffzufuhr zur Ostsee betreffend, schwer wiegen. Im Falle der PSSA handelt es sich bekanntlich nicht um ökologisch zu schützende Räume und es ist darauf hinzuweisen, daß diese nicht zu verwechseln sind mit den Meeresschutzgebieten (BSPA). Übrigens erhielt vor wenigen Tagen das Wattenmeer zwischen Den Helder und Esberg von der IMO den Status eines PSSA. Es war ein besonderes Anliegen der russischen Seite, die chemische Kampfstoff-Diskussion einzubinden, dem wurde statt gegeben in Absprache mit HELCOM, obwohl gegenüber dem Stand von 1994 kaum neue Erkenntnisse zu erwarten sind. Eher eine Verhandlungsgeste.

Die Teilnehmer der Konferenz beziehen sich zunächst auf die 10. Parlamentarierkonferenz über die Zusammenarbeit im Ostseeraum in Greifswald und die dort verabschiedete EntschlieÙung Teil II. Darin wurden der Ostseerat und die Regierungen der Ostseeländer zu einer Reihe von Maßnahmen zur Vorbeugung und Bekämpfung von Schiffsunfällen sowie zur weiteren grundlegenden Verbesserung der Sicherheit der Seeschifffahrt aufgefordert. Für die formulierten Forderungen werden berücksichtigt: die Ergebnisse der COMS, der Beratungs- und Planungsstand der HELCOM und ihrer Bemühungen zur Umsetzung der Kopenhagener Erklärung, HELCOM Extra 2001, zur Maritimen Sicherheit sowie zum Meeresumweltschutz, HELCOM 23/2002 sowie die politischen Vorstellungen hinsichtlich der neuen Dimension für die Sicherheit auf See, die die Europäische Union in ihrem Weißbuch „Die europäische Verkehrspolitik bis 2010“ dargelegt hat, und die Bemühungen der EU, vollwertiges Mitglied bei der internationalen Seeschifffahrtsorganisation zu werden.

Es wird ferner begrüßt:

- daß die Beschlüsse der HELCOM Extra am 10.09.01 in Kopenhagen einen Großteil der Greifswalder Forderungen aufgegriffen haben,
- daß der maritimen Sicherheit weiterhin hohe politische Priorität eingeräumt wird,
- daß das maritime Sicherheitsbewußtsein deutlich zugenommen hat,

- daß neue Verordnungen und Regeln diesbezüglich – auch durch das Engagement der COMS – schneller als bisher verhandelt oder zum Abschluß gebracht worden sind,
 - daß die Ostsee weltweit zu den ersten Anwendungsregionen im Rahmen der Einführung des Automatischen Identifikationssystems (AIS) gehört,
 - daß im März 2003 ein HELCOM Workshop unter Einbeziehung der IMO und der EU zum Thema „Umweltauswirkungen der erhöhten Schifffahrtsdichte in der Ostsee“, ausgerichtet durch Deutschland, stattfinden wird,
- und
- die Initiative des Nordischen Rates, eine elektronische Seekarte der Ölverschmutzungsrisiken zu erstellen.

Die Parlamentarier stellen fest:

- daß bei der Umsetzung von zahlreichen Richtlinien die Dauer der Ratifikation durch die Anrainerstaaten noch unbefriedigend ist,
- daß weitere Maßnahmen zur Verbesserung des Meeresumweltschutzes notwendig sind.

Zu den Forderungen, gerichtet an den Ostseerat und die Regierungen der Ostseeländer heißt es eingangs, die Bemühungen zur Verbesserung der Sicherheit im Ostseeraum zu stärken und die Kopenhagener Deklaration möglichst schnell umzusetzen. Im einzelnen wird die Etablierung eines Modells zur Überwachung von Flaggenstaaten gefordert. Dieses Auditsystem soll sicher stellen, daß Flaggenstaaten auch für die volle Durchsetzung der IMO-Vorschriften sorgen. Dazu ist es notwendig, einen Standard zu entwickeln, damit die Prüfer feststellen können, ob die Flaggenstaaten ihren Verpflichtungen nachkommen. Im Grunde ist dieses auch zu verstehen, als die „Kontrolleure zu kontrollieren“. Dieser sogenannte Flaggenstaatenkodex sollte anfangs freiwillig eingehalten und später obligatorisch werden. Dazu hat sich insbesondere Dänemark Verdienste erworben.

Gefordert wird weiter die schnelle und einheitliche Verbesserung des Hafensicherheitsniveaus im Ostseeraum im Zusammenhang mit der im Dezember 2002 stattfindenden diplomatischen Konferenz der IMO, hinsichtlich:

- des Vorziehens der Ausrüstungspflicht von Schiffen mit AIS-Transpondern,
- der Durchführung von Risikoabschätzungen für Schiffe, mobile Plattformen sowie Hafenanlagen,
- des Einsatzes von Sicherheitsbeauftragten,
- der Schiffssicherheits- und Hafensicherheitspläne,
- der Meldung von Verstößen gegen geltende Sicherheitsbestimmungen.

Ebenso wird die Prüfung der gegenwärtigen Überlegungen in den USA im Rahmen des „Port and Maritime Security Act“ für den Ostseeraum angeregt. Schließlich geht es um eine strikte Umsetzung der EG-Richtlinie 2000/59 über Hafenauffangeinrichtungen und die Reduktion landseitig verursachter Schadstoff- und Nährstoffeinträge.

Besonders durch den Vertreter der Internationalen Arbeitsorganisation angemahnt, fordern die Teilnehmer die Unterstützung der Arbeit der IMO zur Vereinheitlichung internationaler Ausbildungsnachweise und -standards für Seeleute sowie die Förderung der Entwicklung von Standards und die Zulassung gemeinsamer Aus- und Weiterbildungsinstitutionen sowie die gegenseitige Anerkennung von Befähigungsnachweisen innerhalb der EU.

Soweit zum Inhalt der Resolution von Sankt Petersburg. In einem Nebensatz sei vermerkt, daß die Bezeichnung Teil II der Konferenz sich ausschließlich der Schiffssicherheit widmet, im Teil I der Resolution „Wege zur Integration und Kooperation im Ostseeraum“ behandelt sind. In diesem mehr allgemeinen Teil ergeht aber auch die Aufforderung „mit der Europäischen Kommission darauf hinzuwirken, daß der Ostseeregion mehr Aufmerksamkeit zukommt und der Seetransport mit Fähren über die Ostsee als ein wichtiges Verbindungsglied in das Weißbuch der Kommission über Transport und Verkehr aufgenommen wird“. Weiter ergehen in diesem Teil Aufforderungen „nationale Strategien und Aktionsprogramme zum Schutz der Ostsee zu verabschieden mit dem Ziel, das Einbringen von Nährstoffen in allen Bereichen zu verhindern, die zur Eutrophierung der Ostsee beitragen“ sowie sich einer Reihe ökologischer Herausforderungen im Ostseeraum zu stellen (Energieverbrauch, Klimaschutz, Abfallmanagement und Nuklearsektor). Dem Schlußbericht der COMS wird Dank ausgesprochen.

Die Resolutionen der Sankt Petersburger Konferenz einschließlich ihres umfangreichen Anlagenteils sowie die relevanten Beschlüsse und Protokollauszüge des Landtages Mecklenburg-Vorpommern finden Sie im Band II der neuen Dokumentation des Landtages „Maritime Sicherheit im Ostseeraum“, den Sie in der Auslage kostenfrei entnehmen können. Ich mache besonders darauf aufmerksam, daß das Rechtsgutachten sowie die Unterrichtung durch die Bundesregierung zur Umsetzung der vorherigen Beschlüsse von Greifswald, die die COMS angeregt hat, enthalten sind. Es ist schon ungewöhnlich und erstmalig, daß sich die Bundesregierung in einer Drucksache des Deutschen Bundestages den Forderungen einer internationalen Konferenz gestellt hat. Die meisten der Dokumente sind auch in englischer Fassung in einem separaten Band, analog wie 2001, erfaßt. Zusätzlich sind in der englischen Fassung zwei Beiträge aus dem Institut für Ostseeforschung Warnemünde und der dänischen Seefahrtsbehörde zur gerade abgeschlossenen Risikoanalyse der Seegewässer der westlichen Ostsee enthalten.

Abschließend möchte ich wichtige Gedanken aus dem Kernstück der Dokumentation, dem topaktuellen Rechtsgutachten, auch provokativ, darstellen. Ich wage die These, dieses Gutachten wird Geschichte machen zugunsten der deutschen maritimen Sicherheitsverantwortung!

Das vom Landtag Mecklenburg-Vorpommern in Auftrag gegebene Rechtsgutachten mit Stand August 2002 ist zugänglich als Drucksache des Unterausschusses 3/142 des Landtages und komplett im Band II veröffentlicht. Es umfaßt 161 Seiten und spannt den kritischen Bogen von der Durchleuchtung der IMO, EU, HELCOM-Regelungen über nationale Initiativen zu Schiffssicherheits- und Umweltaspekten bis zur Verbesserung des maritimen Notfallmanagements. Es ist uns in Sankt Petersburg gelungen – das erfüllt uns mit Genugtuung – dieses Gutachten und die nationalen Berichte als Anhang der Resolution mit Beschluß einzubinden.

Die renommierten Gutachter (Erbguth, Jenisch, Herma) konnten auftragsgemäß ihre Analysen und Empfehlungen vertiefen und ausdehnen auf außerbaltische Interessenlagen. Gegenwärtig sucht dieses Werk seinesgleichen, es ist eine kompendiäre Fundgrube, und es sind Handlungsempfehlungen in breitem Spektrum angeboten.

Die Prüfung der maritimen Rechtsbereiche hat im wesentlichen als Empfehlungen ergeben:

1. Die Ratifikationsdefizite der Ostseestaaten bei wichtigen internationalen Übereinkommen sind unter Nutzung parlamentarischen Drucks abzubauen. Eine beigefügte Tabelle ist hilfreich, um gleiche Sicherheitsniveaus zu erzielen.
2. Das stetig komplizierter werdende Vorschriftenwerk bedarf, um es zu administrieren und durchzusetzen, mehr bereitzustellender Personal- und Sachkosten. Hoheitliche Dienste mit Ausführungs- und Kontrollfunktionen sind ein Schwachpunkt (Hafenstaatkontrolle, Katastrophenschutz).
3. Das Havariekommando ist weiter zu stärken und mittelfristig durch eine zentralisierte Deutsche Küstenwache zu ersetzen bzw. zu ergänzen. Dabei ist das Weisungsrecht des Leiters des Havariekommandos ggf. auf der Grundlage einer Grundgesetzänderung auf Landesebene zum Notfallmanagement auf See und in Häfen auszudehnen. Hoheitliche Dienste des Bundes (Einsatzfahrzeuge, Bundesgrenzschutz-See, Seezoll, Fischereiaufsicht) sind in einer Deutschen Küstenwache unter der Zuständigkeit eines Bundesministers zusammenzufassen und einem einheitlichen Kommando, sowohl für Routineaufgaben als auch für das Notfallmanagement zu unterstellen. Es bleibt die Frage nach der Weisungsgewalt des Leiters des Havariekommandos auf Landeseinrichtungen offen. Das Aufgabenspektrum für Havariekommando und Küstenwache wird auf Hafensicherheit und Terrorismusbekämpfung erweitert.

Wie bei der Luftsicherheit handelt es sich doch letztlich bei der Schiffssicherheit, der Hafensicherheit, dem Wassernotfallmanagement und der Schadstoffbekämpfung um den Schutz der Gesellschaft. Hier sind Höchstmaße an Effektivität, Führungskompetenz und -training unverzichtbar. Wir können als wiedererstehende maritime Nation auch mittels Präsenz und Leistungsfähigkeit abschreckend gegenüber allen potentiellen Verstößen, insbesondere von Schiffen unter sog. Billigflaggen wirken.

Nur ganzheitliche Aufgabenstellungen im täglichen Routinebetrieb, wie im Notfallmanagement, befähigen die maritimen Dienste zur Garantie eines sicheren Seeverkehrs.

Mit diesem Ergebnis der Gutachter erkläre ich mich voll inhaltlich einverstanden. Ich werfe nicht den Expertenhut in den Ring, aber dafür die 12 Jahre parlamentarische und Politikerfahrung, sowie die in drei Jahren aufgebauten kooperativen Bande, die mich mit der Seefahrt, dem Schiff und dem Meeresschutz einsehen.

Kurzum, das Havariekommando Cuxhaven ist ein Kopf, dem der exekutive Unterbau als Küstenwache noch fehlt. Ein Vorwärtsschritt mit Handlungsbedarf. Und im übrigen können wir in der baltic league erst rechtens mitspielen, wenn wir die eigenen Strukturen optimiert haben. Bei dieser Revision gilt es immer, Sicherheitsmaßnahmen auf das realistisch Machbare zu beschränken. Mir ist eine Föderalismusdiskussion kontra zentrales Modell wohlbekannt.

Dennoch, ich will hier nicht die Augen verschließen vor den wesentlichen Neuerungen auch in Deutschland:

AIS-Landstation in Rostock, Notschleppkonzept mit Stationierung der Fairplay 26 und 25 in Rostock bzw. Saßnitz, Mehrzweckschadstoffbekämpfungsschiffe in Umbau und in Planung, geplante Notliegeplätze und -häfen, Ankerplätze, Konzentrierung der see- und umweltrechtlichen Ausbildung an der Universität Rostock.

Der Campus Warnemünde bietet daneben auch mit dem Schifffahrtsinstitut Warnemünde der Hochschule Wismar synergetische Vorteile zur Weiterentwicklung der Sicherheitsausbildung für Kapitäne und nautische wie technische Offiziere. Am Fachbereich Seefahrt ist die einzige Professur Deutschlands für „Maritime Verkehrssicherheit“ vertreten. Hier sind die Voraussetzungen zum Aufbau einer konzentrierten Grundlagen- und Anwendungsforschung in hervorragender Weise gegeben.

Die angestrebten Weiterbildungsmaßnahmen und Forschungsvorhaben müssen zusätzlich durch Land und Bund getragen werden. Der Landtag hat sich dazu positiv positioniert. Die Signale für das Kompetenzzentrum im umfassenden, vereinigenden Sinne stehen auf Grün. Lassen Sie nicht nach, nutzen Sie auch künftig die parlamentarischen Unterstützungen!

Es ist viel getan in jüngster Zeit, leider auch Dank Pallas und Baltic Carrier/Tern, aber noch nicht genug.

Und zum Schluß kommend konstatiere ich: Es ist niemals in den letzten Legislaturen soviel vom Sparen gesprochen worden wie gegenwärtig. Es gibt in den Umsetzungen des Grob-eckerpaketes bislang tabuisierte potentielle Einsparbereiche. Das angesprochene Problem Havariekommando zur Küstenwache zählt dazu. Vermeiden wir langwierige Verfassungskonflikte, gehen wir die nächsten Schritte zur Entbürokratisierung von Verwaltungsstrukturen. Seefahrt muß auf See stattfinden, sicher geführt – gesteuert mit höchsten Standards.

Eine persönliche letzte Anmerkung: Die Beschlüsse von Greifswald und Sankt Petersburg und die Anhangsdokumente mit den Leit-Gutachten sind von mir mit Leidenschaft mitproduziert worden. Das ging nur mit enger Kooperation zu den Sachverständigen der Seeschifffahrt in Praxis und Lehre sowie Forschung. Ich bedanke mich nachdrücklich für diese im Sinne der christlichen Seefahrt gebotene Hilfe und wünsche uns allen eine allzeit gute Fahrt und immer eine Handbreit Wasser unterm Kiel!

Beschlüsse der außerordentlichen HELCOM-Ministertagung am 11. September 2002 zur Schiffssicherheit auf der Ostsee

Kapitän Jörg Neubert

Regierungsdirektor im BMVBW

Die **Osterweiterung der Europäischen Union steht bevor**, und Deutschland als Land an der Ostgrenze der EU hat daran ein ganz besonderes Interesse. Die Staaten Mittel- und Osteuropas sind zunehmend wichtige Handelspartner für uns.

Der **damit verbundene kräftige Anstieg der Verkehrsströme** erfordert eine intensiviertere Zusammenarbeit bei der Bewältigung des Verkehrswachstums.

Eine unserer wichtigsten **Zukunftsaufgaben** ist die **umweltgerechte Bewältigung dieses Verkehrswachstums**. Aufgrund der neuen Ölhäfen und des immer dichter werdenden Verkehrs von Öl- und Gefahrgutschiffen wächst auch die Gefahr von Schiffsunfällen mit der potentiellen Folge einer Verschmutzung des empfindlichen Systems Ostsee. Wir müssen gemeinsam Lösungen erarbeiten, wie der wachsenden Umweltgefährdung begegnet werden kann.

In meinem Referat **werde ich auf die international abzustimmenden Regelungen eingehen und nicht auf die nationalen Maßnahmen**, wie die im Rahmen der maritimen Notfallvorsorge z. B. Aufbau eines Havariekommandos und Verwirklichung eines Notschleppkonzeptes für Nord- und Ostsee. (Hierüber werden auf dem Schifffahrtskolleg separate Referate gehalten.)

Ich möchte gleich am Anfang die besondere **Bedeutung der internationalen Schiffssicherheitsmaßnahmen** betonen. **Sicherheitsvorschriften, die nur deutsche Reeder belasten würden, hätten Ausflagungen** bis hin zur Verlagerung des Reedereistandes in das Ausland zur Folge. **Für weltweite Sicherheits- und Verhaltensstandards in internationalen Gewässern ist die Internationale Seeschiffahrts-Organisation (IMO) zuständig**. Dies ist sie als einzige internationale Organisation im Rahmen des UN-Seerechtsübereinkommens. Deshalb bemüht sich das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen **insbesondere auf der Grundlage des Schiffssicherheitsgesetzes von 1998** darum, **alle Maßnahmen**, die die Verkehrssicherheit und die Schiffssicherheit verbessern sollen, **über die IMO international verbindlich zu verabschieden** und direkt in das deutsche Recht umzusetzen. Auch eine wirksamere Verhütung der Meeresverschmutzung vom Schiff aus wird von Deutschland mit Nachdruck in der IMO verfolgt und auch erfolgreich weitergebracht. Ich nenne nur hier beispielhaft TBT-Übereinkommen, Ballastwasser (Übereinkommen steht kurz vor dem Abschluss), Zusammenarbeit bei der Öl- und Chemikalienbekämpfung.

Regionale Zusammenschlüsse wie das Helsinki-Übereinkommen (HELCOM) können in der Abstimmung der Maßnahmen und der zügigen und einheitlichen Umsetzung in der Ostsee dennoch eine wichtige Rolle spielen. Einigkeit der HELCOM-Staaten über zu ergreifende Maßnahmen und deren Umsetzung im Bereich der Ostsee sind der Schlüssel zum Erfolg bei der IMO.

Die Verkehrs- und Umweltminister aller Ostseeanrainer-Staaten haben sich schon früh um die Sicherheit und Umweltverträglichkeit der Schifffahrt auf der Ostsee gesorgt. **Seit dem 1974 abgeschlossenen Helsinki-Übereinkommen** zum Schutz der Meeresumwelt in der Ostsee, **auch HELCOM-Übereinkommen** genannt, **gibt es Einleitverbote und Beschränkungen für Öl, Chemikalien, Schiffsmüll und Abwasser.** **Dazu** gehören auch ein regelmäßiger und umfassender **Informations- und Erfahrungsaustausch, gemeinsame Übungen, Notfallpläne, Handbücher und Unterstützungsmaßnahmen der Mitgliedstaaten.**

Sicherheits- und Umweltschutzregelungen sind immer wieder neu an die sich wandelnden Gegebenheiten anzupassen und fortzuentwickeln.

So hat die auffallende **Häufung von Grundberührungen in der Kadetrinne** in den vergangenen Jahren dazu geführt, dass **Deutschland und Dänemark** gemeinsam zwei wichtige und kurzfristig wirkende Maßnahmen beschlossen haben, die die Durchfahrt sicherer machen:

- 1) Die **Verbesserung der Wegeföhrung** konnte **über die IMO vorzeitig** – d. h. fast ein Jahr schneller als sonst nach den Regeln möglich – eingeföhrt werden: der vorgeschriebene Tiefwasserweg wurde im Januar 2002 verlängert und durch entsprechende Betonung kenntlich gemacht;
- 2) Die Schifffahrt wird künftige durch die **Verkehrszentrale Warnemünde** überwacht, so dass falsch fahrende Schiffe gewarnt und aus der Gefahrenzone geleitet werden können.

Wie groß die Bedrohung für die Umwelt in der Ostsee angesichts der zunehmenden Öltransporte ist, hat im vergangenen Jahr der **Unfall des Tankers „Baltic Carrier“ gezeigt.** Mecklenburg-Vorpommern war nur aufgrund günstiger Windverhältnisse von einer Umweltschädigung wie in Dänemark verschont. Ein Glücksfall für Mecklenburg-Vorpommern, der sich vielleicht nicht mehr wiederholen wird.

Der Unfall, der „Baltic Carrier“ war **Auslöser einer Sonderkonferenz der Verkehrs- und Umweltminister der Ostseeanrainerstaaten in Kopenhagen** am 11. September 2001 auch außerordentliche HELCOM-Ministertagung genannt. Hier konnten zahlreiche Maßnahmen zur weiteren Verbesserung der Sicherheit auf der Ostsee verabschiedet werden.

Als besonderer **Erfolg** dieser Konferenz ist zu werten, dass auch die nicht zur EU gehörenden Ostseeanrainerstaaten dafür gewonnen werden konnten, die **jüngsten EU-Richtlinien zur Verbesserung von Schiffssicherheit und Umweltschutz** – besser bekannt als **Erika I und 11-Pakete** – zu übernehmen. Ich nenne die **vier wichtigsten Punkte:**

- 1) Das konsequente frühest mögliche Umsetzen der IMO-Beschlüsse, die das **beschleunigte Außerdienststellen von Tankern mit nur einer Hülle regeln:**
 - ★ Ab 2003 Ausmustern von alten, d. h. 1973 und früher gebauten Einhüllentankern.

- ★ Ab 2005 begrenzter Einsatz von Einhüllentankern, die 1976 und später gebaut wurden, d. h. nur noch, wenn sie sich besonders verschärften Kontrollen unterziehen (Nachweis des „Condition Assessment Scheme“ = CAS).
 - ★ **Ab 2015 keine Ausnahmeregelungen in der EU mehr zulässig, dadurch Zufahrt zu den europäischen Häfen nur noch für Doppelhüllentanker.** Über die HELCOM-Vereinbarung gilt diese Regelung **auch für alle Ostseeanrainerstaaten**. Damit wurde für die europäischen Häfen die gleiche Sicherheit erreicht wie für die amerikanischen.
- 2) Die **Verschärfung der Hafenstaatkontrolle** und der zügige Beitritt der Nicht-EU Staaten zum Pariser Memorandum of Understanding. Darin ist die Verpflichtung der Mitgliedstaaten zur Kontrolle von fremdflaggigen Schiffen geregelt – insbesondere von Schiffen mit niedrigem Standard – sowie das Verbannen einzelner Schiffe aus der Ostsee oder deren Festhalten, bis die Mängel beseitigt sind.
 - 3) **Die Übernahme der Meldevorschriften für alle Schiffe**, die die Ostsee befahren wollen, um den Verkehr in der Ostsee transparent zu machen und eine zielgerichtete Verfolgung von Mängeln – und natürlich deren Abstellung – zu gewährleisten
 - 4) Die Unterstützung einer **Einführung von Nothäfen oder Notreedern**.

Zusätzlich zu der Übernahme dieser EU-Richtlinien sind als Resultat der Kopenhagener Konferenz noch **weitere Maßnahmen** zu nennen. Die Bundesrepublik Deutschland hat sich dabei intensiv eingesetzt für:

- Die konsequente Umsetzung der **Ausrüstungspflicht für Schiffe** mit einem Automatischen Schiffs-Identifizierungs-System (AIS), mit elektronischen Seekarten (ECDIS) und mit Schiffsdatenschreibern (**Black Box**), entsprechend den Bestimmungen der **am 1. Juli 2002 in Kraft getretenen Änderungen von SOLAS Kapitel V**.
- Der **Aufbau einer gemeinsamen Infrastruktur, die das AIS-System nutzt, um die Schifffahrt** durch die Verwaltungen von Land aus **zu unterstützen und zu überwachen**, ist beabsichtigt. In diesem Bereich gibt es bereits eine beispielhafte **Zusammenarbeit zwischen Deutschland und Dänemark zur Überwachung** unserer Außenwirtschaftszonen. Die deutsche Verkehrszentrale in Warnemünde soll hierbei für die Kadettrinne die Überwachung für Dänemark mit übernehmen. Ich selber habe im letzten Jahr dieses mit Dänemark schriftlich vereinbart.
- Der erstmals formulierte gemeinsame Wille aller Ostseeanrainer, die **Annahme von Lotsen in schwierigem Fahrwasser** – insbesondere im Bereich des Sund und der Kadettrinne – zu fördern: So konnte über einen gemeinsamen Antrag bei der IMO die bisher nur für Schiffe mit 13 m Tiefgang bestehende **Empfehlung zur Annahme** von Lotsen auf alle **Schiffe mit einem Tiefgang von mehr als 11 m ausgedehnt**

werden. Auch sollen alle Möglichkeiten ausgeschöpft werden, Schiffe zur Annahme von Lotsen zu bewegen bzw. eine Lotsannahmepflicht über die IMO einzuführen.

- Die **Einführung eines Austauschs von Informationen über Seeunfälle**, damit künftig alle -Staaten, Reeder und Kapitäne – aus Unfällen besser „lernen“ und gezielt Maßnahmen zur Vorbeugung ergreifen können. Dahinter steht der Gedanke, Defizite im Regelwerk identifizieren zu können und dazu in Kooperation zwischen den Ostseeanrainerstaaten Verfahren zur Ursachenforschung zu entwickeln.
Dies ist auch Aufgabe der in Gründung befindlichen Europäischen Agentur für Sicherheit im Seeverkehr (**European Maritime Safety Agency = EMSA**). Die Zusammenarbeit der Mitgliedstaaten und der Kommission bei der Untersuchung von Seeunfällen nach dem **IMO-Code wird entsprechend HELCOM Extra ausgedehnt** auf alle Ostseeanrainerstaaten. Ziel ist, alle am Verkehr auf der Ostsee Beteiligten in diese neue Sicherheitskultur mit einzubinden.
- Die **Verbesserung der Zusammenarbeit bei der Notfallvorsorge und dem Einsatz von Eingreifkapazitäten im Fall von Verschmutzungen**. Deutschland hat hier im Rahmen der **Auswertung des Pallas-Unfalles** bereits zahlreiche Verbesserungen beschlossen oder eingeleitet, die durch eine Intensivierung der Zusammenarbeit mit den Nachbarstaaten noch wirksamer werden können.

Zum Schluss möchte ich Sie an dieser Stelle über einen **gemeinsamen Workshop von HELCOM/IMO/EG am 11. und 12. März des nächsten Jahres in Rostock** informieren. Diese Veranstaltung, „Kopenhagen plus 1“ befasst sich, entsprechend der HELCOM Sonderkonferenz der Minister vom 10. September 2001, mit den **„Auswirkungen der erhöhten Schifffahrtsdichte in der Ostsee auf die Umwelt“**. Hier sollen die Fachleute der HELCOM-Mitgliedstaaten ihre Erfahrungen zur Umsetzung der in Kopenhagen beschlossenen Maßnahmen austauschen, über Konsequenzen beraten und ggf. weitere Verbesserungen von Maßnahmen anregen. Ich hoffe, dass gerade auch aus den nicht der EU angehörigen Ländern Beiträge geleistet werden und zahlreiche Experten aus Schifffahrt und Verwaltung den Workshop besuchen können.

Vom wachsenden Güteraustausch und dem Transport über die Ostsee profitieren wir alle. Die Ostsee als gemeinsames Gut aller Anrainerstaaten zu schützen und ungeschädigt zu erhalten, sollte hierbei jedoch für uns alle höchste Priorität haben.

Verkehrssicherungskonzept Deutsche Küste

Hartmut H. Hilmer

Wasser- und Schifffahrtsdirektionen Nord und Nordwest

Die Wasser- und Schifffahrtsdirektionen (WSD) Nord und Nordwest gehören zusammen mit den WSD'en Mitte, West, Ost, Südwest und Süd zum Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Aufbau Ost). Diese Behörden haben zusammen mit ihren Unterbehörden, den Wasser- und Schifffahrtsämtern (WSÄ) für die Verkehrssicherheit Sorge zu tragen.

Rechtsgrundlagen

Die Rechtsgrundlagen für ihre Aufgaben, Zuständigkeiten und Befugnisse ergeben sich aus einer Folge von Gesetzen und Vorschriften:

1. Grundgesetz

1.2 Artikel 87 „Gegenstände bundeseigener Verwaltung“

- (1) In bundeseigener Verwaltung mit eigenem Verwaltungsaufbau werden geführt
 - der Auswärtige Dienst,
 - die Bundesfinanzverwaltung und nach Maßgabe des Artikels 89
 - die Verwaltung der Bundeswasserstrassen und der Schifffahrt.
- ...

1.3 Artikel 89 „Bundeswasserstrassen“

- (1) Der Bund ist Eigentümer der bisherigen Reichswasserstrassen.
- (2) Der Bund verwaltet die Bundeswasserstrassen durch eigene Behörden. Er nimmt die über den Bereich eines Landes hinausgehenden staatlichen Aufgaben der
 - Binnenschifffahrt und
 - Die Aufgaben der Seeschifffahrt wahr, die ihm durch Gesetz übertragen werden.
- ...

Mit vorstehenden Artikeln wird der Bund als Eigentümer der Bundeswasserstrassen bestimmt und mit der Verwaltung der Bundeswasserstrassen und der Schifffahrt beauftragt.

Aufbauend auf die Regelung im Grundgesetz werden die Aufgaben in folgenden Gesetzen detaillierter beschrieben:

- Seeaufgabengesetz
- Bundeswasserstrassengesetz
- Binnenschifffahrtsaufgabengesetz

Das Binnenschiffahrtsaufgabengesetz findet ausschließlich auf Binnenschiffahrtsstraßen Anwendung und soll daher in diesem Vortrag bei der Betrachtung der Seeschiffahrtsstrassen, für die die Wasser- und Schiffahrtstsektionen Nord und Nordwest zuständig sind, unberücksichtigt bleiben.

2. Seeaufgabengesetz

Das Seeaufgabengesetz beschreibt die Aufgaben des Bundes auf dem Gebiet der Seeschiffahrt. Im Gegensatz zum Bundeswasserstrassengesetz sind an der Aufgabenerledigung dieses Gesetzes mehrere Behörden beteiligt (z. B. Bundesamt für Seeschiffahrt und Hydrographie, Seeberufsgenossenschaft und Deutsche Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger in Auftragsverwaltung, Zoll, Bundesgrenzschutz,...).

2.1 § 1 Nummer 2 Seeaufgabengesetz

In der Nummer 2 dieses Paragraphen wird die alleinige Zuständigkeit der Wasser- und Schiffahrtstsektionen Nord und Nordwest als Schiffahrtspolizei geregelt.

Danach obliegt ihnen die Abwehr von Gefahren für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs sowie die Verhütung von der Schiffahrt ausgehender Gefahren und schädlicher Umwelteinwirkungen.

2.2 § 3 Absatz 1 Seeaufgabengesetz

Die Wasser- und Schiffahrtstsektionen können im Rahmen des o. g. Paragraphen die notwendigen Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren und schädlichen Umwelteinwirkungen einschließlich der Beseitigung von Störungen der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs treffen. Sie treffen diese Maßnahmen ferner im Rahmen der Aufgaben nach § 1 Nummer 3, also seewärts der Begrenzung des Küstenmeeres.

3. Bundeswasserstrassengesetz

3.1 § 24 Absatz 1 Bundeswasserstrassengesetz

Die Behörden der Wasser- und Schiffahrtstverwaltung haben als Strompolizei zur Gefahrenabwehr Maßnahmen zu treffen, die nötig sind, um die Bundeswasserstrassen in einem für die Schiffahrt erforderlichen Zustand zu halten.

3.2 § 28 Absatz 1 Bundeswasserstrassengesetz

Die Wasser- und Schiffahrtstämter können zur Erfüllung der Aufgaben nach o. g. Paragraphen Anordnungen erlassen, die an bestimmte Personen oder an einen bestimmten Personenkreis gerichtet sind (strompolizeiliche Verfügungen).

Auf der Grundlage der Zuständigkeiten und Aufgaben wurde von den Wasser- und Schifffahrtstsektionen Nord und Nordwest das Verkehrssicherungskonzept Deutsche Küste entwickelt, das aus verschiedenen Modulen besteht:

Verkehrssicherungskonzept Deutsche Küste	
Verkehrswegeführung	Einrichtung von Verkehrstrennungsgebieten Einrichtung von Fahrwassern Einrichtung von Schifffahrtswegen
Schifffahrtszeichenwesen	Laterale Bezeichnung der Verkehrswege Kardinale Bezeichnung von Schifffahrtshindernissen – Errichtung von Navigationshilfen in Form fester Schifffahrtszeichen
Verkehrsvorschriften	– Anwendung, Mitgestaltung und Pflege der Seeschifffahrtsstrassen-Ordnung – Bekanntmachungen zur SeeSchStrO – Herausgabe von Befahrensregelungen – Verordnung über Sperr- und Warnggebiete, ...
Meldepflichten der Schifffahrt	Nach Anlaufbedingungsverordnung – Nach Seeschifffahrtsstrassen-Ordnung
Seelotswesen	– Anwendung, Mitgestaltung und Pflege des Seelotsgesetzes – Herausgabe der Revierlotsverordnungen – Herausgabe der Lotsverordnungen außerhalb der Reviere
Maritime Verkehrssicherung	– Einrichtung und Betrieb von Verkehrszentralen
Unfallmanagement	– Verfügbarkeit von Notschleppkapazitäten – Verkehrsbezogener Brandschutz – Schadstoffbekämpfung – Beseitigung von Störungen (Unfällen)
Strom- und schifffahrtspolizeiliche Einzelmaßnahmen durch die Wasser- und Schifffahrtsämter	– Erteilung von Genehmigungen, Befreiungen und Verfügungen
Schifffahrtspolizeilicher Vollzug	– Maßnahmen der eigenen Verwaltung – Vereinbarungen und Übereinkommen mit der WSP, dem Zoll und dem BGS
Zusammenarbeit mit den Nachbarstaaten	– Zusammenarbeit beim Unfallmanagement – Zusammenarbeit in der Maritimen Verkehrssicherung – Zusammenarbeit in der Verkehrswegeführung – ...
Erhaltung der Bundeswasserstrassen in einem für die Schifffahrt erforderlichen Zustand	– Unterhaltung und Betrieb der Wasserstrassen und bundeseigenen Anlagen und Häfen – Aus- und Neubau der Bundeswasserstrassen – Ausübung der strompolizeilichen Aufgaben

Das Verkehrssicherungskonzept Deutsche Küste stellt einerseits die präventiven Maßnahmen dar, die getroffen werden,

- einen sicheren und leichten Schiffsverkehr zu garantieren und somit auch
- die Umwelt vor Verschmutzungen zu schützen und
- Gefahren rechtzeitig zu erkennen, um diese mit den geeigneten Mitteln zu begegnen und zu beseitigen,

andererseits wird auch für

- die Beseitigung von Störungen wie z. B. Unfällen und
- Minimierung der Schäden

Sorge getragen.

Vornehmliches Ziel der Wasser- und Schifffahrtsdirektionen und den ihnen nachgeordneten Ämtern ist es, im Rahmen der präventiven Maßnahmen die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs zu gewährleisten und Gefahren und insbesondere Störungen gar nicht erst eintreten zu lassen. Zur Verdeutlichung seien hier zwei aktuelle Bereiche des Verkehrssicherungskonzeptes herausgehoben. Einerseits die Maritime Verkehrssicherung und andererseits die Vorhaltung von Notschleppkapazitäten aus dem Modul Unfallmanagement.

Maritime Verkehrssicherung

Nach Regel 12 „Verkehrssicherungsdienste“, Kapitel V, SOLAS werden die Vertragsregierungen verpflichtet überall dort für die Einrichtung von Verkehrssicherungsdiensten zu sorgen, wo ihrer Auffassung nach die Verkehrsdichte oder das Gefahrenniveau solche Dienste rechtfertigen.

Das Bundesverkehrsministerium hat zusammen mit den nachgeordneten, zuständigen Wasser- und Schifffahrtsdirektionen Nord und Nordwest dieser Verpflichtung Rechnung getragen, indem an der gesamten deutschen Küste zwischen der niederländischen, der dänischen und der polnischen Grenzen Verkehrszentralen eingerichtet wurden und betrieben werden.

Diese Verkehrszentralen sind über die internationalen Anforderungen gem. IMO-Entschließung A.875 (20) „Richtlinien über Verkehrssicherungsdienste“ hinaus organisatorisch, technisch und personell ausgestattet.

International engagieren sich die nationalen Vertreter des Bundesverkehrsministeriums und der Wasser- und Schifffahrtsdirektionen hinsichtlich der Weiterentwicklung von Verkehrssicherungssystemen und der damit in Verbindung stehenden Themen, wie z. B. Aufgaben und Befugnisse von VTS, Aus- und Weiterbildung des Personals, Nutzung von AIS in den VTS-C's usw.

National beschreibt § 2 Abs. 1 Nr. 22 SeeSchStrO die Maritime Verkehrssicherung als die von der Verkehrszentrale zur Verhütung von Kollisionen und Grundberührungen, zur Verkehrsablaufsteuerung oder zur Verhütung der von der Schifffahrt ausgehenden Gefahren für die Meeresumwelt gegebenen Verkehrsinformationen und Verkehrsunterstützungen sowie erlassenen Verfügungen zur Verkehrsregelung und -lenkung.

Die Verkehrszentralen sind somit

- die ordnungsausführenden Organe der Strom- und Schifffahrtspolizeibehörden (WSD´en Nord und Nordwest)

und dienen ihnen als

- ein Instrument zur Verkehrssicherung und zur
- Abwehr von Gefahren für die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs sowie zur
- Verhütung von der Schifffahrt ausgehender Gefahren und schädlicher Umwelteinwirkungen

Zur Vermeidung von Kompetenzüberschneidungen ist hier insbesondere vor dem Hintergrund der Einrichtung des Havariekommandos und seines Maritimen Lagezentrums auf eine klare und eindeutige Schnittstelle zu achten. Es darf nicht dazu führen, dass zwei verschiedene Stellen auf den Schiffsverkehr einwirken.

Somit ist strengstens darauf zu achten, dass ausschließlich die Verkehrszentralen als Außendienststellen des zuständigen Wasser- und Schifffahrtsamtes für die Maritime Verkehrssicherung, insbesondere den präventiven Aufgabenbereich, zuständig sind.

Nach einem eingetretenen Unfall leiten diese die Sofortmaßnahmen ein und bearbeiten den Unfall solange bis die komplexe Schadenslage eingetreten ist und somit das Havariekommando die Koordination übernimmt oder das Havariekommando aufgrund seines Selbsteintrittsrechtes die Koordination übernimmt und sich zuständig erklärt.

Unfallmanagement – Verfügbarkeit von Notschleppkapazitäten

Ein weiteres Element der neukonzipierten maritimen Notfallvorsorge ist die Bereitstellung ausreichender Notschleppkapazität sowohl für die Nordsee als auch die Ostsee.

Im Rahmen der Untersuchungen der Pallas – Havarie wurde im Bericht der Grobecker-Kommission empfohlen, die dem Risikopotenzial angemessene Schleppkraft mit mehreren kleinen Schleppern abzudecken. Im Projekt „Maritime Notfallvorsorge“ wurde das Thema Notschleppen aufgearbeitet.

Das hierauf basierende, entwickelte Notschleppkonzept wird schrittweise umgesetzt. Für die Ostsee wird hierbei ein ähnliches Sicherheitsniveau wie in der Nordsee angestrebt.

Wesentliches Kriterium beim Notschleppkonzept ist die Erreichbarkeit eines manövrierfähig in See treibenden Schiffes innerhalb von 2 Stunden und die jederzeitige Einsatzbereitschaft eines „Boarding Teams“, jeweils an Nord- und Ostsee, welches bei Bedarf auf einen Havaristen abgesetzt werden kann um eine sichere Schleppverbindung herzustellen.

In der Nordsee wird zusätzlich zu den beiden Mehrzweckschiffen des Bundes „Mellum“ und „Neuwerk“ der gecharterte Hochseeschlepper „Oceanic“ vorgehalten. Bei Sturmwarnung gehen die Notschlepper auf Bereitschaftspositionen, die wie folgt festgelegt sind:

- Bereitschaftsposition 1: 10 sm nördlich von Norderney
- Bereitschaftsposition 2: 5 sm südwestlich von Helgoland
- Bereitschaftsposition 3: 5 sm südwestlich von Süderoogsand

In der Ostsee werden nach vollständiger Umsetzung des Notschleppkonzeptes insgesamt 5 Notschlepper vorgehalten:

- Bereitschaftsposition 1: Kieler Förde
- Bereitschaftsposition 2: nördlich Hohwachter Bucht
- Bereitschaftsposition 3: Warnemünde
- Bereitschaftsposition 4: Saßnitz
- Bereitschaftsposition 5: Karlshagen (Usedom)

Zur Zeit sind für die Bereitschaftspositionen 1 („Bülk“), 3 („Fairplay 26“) und 4 („Fairplay 25“) Notschlepper für die ständige Einsatzbereitschaft gechartert. Ergänzt wird die Flotte durch das bundeseigene Mehrzweckschiff „Scharhörn“. Nach Indienststellung des neuen Schadstoffunfallbekämpfungsschiffes, voraussichtlich im Jahr 2004, wird das Notschleppkonzept vollständig umgesetzt sein. Ergänzend zu dieser Flotte wird auch jetzt schon ein „Boarding Team“ in Warnemünde bereit gehalten, welches ständig einsatzbereit ist.

Schluss

Das Verkehrssicherungskonzept Deutsche Küste stellt einen Rahmen dar, der die spezifischen Einzelkonzepte der einzelnen Module zusammenfasst und ordnet. Zur optimalen Aufgabenerfüllung unterliegt das Gesamtkonzept einer ständigen Prüfung auf Aktualisierung und Erweiterungs- sowie Anpassungsbedarf.

Aufgaben und Organisation des Havariekommandos

Hans Werner Monsens,
Leiter Havariekommando

Historischer Rückblick

Nach der Havarie der „Pallas“ wurde durch den Bundesminister für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen eine unabhängige Expertenkommission unter der Leitung von Senator a.D. Claus Grobecker eingesetzt. Sie erhielt den Auftrag, unter Auswertung der Havarie der „Pallas“ eine umfassende Bewertung des bisherigen Notfallkonzepts vorzunehmen und zu dessen Weiterentwicklung Vorschläge zu unterbreiten. Der Bericht der „Grobecker-Kommission“ wurde im Februar 2000 vorgelegt. Er identifiziert ein erhebliches Optimierungspotential zur Fortentwicklung des Notfallkonzepts, der Sicherheit der Seefahrt und des Seerechts/Seeversicherungsrechts sowohl im Bereich des Bundes und der Küstenländer als auch im internationalen Bereich. Hierzu wurden 30 konkrete Empfehlungen ausgesprochen.

Die Bundesregierung hat darauf im März 2000 den Bundesminister für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen beauftragt, zur Bewertung und Umsetzung der Empfehlungen der Expertenkommission eine interministerielle Projektorganisation einzurichten und die Küstenländer zu beteiligen. Auftrag und Ziel dieses interministeriellen Projekts ist die umfassende Optimierung der maritimen Notfallvorsorge in den als defizitär erkannten Bereichen und die Entwicklung von ausgewogenen und tragfähigen Realisierungskonzepten. Es wurden anhand der Empfehlungen der Expertenkommission für acht Themenbereiche Teilprojekte gebildet, in denen Fachleute des Bundes und der Küstenländer unabhängig von starren Verwaltungsstrukturen Lösungen erarbeiten. Dabei handelt es sich um die Bereiche:

- Notschleppkapazität
- Sicherheit des Schiffsbetriebes
- Vereinbarungen mit Nachbarstaaten
- Seeunfalluntersuchung/Flaggenstaataufgaben
- Struktur („Havariekommando“)
- Haftung und Versicherung
- Umwelt
- Technik/Meldewesen/Ausbildung.

Im vergangenen Jahr wurden in zentralen Bereichen des Gesamtprojekts wichtige Fortschritte erzielt. Dies betrifft vor allem die Einigung auf eine Konzeption für ein Havariekommando.

Im See- und Küstenbereich gibt es aufgrund der Kompetenzverteilung nach dem Grundgesetz sowie der einschlägigen Bundes- und Landesgesetze eine Vielzahl von Behördenzuständigkeiten. Zwar bestehen in wichtigen Bereichen wie insbesondere der Schadstoffunfallbekämpfung, der Brandbekämpfung auf Bundeswasserstrassen und dem schiffahrtspolizeilichen Vollzug isolierte Bund/Länder-Vereinbarungen, zusätzlich auch die Zusammenarbeit der

Bundessvollzugsorgane Bundesgrenzschutz (BGS), Zoll, Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) und Fischereiaufsicht (BLE) im Koordinierungsverbund „Küstenwache“, eine einheitliche Organisations- und Führungsstruktur zumindest für den Fall der Einsatzleitung eines schwerwiegenden Seeunfalls fehlt jedoch.

Heute ist allen Kundigen eines völlig klar:

Bei einer schwerwiegenden Havarie darf es keinesfalls ein langes Zuständigkeitsgerangel geben

An erster Stelle der Bemühungen zur Verbesserung der maritimen Notfallvorsorge steht deshalb der Aufbau eines Havariekommandos, das heißt einer einheitlichen Einsatzleitung über alle Einsatzkräfte des Bundes und der Küstenländer, die bei schweren Seeunfällen tätig wird. Dies ist eine zentrale Empfehlung, die die unabhängige Expertenkommission unter Leitung von Senator a.D. Claus Grobecker formuliert hat. Bund und Küstenländer haben sich nach konstruktiven Verhandlungen auf folgendes Konzept geeinigt:

Nach dem Willen der Partner soll unter dem Stichwort – Schlanke Verwaltungsstrukturen – eine Organisationseinheit mit beispielgebenden Modellcharakter entwickelt werden.

Das Havariekommando wird unter der einheitlichen Leitung eines Bundesbediensteten stehen. Kernzelle der zentralen Einsatzleitung wird ein in 24-Stunden-Dienstbereitschaft unterhaltenes „Maritimes Lagezentrum“, das aus dem Bereich der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes und den Wasserschutzpolizeien der Küstenländer aufgebaut wird.

Hier laufen über die entsprechenden Meldewege alle relevanten Informationen zusammen. Bei einer schweren Havarie übernimmt der Leiter des Havariekommandos die Führung des Einsatzes. Arbeitsstäbe für Schadstoffbekämpfung, Brandbekämpfung und Verletztenversorgung, Bergung und Öffentlichkeitsarbeit werden ihn beraten.

Der Leiter des Havariekommandos kann allen für den Einsatz notwendigen Bundes- und Landesbehörden Aufträge erteilen und Einsatzabschnitte errichten. Die Deutsche Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger und die Marine werden durch Kooperationsvereinbarungen voll in die Arbeit des Havariekommandos einbezogen. Insgesamt werden jedoch die durch das Grundgesetz vorgegebenen Bundes- und Landeszuständigkeiten zur Gefahrenabwehr auf See nicht geändert. Rechtliche Schwierigkeiten werden durch die Instrumente der „Organleihe“ und der „Auftragstaktik“ überwunden.

Für den Alltagsbetrieb des Havariekommandos wird unter der Leitung des Bundesbediensteten ein Kompetenzzentrum für alle Fragen der maritimen Unfallbekämpfung aufgebaut, in dem dann auch die bisherigen Einrichtungen, wie zum Beispiel der Zentrale Meldekopf und die Sonderstellen zur Schadstoffbekämpfung aufgehen sollen. Für andere Fragen, wie zum Beispiel die Schiffsbrandbekämpfung und die Verletztenversorgung auf See, entsteht mit dem Havariekommando zum ersten Mal bundesweit eine einheitliche Koordinierungsstelle. Im „Kompetenzzentrum“ erfolgt in räumlich organisatorischer Zusammenführung die nach der

Verfassung maximal mögliche Verzahnung von Bundes- und Landeszuständigkeiten. Als Sitz des Havariekommandos wurde Cuxhaven, insbesondere wegen der dort bereits vorhandenen Infrastruktur, bestimmt.

Rechtsgrundlage für die Errichtung des Havariekommandos sind Vereinbarungen (HKV u. BLV zur Schadstoffunfallbekämpfung) zwischen dem Bund und den fünf Küstenländern.

Die Zwischenzeit bis zur Arbeitsaufnahme des Havariekommandos wird genutzt: Seit Dezember ist der künftige Leiter des Havariekommandos, an der Spitze eines aus Bundes- und Landesbediensteten zusammengesetzten Aufbaustabes tätig. Er wurde mit der Aufgabe betraut, vor Ort in Cuxhaven die fristgemäße Einsatzfähigkeit des Havariekommandos sicherzustellen.

Die PALLAS-Havarie vom 25.10.1998 bis zum 10.01.1999



Bei der Havarie der „Pallas“ im Oktober 1998 hatte es ein Gerangel um Zuständigkeiten der Behörden gegeben, wodurch die Bergungsmaßnahmen verzögert wurden.

Chronologie Havariekommando I

25.10.1998 PALLAS Havarie als Auslöser für Verbesserungen

16.02.2000 Groberbericht an Herrn Klimmt (30 Verbesserungsvorschläge)

16.03.2000 Projektgruppe Maritime Notfallvorsorge (TPG1 bis TPG8)

07.12.2001 Amtseinführung Leiter Aufbaustab / Havariekommando

07.01.2002 Aufbaustab mit zunächst 3, heute 9 MA Bund/Länder

**Zentrale Forderung der Grobecker-Kommision
sowie der folgenden Projektorganisation
Maritime Notfallvorsorge:**

**Einrichtung eines
Havariekommandos**

Erarbeitung und Umsetzung von Konzepten für die gesamte deutsche Küste



Rechtliche Grundlagen des Havariekommandos:

Bund/Ländervereinbarungen:

**„Vereinbarung über die Einrichtung
des Havariekommandos“**

sowie

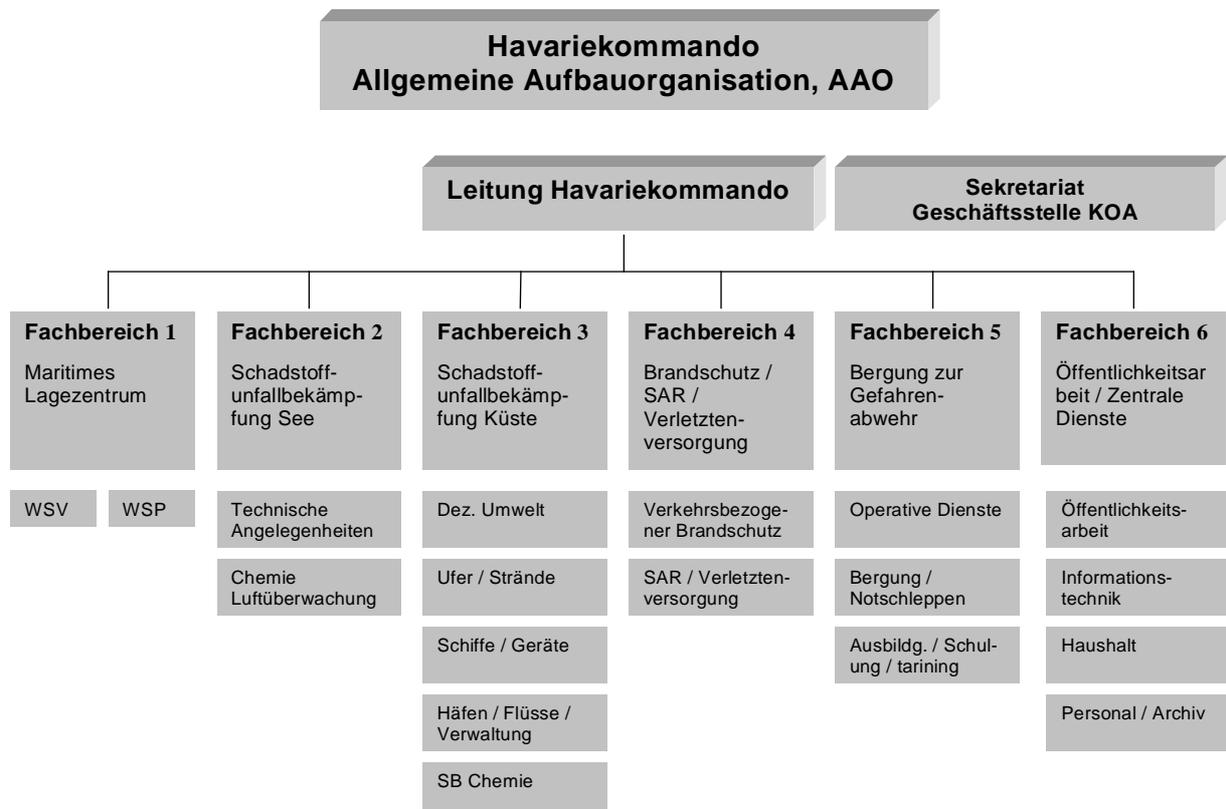
**„Vereinbarung zur
Schadstoffbekämpfung“**

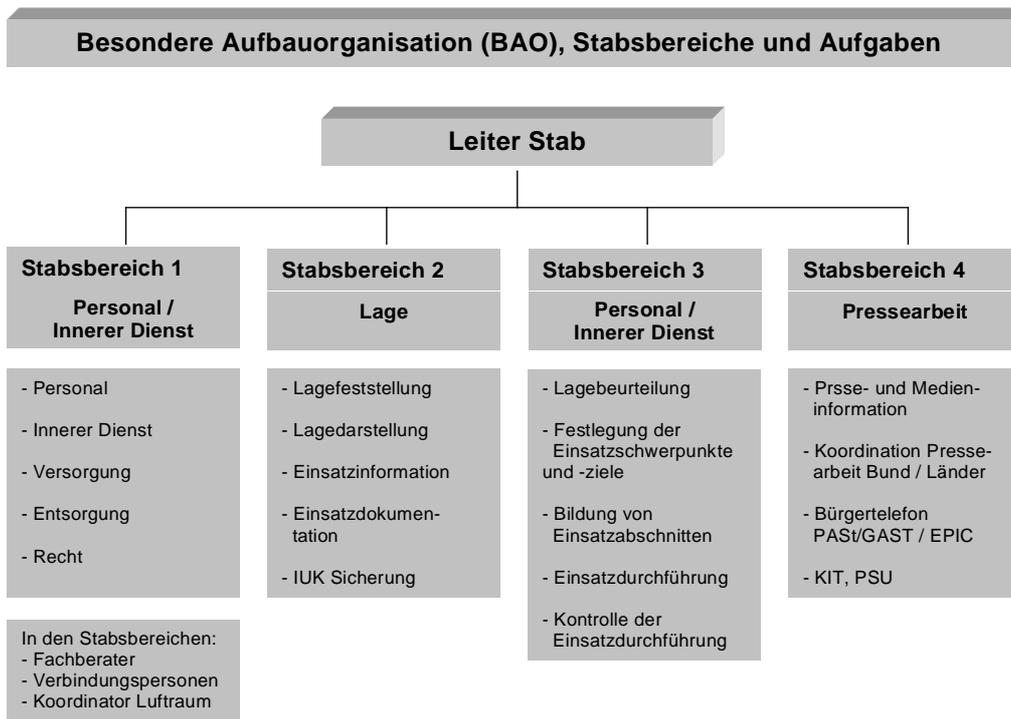
Wann tritt das Havariekommando in Aktion?

1. Komplexe Schadenslagen
2. Partner bittet darum
3. Selbsteintrittsrecht

Durchgreifrecht/Kompetenzrecht

§ 5 ...das Havariekommando steht unter einheitlicher Führung; die Küstenländer beauftragen den Leiter des Havariekommandos, die Leitung in ihrem Namen auszuüben





Komponenten „Maritimes Lagebild“ z.B.:

(aus: PG MNV, TPG 8)



Versicherungsaspekte von Notaufenthalten – Garantiegstellung durch Versicherer?

Rolf-Jürgen Hermes

PANDI SERVICES J. & K. Brons GmbH

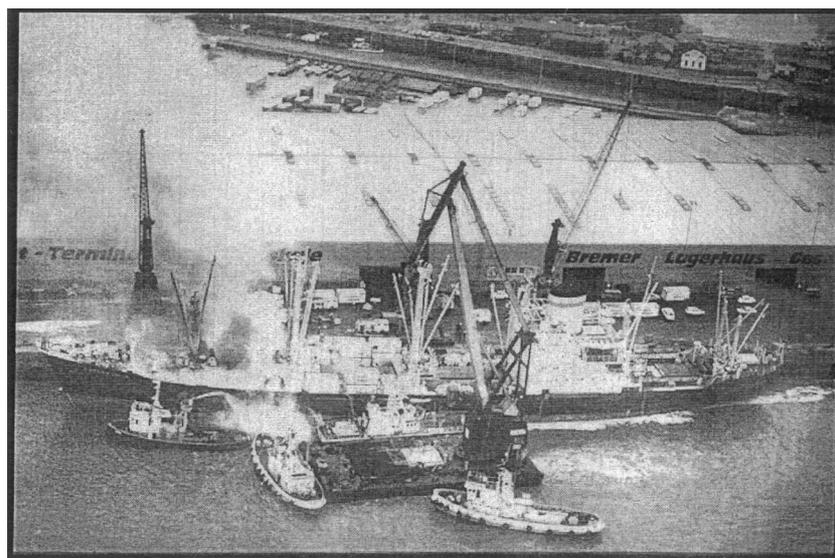
Zusammenfassung

Durch den Aufenthalt eines Schiffes im Nothafen entstehen regelmäßig Risiken und Kosten. Diese gilt es abzusichern. Häufig genutztes Mittel dazu ist die Bürgschaft eines Versicherer des Schiffes. Dabei spielt der „Letter of Undertaking“ (LoU) des P+I-Clubs, d. h. des Haftpflichtversicherers eine besondere Rolle.

Die Gestellung eines LoU liegt allein im Ermessen des P+I-Clubs. Sie ist u. a. auch davon abhängig, daß die abzusichernden Risiken und Kosten im Rahmen der P+I-Versicherung gedeckt sind. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die P+I-Versicherung keine Allgefahrendeckung gewährt, sondern grundsätzlich nur in den „Rules“, d. h. den Bedingungen einzeln aufgeführte Risiken versichert.

Außerdem kann es zu Überschneidungen mit anderen Versicherungen, insbesondere der Kaskoversicherung kommen. Unter bestimmten Voraussetzungen müssen auch Ladungsbeteiligte, bzw. deren Transportversicherer an den Kosten im Nothafen partizipieren.

Zur Lösung der eventl. auftretenden Schwierigkeiten bietet es sich an, die Beteiligten und ihre Versicherer, bzw. deren Repräsentanten oder Experten frühzeitig in die Überlegungen hinsichtlich der zu treffenden Maßnahmen einzubinden. So sind sie in der Lage, Antworten auf die sich stellenden Fragen zu entwickeln und etwa erforderliche Vereinbarungen untereinander zu treffen, damit dann eine zügige Sicherheitsgestellung gewährleistet ist.



Möglichkeiten der Absicherung

- Arrestierung des Schiffes und nachfolgende Verwertung

- Hinterlegung von Bargeld
- Banbürgschaft
- Bürgschaft eines P+I-Clubs
(Club Letter of Undertaking)

Fragestellungen

- Wie sieht die Garantie aus?
- Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein?
- Schlußfolgerungen

P+I-Club Letter of Undertaking?

- Ermessen des P+I-Clubs
Kein Anspruch!!
- Prämienrückstände
- Risiko im Deckungsumfang der P+I-Versicherung?

To: HERD
Hafen Entwicklungsgesellschaft
Rostock
Ost-West-Straße 32
18147 Rostock-Seehafen

05.11.02

Re.: Vessel: MV "Tern"
Place/Date: Rostock 30.03.2001
Berthing in Rostock
Possible Pollution Damages/Damages to Port Installations

LETTER OF UNDERTAKING

In consideration of your allowing the berthing of the above ship in the port of Rostock, we

Assuranceforeningen GARD – Gjensidig -

hereby agree to pay to you such sum or sums as may be adjudged by a competent court or arbitration tribunal or agreed between the parties with our consent to be due to you from the owners of the above ship in respect of the above matter, provided always that our liability hereunder shall not exceed the sum of

USD 100.000,-
(in words: US Dollars onehundredthousand),

inclusive of interest and costs.

This undertaking is given without prejudice to any rights or defences of the owners of the above ship, including their right to limit liability.

It is agreed that the County Court (Landgericht) of Rostock shall be the competent court of jurisdiction in respect of any claim secured by this Letter of Undertaking and that German law is to apply exclusively.

This undertaking shall be governed by German Law and any dispute arising hereunder shall be subject to the jurisdiction of the County Court (Landgericht) of Rostock and German law is to apply exclusively.

PANDI SERVICES
J.& K. Brons GmbH

RA. Hermes

R. H. Hörnicke

for and on behalf of
Assuranceforeningen GARD – gjensidig -

**P+I-Versicherung
Gedeckte Risiken 1
(Auswahl)**

- Personal injury to or illness or loss of life of crew members
- Personal injury to or loss of life of stevedores
- Personal injury to or illness or loss of life of passengers and others
- Loss off personal effects

**P+I-Versicherung
Gedeckte Risiken 2
(Auswahl)**

- Diversion expenses
- Life salvage
- Collision Liabilities (1/4 – 4/4)
- Loss or damage to property other than cargo
- Pollution

**P+I-Versicherung
Gedeckte Risiken 3
(Auswahl)**

- Towage contact liabilities
- Liabilities under contracts
- Wreck liabilities

**P+I-Versicherung
Gedeckte Risiken 4
(Auswahl)**

- certain expenses of salvors
- Legal costs
- “Omnibus” cover

Relevante Deckungs-Grundsätze

- Keine Allgefahrendeckung gem. z. B. AHB, sondern Versicherung der Einzelrisiken
(– named perils –)
- Subsidiarität ggü. anderen Deckungen!

Schlußfolgerung

Frühzeitige Einbindung der beteiligten Versicherer und ihrer Repräsentanten/Experten

Fairplay 25/Fairplay 26 – Notschlepper für die deutsche Ostsee

Carsten-S. Wibel

Transport & Service GmbH & Co Bremerhaven

Projektleiter Küstenschutz

Die Teilprojektgruppe „Notschleppen“ empfahl dem Bundesverkehrsminister, zukünftig 5 Notschlepper für die Ostsee bereitzustellen. Die Bereitschaftspositionen sollen

- 1) die Kieler Förde
- 2) Nördlich Hohwachter Bucht
- 3) Warnemünde
- 4) Saßnitz
- 5) Karlshagen auf der Insel Usedom

sein.

Am 5. November 2001 wurden von der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes im Rahmen einer europaweiten Ausschreibung zunächst die beiden Positionen „Kiel“ und „Rostock-Warnemünde“ mit gecharterten Notschleppern besetzt.

Diese Ausschreibung war der Grund für die Gründung der Arbeitsgemeinschaft „Küstenschutz“. Um ein leistungsfähiges Angebot abgeben zu können und die in der Ausschreibung geforderten Sicherheitsbedingungen erfüllen zu können, gründeten im September 2001 die vier führenden deutschen Schlepp- und Bergungsreedereien

- Bugsier-, Reederei- und Bergungs-Gesellschaft, Hamburg
- Fairplay Schleppdampfschiffs-Reederei Richard Borchard G.m.b.H., Hamburg
- T&S Transport & Service GmbH & Co., Bremerhaven
- URAG Unterweser-Reederei GmbH, Bremen

die Arbeitsgemeinschaft Küstenschutz.

Seit 1866 ist die **Bugsier** im weltweiten Seeschlepp- und Bergungsgeschäft tätig. Sie besitzt und betreibt Hochsee-, Küsten- und Hafenschlepper, Bergungskräne sowie Pontons und verfügt über umfangreiche Erfahrungen in der erfolgreichen Bearbeitung komplexer Schadenslagen auf See.

Zur Flotte der Bugsier gehören insgesamt 13 Schlepper mit einem Pfahlzug von 30 bis 180 t, die Reederei hat etwa 230 Beschäftigte.

Fairplay wurde 1905 in Hamburg gegründet. Neben der Seeschiffsassistenten in Hamburg, auf der Unterelbe, in Mecklenburg-Vorpommern und Rotterdam hat die Reederei sich im Küsten- und Schleppgeschäft in Nordeuropa etabliert. Zwei Seeschlepper befinden sich im weltweiten Einsatz.

Die Flotte von 20 Schleppern beinhaltet Einheiten mit Azimuth-Antrieben und Pfahlzügen bis zu 65 t und Feuerlösch-Anlagen gemäß „FiFi 1“ (2 Monitore, Leistung je ca. 1.350 m³/Std., Wurfweite über 120 m). Fairplay hat derzeit etwa 130 Beschäftigte, knapp die Hälfte (55) davon in Mecklenburg-Vorpommern.

Die 9 Voith-Schneider-Schlepper von **T&S Transport & Service** sind im Hafenschleppgeschäft und im Offshore-Bereich tätig.

Zusätzlich betreibt die Gesellschaft drei Ölunfallbekämpfungsfahrzeuge für Bund und Küstenländer und verfügt daher über einen Erfahrungsschatz auf dem Gebiet der präventiven Öl-bekämpfung. Im Unternehmen arbeiten derzeit etwa 110 Beschäftigte. Die seit 111 Jahren in Bremen ansässige **URAG** ist Eigner und Betreiber einer Flotte von 13 Voith-Schneider-Schleppern. Die starken Schlepper mit bis zu 71 t Pfahlzug sind für Offshore-Einsätze konstruiert und speziell ausgerüstet.

Zur URAG-Gruppe gehört auch die Wiking Helikopter Service GmbH, die über allwettertaugliche Helikopter und Besatzungen mit jahrzehntelanger Erfahrung bei Lotsenversetzungen und Offshore-Transporten verfügt. Die Zahl der Beschäftigten der URAG-Gruppe beträgt insgesamt 190.

Neben den beiden – vom Bundesverkehrsministerium als Notschlepper für die Ostsee gecharterten – Schleppern „Fairplay-25“ und „Fairplay-26“ stellt die Arbeitsgemeinschaft „Küstenschutz“ auch den Nordsee-Sicherheitsschlepper „Oceanic“. Dieser Bergungsschlepper leistet 180 t Pfahlzug und liegt auf Seeposition vor Norderney in Bereitschaft. Warum sind überhaupt Notschlepper erforderlich? Schließlich gibt es überall in den Häfen die vielen Schlepper, die doch für solche Aufgaben eingesetzt werden können.

Wenn wir uns die Karte der deutschen Ostseeküste ansehen, gibt es Reedereien mit seegehende Schlepper in Kiel, Lübeck, Rostock und Wolgast.

Aber:

- Nicht jeder dieser Schlepper ist aufgrund seiner Schleppleistung und/oder seiner Größe für einen Notschleppereinsatz einsetzbar, und
- Diese Schlepper werden von ihren Reedereien für See- und Hafenessistenz und Verschleppungen eingesetzt, sind also nicht ständig auf ihren Stationen in Bereitschaft.

Die schwedische Küstenwache stellte in einem Bericht an die Helsinki-Kommission im Januar 2001 fest, dass in der Ostsee keine ausreichende Notschleppkapazitäten vorhanden sind. Bei einem angenommenen Szenario „Havarie eines Tankers (150.000 tdw) ca. 16 sm nördlich Arkona, Wind NE 9 Bft“ wären erst nach etwa 23 Stunden Schlepper mit entsprechendem Pfahlzug vor Ort gewesen. Bis dahin wäre der Havarist – in Abhängigkeit vom Beladungszustand – längst gestrandet.

Bundesverkehrsminister Bodewig entschied daher im Juni 2001:

„Für die Ostsee werde erstmalig eine staatliche Notschleppkapazität aufgebaut. Dass dies notwendig sei, haben nach Angaben Bodewigs Untersuchungen zur Verkehrsentwicklung in der Ostsee deutlich gemacht. Angestrebt werde ein gleiches Sicherheitsniveau wie in der Nordsee mit Eingreifszeiten von maximal zwei Stunden.“

Wie bereits erläutert, wurden von der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes im Rahmen einer europaweiten Ausschreibung im November 2001 zunächst die beiden Positionen „Kiel“ und „Rostock-Warnemünde“, seit Oktober 2002 auch die Position „Sassnitz“ mit gecharterten Notschleppern besetzt.

Die Bereitschaftsposition Nördlich Hohwachter Bucht wird zukünftig durch das bundeseigene Mehrzweckschiff „Scharhörn“ besetzt, das zur Zeit mit einer 40-t-Schleppwinde zum Notschlepper aufgerüstet wird. Die Aufträge für die Positionen „Rostock-Warnemünde“ und „Sassnitz“ wurden an die Arbeitsgemeinschaft „Küstenschutz“ vergeben. Sie sind mit den Schleppern „Fairplay-25“ (Sassnitz) und „Fairplay-26“ (Rostock-Warnemünde) besetzt.

„Fairplay-25“ und „Fairplay-26“ sind die beiden stärksten einer Baureihe von insgesamt 6 Schleppern, die gegenüber ihren 4 Schwestern eine höhere Maschinenleistung, einen höheren Pfahlzug, Feuerlöschleistung entsprechend FiFi 1 und andere Verbesserungen haben. Die Schiffe haben eine Gesamtlänge von 34,85m, eine Breite von 10,90m und einen Tiefgang von 5,20m.

„Fairplay-25“ und „Fairplay-26“ sind moderne Multifunktionsschlepper, die für Hafen- und Seeassistentz, Seeverschleppungen, Eskortieren, Bergungs- und Notschleppaufgaben ausgelegt sind.

Zwei Schottel Verstell-Propeller (Typ SRP1515) in Kort-Düsen liefern die Kraft, um einen Pfahlzug von 65 t und eine Freifahrt-Geschwindigkeit von 13,5 Knoten in der Vorwärts- sowie 11 kn in der Rückwärtsfahrt zu erreichen. Das Bugstrahlruder (Typ STT 110LK) mit einem Schub von 2,8 t in Kombination mit den um 360° drehbaren Schottel-Propellern, gibt den Schleppern eine besonders hohe Manövrierfähigkeit.

Entgegen herkömmlichen Schleppern sind die Rümpfe mit einem Wulstbug sowie einem sogenannten „Totholz“ ausgerüstet. Die spezielle Rumpfform wurde in umfangreichen Tanktests entwickelt und garantiert dem heckgetriebenen Schlepper ein ungewöhnlich hohes Maß an Kursstabilität in der Rückwärtsfahrt als „Reverse Tractor“. In diesem Zusammenhang ist erwähnenswert, daß es auf der Brücke einen zweiten Fahrstand gibt. Dies ermöglicht dem Schiffsführer auch bei der Rückwärtsfahrt sowohl das gesamte Arbeitsdeck als auch die achtere Winde zu übersehen. Mit je einer Doppeltrommel-Winde vorn und achtern sind die Schiffe sowohl für den Hafen- als auch Seebetrieb ausgerüstet. Die Bremslast der Winden beträgt je 125 t. Je Trommel stehen 400m Hafenschlepp- und 1500m See-Schleppdraht mit 52mm Durchmesser zur Verfügung. Die Winden werden vom Windenfahrstand auf der Brücke oder auch von Deck aus kontrolliert. Außerdem sind beide Schlepper für den Notschleppsinsatz mit hochfesten Kunststoffleinen, sogenannten „Dyneema-Leinen“ ausgerüstet. Diese Spezialleinen haben die gleichen Festigkeits-Eigenschaften wie der Schleppdraht, sind aber sehr

leicht – sogar schwimmfähig. Sie erleichtern bei Stromausfall auf dem Havaristen, dass trotz „schwarzem Licht“ eine Notschleppverbindung hergestellt werden kann.

Die Feuerlöscheinrichtung wurde nach FiFi1 ausgelegt. 2 Feuerlöschkanonen liefern je bis zu 1350 cbm Feuerlöschmittel (Wasser oder Schaum) mit einer Wurfweite von bis zu 45m Höhe oder 120m Weite. Die Klassifizierung der Schiffe erfolgt nach den Richtlinien der Seeberufsgenossenschaft und des Germanischen Lloyd mit der Klasse „GL+ 100 A5 M E ‚Tug‘ + MC E Aut“. Für die Arbeit im Hafen und auf See verfügen „Fairplay-25“ und „Fairplay-26“ über eine Anzahl von technischen und nautischen Geräten, z. B. elektronische Seekartensysteme und GPS für die Navigation, 2 sogenannte Tageslicht-Radars, Echolot, Gyrokompass und natürlich ein Autopilot-System. Die an Bord befindlichen Kommunikationsanlagen entsprechen dem heutigen modernen Standard. Dazu gehört neben insgesamt 3 UKW-Sprechfunkgeräten auch Inmarsat- und GSM-Anlagen für Telefon-/Fax-Kommunikation. Speziell für Offshore-Arbeiten gibt es auf dem großen Achterdeck genug Platz für Ersatzteile, Offshore-Gerätschaften oder gar einem 20' Container. Die umfangreiche Rundum-Fenderung des Rumpfes erfüllt einen weiteren Sicherheitsaspekt für Offshore-Jobs. Der Palfinger-Kran hat bei maximaler Auslage von 11,4m noch eine Tragkraft von 1,8 t. Die Bunkerkapazität von 240 cbm erlaubt einen Aktions-Radius von ca. 15 Tagen. Neben den beiden Notschleppern stellt die Arbeitsgemeinschaft Küstenschutz auch das sogenannte Boarding-Team. Diese vier Seeleute (ein Nautiker, drei Matrosen bzw. Schiffsmechaniker) werden bei Bedarf per Hubschrauber auf dem Havaristen abgesetzt, um die Besatzung – wenn (noch) an Bord – beim Herstellen der Notschleppverbindung zu unterstützen. Das Boarding-Team befindet sich in Warnemünde in Bereitschaft und hat eine „Rüstzeit“ von einer Stunde. Innerhalb einer Stunde müssen alle vier am Hubschrauberlandeplatz sein. Neben ihrer persönlichen (Schutz)-Ausrüstung haben diese Fachleute auch Werkzeug und Geräte für ihre Aufgaben mit.

Regelmäßig wird der Transport mit dem Helikopter geübt, sowohl mit den SAR-Hubschraubern der Marine als auch – in Wilhelmshaven – mit denen der zum Arbeitsgemeinschafts-Partner URAG gehörenden WIKING Helikopter. Üben steht ohnehin beim Boarding-Team und den Besatzungen der Notschlepper ständig „auf dem Zettel“. Regelmäßig wird das Herstellen der Notschleppverbindung, der Umgang mit den hochfesten Kunststoffleinen und die Zusammenarbeit mit den Hubschraubern geübt.

Die „Fairplay-26“ ist für sechs Monate bis zum April 2003 von der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung für Notschleppaufgaben gechartert – mit einer Verlängerungsoption um weitere 6 Monate. Ein im Sommer für die Bereitschaftsposition Warnemünde ausgeschriebenes Interessenbekundungsverfahren forderte einen Pfahlzug von über 80 t bei einer Mindest-Probefahrtsgeschwindigkeit von 16,5 Knoten, als Charterzeitraum wurden fünf oder zehn Jahre genannt. Auf dieses Interessenbekundungsverfahren hat die Arbeitsgemeinschaft „Küstenschutz“ einen Schlepper angeboten, der diese Kriterien erfüllt.

Wann die Bereitschaftsposition Warnemünde für einen längeren Zeitraum ausgeschrieben wird, wissen wir nicht.

Die „Fairplay-25“ ist für zwei Jahre bis zum Oktober 2004 von der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung für Notschleppaufgaben gechartert – mit einer Verlängerungsoption um weitere

zwei Jahre. Geplant ist, daß anschließend ein neu zu bauendes, bundeseigenes Mehrzweckschiff diese Aufgabe übernehmen soll. Der Bau dieses Mehrzweckschiffes ist zur Zeit in der Ausschreibung, Indienststellung voraussichtlich im Herbst 2004. Das „Schadstoffunfallbekämpfungsschiff (SUBS) Ostsee“ wird einen Pfahlzug von 40 t und eine Probefahrts-geschwindigkeit von 13 kn haben. Die Bauweise und die zu übernehmenden Mehrzweck-Aufgaben des SUBS Ostsee sind ähnlich wie beim Mehrzweckschiff „Neuwerk“.

An der deutschen Ostsee besteht also ein Notschleppkonzept, in das drei gecharterte Notschlepper eingebunden sind. Dieses – neudeutsch als „Public-Privat-Partnership“ bezeichnete – Zusammenwirken von Wasser- und Schifffahrtsverwaltung und Schlepp- und Bergungsreedereien gewährleistet einen effektiven und wirtschaftlichen Schutz unserer Küste.

Die Arbeitsgemeinschaft „Küstenschutz“ wird mit ihren leistungsfähigen Schleppern, ihren erfahrenen Beschäftigten und ihrem umfangreichen „Know-How“ dazu beitragen. Wir werden unser Bestes tun – wenn uns andere nicht daran hindern.

Möglichkeiten des Seehafens Rostock zur Aufnahme havariierter Schiffe

Stefan Rathmanner
Hafenkapitän Rostock

Allgemeines

Definition Nothafen u. a. aus „Hansa 03/2001“:

Weicht ein **Schiff infolge höherer Gewalt oder eines drohenden bzw. bereits eingetretenen Notfalles von seinem ursprünglichen Reiseplan ab und sucht einen Hafen auf**, so wird dieser Hafen zu einem – um nicht zu sagen – seinem Schutz- bzw. **Nothafen**.

- Zu einem Nothafen kann jeder Hafen werden, der dem in Not befindlichen Schiff Schutz bieten kann (Nothafenrecht ist völkerrechtlich anerkanntes Gewohnheitsrecht).
- Die Umsetzung des „Nothafenrechts“ liegt in MIV im Ermessen der Hafenbehörde (Hafenverordnung HafVO).
- Der Hafen muß nicht speziell für diesen Zweck errichtet worden sein.
- Nothafen ist der am günstigsten geeignete Hafen (nicht der nächste). Das heisst, daß der möglicherweise durch den Havariekommissar angedachte Hafen, die verschiedensten strukturellen und technischen Voraussetzungen bieten muß, um mit der Notlage „*umgehen zu können*“; also dem havariertem Schiff maximale Hilfeleistung gewähren zu können ohne dabei selbst Schaden zu nehmen.

Das setzt einen **Überblick über die Allgemeine Schadenslage** voraus:

1. Frage: Worin besteht die Notlage?
2. Frage: Wie ist die Notlage entstanden?
3. Frage: Welche Gefahren gehen von der Notlage für Mensch, Umwelt und Schiff aus?

Dieser Überblick muß mit den örtlichen, also strukturellen und technischen Voraussetzungen des angedachten Hafens verglichen werden. Das Ergebnis dieses Vergleiches entscheidet darüber ob der Hafen für die konkrete Notsituation der geeignete oder geeignetste Nothafen ist.

Im **Rostocker Seehafen** besteht grundsätzlich die Möglichkeit Schiffe bis zu einem Tiefgang von 13m kommerziell, also der Zweckbestimmung des Hafens entsprechend, abzufertigen. Speziell eingerichtete Liegeplätze für Notfälle werden in Rostock nicht vorgehalten.

Wohldem ist Rostock in der Lage, unter bestimmten Voraussetzungen (siehe oben: „Überblick...“) mit Notfällen umzugehen.

(Beispiel: MS „TERN“ nach der Kollision mit MT „BALTIC CARRIER“ in der Kadetrinne).

Einige wichtige Entscheidungskriterien zur Aufnahme von havarierten Schiffen in den SHR

1. Schiffsgröße

Die Grenzen bzgl. möglicher Schiffsgrößen werden durch die Dimensionierung der Seewasserstraße festgelegt. Diese Dimensionierung erlaubt Schien bis $L_{\text{üa}} = 250 \text{ m}$, $B = 40 \text{ m}$, $T_g = 13 \text{ m}$ das Befahren der Seewasserstraße, wobei Schiffe mit einer Größe ab $L_{\text{üa}} = 230 \text{ m}$, $B = 36 \text{ m}$, $T_g = 12 \text{ m}$ die Erlaubnis des WSA einholen müssen.

2. Liegeplatzparameter

Der Seehafen Rostock ist mit seinen Liegeplätzen 3, 06 im Ölhafen, Liegeplätzen 17 und 18 im C-Becken-Getreide-/Düngemittelumschlag- und Liegeplatz 24 im B-Becken-Schüttgutumschlag in der Lage o. g. dimensionierte Schiffe aufzunehmen.

3. Liegeplatzausrüstung

Wasseranschlüsse
Stromanschlüsse
Kräne (außer Ölhafen)

4. Havarietechnik im Umfeld

- Schlepper
- Schlepper mit Feuerlöscheinrichtungen
- Notfallschlepper „Fairplay 26“
- Ölauffangschiff „Vilm“
- Ölauffang- und Entsorgungsschiff „Bottsand“
- Brandschutz- und Rettungsamt
 - Vor Ort: Feuerwache III im SHR mit Umweltausrüstung
 - Groß-Klein: Feuerwache II mit Ölbekämpfungsschiff „Äsche“ und Feuerlöschboot
- Havarietaucher
- Entsorger
- Werften

5. Zustand des havarierten Schiffes

Entsprechend Hafennutzungsordnung §9 bedürfen der Erlaubnis zum Einlaufen in einen Hafen u. a. folgende Schiffe

- die zu sinken drohen,
- die brennen oder bei denen Brandverdacht besteht oder nicht mit Sicherheit festgestellt, daß ein Brand völlig gelöscht ist.

6. Ladung des havariierten Schiffes

Entsprechend Hafennutzungsordnung §9 bedürfen der Erlaubnis zum Einlaufen in einen Hafen u. a. folgende Schiffe:

- die undichte Behälter mit sich führen, die Stoffe enthalten, welche zur Gefährdung der öffentlichen Sicherheit oder Ordnung führen können.

7. Wetter, Wasserstände

8. Aktueller Umschlag, Umschlagsplanung

Entsprechend Hafennutzungsordnung §9 bedürft der Erlaubnis zum Einlaufen in einen Hafen u. a. folgende Schiffe:

- die wegen ihrer Bauart oder Abmessungen den Hafenbetrieb oder die Hafenanlagen gefährden oder behindern können.
- Welche Liegeplätze sind kurz- und/oder langfristig nicht für eine Schiffsbelegung vorgesehen, bzw. gibt es Alternativen?

9. Ökonomisches und ökologisches Umfeld

10. Kostenübernahme

Mögliche Kosten eines Havaristen im Nothafen

- Übliche Hafentgelte
- Entsorgungskosten
- Schadstoffbekämpfung
- Feuerlöschmaßnahmen
- Maßnahmen gegen Sinken
- Schäden im Hafen z. B. an Hafenanlagen, Gewässerverunreinigungen
- Folgeschäden wie Blockierung von Hafenanlagen und Verzögerung der Abfertigung anderer Schiffe
- ...
- ...

Folgende Fragen müssen beispielsweise vor Aufnahme eines havariierten Schiffes in den Hafen beantwortet sein:

? Wer haftet für was?

? Welche Versicherungen decken welche Schäden in welchem Umfang ab?

? Vorkasse des Reeders?

➤ **Bund-Ländervereinbarung vom 15.07.2002**

a) zur Verbesserung des gemeinsamen Unfallmanagements auf der Nord- und Ostsee (Havariekommando):

- gilt für komplexe Schadenslagen in der ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) der BRD und außerhalb dieser wenn die BRD Verpflichtungen zur maritimen Notfallvorsorge zu erfüllen hat
- kommunale Zuständigkeiten Werden entsprechend § 2 (?) nicht berührt

b) über die Bekämpfung von Meeresverschmutzungen:

- Geltungsbereich:
 - Küstengewässer
 - Seeschiffahrtsstraßen
 - Häfen in Bremen und Hamburg
 - Ufer und Strände in den o. g. genannten Gebieten
 - Angrenzende Wasser- und Landflächen wenn die Verschmutzung auf ein Ereignis in den o. g. Gebieten zurückzuführen ist
- Häfen M/V befinden sich nicht in diesem Geltungsbereich

Ein Durchgriffsrecht des Havariekommandos: auf kommunale Zuständigkeiten ist nach der Bund-Ländervereinbarung nicht existent.

Die Kostenübernahmefrage außerhalb von Kostenregelungen und nichtversicherte/nichtversicherbare Kosten für den, das havarierte Schiff aufnehmenden Hafen, ist nicht geklärt!

Vorsorgeplanung für Schadstoffunfälle im deutschen Küstenbereich der Nord- und Ostsee

Dipl.-Ing. Burkhard Schuldt
c/o ARCADIS Consult GmbH Rostock

Entlang der deutschen Nord- und Ostseeküste ist mit dem starken Schiffsverkehr ein hohes Risiko von Schiffsunglücken verbunden, welche zu einer Schadstofffreisetzung in das Wasser und in den Küstenbereich führen können. Die deutschen Küstenländer realisierten unter der Projektsteuerung der ARCADIS Consult GmbH ein Softwaresystem und eine Datenerhebung, um alle notwendigen Daten der Küstenbereiche und Informationen von Schadstoffunfällen jeder Art zu speichern und in kürzester Zeit zur Unfallbekämpfung verfügbar zu haben. Die Software vereint die Elemente Datenbank, GIS, HTML-Browser und Fotoalbum in einer multimedialen Nutzeroberfläche.

Die Bekämpfung von Schadstoffunfällen im Küstenbereich, in den Häfen und auf dem Meer verlangt eine besonders hohe ständige Einsatzbereitschaft von Personal und Geräten. Die durch eine Alarmierung im Schadensfall betroffenen Mitarbeiter müssen alle wichtigen Informationen sofort bereit haben, um angemessen und effektiv reagieren zu können. Wo stehen welche Geräte bereit, sind sie für diesen Einsatzfall geeignet und erfolgte die letzte Wartung rechtzeitig? sind einige der Fragen, deren sofortige Beantwortung über den Erfolg der ersten Einsatzmaßnahmen zum Schutz des Meeres, der Küsten und der Umwelt entscheiden.

Bund und Küstenländer haben 1975 ihre Zusammenarbeit zur Vorsorge und Bekämpfung von Ölverschmutzungen beschlossen, 1995 wurde diese Vereinbarung auf andere Schadstoffe erweitert und das Küstenland Mecklenburg-Vorpommern einbezogen. Inzwischen sind Geräte und Schiffe für über 400 Mio. DM beschafft und ausgerüstet worden. Ebenso wurden die erforderlichen Einsatzstrukturen geschaffen.

Die Küstenländer ergänzen dies nunmehr mit einer Vorsorgeplanung für die gesamte deutsche Nord- und Ostseeküste einschließlich der Häfen Bremens und Hamburg. Alle wesentlichen einsatzrelevanten Daten werden erhoben und so DV-gestützt aufbereitet, dass sie mit einer einfachen Benutzerführung aus einem geografisch orientiertem Informationssystem sicher abgerufen werden können.

Als Schadstoffunfall wird neben dem Anlanden eines Ölteppichs auch das Anschwemmen anderer Chemikalien, gefährlicher Güter oder das Stranden eines mit gefährlichen Gütern beladenen Schiffes verstanden.

An der Projektdurchführung sind beteiligt:

- | | |
|----------------------|--|
| als Projekträger | Küstenländer Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein |
| als Projektleiter | Umweltbehörde Hamburg, Rufbereitschaft |
| als Fachdienststelle | Sonderstelle der Küstenländer zur Bekämpfung von Meeresverschmutzungen (SLM) |
| als Projektmanager | ARCADIS Trischler & Partner Consult GmbH |

Der Umfang des Gesamtprojektes beinhaltet die inhaltliche Konzeption des Vorsorgeplanes, die Schaffung der technischen Möglichkeiten zu seiner Realisierung und die Erhebung folgender Daten entlang der ca. 3.600 km deutscher Nord- und Ostseeküsten:

- Topographische Grundkarte (ATKIS-Daten) der Küstenregion mit Küstenkilometrierung im 0,5 km-Raster;
- Seekarte bis zur 10-m-Tiefenlinie;
- Topographische Zusatzinformationen wie Ufertyp (Regelquerschnitt), Zugänglichkeit,
- Industriebauwerke, Hochwasserschutzbauwerke u. a.;
- Symbolische Darstellung und erläuternde Daten zu Schutzgebieten, touristischen Einrichtungen, Lager für Havariebekämpfungsgeräte u. a.;
- Technische Daten der vorhandenen Bekämpfungsgeräte;
- Adressen- und Telefondaten von relevanten Körperschaften und Personen;
- Alarmpläne für ELG-, Länder- und Katastrophenschutzfälle;
- Elektronisches Bekämpfungshandbuch einschließlich Bekämpfungsvorschläge für definierte Ufertypen;
- Unfallarchiv für Beispielunfälle;
- Fotos der gesamten Küstenlinie.

Vorgehensweise

ARCADIS wurde mit der Erarbeitung des fachlichen Grob- und Feinkonzeptes, mit der konzeptionellen Planung des DV-Systems, mit der Ausführung der Software und letztlich mit der Projektsteuerung für die Umsetzung der Datenerhebung für zwei Pilotbereiche betraut. Federführender Partner für das Projekt war die Umweltbehörde der Freien und Hansestadt Hamburg, als projektbegleitender Ausschuss fungierte die AG Vorsorgeplanung mit jeweils einem Vertreter der o.a. Küstenländer und der SLM.

Nach Erstellung des Grob- und fachlichen Feinkonzeptes und Bestätigung durch alle Länderpartner wurde als Grundlage für das EDV-System das EDV-Feinkonzept erarbeitet. Zur Beurteilung durch die Mitglieder der AG Vorsorgeplanung sowie aller an der Prüfung des Konzeptes Beteiligten, enthielt das EDV-Feinkonzept bereits eine PC-Demonstrations-Version, in der die wichtigsten Möglichkeiten des geplanten Systems in Form von Bildschirm-Masken mit verbal beschriebenen Funktionen präsentiert wurden. Das ermöglichte den späteren Nutzern eine effektive Prüfung des Konzeptes in einem verhältnismäßig kurzen Zeitraum.

Eine weitere Maßnahme zur Realisierung einer kurzen (und damit kostengünstigen) Projektlaufzeit war die zeitgleiche Erarbeitung des EDV-Systems und Erfassung der Daten für zwei Pilotbereiche, die unterschiedliche Küstenformationen beinhalten. Um dies zu ermöglichen, wurde bereits mit dem EDV-Feinkonzept die Software eines Datenerfassungsmoduls bereitgestellt.

Das Erfassungsmodul dient als Werkzeug für verschiedene Auftragnehmer, die zunächst für zwei Pilotprojekte die für die Schadstoffunfallbekämpfung relevanten Daten recherchiert und aufbereitet haben. Durch das Datenerfassungsmodul wurden die im EDV-Feinkonzept

geplanten Datenformate vorgegeben. Damit wurde sichergestellt, dass durch die Datenerfasser nur solche Datenformate erhoben wurden, die uneingeschränkt durch das EDV-System verwaltet werden können.

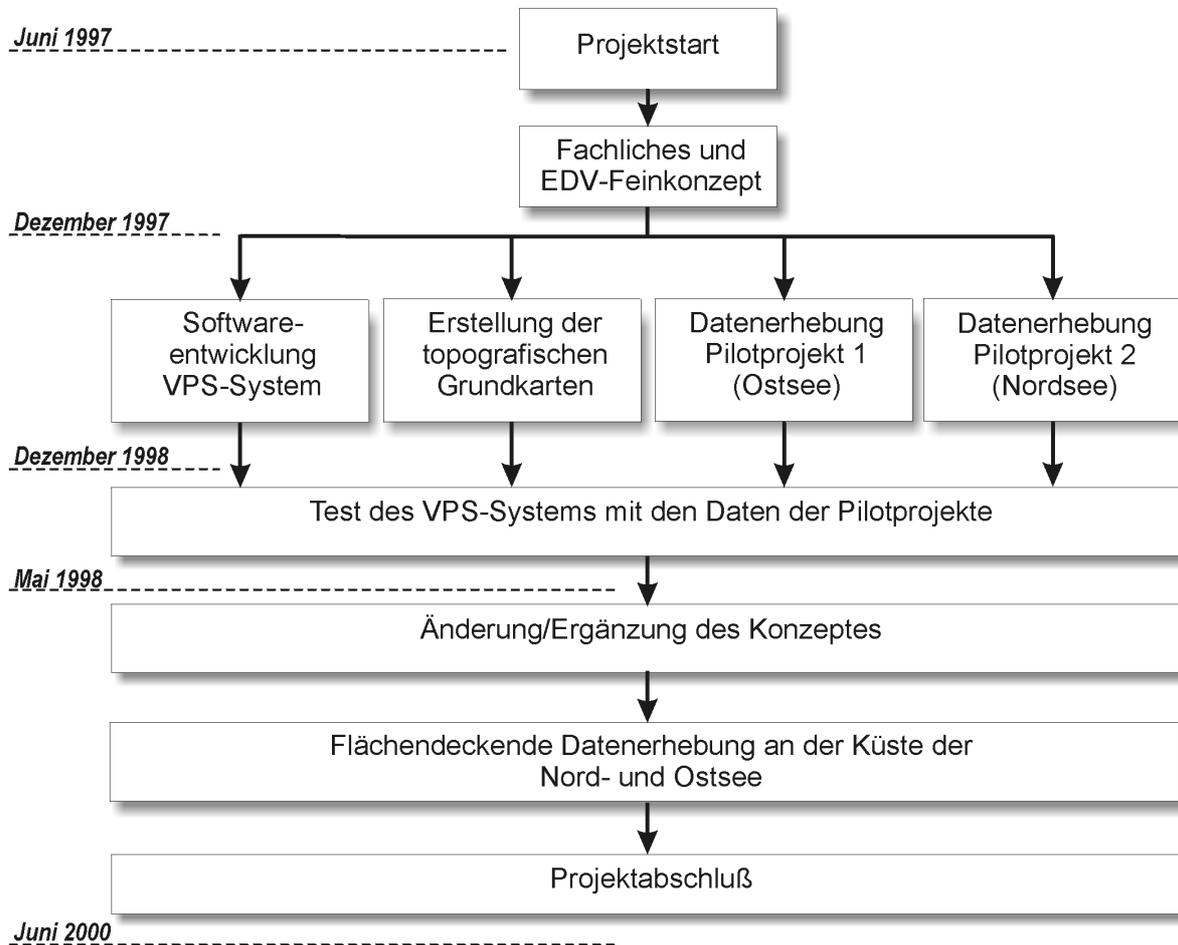


Abb.1: Projektablauf

Auf der Grundlage des bestätigten EDV-Feinkonzeptes erfolgte die Entwicklung des EDV-Systems. Die Erarbeitung der topografischen Grundkarten war bereits vor der Datenerhebung erforderlich, um die Lage des gesamten Untersuchungsraumes eindeutig zu definieren und vorzugeben. Eine unterschiedliche Interpretation, z. B. von Küstenabschnittsgrenzen, durch die verschiedenen Auftragnehmer wurde dadurch ausgeschlossen. Die Basis für die Grundkarten bilden die ATKIS-Daten der Landesvermessungsämter, die um eine durchgängige Küsten- bzw. Deichkilometrierung ergänzt wurden.

Die im Rahmen der Datenrecherche und -aufbereitung durch zwei beauftragte Ingenieurbüros im Bereich der Pilotprojekte „Wurster Küste“ (ca. 30 km Nordseeküste) und „Klützer Winkel“ (ca. 12 km Ostseeküste) recherchierten Daten wurden kontinuierlich in das vorgegebene Erfassungsmodul aufgenommen, die Übergabe der Daten erfolgte mittels Datenträger.

Während der Pilotphase erfolgte über den Projektmanager eine ständige Abstimmung zwischen dem Entwickler des EDV-Systems und den datenerhebenden Ingenieurbüros, um ggfls. Anpassungen am EDV-System oder auch am Datenerfassungsmodul vornehmen zu können.

Nach Übernahme der Daten aus dem Erfassungsmodul in das zwischenzeitlich entwickelte EDV-System wurden, als Grundlage für die spätere flächendeckende Datenerhebung, in den beteiligten Küstenländern Funktionstests des VPS-Systems und eine inhaltliche und strukturelle Prüfung der erhobenen Daten durchgeführt.

Nach insgesamt 3-jähriger Laufzeit wurde das Projekt in enger Zusammenarbeit mit allen beteiligten Partnern fertiggestellt, einschließlich der flächendeckende Datenerhebung entlang der Küsten und Aufnahme des Regelbetriebes.

VPS

Das Ziel des **Vorsorge Planes Schadstoffunfallbekämpfung (VPS)** besteht in der Sammlung, Speicherung und Präsentation von Informationen, die während der Prävention und der Bekämpfung von Schadstoffunfällen notwendig oder ergänzend nützlich sind.

Folgende Datenarten liegen vor und werden wie beschrieben gespeichert und präsentiert:

- **Alphanumerische Daten** beschreiben in einem breiten Spektrum Eigenschaften von Küstenabschnitten, Bekämpfungsgeräten, Schutzgebieten, Alarmplänen usw. und werden in einer MS Access97-Datenbank gespeichert. Der Zugang zu diesen Daten wird durch ein komfortables MS Access97-Frontend gewährleistet.
- **Geodaten** sind die auf ATKIS-Daten beruhende Grundkarte, die Informationen der Seekarte bis zur 10-m-Tiefenlinie sowie die Geodaten, die projektspezifisch erhoben werden und unfallbekämpfungsrelevante Informationen im Küstenbereich beinhalten. Die Geodaten werden als Shapefiles in einem Filesystem abgelegt und mittels MapObjects, welches in das MS Access97-Frontend eingebettet ist, dem Nutzer zugänglich gemacht.
- **Textdaten** bilden die Grundlage des Bekämpfungshandbuches. Dieses Handbuch existierte bisher als Papierdokument und beinhaltet das Know-how der Schadstoffunfallbekämpfung, muss also im Einsatzfalle schnell und systematisch gegliedert zur Hand sein. Die Textdaten werden gemeinsam mit zugehörigen Grafiken und Fotos als HTML-Dokumente in einem Filesystem abgelegt. Der Zugriff auf diese Daten erfolgt mit dem MS InternetExplorer, der vom MS Access97-Frontend über OLE gesteuert wird.
- **Bilddaten** entstanden in großer Anzahl (ca. 18.000 Stück) während der flächendeckenden Fotografie der Küste, welche aus dem Flugzeug heraus seeseitig mit überschnittenen Fotos dokumentiert wird, und als Landfotos von markanten Küstenabschnitten oder Objekten. Die Bilddaten werden als JPEG-Dokumente in einem Filesystem gespeichert und erhalten je einen Stammdatensatz in der Datenbank. Ihre Anzeige erfolgt entweder als ActiveX-Objekt im Datenbankfrontend oder im InternetExplorer.
- **Videodaten** werden aus den überschnittenen Einzelbildern der Küstenbefliegung generiert und als QuickTime-Movies komprimiert gespeichert. Sie können mit Quick-

Time 3.0 benutzt werden und bieten eine schnelle Übersicht über größere Küstenbereiche.

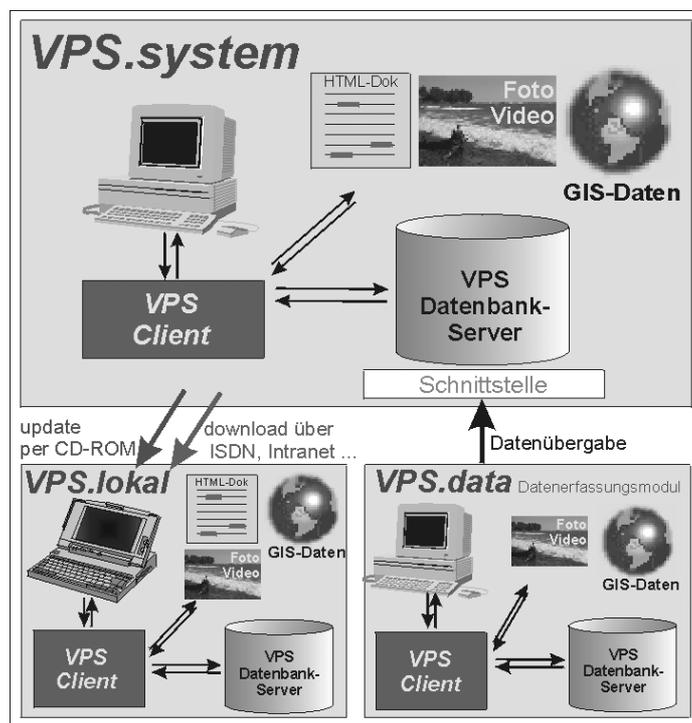


Abb.2: Struktur der VPS-Komponenten

Die typische Anwendung des VPS-Systems besteht in der Rezeption der angebotenen Informationen, nicht in deren Manipulation oder Erweiterung, obwohl diese natürlich im Datenpflegemodus und mit dem externen Datenerfassungsmodul möglich sind.

Der typische Nutzer hat durchschnittliche bis gute Kenntnisse der Softwareanwendung und hohe Sachkenntnis von den gebotenen Informationen.

An diesen und weiteren Randbedingungen musste sich die Auswahl der einzusetzenden Softwarekomponenten und die Architektur der betriebsbereiten Software orientieren, um die erwartete Funktionalität und Qualität zu gewährleisten.

Die GIS-Komponente

Das meistgenutzte Modul ist das GIS, von hier aus können alle Informationen aus der Datenbank bzw. dem Handbuch über Mausklick abgefragt werden.

Dem Nutzer wird nach dem Programmstart zunächst eine Übersichtskarte des jeweiligen Landes angeboten. Über die Küstenkilometrierung kann sich der Nutzer orientieren und in den gewünschten Bereich hineinzoomen, wobei sich die Küstenkilometrierung automatisch bis zum 500 m-Raster verfeinert. Die Dateninhalte der Grundkarte werden ebenfalls detaillierter, je weiter man den dargestellten Kartenausschnitt vergrößert.

Durch das Einschalten von verschiedenen Layern können zusätzliche thematische Daten auf der topographischen Grundkarte abgebildet werden. Zu jedem Symbol sind weitere Informa-

tionen verfügbar. Das GIS ist mit den Datensätzen der Datenbank verknüpft und bietet mit der ‚ClickInfo‘-Funktion die Antwort auf die Frage ‚Was ist das?‘, wenn das dem angeklickten Objekt entsprechende Datenbankformular geöffnet wird. Zusätzlich stehen auch die ‚Map-Tips‘ zur schnellen Information zur Verfügung.

Um den einzelnen Uferabschnitten bekämpfungsrelevante Informationen zuordnen zu können, wurde die gesamte Küste in Bekämpfungsabschnitte mit einer Länge von 100m bis max. 10 km unterteilt. Zu jedem Bekämpfungsabschnitts-Symbol sind umfangreiche Daten in der Datenbank abgelegt, die wieder über die ‚ClickInfo‘-Funktion abgefragt werden können.

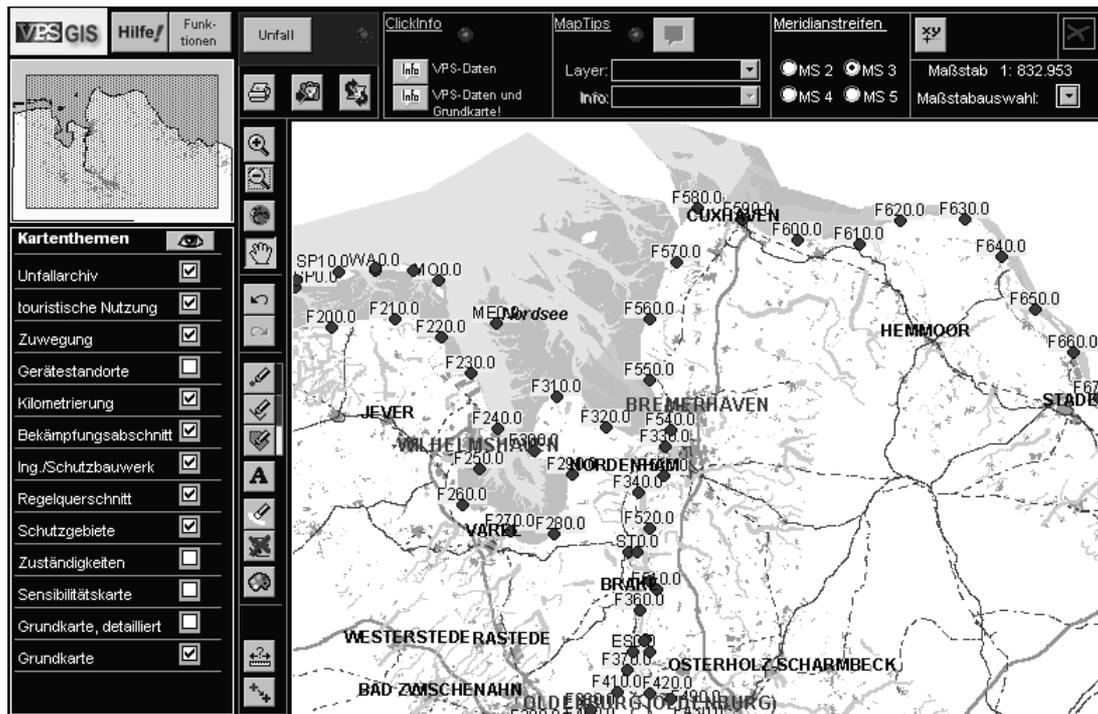


Abb.3: Übersichtskarte nach Start des GIS-Modus

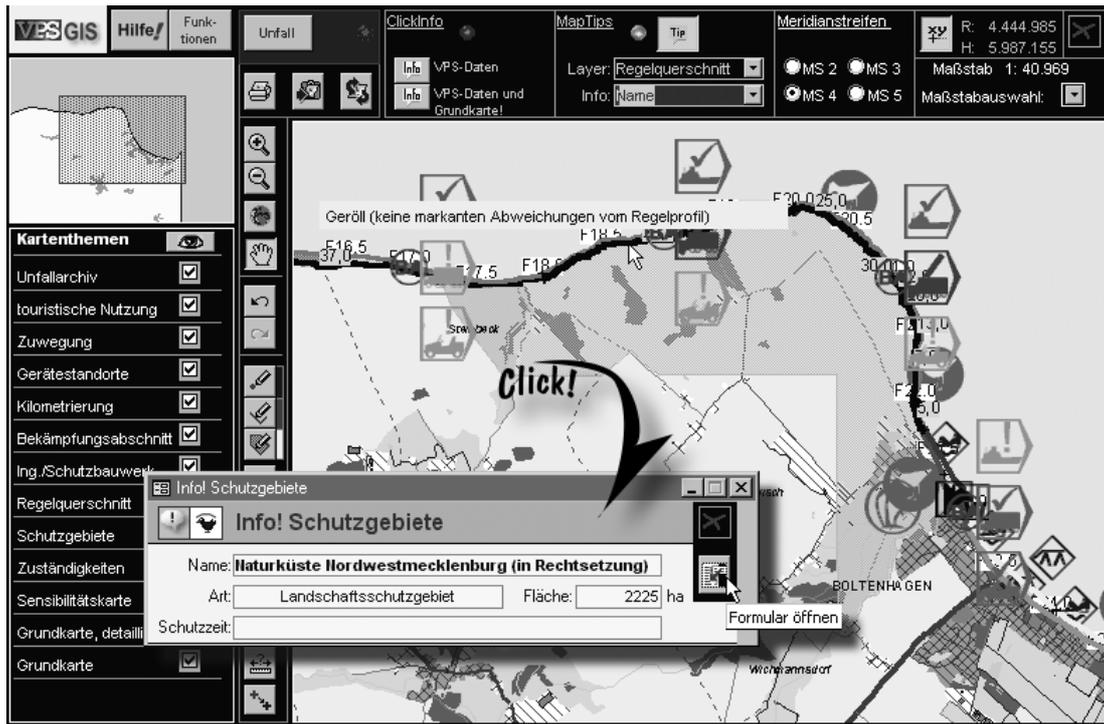


Abb.4: Detailkarte mit Datenanzeige im GIS als MapTip (oben) oder als Information aus der Datenbank

Den einzelnen Bekämpfungabschnitten sind Fotos zugeordnet, die der Nutzer als zusätzliche Informationen zu den alphanumerischen Daten per Mausklick aufrufen kann. Es werden vom Flugzeug aus angefertigte Fotos, welche die Küstenlinie flächendeckend und überlappend abbilden, sowie vom Ufer aus hergestellte Detailfotos bestimmter Bereiche gespeichert.

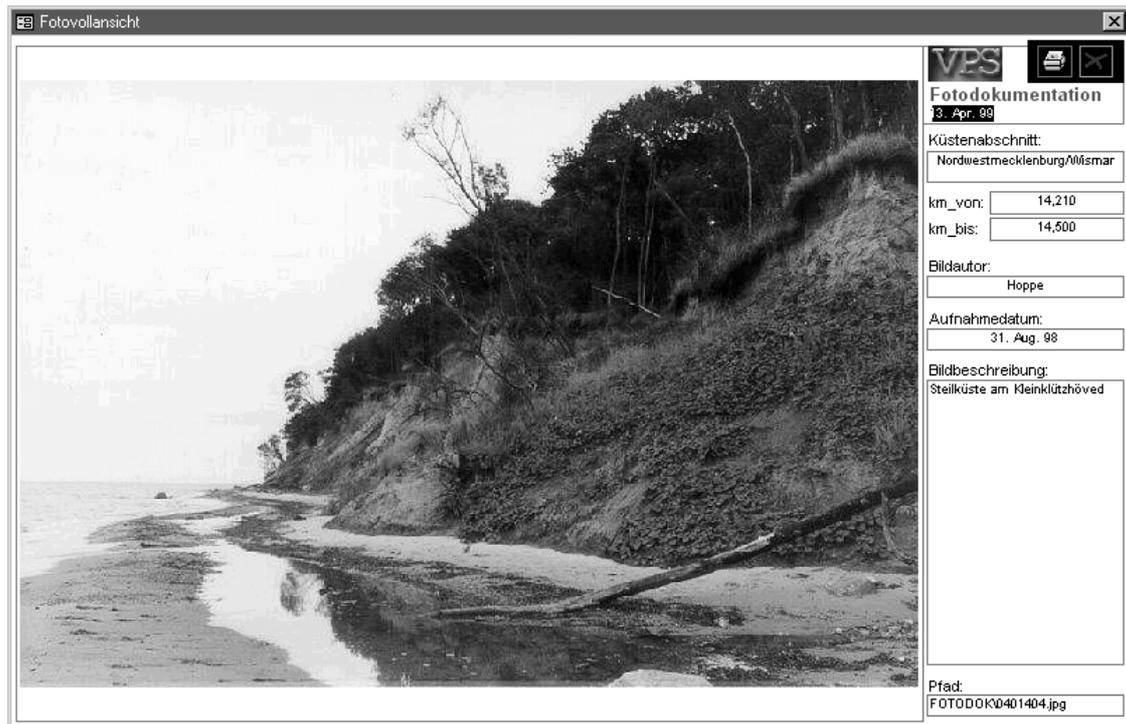


Abb. 5 u. 6: Fotodokumentation

Aus der Datenbank heraus kann auf Tastendruck in einem georeferenzierbaren Datensatz (z. B. ein Küstenabschnitt oder Gerätelager) die Frage „Wo ist das?“ beantwortet werden,

indem vom Programm in das GIS umgeschaltet und auf das in der Datenbank befragte Objekt gezoomt wird.

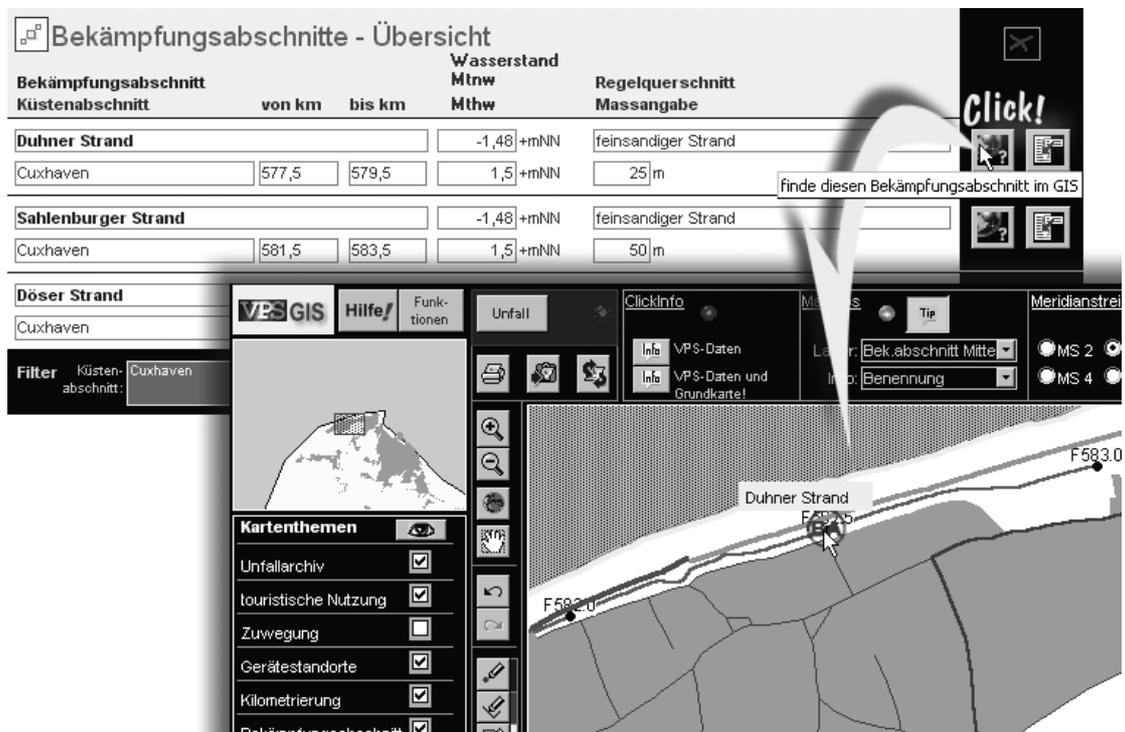


Abb.7: Georeferenzierbare Daten der Datenbank werden nach Tastendruck im GIS gefunden

Neben den üblichen Möglichkeiten der Karten- und Layersteuerung stehen auf den Einsatzzweck abgestimmte Funktionen zur Verfügung. So können beliebige Streckenentfernungen oder Flächeninhalte gemessen werden, im Kartenfenster kann zur Anfertigung von Lageberichten oder zur Planung einer Bekämpfung mehrfarbig gezeichnet und geschrieben werden. Es besteht die Möglichkeit, den Inhalt des Kartenfensters einschließlich der eigenen Zeichnungselemente auf einem Drucker maßstabgetreu als Kartenblatt auszugeben oder in ein anderes Grafik- oder Textverarbeitungsprogramm zu exportieren.

Hinsichtlich der verwendeten Koordinatensysteme war der Konflikt zwischen den Gauß-Krüger-Koordinaten der ATKIS-Grundkarte und dem im marinen Informationsaustausch verwendeten Geografischen Koordinatensystem zu lösen. Die Lösung besteht in einem zuschaltbaren Werkzeug zur Koordinatentransformation, welches den mathematischen Algorithmus zur Transformation beider genannter Koordinatensysteme bereitstellt. In dieses Werkzeug werden über die Tastatur geografische Koordinaten in Form von geografischer Breite und Länge eingegeben und erzeugen nach Transformation neben der alphanumerischen Anzeige auch eine Markierung im Kartenfenster. Die Eingabe von Gauß-Krüger-Koordinaten ist viel einfacher, hier genügt ein Klick an die betreffende Stelle der Karte, die Umrechnung in geografische Koordinaten erfolgt sofort.

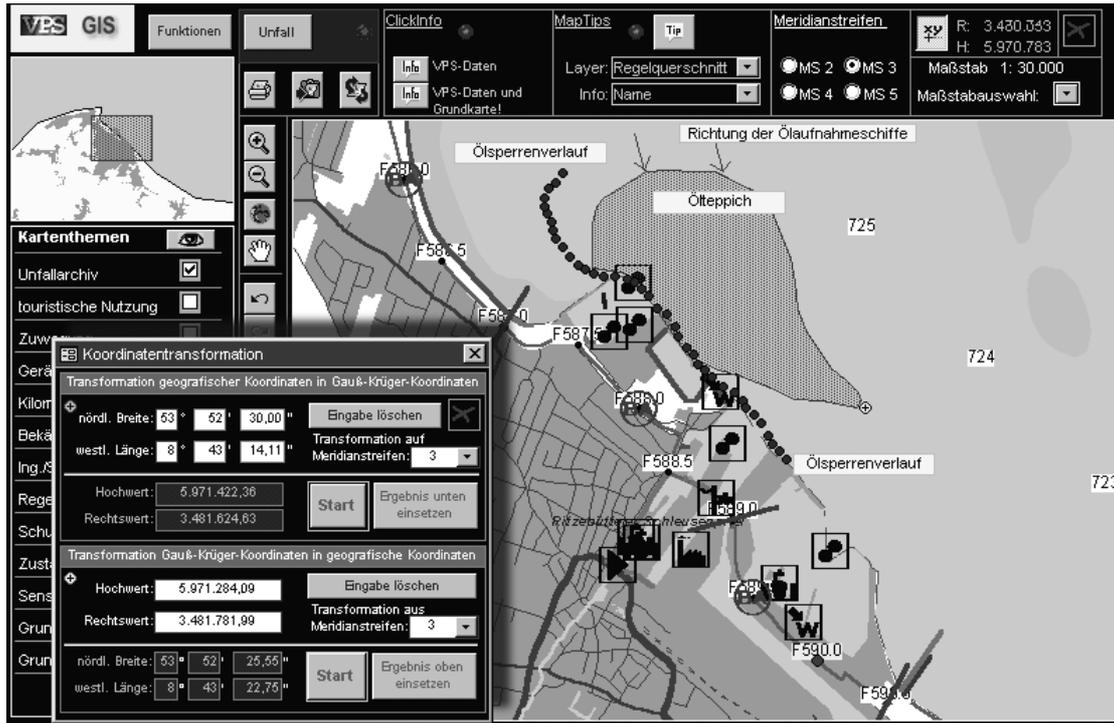


Abb. 8: Das Werkzeug zur Koordinatentransformation und die Anwendung eigener Zeichnungselemente erlauben die Anfertigung und Nachführung operativer Karten

Die Datenbank-Komponente

In der Datenbank sind u. a. die Daten sämtlicher Geräte sowie deren Standorte (Gerätelager) erfasst.

Bekämpfungsgeräte - vollständiger Datensatz		Schnellwahl: Hägglunds-Fahrzeug		[Navigationssymbole]	
Geräteart:	Hägglunds-Fahrzeug				
Typ:	BV 206 D	Rufzeichen:			
Taufname:		Serien-Nr.:	AGD 6681		
Nationalität:	Deutschland	KfZ-Kennz.:			
		SLM-Kennung:	CUX 820		
Kaufdatum:	6.2.1990	verfügbar?	<input checked="" type="checkbox"/>	Menge:	1
Kaufpreis:	330.000,00 DM	Eigner:	Bund/Länder-Partner		
Hersteller:	HÄGGLUNDS VEHICLE AB				
Wiederbeschaffungswert:					
Kapazität:		Antriebsart:	DIESELMOTOR		
Leistung:	100,00 kW	Kranlast max.:	t	min.:	t
Ges.gewicht:	6,5 t	-auslage max.:	m	min.:	m
Länge ü.a.:	6,81 m	Reichweite:	km		
Breite ü.a.:	2,00 m	max. Geschw.:	km/h		
Höhe ü.a.:	2,45 m	Ex-geschützt?	<input type="checkbox"/>		
Durchm.ü.a.:	m	Ersatzteile:	BORDWERKZEUG		
		Personal:	1 MANN		
		Transportmittel:	SELBSTFAHREND/TIEFLADER		
Bemerkungen:	PERSONENKABINE 1,2t/ ZULADUNG 2,0t ANHÄNGELAST 2,5t KM-STAND 12/92: 4428; 12/93: 6029km; 12/94: ; 12/95: 12.570km Tel. Arensch: 04723-5131 // Übernommen aus der SLM-DB durch AT&PC am 1.7.98				
zu Körperschaft:	NLWK Außenstelle Stade, Bauhof Arensch				
Ort:	Cuxhaven				
Kategorie:	Landesbehörde				
Gerätelager:	CUXHAVEN				
Ort:	CUXHAVEN				
Träger:					
Kennung:					
Einsatzstatus:	?	Wartung:		Bekämpfungseignung:	
Einsatzbereich:	UNWEGSAMES GELÄNDE, SCHWIMMFÄHIG				
Zubehör:	1 Kranmulde, 3 Stapelmulden, 2 Schwimmulden, 1 Personenkabine				
zugelassene Substanzen:					
Anschlüsse:	MAUL- UND KUGELKOPFKUPPLUNG				

Abb.9: Datensatz eines Bekämpfungsgerätes

Die Datenbank enthält außerdem eine umfangreiche Adressdatei mit über 800 Adressen, Telefon- und Faxverbindungen, eMail-Adressen sowie weiteren Kommunikationsmöglichkeiten. Diese Adressen sind Körperschaften (Behörden, Firmen, Institute usw.) und Personen zugeordnet. Weiterhin wird die Zuordnung von Personen zu Körperschaften in der Datenbankstruktur abgebildet.

Im Alarmfall hat der Nutzer durch die im System installierten Alarmpläne, die mit der Adress- und Telefondatenbank verknüpft sind, Zugriff auf relevante Adressdaten von Körperschaften und Personen.

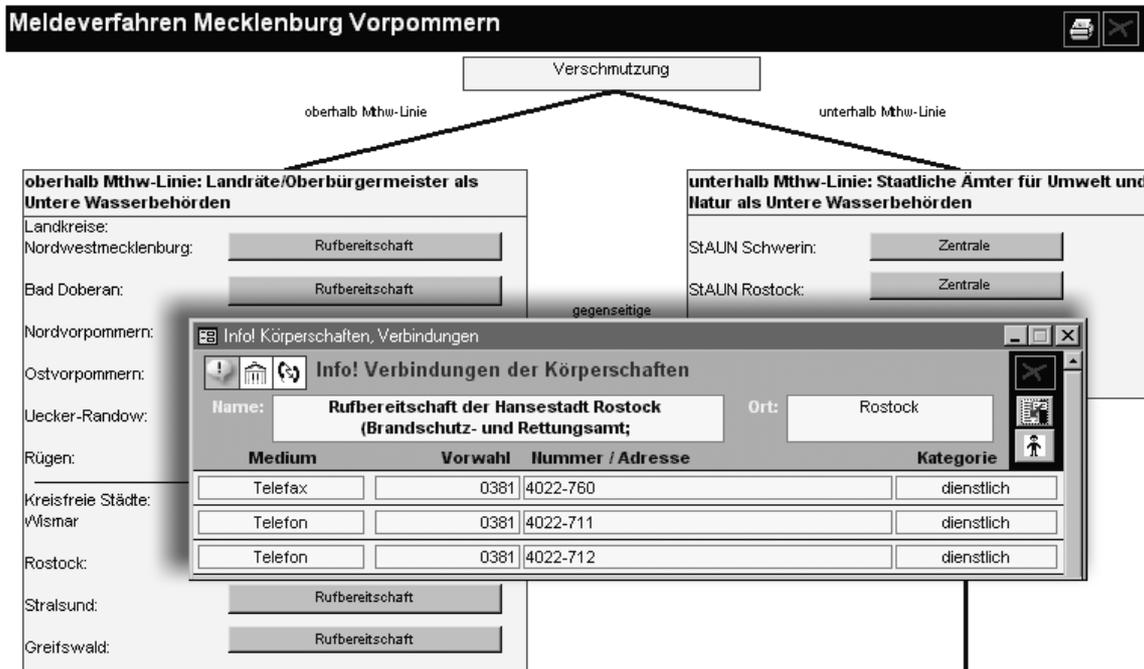


Abb.10: Aus den Alarmplänen können Adressen und Telefonnummern abgerufen werden

Hierarchisch strukturierte Daten werden dem Nutzer in der Datenbank durch die installierten Explorer präsentiert. Diese verfügen ebenfalls über direkte Verbindungen in die Datenbank, z. B. wird im hier gezeigten Geräteexplorer der vollständige Datensatz des Gerätes durch Doppelklick auf das gewünschte Gerät im rechten Explorerfenster geöffnet.

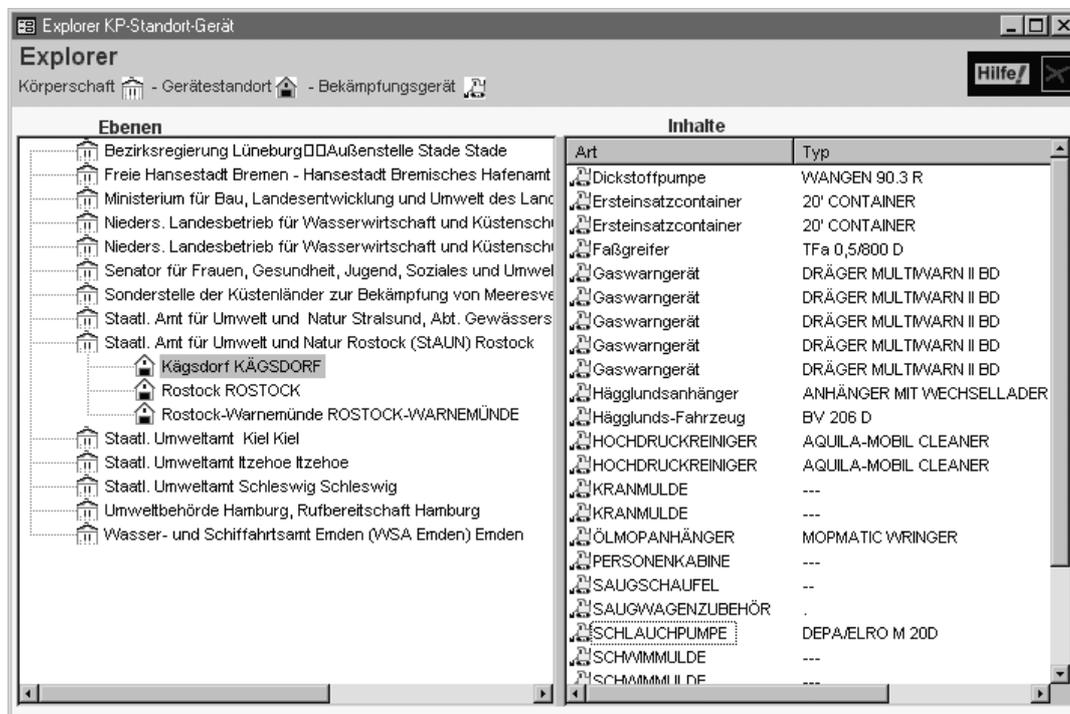


Abb. 11: Explorer

Handbuch

Im Handbuch sind alle bisher in Form von Papier vorliegenden Informationen wie technische Informationen, Bedienanleitungen, chemische Eigenschaften von Schadstoffen ausgewählte Gesetzestexte usw. enthalten, auch die Bekämpfungsvorschläge für die bisher identifizierten 26 Regelquerschnitte, wieder verknüpft mit Datenbank und dem GIS.

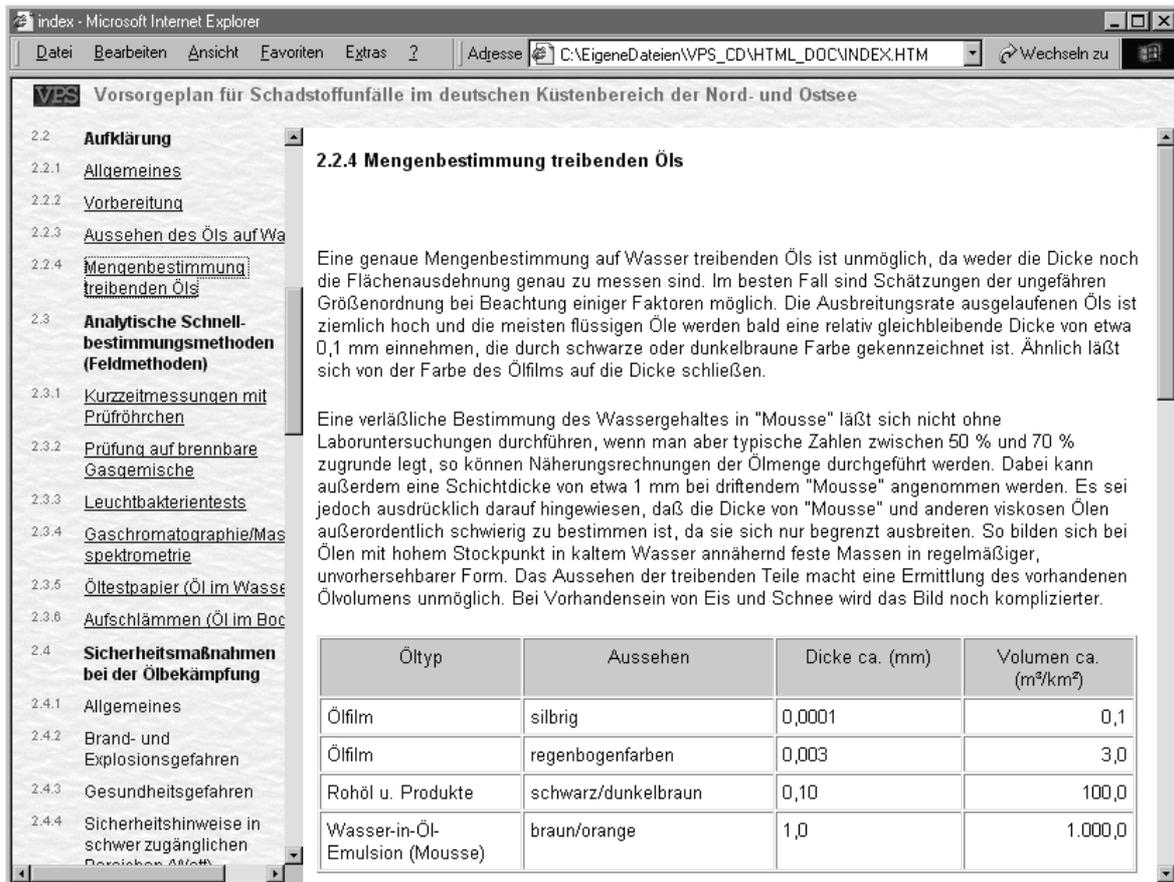


Abb.12: Handbuch

Aktualisierung

Jede neu einzuführende EDV-Anwendung wird nur akzeptiert, wenn sie benutzerfreundlich ist, eine wesentliche Hilfe darstellt und mit geringstem Aufwand zu pflegen ist.

Um eine hinreichende Benutzerfreundlichkeit zu erreichen, wurde die Entwicklung mit Vertretern der späteren Nutzer im Rahmen der AG Vorsorgeplanung so durchgeführt, dass ausreichend Zeit für die Prüfung und Einarbeitung der Anregungen war. Die Hilfe besteht darin, dass verschiedenste Papiersammlungen (Akten, Karten, Broschüren) zusammengefasst werden und einen ungewohnt schnellen Zugriff auch für selten verlangte Informationen erlauben.

Zu aktualisierende Daten sind zuerst den örtlichen Nutzern der VPS bekannt und werden von diesen der SLM formlos mitgeteilt. Viermal jährlich wird die SLM dann die sich daraus

ergebenden neuen Datensätze zur Integration jedem Nutzer zusenden oder mailen. Neue Kartensätze werden auf die gleiche Weise alle drei Jahre zur Verfügung gestellt werden; dies entspricht etwa dem Liefermodus der Landesvermessungsämter.

Bei der Integration der neuen Daten werden die lokalen Datensätze, z. B. über die Pflege der Geräte, natürlich nicht überschrieben, so dass VPS auch als „Betriebshandbuch“ eingesetzt werden kann.

Ausblick

Das Programmsystem VPS stellt neben seinem ursprünglichen Einsatzzweck ein vielfach einsetzbares und erweiterbares Küsteninformationssystem dar. So erfolgt gegenwärtig eine Erweiterung der in VPS präsentierten Datenbasis hinsichtlich der Implementierung von Daten der Sensitivitätskartierung des Wattenmeeres und der Ostsee.

Durch künftige Weiterentwicklungen könnte das mit den Mitteln der Küstenländer finanzierte Projekt seine Daten und Werkzeuge weiteren öffentlichen oder privaten Nutzern zur Verfügung stellen, die im Küstenbereich georeferenzierbare Informationen erheben oder nutzen.

Ansprechpartner für weitere Informationen:

Fachbehörde: Sonderstelle der Küstenländer zur Bekämpfung von Meeresverschmutzungen

Herr Jens Rauterberg
Bei der Alten Liebe 10
D-27472 Cuxhaven
Telefon +49-(0)4721 5616-13
Telefax +49-(0)4721 52506
E-Mail Sonderstelle@gmx.de

Projektleiter: Umweltbehörde der Freien und Hansestadt Hamburg

Herr Dirk-Uwe Spengler
Billstraße 84
D-20539 Hamburg
Telefon +49-(0)40 428 45-4342/2200
Telefax +49-(0)40 428 45-4216
E-Mail Dirk-Uwe.Spengler@bug.hamburg.de
<http://www.hamburg.de/Behoerden/Umweltbehoerde/ruf.htm>

Fachkonzept, Programmierung, Projektsteuerung: ARCADIS Consult GmbH

Herr Burkhard Schuldt (Projektmanagement)
Feldstraße 66
D-18057 Rostock
Telefon +49-(0)381 4900-129
Telefax +49-(0)381 4900-131
E-Mail b.schuldt@arcadis.de
<http://www.arcadis.de>

Herr Michael Reichert (DV-techn. Erarbeitung)

Glück-Auf-Straße 1
D-09599 Freiberg/Sachsen
Telefon +49-(0)3731 7886-30
Telefax +49-(0)3731 7886-99
E-Mail m.reichert@arcadis.de
<http://www.arcadis.de>

**WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE PROJEKTE ZUR
VERBESSERUNG DER SEEVERKEHRSSICHERHEIT**

Pilot's Mate – Assistenzsystem für den seeseitigen Einsatz

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

Abstract

In küstennahen Revieren sowie in Hafengebieten wird die Schiffsführung an Bord durch Lotsen unterstützt. Für Schiffe mit gefährlicher Ladung z. B. Tanker sowie für Schiffe ab einer bestimmten Größe und/oder Tiefgang besteht in den Revieren eine Lotsenannahmepflicht.

Lotsen sind erfahrene Seeleute, die sich durch ihre besonderen Revierkenntnisse und Erfahrungen auszeichnen. Durch ihren Einsatz tragen sie wesentlich zur Erhöhung der Schiffssicherheit bei.

Zur Unterstützung der Arbeit der Lotsen vor, während und nach der Lotsung wurde das Assistenzsystem „Pilot's Mate“ entwickelt. Das System nutzt die Vorteile der neuen AIS-Technologie, die im Juli 2002 für Schiffe ab einer bestimmten Größe zur Pflichtausrüstung wird. Pilot's Mate entstand mit Unterstützung der Lotsen der Lotsenbrüderschaft WIROST. Diese führte erste Testfahrten mit dem Pilot's Mate durch.

Die Ergebnisse wurden im Rahmen des BMBF-Forschungsprojektes „NACOM“ [8] gewonnen. Das BMBF-Forschungsprojekt NACOM wurde unter Trägerschaft der DLR e.V. realisiert.

1 Innovation

Das Assistenzsystem Pilot's Mate ist für den seeseitigen Einsatz als eigenständiges Lotsen-Unterstützungssystem entwickelt worden. In Pilot's Mate wurde ein neues Konzept in der computergestützten Verkehrsassistenz ([2],[3]) realisiert.

Autonome Sensoren liefern die eigene Positionsinformation (GPS-Sensor) sowie die Informationen von anderen Fahrzeugen (AIS-Datenempfänger, Radardaten via Remote Control). Im Assistenzsystem wird anhand der empfangenen Positionsinformationen die aktuelle Verkehrssituation ermittelt. Die Darstellung und Verarbeitung der Informationen erfolgt in der ECDIS. Unter Kenntnis des Reiseziels (nächster Wegpunkt) der Fahrzeuge können die Fahrzeugrouten automatisch berechnet oder manuell erstellt werden. Dies ist die Voraussetzung für eine kontinuierliche zeitdiskrete Voraussimulation des zukünftigen Verkehrsablaufes unter Berücksichtigung dynamischer Schiffseigenschaften. Dabei werden Strandungs- und Kollisionsrisiken automatisch ermittelt. Unzulässige Begegnungssituationen zwischen Fahrzeugen werden unter Beachtung von fahrzeugabhängigen Sicherheitsbereichen sowie Strandungsge-

fahren aufgrund der Kenntnis fahrzeugabhängiger Tiefgänge erkannt und visuell in graphischer und/oder numerischer Form dargestellt.

Zur Beseitigung von gefährlichen Situationen erarbeitet sich der Lotse einen Lösungsvorschlag, indem er die vorhandene Schiffsroute manuellverändert. Wegpunkte können gesetzt, verschoben oder auch gelöscht bzw. Fahrtänderungen für Wegpunkte vorgenommen werden. Zur schnelleren Routenmodifikation können vom Lotsen vordefinierte Routen (Recommended Routes) in die eigene Fahrzeug-Route integriert werden. Die modifizierten Routen werden kontinuierlich auf Gefahrensituationen überprüft, so dass eine sofortige Überprüfung der Modifikationen erreicht wird.

Zur Unterstützung des Lotsen existiert ein On-Track-Monitor, mit dem für ein Fahrzeug in einer vergrößerten Darstellung die Einhaltung der Route in bestimmten Toleranzbereichen überwacht werden kann.

2 Technische Systemkonfiguration des Lotsen-Assistenzsystem

2.1 Allgemein

Zur minimalen Systemkonfiguration des Lotsen-Assistenzsystems gehören:

- Wassergeschütztes Notebook
- GPS-Empfänger zur Ermittlung der eigenen Position.

Zur Erreichung der maximalen Systemperformance ist die Konfiguration zu erweitern um:

- AIS-Empfangseinheit oder
- Datenlink zum Empfang von Radarzielen von einer Verkehrszentrale oder
- Schnittstelle zum schiffseigenen Radar (Abbildung 1).

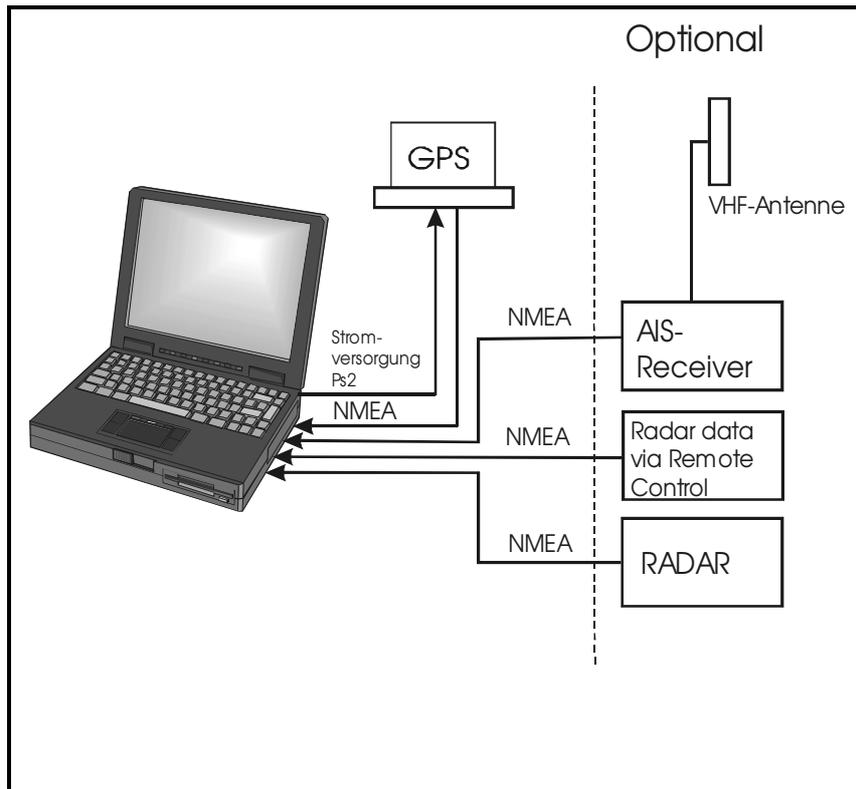


Abbildung 1: Systemkonfiguration für ein seeseitiges Assistenzsystem

Nachteil der schiffsseitigen Radar-Verbindung ist, dass die Unabhängigkeit von der Bordsensorik verloren geht. Das Herstellen der Verbindung ist zusätzlich mit technischem und zeitlichem Aufwand verbunden und häufig nicht realisierbar.

2.2 Positionssensor

Zur Bestimmung der eigenen Position wird ein 12-Kanal-GPS-Empfängermodul [9] verwendet. Das GPS-Modul in kompakter Bauform (GPS-Maus, Abbildung 2) besteht aus einem GPS-Empfänger mit Interfacekabel, integrierter Antenne und einem Strom/Datenkabel. Das Modul kann per Magnethalter befestigt werden. Sein Gewicht ist sehr gering (110g ohne Kabel). Die GPS-Maus ist in einem wasserresistenten Gehäuse integriert und somit auch für extreme Umgebungsbedingungen geeignet.



Abbildung 2: 12-Kanal-GPS-Empfängermodul GARMIN GPS 35 LVS PC

Der 12 Kanal-Empfänger **GARMIN GPS 35 LVS PC** empfängt und verarbeitet bis zu 12 Satelliten gleichzeitig und bestimmt daraus die Position. Über RTCM besteht die Möglichkeit der DGPS-Korrektur.

Die Gleichspannungsversorgung von 3,6V–6V erfolgt über den PS2-Stecker direkt aus der Mausschnittstelle des Laptops. Das GPS-Modul liefert die Daten im Format NMEA 0183, so dass diese direkt über die RS232-Schnittstelle in den Laptop gespeist und verarbeitet werden können.

Mit der GPS-Maus ist eine Genauigkeit von 15m ohne und 5m mit DGPS-Korrektur erreichbar.

2.3 AIS-Einheit

Zur Verbesserung der Identifizierung von Schiffen und zur Erhöhung der Sicherheit wurde das Automatische Identifizierungssystem (AIS) entwickelt. Von der Internationalen Maritimen Organisation (IMO) wurde hierfür eine Ausrüstungspflicht für Schiffe auf internationaler Fahrt entsprechend einer zeitlichen und größenabhängigen Staffelung ab Juli 2002 festgelegt [1].

Durch die AIS-Ausrüstung der Schiffe besteht die Möglichkeit des automatischen und kontinuierlichen Datenaustausches zwischen ausgerüsteten Schiffen sowie zu Landstationen. Die Übertragung der Daten erfolgt im VHF-Bereich. AIS arbeitet nach einem selbstorganisierenden Zeitschlitzverfahren (STDMA). Jede AIS-Einheit reserviert einen Zeitschlitz, in dem dann die Übertragung der Informationen im Broadcast-Verfahren erfolgt. Die AIS-Einheit empfängt Daten von Fahrzeugen, die sich innerhalb der AIS-Reichweite befinden. Die AIS-Daten werden in dynamische, statische und reiseabhängige Daten eingeteilt. Die dynamischen Daten sind die Daten, die sich ständig aufgrund der Bewegung des Schiffes ändern wie Position, Zeitstempel, Kurs, Geschwindigkeit, Drehrate (Rate of Turn), die Lage des Schiffes (Heading) und Navigationsstatus. Diese Bewegungsinformationen werden mit einer hohen, in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit sowie Kursänderungsdifferenz bestimmten Update-rate übertragen. Statische Daten beinhalten Informationen über das Schiff, die sich nur bei Wechsel des Eigentümers bzw. bei baulichen Veränderungen ergeben. Dazu zählen: IMO-Nummer, Rufzeichen, Schiffsname, Länge und Breite des Schiffes, Schiffstyp sowie der Antennenstandort. Die reiseabhängigen Daten sind während einer Reise konstant. Folgende Daten sind definiert: Tiefgang des Schiffes, Beladungsart, geschätzte Ankunftszeit sowie der Zielhafen. Die Übertragungsraten für die statischen und reiseabhängigen Daten sind wesentlich geringer, da diese sich während der Reise nicht verändern (alle 6 Minuten). Damit wird eine verringerte Belastung des Übertragungskanals durch diese Daten erreicht.

AIS besteht aus einem GPS Empfänger mit Antenne, einem Kommunikationsprozessor und einer Sende- und Empfangseinheit (Transmitter/Receiver). Der GPS- Empfänger liefert einerseits eine hochgenaue Zeitbasis (time stamp) zur Synchronisation und zum anderen arbeitet er als Positionssensor.

Der Kommunikationsprozessor übernimmt die interne Steuerung und Koordinierung der verschiedenen Module innerhalb von AIS, regelt den Zugriff auf den Datenlink, die Kodierung der zu sendenden Informationen sowie die Decodierung der empfangenen Nachrichten.

Die VHF Radio Einheit ist eine High Performance Tranceiver Einheit, die aus 2 AIS-Empfängern, einem DSC-Empfänger und einer Sendeeinheit besteht. Durch die Nutzung von zwei AIS-Empfängern, die auf zwei unterschiedlichen Frequenzen erarbeiten, erfolgt eine Kapazitätserhöhung.

Da in Zukunft bei lotsenpflichtigen Schiffen auf internationaler Fahrt von einer AIS-Ausstattung ausgegangen werden kann, wurde für das Lotsenassistenzsystem nur eine AIS-Empfangseinheit vorgesehen. Die AIS-Empfangseinheit ist ein AIS, reduziert um die Sendeeinheit. Das hat den Vorteil, dass der Energieaufwand wesentlich geringer als bei einem kompletten AIS ist. Der wesentliche Vorteil besteht aber darin, dass der Lotse die AIS-Schiffsinformationen des zu lotsenden Schiffes schon empfangen kann, bevor er an Bord des Schiffes ist.

3 Erläuterung zur Software

3.1 Systemmerkmale

Die Assistenzsoftware von Pilot's Mate [7] zeichnet sich durch die folgenden Merkmale aus:

- Nutzung von ECDIS-Informationen für Darstellung und Berechnungen,
- Waypoint Manager zur detaillierten Wegfindung und zur Erzeugung optimaler Routen in Abhängigkeit des Verkehrs und des Fahrzeug-Tiefgangs,
- Simulation des zukünftigen Verkehrsablaufs anhand der Routen-Information und der Schiffsdynamik,
- Automatischer oder manueller Sicherheitsscheck zur Erkennung von Strandungs- und Kollisionsrisiken,
- Visualisierung gefährlicher Begegnungssituationen und Tiefgangsbehinderungen,
- On-Track-Monitoring zur Erkennung von Abweichungen von der Route,
- Anzeige der Sensor-Empfangsqualität (GPS),
- Korrektur der Sensor-Antennenposition in Abhängigkeit vom realen Standort,
- Automatische Trackaufzeichnung während der Fahrt und Speicherung als Trackempfehlung,
- Erzeugung von Routenempfehlungen anhand der gespeicherten Trackinformationen,
- Automatische Identifikation der Schiffsparemeter (Data Base) oder manuelle Parametereingabe.

Diese Merkmale sind in verschiedene Betriebsarten gegliedert und ermöglichen so eine Assistenz des Lotsen vor, während und nach der Lotsung.

3.2 Betriebsarten-Überblick

Die Assistenzsoftware ist in funktionsabhängige, in sich konsistente Betriebsarten unterteilt:

- Traffic Situation Display (TSD)
- Automatic Conflict Detection (ACD)
- Manual Route Management (MRM)

- Recommended Route Editor (RR-E)
- User Defined Settings (ADM).

Abbildung 3 gibt einen Überblick über die verschiedenen Funktionen der Betriebsarten und deren Hierarchie in der Bearbeitung [5].

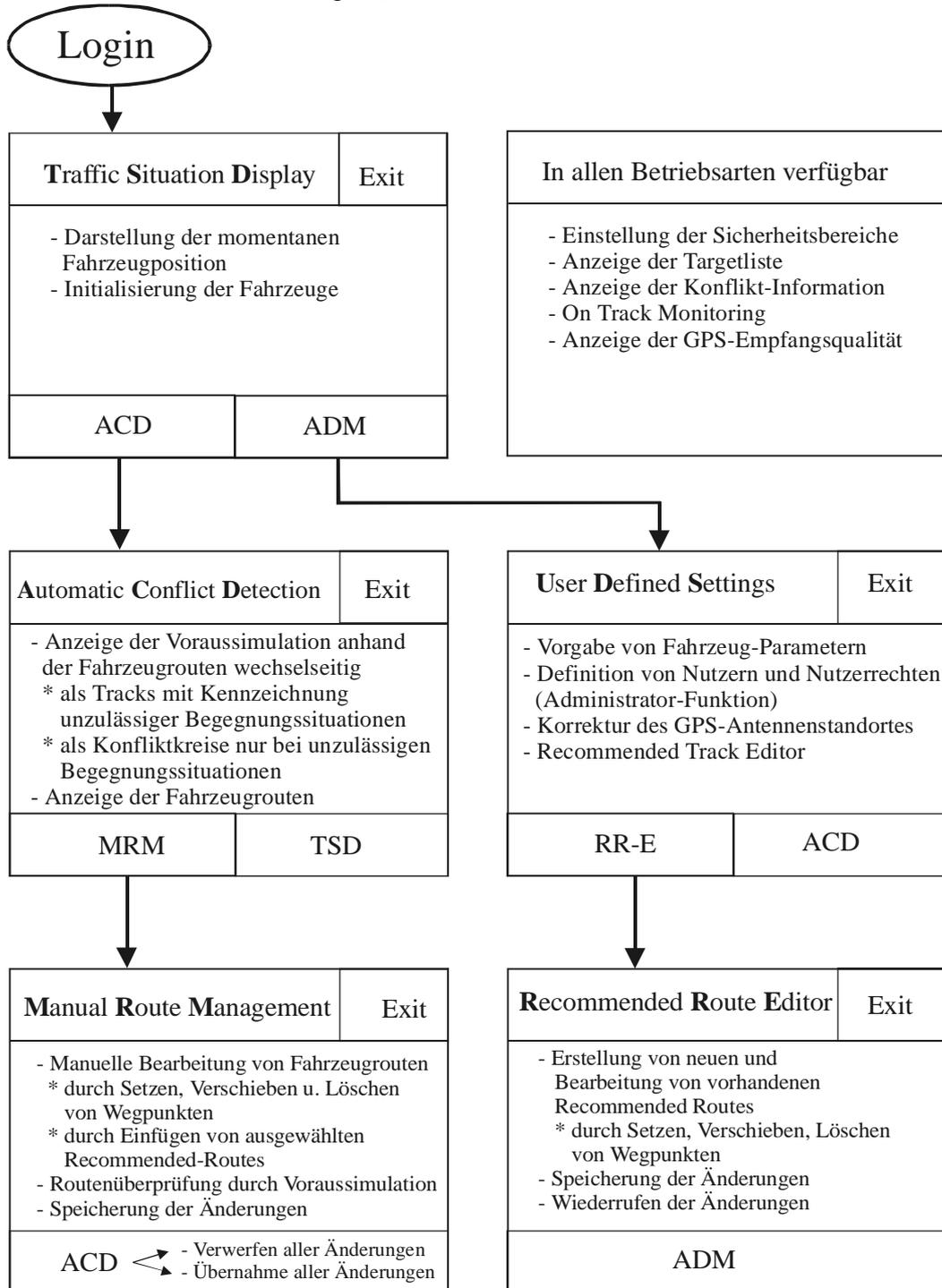


Abbildung 3: Überblick über die Betriebsarten

3.3 TRAFFIC SITUATION DISPLAY (TSD)

Im TSD wird die Verkehrssituation entsprechend der am Pilot's Mate angeschlossenen Sensoren (AIS-Empfänger, Radar) in der elektronischen Seekarte dargestellt. Bei Anschluss nur des GPS-Empfängers wird die eigene Fahrzeugposition angezeigt. Anhand der Daten erfolgt eine Visualisierung der momentanen Targetpositionen sowie der Vorausvektoren mit Angabe von Kurs und Fahrt.

Für die weitere Systemunterstützung müssen die Fahrzeuge initialisiert werden. Die Initialisierung umfasst die folgenden Schritte:

- Eingabe statischer Schiffsdaten,
- Definition des Zielwegpunktes,
- Automatische Routenberechnung unter Berücksichtigung des Fahrzeugtiefganges.

Die statischen Schiffsdaten können manuell eingegeben, aus der Schiffsdatenbank gelesen oder durch Auswertung der empfangenen AIS-Daten ermittelt werden.

Die Daten für das zu lotsende Schiff werden der Lotsenstation bei der Lotsenanforderung mitgeteilt. Dazu zählen:

1. Schiffsname und Rufzeichen
2. Länge, Breite, Großtonnage
3. ETA Lotsenversetzposition
4. Tiefgang
5. Bestimmungshafen
6. Agentur.

Anhand dieser Informationen kann der Lotse den Zielwegpunkt für das zu lotsende Schiff (i.a. Wegpunkt bis wohin die Lotsung erfolgt) manuell eingeben.

Für alle anderen Targets können die Zielwegpunkte durch Auswertung der empfangenen AIS-Daten ermittelt oder ebenfalls manuell festgelegt werden.

Für Trainings- oder Demonstrationszwecke können diese Verkehrsdaten aus Szenariendateien gelesen werden.

3.4 AUTOMATIC CONFLICT DETECTION (ACD)

In der Betriebsart „**Automatische Konflikterkennung**“ werden für initialisierte Targets die Routen auf Abfahrbarkeit unter Berücksichtigung von definierten Sicherheitsabständen zu statischen und dynamischen Hindernissen überprüft. Basis hierfür ist die Voraussimulation des zukünftigen Verkehrsablaufes unter Beachtung dynamischer Schiffseigenschaften und der Routeninformation ([4],[6]).

Sicherheitsbereichsverletzungen (Begegnungskonflikte) mit anderen Fahrzeugen werden bei Unterschreitung einer Mindestdistanz und Strandungskonflikte bei Unterschreitung der Mindestdistanz zur vorgeschriebenen Sicherheitstiefe aufgrund der Kenntnis des Fahrzeug-

Tiefganges erkannt. Die Größe der Sicherheitsbereiche wird anhand der Fahrzeugparameter berechnet, sie kann jederzeit manuell den geänderten Bedingungen angepasst werden. Zur Visualisierung kritischer Routenabschnitte können die folgenden verschiedenen Darstellungen einzeln oder in Kombination gewählt werden:

- Konfliktkreise,
- farbliche Trackkennzeichnung,
- alphanumerische Anzeige der Konflikt-Information (Abbildung 4).

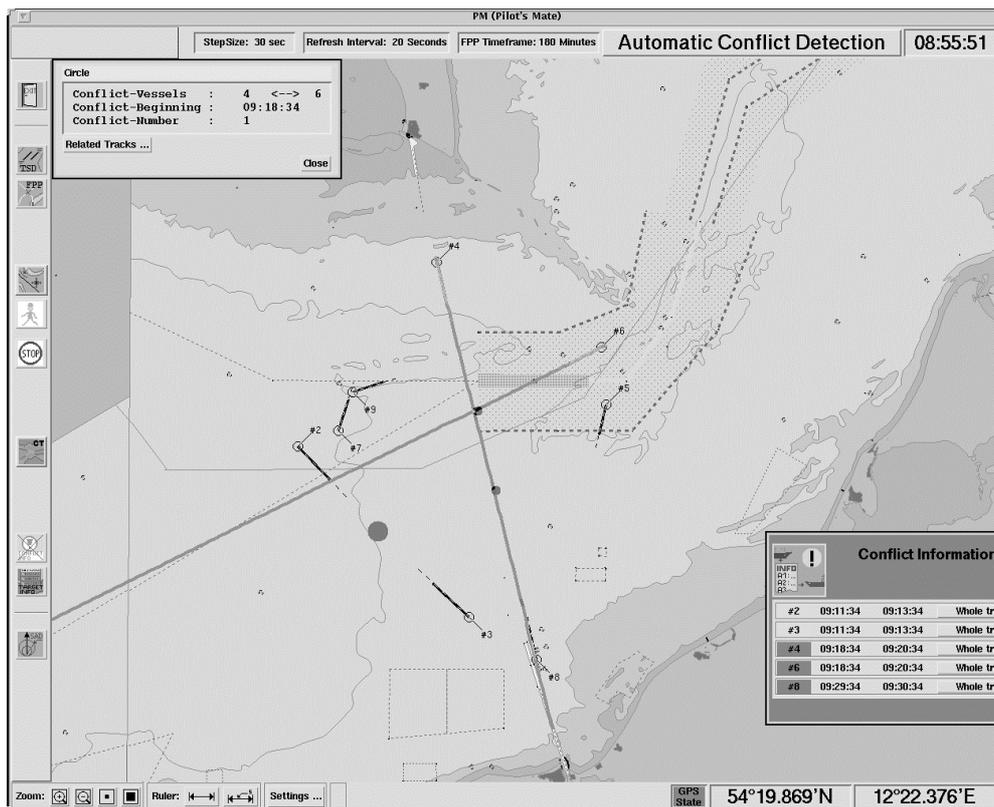


Abbildung 4: Visualisierung von automatisch erkannten Begegnungskonflikten

Die Konflikte werden entsprechend einem berechneten Prioritätsfaktor visualisiert. Der Prioritätsfaktor wird aus Parametern wie z. B. der Fahrzeugkategorie, der Art der Begegnungssituation, der Zeit bis zur Sicherheitsbereichsverletzung, der Grad der Gefährdung in Abhängigkeit der Beladung berechnet.

Die Größe der Konfliktkreise ist proportional zur Konfliktpriorität und in drei Stufen skaliert. Die Position des Konfliktkreises entspricht dem Mittelpunkt aus den beiden Positionen der Konfliktpartner, bei der die erste, untereinander festgestellte Sicherheitsbereichsverletzung auftrat.

Im Konfliktinformationsfenster sind die konfliktbehafteten Fahrzeuge aufgelistet. Die Reihenfolge entspricht ebenfalls der Konfliktpriorität, die durch eine zusätzliche farbliche Kennzeichnung hervorgehoben wird.

3.5 MANUAL ROUTE MANAGER (MRM)

Mit dem MRM hat der Lotse die Möglichkeit einer detaillierten und konfliktfreien Wegfindung **während** der Lotsung. Der Lotse kann den MRM nutzen, um sich die Konsequenzen einer Routenänderung von der geplanten Route visuell sichtbar zu machen.

Bei erkannten Konflikten sollen die Modifikationen zur Beseitigung unzulässiger Annäherungen zwischen Targets und zu Tiefengebieten führen. Die Modifikationen können aber auch vorgenommen werden, wenn eine zuvor berechnete Route durch lokale Veränderungen oder Hindernisse innerhalb des Seegebietes wie z. B. Bergungsarbeiten, Berücksichtigung von gesperrten Gebieten z. B. durch Vermessung, Tonnen setzen oder einholen usw. geändert werden muss.

Die Routenmanipulation kann für jeweils ein Fahrzeug von der momentanen Fahrzeugposition oder von einem anderen Wegpunkt ausgehend, manuell vorgenommen werden. Variationen der Route erfolgen durch Hinzufügen, Verschieben oder Löschen von Wegpunkten. Die geänderten Wegpunkte werden sofort bei der Eingabe auf Gültigkeit überprüft. Nach der Routenmanipulation wird die geänderte Route durch Voraussimulation auf Konfliktfreiheit überprüft.

Zur Erleichterung der Arbeit können Routenempfehlungen (sogenannte Recommended Route) in die Route integriert werden. Diese Routenempfehlungen können zuvor mit dem RECOMMENDED ROUTE EDITOR oder durch Speicherung von Routenabschnitten als Recommended Route erzeugt werden. Dadurch wird eine Erleichterung bei der Routenhandhabung in häufig befahrenen Revierabschnitten erreicht.

In den Abbildungen 5 und 6 wird die Bearbeitung einer Fahrzeugroute im „Manual Route Management“-Menü gezeigt. Nach Auswahl des Fahrzeuges wird seine Route als rote, gestrichelte Linie sichtbar sowie die Routeninformation (Positions-, Fahrt-, Kurs- und Zeitinformation der Wegpunkte) wird im separaten Fenster angezeigt. Bestehende gefährliche Begegnungssituationen werden durch Konfliktkreise graphisch und die Konfliktinformation im Textfenster visualisiert.

Im Beispiel wurde eine gefährliche Begegnungssituation zwischen Fahrzeug 2 und Fahrzeug 3 im ACD erkannt, die durch eine manuelle Routenkorrektur von Fahrzeug 2 beseitigt werden soll. Dazu wird ein zusätzlicher Wegpunkt als Kursänderungspunkt manuell in die Route eingefügt (Abbildung 6). Nach der Korrektur erfolgt eine Überprüfung der vorgenommenen Änderungen. In diesem Fall war die Korrektur erfolgreich, der Begegnungskonflikt wurde beseitigt. Für den Lotsen wird dies sichtbar durch die Löschung des Konfliktkreises sowie die geänderte Anzeige im Konflikt-Informationsfenster. Änderungen können beliebig oft wiederholt bzw. auch rückgängig gemacht werden.

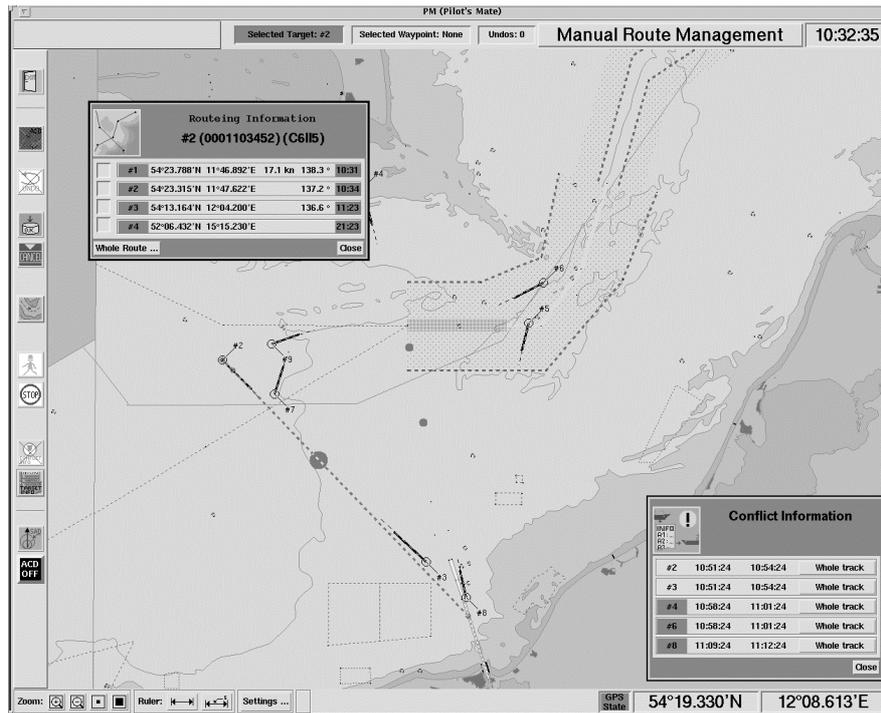


Abbildung 5: Anzeige der Route von Fahrzeug 2 vor der manuellen Bearbeitung und Konflikthanzeige zwischen Fahrzeug 2 und 3

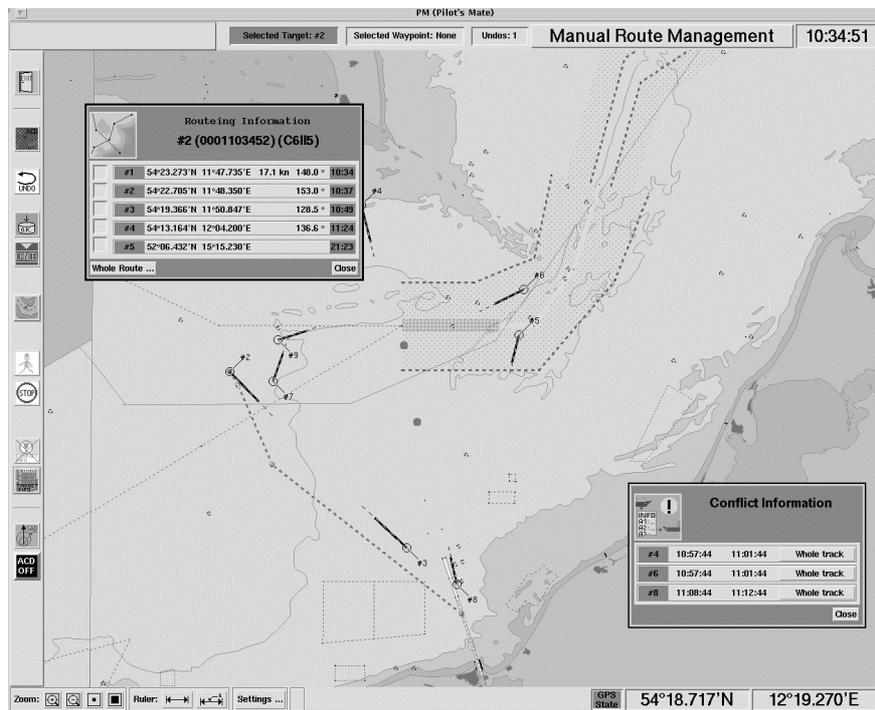


Abbildung 6: Anzeige der Fahrzeugroute nach der manuellen Bearbeitung; Konflikthanzeige

3.6 RECOMMENDED ROUTE EDITOR (RR-E)

Der Recommended Routes Editor ermöglicht dem Lotsen eine effektive Vorbereitung auf die Lotsungen durch die manuelle Erzeugung von Routenempfehlungen. Recommended Routes (RR) sind vom Lotsen individuell festgelegte und unter seiner Kennung gespeicherte Routenabschnitte, die Passwort geschützt sind. Diese Routenabschnitte können während der Lotsung in die geplante Route integriert werden und gewährleisten so eine schnellere und effizientere Beeinflussung der Fahrzeugrouten.

Im Menü RR-Editor können Recommended Routes neu erzeugt oder vorhandene Recommended Routes bearbeitet werden. Durch Vorgabe von Wegpunkten (Setzen) werden Recommended Routes manuell erzeugt. Diese können jederzeit verändert werden (Editieren, Löschen und Hinzufügen von Wegpunkten).

Weiterhin besteht die Möglichkeit, während einer Lotsung ganze Routen bzw. Routenabschnitte als Recommended Routes zu speichern, um diese für weitere Lotsungen zu verwenden. Schon einmal bearbeitete Routen können in mehrere Routenabschnitte unterteilt und gesichert werden z. B.:

- Ein- bzw. Auslaufen in/aus ein(em) Hafengebiet,
- häufig frequentierte Wegabschnitte,
- spezielle Routen für unterschiedliche Schiffstypen.

Vorteile des RR-Editors für den Lotsen ergeben sich daraus, dass sich der Lotse vorab auf bestimmte Revierabschnitte der Lotsung vorbereiten kann. Dies bringt ihm eine Zeitersparnis während der Lotsung und somit volle Konzentration auf die Lotsung.

3.7 Zusätzliche Systemmerkmale

3.7.1 Recommended Track

Während einer Lotsung werden im Intervall von 30 Sekunden die Positionen des Fahrzeuges automatisch aufgezeichnet (Trackaufzeichnung). Die Speicherung dieser Daten als Trackempfehlung obliegt dem Lotsen. Er hat dadurch die Möglichkeit, seine eigene Recommended-Track-Datenbank aufzubauen, die ihm dann für Auswertungen und Trainingsmaßnahmen zur Verfügung steht. Vorteile bestehen in der Nutzung der eigenen Erfahrungen in der Vorbereitung auf weitere Lotsungen und damit eine wesentliche Erleichterung und Zeiteinsparung. Diese „gespeicherten Erfahrungen“ in Form von abfahrbaren Tracks können veranschaulicht und auch an andere Lotsen weitergegeben werden.

Ein weiterer Vorteil ist die Verwendung der Recommended Tracks zur Erstellung von Routenvorschlägen.

Ein Recommended Track enthält die folgenden Daten:

- Positionsinformationen (alle 30 sec.; Anzeige in graphischer Form)
- Zusatzinformationen (Anzeige in alphanumerischer Form)
 - * Trackname
 - * Schiffsinformationen

- * Schiffsname, Rufzeichen, Tiefgang)
- * Track-Informationen (Track-Datum, Startzeit, Trackdauer, Trackentfernung, spezielle Trackdaten).

Der Trackname ist vom Lotse frei wählbar. Er dient ihm als Kennung für gespeicherte Tracks. Die Targetinformationen werden automatisch vom initialisierten Fahrzeug übernommen. Die numerischen Track-Daten sowie das Datum werden automatisch berechnet. Von Vorteil ist die Möglichkeit, spezielle, der Fahrt betreffende Daten manuell einzugeben (maximal 128 Zeichen).

Recommended Track Data	
See or Edit	
Track Name:	ow-weg
Ship Name:	PUTERI INTAN
Ship CallSign:	ALD25
Ship Draught [m]:	12.0
Track Date:	04.09.2001
Special Track Data:	durchgelaufen
Track StartTime:	16:19:02
Track Duration:	01:11:30
Track Distance: [NM]	27.18
Cancel	
Delete	Accept

Abbildung 7: Recommended Track-Menü

Beim Aufrufen eines Recommended Tracks werden gleichzeitig eine Route und deren Wegpunkte berechnet, die dann ebenfalls als Routenempfehlung (Recommended Route) gespeichert werden kann.

Recommended Tracks sind nur dem jeweiligen Systemnutzer zugänglich und können auch nur vom Nutzer gelöscht werden.

3.7.2 Korrektur der GPS-Antennen-Position

Zur Erreichung einer vom GPS-Antennenstandort unabhängigen Darstellung der Schiffsposition in der Karte ist die Eingabe des realen GPS Antennen- Standortes erforderlich. Die Korrektur muss vom Lotsen manuell durchgeführt werden, indem der Abstand von der Backbord-Seite sowie der Abstand vom Heck vorgegeben wird (Abbildung 8).

Daraufhin erfolgt eine Korrektur der empfangenen GPS- Daten auf die geometrische Schiffsmitte.

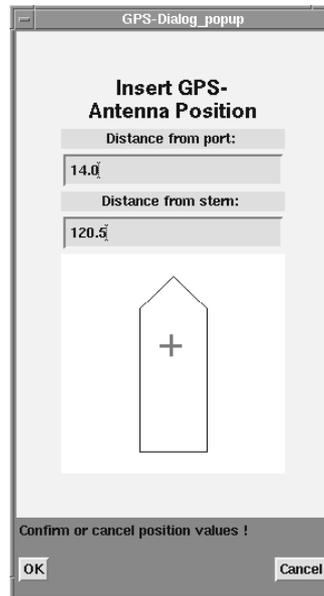


Abbildung 8: Eingabe des GPS- Antennenstandortes

3.7.3 On-Track-Monitor

Der On-Track-Monitor ermöglicht eine verbesserte Beobachtung, ob ein Fahrzeug sich auf seinen voraussimulierten Fahrzeugtrack bewegt (Soll-Ist-Vergleich). Der On-Track-Monitor ist eine spezielle Darstellungsform in einem separaten Fenster, in dem der aktuelle Trackabschnitt auf dem ECDIS- Hintergrund vergrößert sichtbar ist (Abbildung 9).

Ein visueller Vergleich des Solltracks mit der aktuellen Fahrzeugposition ist für den Lotsen auf einem Blick möglich.

Die aktuelle Position des Fahrzeuges ist der Istwert (schwarzer Kreis). Das Fahrzeug darf sich innerhalb des grün gefärbten Toleranzkreises bewegen. Im Vergleich wird festgestellt, ob sich das Fahrzeug auf dem Track innerhalb dieses definierten Toleranzbereiches bewegt. Abweichungen vom Track werden unmittelbar sichtbar.

Bei jeder Routenänderungen wird der Solltrack aktualisiert.

Der On-Track-Monitor kann jederzeit ein- bzw. ausgeblendet werden.

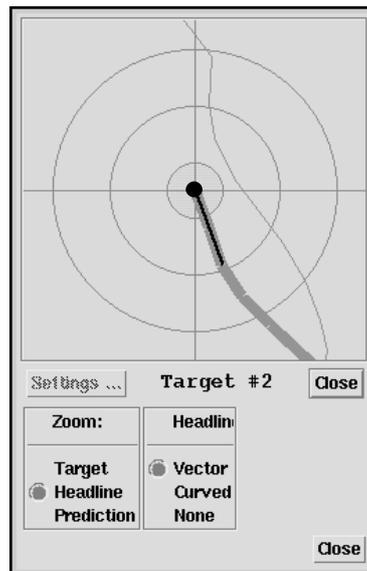


Abbildung 9: On-Track Monitor

4 Erste Erfahrungen mit Pilot's Mate

Pilot's Mate wurde im Revier Rostock durch die Lotsenbrüderschaft Wismar/Rostock/Stralsund getestet. Sie sammelten erste Erfahrungen im Umgang mit dem System sowie deren Bedienung. Es wurden Untersuchungen zur Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Benutzerfreundlichkeit durchgeführt. Zur Überprüfung der Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Trackvorhersage wurde als Sensor nur die GPS-Maus installiert. Hierbei wurde festgestellt, dass die Genauigkeit der GPS-Maus für die Navigation im Revier ausreichend ist. Im ECDIS-Kartenmaterial wurden keine wesentlichen Fehler erkannt. Die reduzierte Darstellung hinsichtlich Tonnen, Wracks, Beschriftung etc. wurde positiv aufgefasst, da die Lotsen umfangreiche Revierkenntnisse besitzen. Die vorhandene Trackaufzeichnung erwies sich als nützliche Ergänzung zur Nachbereitung der Lotsung. Das System arbeitete zuverlässig.

Die Hinweise der Lotsen wurden in der weiteren Entwicklung berücksichtigt.

Abbildung 10 zeigt die Trackaufzeichnung im Bereich des Rostocker Hafens.

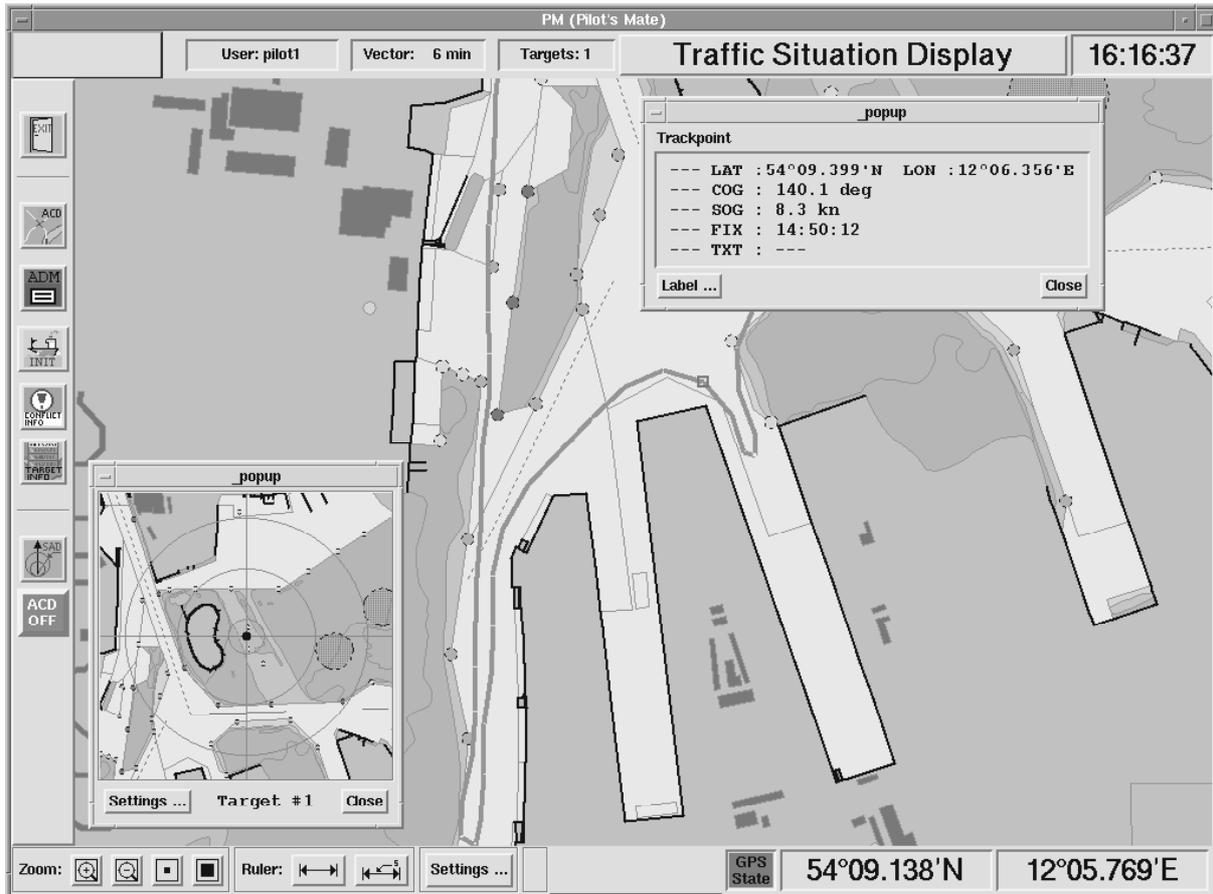


Abbildung 10: Trackaufzeichnung im Revier des Rostocker Hafens

5 Zusammenfassung

Mit Pilot's Mate besitzt der Lotse sein eigenständiges und schiffsunabhängiges Assistenzsystem an Bord eines jeden Schiffes. Der Lotse erreicht damit eine Redundanz zu bzw. eine Verbesserung der vorhandenen Bordausrüstung. Dank seiner Merkmale ermöglicht Pilot's Mate dem Lotsen eine große Flexibilität.

Pilot's Mate liefert dem Lotsen jederzeit seine gewohnte und wohl vertraute Umgebung. Die eigenständige Ausrüstung hat zusätzlich den Vorteil, dass die Reiseplanung und Reisevorbereitung vor dem Anbordgehen und dadurch ohne Zeitdruck erfolgen kann, was wiederum zu einer Entlastung von Routineaufgaben an Bord führt.

Während der Reise zeichnet Pilot's Mate den Fahrtrack automatisch mit, so dass die Möglichkeit der Speicherung besteht. Eine Auswertung und ein Vergleich mit aufgezeichneten Tracks nach der Lotsung ist somit möglich. Erfahrungen können gesammelt und anschließend anderen Lotsen zur Verfügung gestellt werden. Erkenntnisse für zukünftige Lotsungen können gezogen werden. Ein Training anhand der aufgezeichneten Daten ist ebenfalls realisierbar. Mit zunehmender Nutzungsdauer wird eine verbesserte und detailliertere Datenbasis erzeugt, so dass dann eine Erleichterung der täglichen Arbeit erreicht wird.

Seine volle Leistungsfähigkeit erreicht der Pilot's Mate, wenn als Sensor ein AIS-Dateneempfänger verwendet wird. Hierdurch hat der Lotse die Möglichkeit, die AIS-

Informationen des zu lotsenden Schiffes schon vor der eigentlichen Lotsung zu empfangen (auf den Weg des Lotsenversetzers zum Schiff). Dadurch kennt der Lotse noch vor dem Anbordkommen das aktuelle Verkehrslagebild. An Bord kann er seine Arbeit ohne Verzögerung aufnehmen.

Literatur

- [1] ITU Recommendation on the Technical Characteristics for a Universal Shipborne Automatic Identification System (AIS) using Time Division Multiple Access in the Maritime Mobile Band (ITU-R M.1371)
- [2] R. Müller: The influence of satellite communication technology on navigation; in Proceedings IALA Conference London 1999
- [3] Müller, R.; Zölder, A.; Weißflog, T.: The Transponders are coming; DGON 1/98
- [4] A. Zölder, K. Pankow, R. Eyrich, R. Müller: AIS-Routenüberwachung im VTS; in Ortung und Navigation Heft 2/2000, Seite 79–87
- [5] R. Müller, A. Zölder, K. Pankow: Automatische Kommunikation in der Navigation; Schriftenreihe des Schiffahrtsinstitutes Warnemünde e.V., Warnemünde 2001, Band 3, Seite 69–83
- [6] R. Müller, A. Zölder, K. Pankow, R. Eyrich: Projekt NACOM-Navigationsunterstützung durch integrierte Kommunikation; Schriftenreihe des Schiffahrtsinstitutes Warnemünde e.V., Warnemünde 2001, Band 3, Seite 147–156
- [7] A. Zölder, K. Pankow, R. Eyrich, R. Müller: Benutzerhandbuch PILOT'S MATE, Schiffahrtsinstitut Warnemünde 2001, unveröffentlicht
- [8] Zölder, A.; Eyrich, R.; Pankow, K.; Müller, R.: Abschlußbericht zum Projekt NACOM, Hochschule Wismar Fachbereich Seefahrt Warnemünde 2002, TIB Hannover 2002
- [9] Produktunterlagen zum GPS-Empfängermodul GARMIN GPS 35 LVS PC

Konzept eines modernen Manöver-Prädiktions-Systems für Schiffe

Dr.-Ing. Holger Korte,
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Majohr
FB EIT/AT, Universität Rostock
Dipl.-Ing. Hans Dieter Kachant
MAR GmbH Rostock & Co. KG

1. Einleitung

Die Entwicklung der Schifffahrt führte zu hochtechnisierten Fahrzeugen mit einer Vielzahl von Spezialantrieben (Strahlruder, POD-Antriebe, Schottelpropeller, Pump-Jets u. a.). Durch eine relativ zu den Revierabmessungen größeren Schiffskapazität mit höheren Umlaufzeiten sowie einem drastischen Personalabbau ist ein erheblicher Streßanstieg für die Schiffsführung zu verzeichnen. Moderne Assistenzsysteme sollen diesen mindern. An moderne Manöver-Prädiktoren können daher die nachfolgenden Anforderungen definiert werden:

- Adaptionfähigkeit des verwendeten Schiffsmodells zur Berücksichtigung der vom Beladungszustand abhängigen Manövrierkennwerte
- Einbeziehung von revierspezifischen Störgrößen in das Prädiktionsmodell durch bordexterne Informationsquellen
- Akzeptanz durch das Schiffsführungspersonal durch einfache Bedienung und Auswertung in integrierten Navigationssystemen sowie transparenter Darstellungsformen

Das durch BMBF geförderte Verbundprojekt MAPSYS (*Manöver-Prädiktions-System für Schiffe*) will u. a. am Beispiel der schiffsexternen Strömungsmessung vor der Hafeneinfahrt Puttgarden das Ergebnis der Manöver-Prädiktion für diesen Bereich verbessern, indem diese Meßinformation in die Prädiktionsrechnung einbezogen wird. Ziel des Projektes ist es, einen Prototypen für ein entsprechendes System aufzubauen und in der Praxis zu testen. Zur Erreichung einer möglichst großen Akzeptanz, wurden die Schiffsführungen der beteiligten Reedereien Poseidon Schifffahrt AG und Scandlines Deutschland GmbH bereits von Projektbeginn an in die Untersuchungen einbezogen.



Bild 1: MS „Transeuropa“ eines der Versuchsschiffe auf der Überfahrt mit den Abmaßen nach /1/

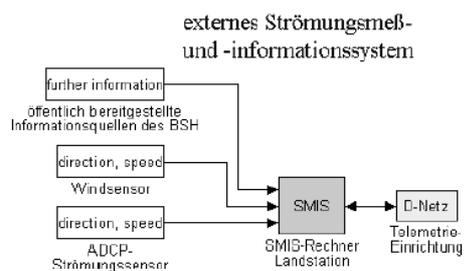


Bild 2: Der Lotse ist auf der Brücke. Sie ist ausgerüstet mit einer NACOS-Anlage (STN-Atlas-Elektronik).

2. Hardwarekonzept

Ausgehend von den zu realisierenden Aufgaben besteht die zu entwickelnde Hardware aus einer Bordkomponente (Bild 3b), dem eigentlichen Manöver-Prädiktions-System, und einer Revierkomponente, dem externen Strömungsmeß- und -informationssystem (SMIS), siehe Bild 3a. Die bordseitige Komponente realisiert alle Aufgaben der Erfassung bordinterner Meßgrößen, der Modellidentifikation, der Manöversimulation, des Empfangs externer Informationen sowie der Gerätebedienung und Datenauswertung. Die Revierkomponente erfaßt die lokalen Strömungs- und Windinformationen, transformiert diese in ein lokal begrenztes Störmodell und stellt dieses zum Abruf bereit.

a)



b)

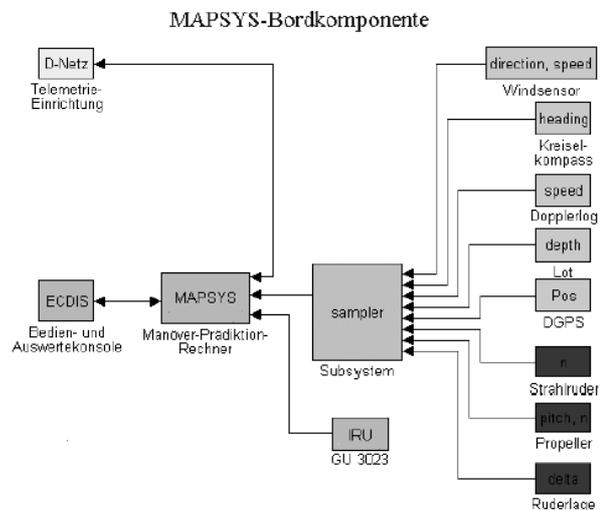


Bild 3: Hardwarekomponenten des Manöver-Prädiktions-Systems mit der Revierkomponente a) und der Bordkomponente b).

3. Auswirkungen der Strömung auf das Bewegungsverhalten von Schiffen

Die bekannten Theorien der Bewegungsbeschreibung von Schiffen gehen von einer Bewegung an der ungestörten Wasseroberfläche aus. Daher werden in gegenwärtigen Simulatoren Strömungseinflüsse durch eine konstante Drift im Inertialsystem ausgeführt, da in diesem Falle ein konstanter Impuls auf das Schiff übertragen wird. Diese Annahme erscheint immer dann sinnvoll, wenn sich das Schiff im freien Seeraum bewegt, wo der wirkende Strömungsgradient vernachlässigbar klein in Bezug zur Schiffslänge ist. In der Realität auftretende andere Strömungsgradienten werden i.d.R. als Seegangsruschen behandelt, da genügend Manöverraum vorhanden ist.



Bild 4: Der in der Bodenverankerung eingebaute Sensorkopf des ADCP-Strömungsmessers vor dem Ausbringen.

Für die Berechnung der auf den Schiffskörper wirkenden hydrodynamischen Kräfte und Momente wird hier die Theorie des schlanken Körpers /2/ genutzt. Diese erlaubt eine spantweise Betrachtung der Umströmung des Schiffskörpers in der yz-Ebene mit erheblich weniger Rechenaufwand als bei einer Finiten-Elemente-Methode unter Zuhilfenahme der Navier-Stokes-Gleichungen. Danach können die hydrodynamischen Querkräfte und Momente des Schiffmodells mit 3 Bewegungsfreiheitsgraden wie folgt angegeben werden:

$$F_{y_{hyd}} = -\frac{\rho}{2} \int_{x_H}^{x_B} c_y(x) T(x) [v(x)]^2 \text{sign}[v(x)] dx \quad (1)$$

$$M_{y_{hyd}} = -\frac{\rho}{2} \int_{x_H}^{x_B} c_y(x) T(x) [v(x)]^2 \text{sign}[v(x)] (x - x_m) dx \quad (2),$$

wobei sich die spantbezogene Quergeschwindigkeit aus Anteilen der Gierbewegung und Kurswinkelgeschwindigkeit zusammensetzt. Zu dieser Eigengeschwindigkeit muß im Falle wirkender Strömung der jeweilige Querkomponentenanteil addiert werden, Gleichung (3). Dieser besitzt ein negatives Vorzeichen, da die Kraftwirkung einer äußeren Strömung der Kraftwirkung der Eigenbewegung entgegengesetzt gerichtet ist.

$$v(x) = v_s + r_s(x - x_m) - v_{y_{str}}(x) \quad (3)$$

Infolge realer Umströmung (Wirbelablösung) reduzieren sich die hydrodynamische Querkraft und das Moment um die Hochachse. Durch Einfügen der Korrekturfaktoren ξ_Y und ξ_N in die jeweiligen Gleichungen (1) und (2), wird der theoretische Wert den realen Bedingungen nach Identifikation angepaßt.

Infolge des linearen Zusammenhangs der Umströmung des Schiffes nach Gleichung (3) kann für den Gesamtimpuls der Bewegung das Superpositionsprinzip angewendet werden. Für die entlang der Schiffslänge wirkende Strömung können daher drei für die Praxis relevante Fälle abgeleitet werden, aus deren Addition sich die Gesamtanströmung ergibt, vergl. Bild 5.

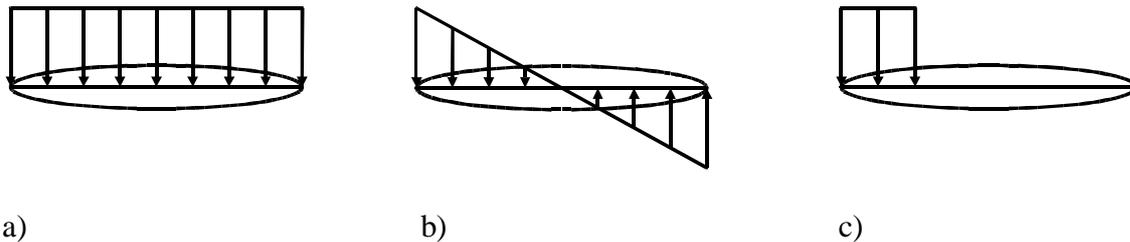


Bild 5: Die drei für die Schifffahrt relevanten Längsprofile der Queranströmung durch Meeresströmungen. a) gleichverteilte Strömung, b) konstanter Stromgradient, c) Stromkante

4. Simulationsergebnis und Schlußfolgerung

Um den Einfluß der Strömung auf die Schiffsbewegungen genauer zu untersuchen, müssen die auftretenden hydrodynamischen Kräfte näher untersucht werden. Dazu ist neben einer Betrachtung der Auswirkungen der Strömung auf den Schiffskörper auch eine genaue Analyse des Strömungsfeldes im Testrevier notwendig, siehe /3/.

Zur Abschätzung der Auswirkung des Stromes wurde für das Beispielschiff die Situation vom 26.10.2000 vor Puttgarden angenommen und für den nautisch schwierigeren Fall des Einlaufens herangezogen. Die Bilder 6a,b zeigen einen Vergleich der Ergebnisse einer Simulation mit Berücksichtigung der wirkenden Kräfte und Momente gegenüber derer, in der nur die Stromdrift berücksichtigt wird. In der Position (0, 0) befindet sich die Molenpassage. Beide passive Simulationen berücksichtigen nur eine anfängliche Driftkorrektur.

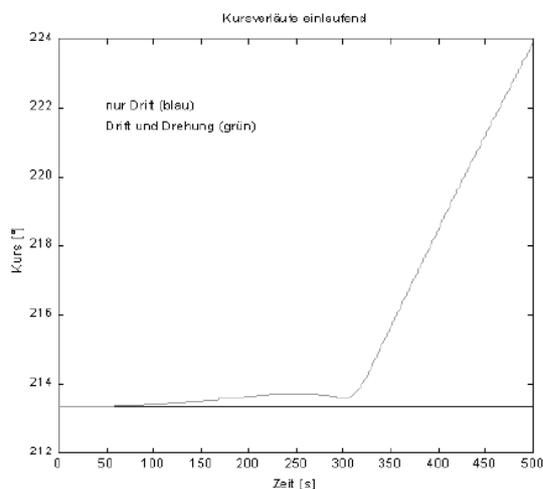


Bild 6a: Kursverläufe des einlaufenden Beispielschiffes bei aktivem Vorhalt in der Ansteuerung für das Kraft- und Driftmodell

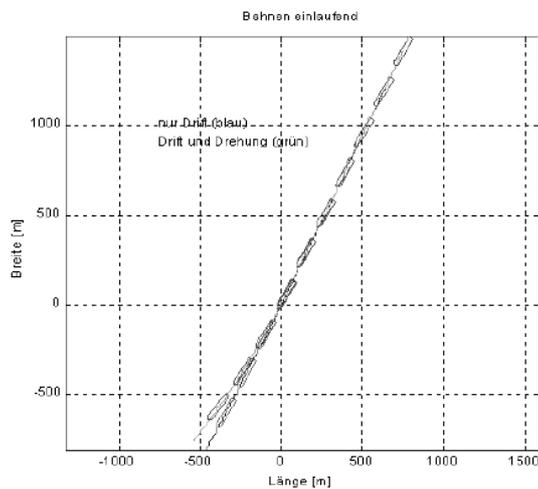


Bild 6b: Bahnverläufe und Schiffskonturen für die Stromsituation vom 26.10.2000 der Simulationen des Kraft- und Driftmodells

Zur Erreichung einer höheren Wirklichkeitstreue von Manöverprädiktoren für Schiffe und der Erhöhung ihrer navigatorischen Sicherheit wird im Rahmen eines BMBF-Verbundprojektes MAPSYS an der Realisierung eines neuen Konzeptes der Prädiktion gearbeitet. Sie geht von

einer Einbindung externer Sensoren und Informationsquellen zur Beachtung der im Prädiktionsgebiet wirkenden Störgrößen aus.

Das Simulationsbeispiel Puttgarden zeigt den Einfluß verschiedener Modelle, deren Prädiktionsgüte nachgewiesen werden soll. In Relation zur Durchfahrtsbreite von 80m ist die Reduzierung vom Modellfehlern im Meterbereich ein erheblicher Qualitätsgewinn. Zum Beispiel bewirkt ein Kursvorhalt von 5° eine Vergrößerung der benötigten Fahrwasserbreite je 100 m Schiffslänge von 8,7 m. Das Verhältnis der Geschwindigkeit zur wirkenden Strömung war im Simulationsbeispiel eher günstig. Auch die aktive Steuerung in der Molendurchfahrt bewirkt eine weitere Verringerung der Fahrwasserreserve. Daher besteht weiterer Untersuchungsbedarf für die praktische Verifikation des Prädiktionsverfahrens.

Quellenverzeichnis

- /1/ Schiffsdaten des MS „Transeuropa“, <http://www.finncarriers.fi/>
- /2/ G. Schmitz: Anwendung der Theorie des schlanken Körpers auf die dynamische Gierstabilität und Steuerbarkeit von Schiffen, wiss. Zeitschrift der Uni Rostock, 10. Jahrg. (1961), mathem.-naturwiss. Reihe, Heft 2/3, S. 175–190
- /3/ C. Korte et. al.: Strömungsmessungen mit dem Vermessungskatamaran MESSIN in Puttgarden, 10. Symposium Maritime Elektronik, Rostock, 06.-08.10.2001

AIS und zukünftige Möglichkeiten der Kollisionsverhütung

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

Abstract

Mit der Einführung von AIS [1] eröffnen sich eine Reihe neuer Möglichkeiten für die Navigationsunterstützung auf See. Die Informiertheit der Schiffe aber auch der Verkehrszentralen wird dadurch wesentlich 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 in schwierigen Situationen sowie eine effektivere Überwachung des gesamten Schiffsverkehrs von Land aus gerade in navigatorisch anspruchsvollen Gebieten zukünftig realisierbar.

Die Ausrüstung von Fahrzeugen mit AIS ermöglicht andererseits erstmals auch außerhalb des Einflussbereiches von Landverkehrszentralen, z. B. für Gebiete der offenen See oder Küstenabschnitte, an denen eine landgestützte Koordinierung nicht möglich ist, Strukturen zur Kollisionsvermeidung aufzubauen. Durch die Ausrüstung der in diesem Gebiet befindlichen Schiffe mit AIS wird eine telematische Überdeckung erreicht, die aufgrund der Fahrzeugbewegungen und der systembedingten AIS-Reichweite temporär und lokal begrenzt ist. Dadurch lassen sich zeitweilige, räumlich begrenzte dezentrale Koordinierungsgebiete definieren, in denen eine externe Navigationsunterstützung erfolgen kann.

Der Aufbau der lokalen und temporären dezentralen Koordinierungsgebiete (Netzwerke) wird durch die Selbstorganisation der Verkehrsteilnehmer zu MASTER-SLAVE-Konstellationen [2] realisiert. Unter allen Teilnehmern wird das Fahrzeug (MASTER) mit den besten Koordinierungseigenschaften ausgewählt. Es führt dann die zeitweilige Navigationsunterstützung für eine bestimmte Gruppe von Fahrzeugen (SLAVES) durch. Nach der Beseitigung der Gefahr einer Kollision zerfällt die Struktur wieder.

Im Rahmen des BMBF-Forschungsprojektes **NACOM**, welches unter der Trägerschaft des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) gefördert wurde, wurden der Aufbau von dezentralen koordinierenden Strukturen simulationstechnisch untersucht sowie Anforderungen an die dafür notwendige Ausrüstung der Schiffe abgeleitet. Anhand von Beispielen werden die Ergebnisse erläutert.

1 KONZEPT

Im Vordergrund der dezentralen Architektur steht, verglichen mit anderen Konzepten zur Koordinierung in der Seefahrt [3], die Auswahl geeigneter Master, d. h. solcher koordinierender Fahrzeuge, die gewisse Voraussetzungen (z. B. fahrzeug- oder situationsabhängige

Eigenschaften, die eine besonders gute Einschätzung der Verkehrslage erlauben oder einen stetigen Kontakt mit Konfliktfahrzeugen gewährleisten) optimal erfüllen.

Ziel ist, die Anzahl der koordinierenden Schiffe gering zu halten, aber gleichzeitig zu gewährleisten, dass alle Fahrzeuge koordiniert werden, die sich in einem Konfliktgebiet befinden (unter Berücksichtigung der konfliktfreien Routen anderer Verkehrsteilnehmer).

2 METHODEN und ALGORITHMEN zur dezentralen Struktur

Die simulationstechnische Umsetzung der dezentralen Architektur erfolgt durch ein dynamisches Modell, bei dem die temporäre Organisation durch fahrzeugeigene Faktoren reguliert wird. Das bedeutet, dass jedes Fahrzeug einen Faktor zugewiesen bekommt, der ein Maß für seine Fähigkeit, andere Schiffe zu koordinieren, darstellt. Diese Faktoren sind das primäre Auswahlkriterium bei der Master-Suche. Je höher der Faktor eines Fahrzeugs ist, desto besser ist es in der Lage, eine koordinierende Funktion zu übernehmen.

Die Koordinierung mittels dezentraler Strukturen geschieht in einem fortwährenden Zyklus [4], der sich grob in folgende Einzelschritte zerlegen lässt (Abbildung 1):

- Situationsanalyse und Erzeugung der Faktoren für die einzelnen Fahrzeuge
- Aufbau temporärer Strukturen
- Lösungsberechnung, Bereitstellen koordinierter Bahnen
- Zerfall der temporären Strukturen.

Es erfolgt ständig eine neue Situationsanalyse, die bei Bedarf den Aufbau von Master-Slave-Verhältnissen und die Berechnung koordinierter Routen veranlasst. Diese Arbeitsweise ermöglicht Reaktionen auf Veränderungen in der Verkehrslage, die sich beispielsweise ergeben können, wenn Fahrzeuge im funktechnischen Sichtbereich eines anderen Schiffes neu auftauchen oder ihn verlassen. Auch ein verändertes Verhalten einiger Fahrzeuge (z. B. plötzliche Manövrierunfähigkeit) kann auf diese Weise behandelt werden.

Die Kausalität von Situationsanalyse, Strukturaufbau und Lösungsberechnung bewirkt auch die Selbstorganisation des Systems, denn wird kein Konflikt erkannt, erhält auch kein Schiff den Status eines koordinierenden Fahrzeugs und infolgedessen findet auch keine Berechnung neuer, konfliktfreier Bahnen statt. Bei Konflikterkennung dagegen werden echte dezentrale Strukturen mit koordinierenden Fahrzeugen, die ihrerseits wiederum eine Lösungsberechnung vornehmen, aufgebaut.

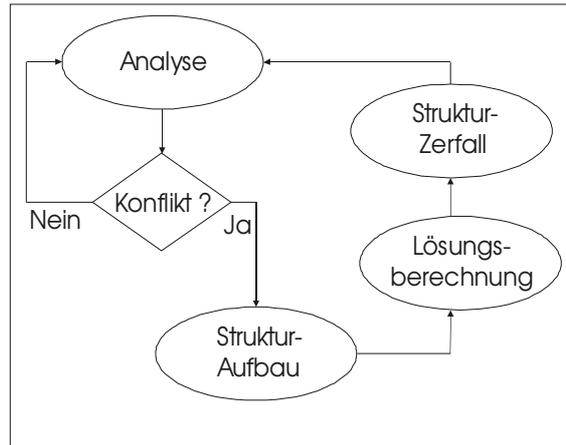


Abbildung 1: Zyklische Arbeitsweise

2.1 Situationsanalyse und Faktorerzeugung

Über AIS [1] empfangene Daten von anderen Fahrzeugen werden mitsamt den Daten des eigenen Schiffes in einer „Sichtliste“ verwaltet. Diese Informationen sind Grundlage von Analyse, Strukturaufbau und Lösungsberechnung. Die Fahrzeuge dieser Liste werden im folgenden **sichtbare Fahrzeuge** genannt. (Beachte: „sichtbar“ bedeutet hier etwas anderes als die bloße optische Sichtbarkeit oder die Sichtbarkeit über Radar).

Alle Fahrzeuge nehmen eine Situationsanalyse vor, um die aktuelle Verkehrslage einzuschätzen. Dafür steht ihnen ein spezielles Werkzeug, der **Analysator**, zur Verfügung. Er führt innerhalb eines definierten Zeithorizonts eine Voraussimulation des zukünftigen Verkehrsablaufs durch und stellt anhand dessen Begegnungs- und Umgebungskonflikte in Mehrschiff-Situationen fest (vgl.[3]).

Jedes Fahrzeug erhält einen **Faktor** und eine **Master-ID** als entscheidende Informationen für die Schaffung temporärer dezentraler Strukturen.

Zur **Berechnung der Faktoren** werden die folgenden Informationen benutzt:

- Statische Fahrzeugdaten (fahrtunabhängig)
 - Schiffslänge
 - Schiffsbreite
- Dynamische Fahrzeugdaten (fahrtabhängig)
 - Geschwindigkeit
- Situationsabhängige Daten
 - Anzahl der erkannten Konfliktfahrzeuge
 - Relative Geschwindigkeit zu allen sichtbaren Fahrzeugen.

Hintergrund für eine derartige Faktorbestimmung ist, dass große Fahrzeuge aufgrund der höheren Antennenposition als Master geeigneter erscheinen, ebenso wie Fahrzeuge, die sich langsam bewegen, da sich die Umgebung für sie verhältnismäßig langsam ändert. Anhand der Relativgeschwindigkeit eines Schiffes zu allen sichtbaren Fahrzeugen lässt sich dessen Bewegung innerhalb der Menge sichtbarer Fahrzeuge ablesen. Demzufolge ist ein Master unter den

Schiffen mit einem kleinen Relativ-Betrag zu suchen, da dieses Fahrzeug vergleichsweise lange in einer Gruppe potentieller Slaves mitschwimmt.

Ein unverzichtbares Auswahlkriterium bei der Master-Suche ist das Erkennen von Konflikten (Kollisionen oder Strandungen) anhand geplanter Routen. Darum hat die Anzahl der erkannten Konfliktfahrzeuge den stärksten Einfluss auf den Faktor. Je mehr Konflikte ein Fahrzeug erkennt, desto geeigneter ist es, die Master-Funktion zu übernehmen und desto größer ist deshalb auch sein Faktor.

Fahrzeuge, die keinen Konflikt erkennen, können keine koordinierenden Fahrzeuge werden. Ihr Faktor ist Null. Alle anderen sind in der Lage, Koordinierungsaufgaben zu übernehmen. Sobald ein Fahrzeug seine Situationsanalyse abgeschlossen hat, liegen alle notwendigen Informationen zur Faktorberechnung vor. Der Faktor wird unmittelbar nach der Analyse intern erzeugt und anschließend an alle anderen Fahrzeuge ausgesendet. Die Zeitpunkte, an denen die Situationsanalyse abgeschlossen bzw. der berechnete Faktor gesendet werden kann, werden durch das Zeitschlitzmanagement vorgegeben.

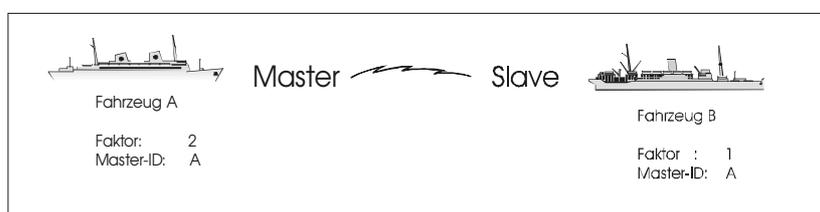


Abbildung 2: Fahrzeuge mit Faktor und Master-ID

Die Master-ID enthält eine Kennung (z. B. MMSI, Rufzeichen) des Masters (Abbildung 2). Sie wird erst während des Strukturaufbaus gesetzt. Mit ihrer Hilfe ist eine eindeutige Identifikation des Masters aus Fahrzeugsicht möglich. Das wird in der zweiten Phase des Strukturaufbaus (siehe dort) ausgenutzt.

2.2 Strukturaufbau

Der Aufbau dezentraler Strukturen beginnt, sobald jedes Fahrzeug die Faktoren aller sichtbaren Schiffe empfangen hat. Voraussetzung für ein Master-Slave-Verhältnis zwischen zwei Schiffen ist die Möglichkeit, bidirektional miteinander zu kommunizieren, weil erst dadurch der nötige Informationsfluss zwischen beiden Koordinierungsteilnehmern gewährleistet ist. Daher muss jedes Fahrzeug neben seinem Faktor eine **Shakehands-Liste** (mit allen für ihn selbst sichtbaren Fahrzeugen) aussenden, anhand derer bidirektionale Verbindungen erkannt werden können.

Der Aufbau der Strukturen erfolgt in **zwei Phasen** [7].

In Phase 1 bestimmt jedes Fahrzeug eine eindeutige Master-Slave-Zuordnung, passend zur erkannten Verteilung der Faktoren. Dabei wird für jedes Fahrzeug ein Master bestimmt und eine entsprechende Master-ID gesetzt.

Aufgrund der unterschiedlichen Einschätzung der Verkehrslage durch verschiedene Fahrzeuge, lassen sich die im ersten Schritt erzeugten Einzelergebnisse nicht immer zu einem eindeutigen Gesamtergebnis zusammenfügen. Sie werden deshalb in einer 2. Phase unter Verwen-

dung der Master-ID aufeinander abgestimmt. Als Ergebnis entsteht eine **global eindeutige Master-Slave-Zuordnung**.

Am Ende des Strukturaufbaus besitzt jedes Fahrzeug einen von vier möglichen Zuständen:

- **MASTER** (Fahrzeug koordiniert Slave/s und sich selbst)
- **SELBSTKOORDINIEREND** (Fahrzeug koordiniert nur sich selbst – Fahrzeug ist Master, aber ohne „echten“ Slave)
- **SLAVE** (Fahrzeug wird koordiniert, koordiniert selbst keine anderen Schiffe)
- **UNKOORDINIERT** (Fahrzeug wird nicht koordiniert und koordiniert keine anderen Schiffe).

Für den Fall, dass während der Analyse kein Fahrzeug einen Konflikt erkennt, gelten alle Schiffe als unkoordiniert. Damit entfällt auch die Berechnung konfliktfreier Bahnen. Im Anfangszustand vor dem Aufbau dezentraler Strukturen sind ebenfalls alle Fahrzeuge unkoordiniert. Eine Änderung wird erst durch das Entdecken von Konflikten bewirkt.

2.3 Konfliktlösung und Zerfall der temporären Strukturen

Basierend auf der Situationsbewertung durch den Analysator des koordinierenden Fahrzeugs wird die Auflösung von Konfliktsituationen mittels einer zeitlichen und räumlichen Koordination des Verkehrs im strategischen Sinne erreicht [5].

Die Berechnung der konfliktfreien Bahnen erfolgt durch die koordinierenden Fahrzeuge (Master und selbstkoordinierende). Dafür steht allen Fahrzeugen ein **Lösungsgenerator** [3] zur Verfügung.

Die Besonderheit der dezentralen Architektur liegt – im Vergleich zu anderen Modellen der Navigationsunterstützung – darin, dass die Koordination von Fahrzeugen im engeren Sinn, d. h. das Aussenden der Lösungen, innerhalb abgeschlossener Gruppen (Master mit zugehörigen Slaves) erfolgt. Dabei ist nicht auszuschließen, dass sich verschiedene Master-Slave-Gruppen physisch durchdringen. Beispielsweise könnte sich ein Schiff in der Realität zwischen den Fahrzeugen einer Gruppe bewegen, aber aus Sicht des Systems nicht dieser Gruppe, sondern einer anderen angehören.

Daher ist es von großer Bedeutung, bei der Lösungsfindung alle Daten zur Einschätzung der Umgebungssituation zu berücksichtigen, um zu vermeiden, dass auf den erzeugten Bahnen von Fahrzeugen verschiedener Gruppen neue Konflikte entstehen. Als Input für den Lösungsgenerator des koordinierenden Schiffes werden alle von Fahrzeugen empfangenen bzw. aus der Analyse gewonnenen Daten (einschließlich der Daten vom eigenen Fahrzeug) benutzt. Informationen von Fahrzeugen, die von diesem Master nicht koordiniert werden dürfen, also nicht zu dessen Gruppe gehören, werden bei der Bahnfindung berücksichtigt. Weil generell keine Sicherheit über die erzeugten Bahnen von Fahrzeugen aus anderen Gruppen besteht, werden derzeit auch für diese Schiffe Lösungen berechnet. Da alle koordinierenden Fahrzeuge mit denselben Algorithmen arbeiten wird auf diese Weise zumindest bei weitgehender Übereinstimmung in der Situationsanalyse auch eine weitgehende Übereinstimmung bei den

berechneten Bahnen erzielt. Gerade bei geringem Abstand bzw. starker Durchdringung verschiedener Gruppen liegt eine erhöhte Übereinstimmung in den Analysen vor. Durch Berücksichtigung des Lösungsverhalten anderer Master lässt sich das Auftreten von Konflikten mit ungenügendem Manöverspielraum zur Konfliktbeseitigung einschränken. Das Ergebnis der Berechnung eines Masters wird allerdings nur an die Slaves derselben Gruppe ausgesandt.

Mit der Übertragung der neuen Routen an die Slaves bzw. der Lösungsfindung bei selbstkoordinierenden Fahrzeugen, verlieren die Zuordnungen innerhalb der dezentralen Gruppen ihre Gültigkeit. Dies ist mit einem **Zerfall der temporären Strukturen** gleichzusetzen. Eine tatsächliche Zerstörung der alten Strukturen findet statt, wenn nach der Situationsanalyse neue Zuordnungen vorgenommen werden bzw. die Konfliktfreiheit der Routen dazu führt, dass alle Fahrzeuge unkoordiniert bleiben. Das Erkennen von neuen Konflikten während der Analyse führt zur Herausbildung neuer Gruppen, d. h. echter Strukturen, in denen koordinierende Fahrzeuge vorhanden sind.

3 SIMULATIONSTECHNISCHE UMSETZUNG und ERGEBNISSE

3.1 Zeiträume der Konflikterkennung

Zur Sicherstellung der Ergebnisse wurden statistische Untersuchungen vorgenommen mit dem Ziel nachzuweisen, dass

1. in jedem Konfliktfall eindeutige Master-Slave-Strukturen gebildet werden.
2. in jedem Konfliktfall alle am Konflikt beteiligten Fahrzeuge koordiniert werden.
3. eine für die Koordinierung ausreichende Stabilität und Lebensdauer der Master-Slave-Strukturen durch Gewichtung der Parameter bei der Faktorbildung erreicht wird.

Im Mittelpunkt der durchgeführten Simulationen standen Untersuchungen dazu, in welchen Zeiträumen Konflikte erkannt werden und beteiligte Fahrzeuge koordiniert werden könnten. Das Augenmerk wurde vorerst fast ausschließlich auf die Beobachtung der Fahrzeuge gerichtet, ohne die erkannten Konflikte aufzulösen, d. h. auf die Benutzung eines Lösungsgenerators wurde verzichtet. Dadurch sollte ermöglicht werden, Gefahrensituationen über einen längeren Zeitraum zu beobachten und Rückschlüsse auf komplexe Abläufe und noch ungenutzte Potentiale dezentraler Strukturen zu ziehen (Masterwechsel, Optimalität der Faktoren usw.).

Für die Auswertung der Beobachtungszeiträume waren besonders der erste Zeitpunkt einer Konflikterkennung bzw. der späteste Zeitpunkt, ab dem ein Konflikt kontinuierlich unter Kontrolle eines koordinierenden Fahrzeugs stand, von Interesse. Schwankungen der Reichweiten können u. U. dafür sorgen, dass diese Zeitpunkte mehr oder weniger weit auseinander liegen.

Während der Untersuchungen wurden Testszenarien mit bis zu 11 in einem Seegebiet kreuzenden Fahrzeugen verwendet, wobei die Schiffe nach Ablauf einer bestimmten Zeit ein Wendemanöver durchführten, so dass das Gebiet ständig befahren wurde. Die Zeiträume zwischen zwei Wendungen und die simulierten Reichweitenintervalle (die Funkreichweiten der

Fahrzeuge schwankten in einem vorgegebenen Intervall) wurden in den verschiedenen Szenarien variiert.

In Abbildung 3 sind die verbleibenden Zeiten vom frühesten bzw. spätesten Zeitpunkt der Konflikterkennung bis zum eigentlichen Konfliktzeitpunkt in Abhängigkeit von den Sensereichweiten der Fahrzeuge und der Fahrtzeit zwischen zwei Reflektionen dargestellt. Jeweils zwei benachbarte Säulen bilden ein Paar, die linke von ihnen steht für den frühesten Zeitpunkt der Konflikterkennung (hell), die rechte für den spätesten (dunkel).

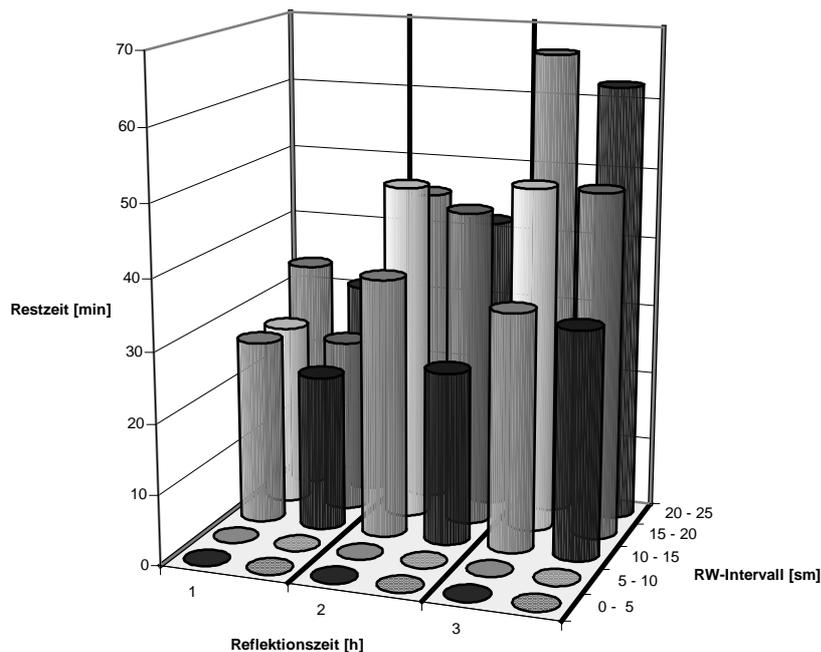


Abbildung 3: Konflikterkennungszeitpunkte für unterschiedliche Reichweiten und Wendezeiten

Ergebnisse, die aus dem Diagramm abgelesen werden können, sind:

- Trend zu steigenden Restzeiten bei steigender Reichweite und steigender Reflektionszeit
- Sinkende Abweichung zwischen frühestem und spätestem Zeitpunkt der Konflikterkennung bei steigenden Reichweiten
- Minimaler (Durchschnitts-) Wert für spätesten Zeitpunkt überhaupt liegt bei über 22 Minuten (10–15 nm Reichweite), maximaler Wert für den frühesten bei über 66 Minuten (20–25 nm Reichweite)

Es wurde überprüft, ob Situationen auftreten, in denen für Fahrzeuge zwar Konflikte erkannt werden, diese Fahrzeuge aber nicht an der Koordinierung teilnehmen. Während der gesamten Untersuchungszeit über rund 1224 Stunden gab es lediglich 55 derartige Konflikte, die sich alle auf fehlende bzw. unterbrochene bidirektionale Verbindungen zwischen Koordinierungsteilnehmern (aufgrund der simulierten Reichweitenschwankungen) zurückführen ließen.

Lediglich zwei von ihnen waren zeitkritisch, d. h. der Zeitpunkt der Konflikterkennung lag weniger als 20 Minuten vor der erwarteten Sicherheitsbereichsverletzung. In beiden Situationen lag die angenommene Reichweite unter 15 nautischen Meilen. Alle anderen Fälle hatten einen ausreichenden Zeitvorrat, der zum Teil sehr deutlich (bis zu 96 Minuten Restzeit) über der kritischen Grenze lag.

3.2 Ursachen für Masterwechsel

Die Anzahl der erkannten Konfliktfahrzeuge und die relativen Geschwindigkeiten sind i.a. veränderliche Größen, wodurch auch die Faktoren der Fahrzeuge gewissen situationsbedingten Schwankungen unterworfen sind. Das führt unter Umständen zu Verschiebungen innerhalb der koordinierenden Strukturen, d. h. bei annähernd gleichen, zeitlich aufeinanderfolgenden Verkehrssituationen könnte ein Slave verschiedenen Mastern zugeordnet werden („Masterwechsel“).

Offensichtlich verringern häufige, schnell aufeinanderfolgende Masterwechsel die Effektivität dezentraler Strukturen, im Extremfall wären Masterfunktionalitäten zeitlich so stark beschnitten, dass neue Lösungen bei ihrer Aussendung bereits nicht mehr verwertbar wären, weil das sendende Schiff seinen Masterstatus schon wieder verloren hat. Deshalb besteht ein starkes Interesse daran, Masterwechsel so selten wie möglich stattfinden zu lassen.

Als Ausschlaggebend für während der Simulationen stattfindende Masterwechsel wurden drei mögliche Ereignisse ermittelt:

- Veränderungen der Anzahl erkannter Konfliktfahrzeuge,
- Änderungen der „Sichtverhältnisse“ von Fahrzeugen aufgrund ihrer Reichweite und damit verbundene Entstehung oder Auflösung bidirektionaler Kommunikationsverbindungen
- Faktoränderungen einzelner oder mehrerer Fahrzeuge, verursacht beispielsweise durch Kurs- oder Fahrtänderungen.

Es wurden umfangreiche Simulationen durchgeführt, bei denen anhand aufgezeichneter Daten stattfindende Masterwechsel registriert sowie Rückschlüsse über deren Ursachen gezogen wurden. Parallel dazu wurden die einzelnen Kriterien für die Faktorbildung so gewichtet, dass zum einen die Anzahl der Masterwechsel auf ein annehmbares Maß reduziert und zum anderen die Verteilung der Masterwechsel nach Ursachen in ein ausgewogenes Verhältnis gebracht werden konnte. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ergibt sich die in Abbildung 4 dargestellte Verteilung.

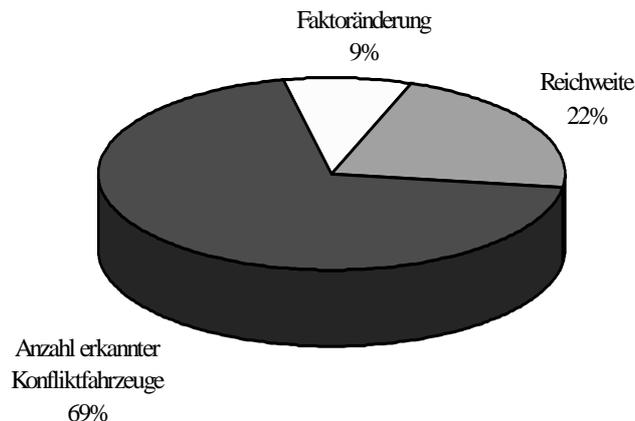


Abbildung 4: Prozentuale Verteilung der Masterwechsel nach Ursachen

Es ist zu erkennen, dass in erster Linie die Änderung der Anzahl erkannter Konfliktfahrzeuge zu einem Masterwechsel führte. Dies erscheint sinnvoll, da erst die Erkennung von Konfliktfahrzeugen den Aufbau dezentraler Strukturen mit Masters und Slaves verursacht. Außerdem gilt die Anzahl der erkannten Konfliktfahrzeuge als wichtigstes Kriterium für die Vergabe der Masterrechte. Zweithäufigste Ursache für einen Masterwechsel waren Veränderungen in den kommunikativen Verhältnissen der beteiligten Fahrzeuge, beispielsweise der Ausfall einer bidirektionalen Verbindung zwischen Master und Slave. Durch Kurs- oder Fahrtmanöver hervorgerufene Änderungen der Faktoren führten in den wenigsten Fällen zu einem Masterwechsel. Da Informationen zwischen Master und Slave für das einwandfreie Funktionieren der Koordinierung zwingend in beide Richtungen ausgetauscht werden müssen, blieb letztlich die Möglichkeit, Masterwechsel, die auf kurs- und fahrtabhängige Faktoränderungen zurückzuführen waren, auf ein vernünftiges Maß zu beschränken, d. h. die zugehörigen Komponenten bei der Bildung der Faktoren entsprechend niedrig zu gewichten.

3.3 Zusätzlicher Kommunikationsaufwand

Innerhalb des dezentralen Systems ist eine umfangreiche Kommunikation erforderlich aufgrund der Verwendung von Faktoren bzw. der über deren Vergleich ablaufende Aufbau dezentraler Strukturen sowie der Notwendigkeit, Zuordnungsergebnisse abzustimmen.

Neben der Übertragung von Wegpunktlisten und Lösungen ist es darüber hinaus notwendig, „Verwaltungsinformationen“ zu übertragen, d. h. Daten, die für den Aufbau der temporären Strukturen notwendig sind. Dies sind im einzelnen

- Faktor,
- Master-ID und
- Shakehands-Liste

für jedes Fahrzeug. Dafür gibt es die Möglichkeiten, entweder die bisher definierten Nachrichtentypen zu nutzen, indem die benötigten Informationen in noch verfügbaren freien Bits untergebracht oder geeignete Nachrichtentypen verwendet werden, wie z. B. „Short Safety Related Messages“, die einen frei formatierbaren Text adressiert an einzelne Teilnehmer oder als Broadcast-Nachricht übertragen. Weiterhin könnten neue, eigens auf die dezentrale Architektur zugeschnittene Nachrichtentypen definiert werden, die die benötigten Informationen übertragen.

Es wurden Untersuchungen durchgeführt, um Aussagen zum Navigationsdatenmanagement zu gewinnen sowie Anforderungen hinsichtlich des für die Koordinierung notwendigen Datentransfers zu definieren. Zu diesem Zweck wurden die Aussendungen von Nachrichten, wie sie für die Koordinierung mit Hilfe der dezentralen Architektur benötigt werden, modelliert. Untersucht wurde das Systemverhalten bezüglich aller Nachrichten, die im System über den bidirektionalen Übertragungskanal zwischen den Teilnehmern übertragen werden. Das Format der öffentlichen Nachricht orientiert sich hinsichtlich der Länge der Nachricht an das AIS-Protokoll [1].

Die gesamte Kanalbelastung setzt sich allgemein aus der Grundlast, die durch die Standard-Positionsmeldungen (SPM) der Fahrzeuge und dem Verwaltungsdaten entstehen, und einer dynamischen Last, bedingt durch die Koordinierungsanweisungen an die Fahrzeuge, zusammen ([2],[6]).

$$p_{\text{ges}} = p_{\text{g}} + p_{\text{dyn}}$$

- p_{g} Grundlast: Standard-Positionsmeldungen und Verwaltungsdaten der Fahrzeuge
- p_{dyn} Dynamische Last: Koordinierungsanweisung an die Fahrzeuge

Die Grundlast hängt von der Anzahl der im System angemeldeten Fahrzeuge ab. Sie steigt im wesentlichen linear an. Die Verwaltungsinformationen werden zur statischen Last gewertet, da diese zum Funktionieren der dezentralen Koordinierung als Bestandteil der Standardmeldungen im AIS verfügbar sein müssen.

Die Koordinierungsanweisungen setzen sich aus

- den statischen, gebietsbedingten Wegpunktzweisungen und
- den dynamischen, durch die Beseitigung von Konflikten entstandenen Wegpunktzweisungen zusammen.

Ein dezentraler Zyklus umfasst folgende aktive Kommunikationsleistungen:

1. Senden der Positionsdaten
2. Senden von Faktor, Master-ID und Shakehands-Liste
3. Senden von Faktor und Master-ID für den Abgleich
4. Senden der dynamischen Wegpunkte (nur koordinierende Fahrzeuge).

Die Punkte 1–3 entsprechen der statischen Last, Punkt 4 bedeutet einen dynamischen Mehraufwand. Da die Aussendung der Positionsdaten bereits im AIS-Modell erfolgt, ergeben sich zwei zusätzliche Sendungen pro Fahrzeug und Zyklus. Ein neu zu definierender Nachrichtentyp könnte problemlos Master-ID und Faktor übermitteln, die in den Shakehands-Listen enthaltenen Informationen könnten etwas umfangreicher sein und daher mehrere Sendungen erfordern. Je nach Gestaltung des Nachrichtentyps wäre mit insgesamt 2 bis 3 zusätzliche Messages zu rechnen. Beschränkt man sich auf den vorgesehenen Zyklus von 6 Minuten für eine Erneuerung der statischen Positionsmeldung bedeutet das eine zusätzliche statische Nachricht alle 120 bzw. 90 Sekunden.

Nach [3] ist mit Hilfe eines speziellen Nachrichtentyps zur Wegpunktzuweisung durch das Control-Segment (das koordinierende Fahrzeug) die Zuweisung von 2 Wegpunkten pro Nachricht möglich. Dieses Modell wurde in der Simulation verwendet. Diese Form der Zuweisung enthält neben den Positionsangaben noch weitere Informationen, beispielsweise zum ETA (Estimated Time of Arrival).

Für die Aussendung dynamischer Informationen wären jedoch auch die Nachrichtentypen „Ship Waypoints and/or Route Plan Report“ bzw. „Advice of Waypoints and/or Route Plan of VTS“ nutzbar. Sie erlauben die Übertragung von bis zu 14 bzw. 12 Wegpunkten und einer speziellen Textbeschreibung zu einem Teilnehmer. Die koordinierenden Fahrzeuge würden in diesem Fall die Funktionalität der VTS-Stationen eines zentralen Koordinierungsmodells übernehmen. Ob dieser Nachrichtentyp trotz weniger Informationen für die Systemteilnehmer die Anforderungen erfüllt, ließe sich am ehesten in praktischen Tests überprüfen. Diese konnten zur Laufzeit des Projektes nicht mehr durchgeführt werden.

Da der Umfang der dynamischen Last in Abhängigkeit von der vorliegenden Situation sehr variieren kann, ist eine theoretische Bestimmung nur innerhalb grober Grenzen möglich. In der Simulation sollte ermittelt werden, mit welchen durchschnittlichen Werten praktisch zu rechnen ist.

Für die Koordinierung wird eine minimale Wegpunktanzahl dann zugewiesen, wenn zwischen Start- und Zielpunkt keine statischen Hindernisse liegen und keine Konflikte mit anderen Fahrzeugen auftreten. Es werden nur die Zielpunkte übertragen, so dass pro Fahrzeug nur eine Zuweisung erfolgt. Folglich entspricht die Anzahl der zugewiesenen Wegpunkte der Schiffsanzahl. Im Falle, dass kein Konflikt erkannt wird, verzichtet man sogar vollständig auf die Zuweisung dynamischer Wegpunkte.

In den folgenden Abbildungen sind die übertragenen Nachrichten für ein beispielhaftes Szenario dargestellt.

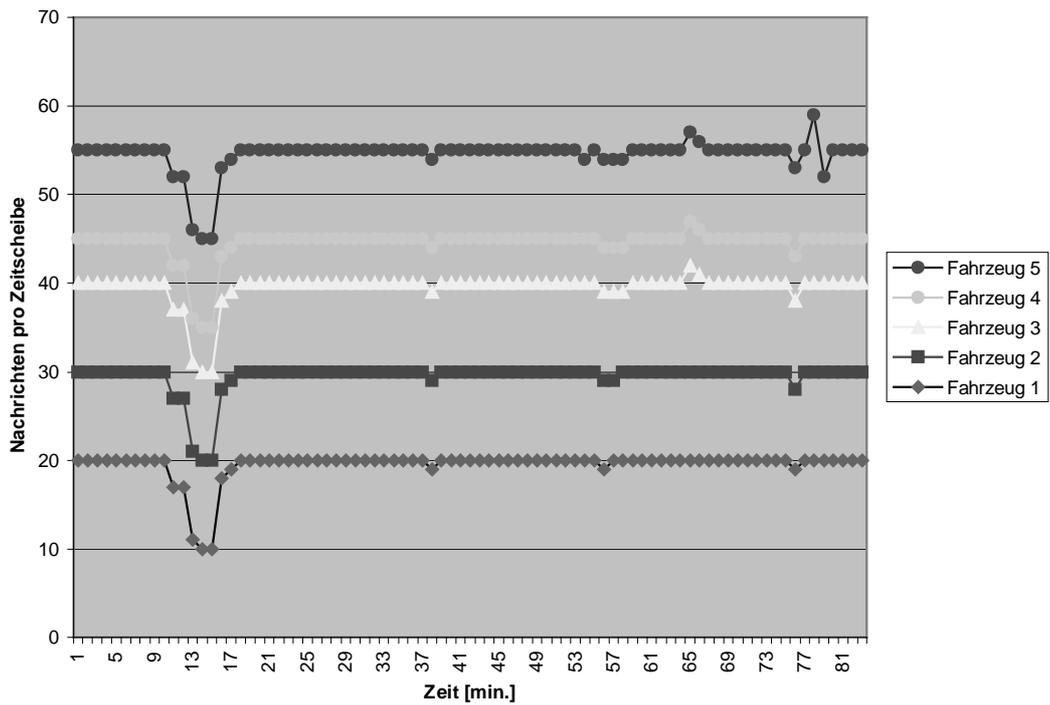


Abbildung 5: Statische Last für Positionsmeldungen (summiert)

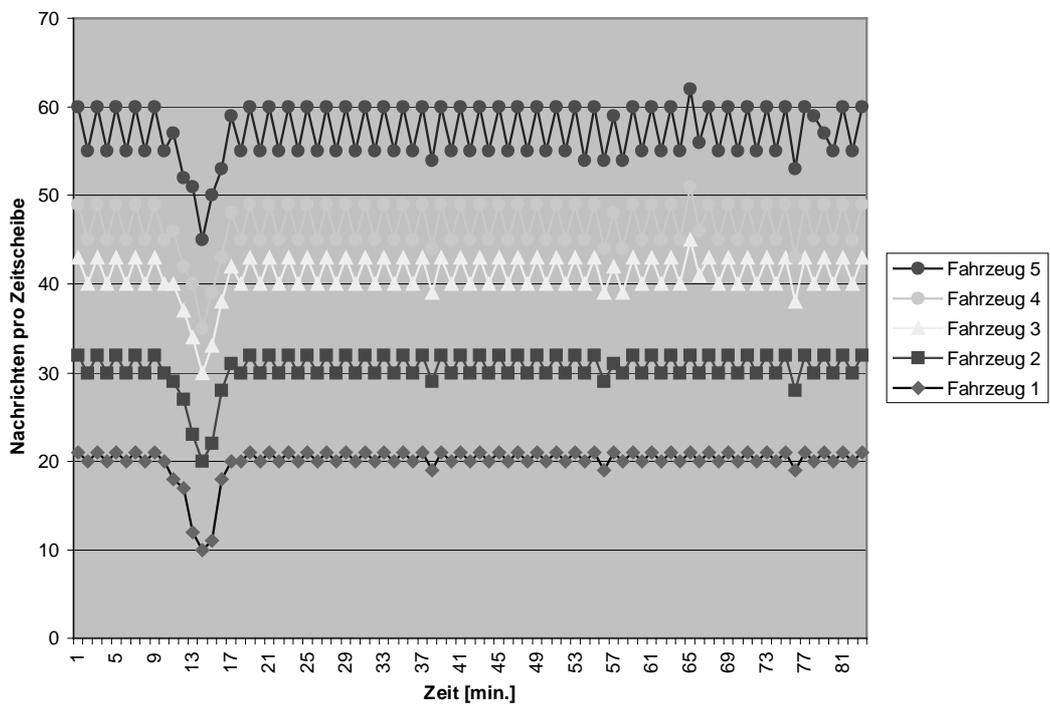


Abbildung 6: Statische und dynamische Last für Positionsmeldungen (summiert)

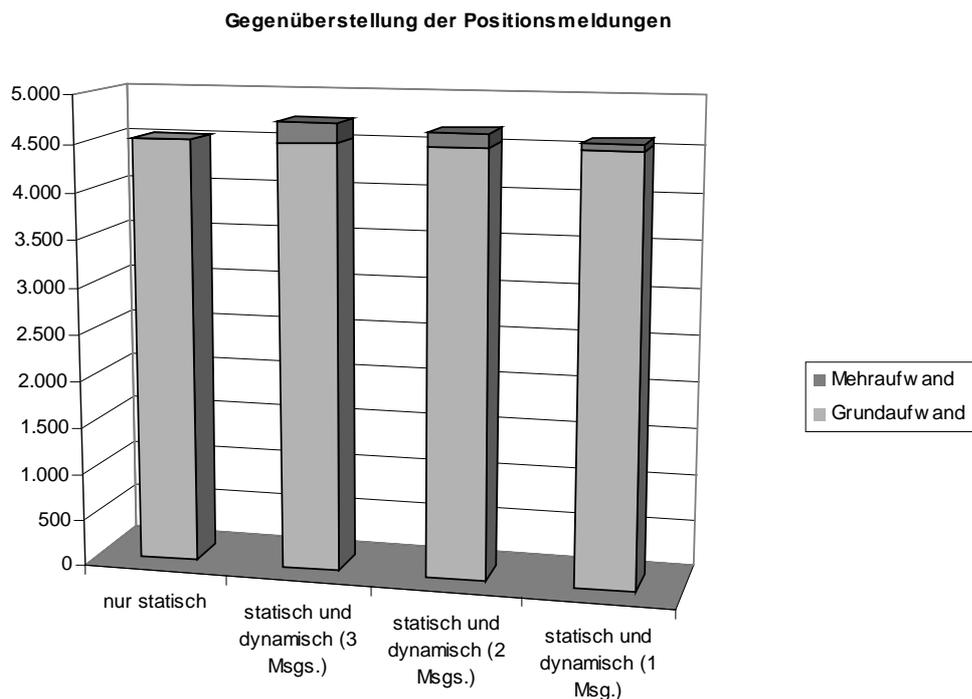


Abbildung 7: Mehraufwand der Grundlast in abhängig von der Anzahl zusätzlicher Nachrichten pro Zyklus

In den statistischen Untersuchungen wurde festgestellt, dass der zusätzliche Aufwand für die Übertragung der Koordinierungsdaten im Mittel nur 3 % bezüglich der Grundlast ausmacht. Spitzenwerten muss durch die Verwendung eines Nachrichtenpuffers Rechnung getragen werden.

Es kann eingeschätzt werden, dass die im AIS zur Verfügung stehende Kanalkapazität eine Übertragung der für die Koordination notwendigen Daten prinzipiell zulässt.

4 Zusammenfassung

Als Form der Navigationsunterstützung durch Koordination bieten dezentrale Strukturen weitestgehend die schon für das zentrale Modell bekannten Vorteile. 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 Koordination des Verkehrs vorzunehmen. Dabei besteht ein relativ geringer Aufwand hinsichtlich der Ausrüstung der Fahrzeuge, die trotzdem den gegenwärtigen Stand der Technik ausreizen würde und 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.

Literatur

- [1] IMO Recommendation on Performance Standards for a Universal Automatic Identification System (AIS), MSC. 74(69)
- [2] Rascher, K.; Rohling, H.: Selbstorganisierende Funknetze für Verkehrsanwendungen; SATNAV 98;
- [3] Zölder, A.; Weißflog, T.; Pankow, K.; Müller, R.: Abschlußbericht zum Projekt NADAKOS, Hochschule Wismar Fachbereich Seefahrt Warnemünde 1999, TIB Hannover 1999
- [4] R. Eyrich, A. Zölder, K. Pankow, R. Müller: Temporäre Koordinierungen für die operative Routenplanung; Schriftenreihe des Schiffahrtsinstitutes Warnemünde e.V., Warnemünde 2001, Band 3, Seite 157–163
- [5] R. Müller, A. Zölder, K. Pankow, R. Eyrich: Projekt NACOM-Navigationsunterstützung durch integrierte Kommunikation; Schriftenreihe des Schiffahrtsinstitutes Warnemünde e.V., Warnemünde 2001, Band 3, Seite 147–156
- [6] R. Müller, A. Zölder, K. Pankow: Automatische Kommunikation in der Navigation; Schriftenreihe des Schiffahrtsinstitutes Warnemünde e.V., Warnemünde 2001, Band 3, Seite 69–83
- [7] Zölder, A.; Eyrich, R.; Pankow, K.; Müller, R.: Abschlußbericht zum Projekt NACOM, Hochschule Wismar Fachbereich Seefahrt Warnemünde 2002, TIB Hannover 2002

Anzeigeoptionen für ein bordseitiges Kollisionsverhütungs-Display

Dr.-Ing. M. Baldauf,

Dipl.-Ing. S. Fischer

Hochschule Wismar, Fachbereich Seefahrt Warnemünde

1 Einleitung

Am 1. Juli 2002 begann die Einführung der Ausrüstungspflicht von Schiffen mit dem Automatischen Identifizierungssystem (AIS). Nach den letzten Beschlüssen der IMO (Conference of Contracting Governments to the International Convention for the Safety of Life at Sea Ende vergangenen Jahres in London) sind nunmehr bis zum 31.12.2004 alle unter die SOLAS-Konvention fallenden Schiffe mit der entsprechenden Navigationstechnik auszurüsten.

In den IMO-Performance Standards für AIS wird als Zielstellung u. a. die Verbesserung der Schiffssicherheit durch die Unterstützung der effektiven Schiffsführung angegeben und insbesondere die Anwendung von AIS in der Relation Schiff–Schiff für die Zwecke der Kollisionsverhütung angegeben [1]. Die Erhöhung der Sicherheit soll sich in der Reduzierung der Anzahl von Schiffsunfällen und insbesondere von Kollisionen und Grundberührungen dokumentieren. Eine Forderung, der allein unter Berücksichtigung des aktuellen Seeunfallgeschehens weiterhin hohe Bedeutung zukommt.



Abbildung 1: Kollision zwischen MS „Tricolor“ und MS „Kariba“ im Englischen Kanal am 14.12.2002 (Quelle Fotos: Internet)

Durch die automatische Aussendung auf reservierten UKW-Frequenzen werden verschiedene statische, dynamische und reisebezogene Daten an Bord und in Überwachungsstationen an Land zur Verfügung gestellt. Um den gewünschten Effekt der Sicherheitserhöhung realisieren zu können, ist es u. a. notwendig, die über AIS verfügbaren Informationen dem Nutzer auch in geeigneter Weise zu präsentieren, d. h. die Mensch-Maschine-Schnittstellen optimal zu gestalten. Von der IMO wird hinsichtlich der Anzeige von AIS-Informationen an Bord ein so genanntes „Minimum Display“ gefordert, welches die zeilenweise Textdarstellung der Informationen von mindestens drei AIS-Zielen ermöglicht. Die integrierte Darstellung in Radaroberflächen oder einer elektronischen Seekarte ist zulässig (siehe Abbildung 2).

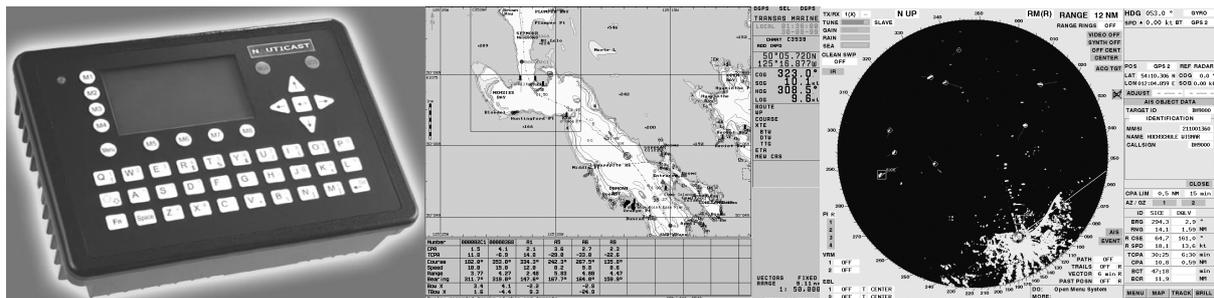


Abbildung 2: Displays zur Anzeige von AIS-Informationen (Links: AIS-Minimum Display, Mitte: AIS-Informationen integriert in ECDIS; Rechts: AIS-Anzeige integriert in Radarbild)

Um den bordgestützten Kollisionsverhütungsprozess wirkungsvoller als bisher zu unterstützen wurden an der Hochschule Wismar, Fachbereich Seefahrt Warnemünde im Rahmen von durch das BMVBW geförderten Forschungs- und Entwicklungsprojekten verschiedene Untersuchungen durchgeführt. Ausgehend von einer Erfassung der Nutzeranforderungen wurden dabei u. a. AIS-basierte Anzeigeoptionen zur Integration in eine Radaroberfläche entwickelt und diese anhand von Befragungen verifiziert.

Der bordgestützte Kollisionsverhütungsprozess kann prinzipiell in die Elemente

- Situationseinschätzung
- Entscheidungsfindung und
- Maßnahmeneinleitung und -überprüfung

unterteilt werden.

Während der Situationseinschätzung sind durch den verantwortlichen nautischen Wachoffizier die Ergebnisse der permanent durchzuführenden Seeraumbeobachtung hinsichtlich des Bestehens von Kollisionsgefahren gegenüber anderen Objekten auszuwerten. Wird eine solche festgestellt, so ist durch den Wachoffizier nachfolgend eine Entscheidung zu treffen, wann und mit Hilfe welcher Maßnahme eine sich entwickelnde Gefahr – in der Regel ein rechtzeitiges Manöver zur Vergrößerung des zu erwartenden Passierabstandes – vermieden werden soll. Diese Maßnahme ist zeit- und situationsgerecht einzuleiten und deren Wirkung – die Vergrößerung des zu erwartenden Passierabstandes – zu überwachen.

Über die Ursachen von Kollisionen ist häufig die vereinfachende Aussage zu finden, dass diese zu 60–80 % auf menschliches Fehlverhalten (Human Factor) zurückzuführen sind. In detaillierten Untersuchungen (u. a. [3] und [4]) werden dabei z. B. „Nichtbeachtung der KVR“, „Mangelhafte Schiffsführung“, „Nichtbeachtung des Nahbereiches“ oder „Fehleinschätzung der Lage durch die Schiffsführung“ angeführt. Selten wird jedoch der Frage nachgegangen, ob die zur Verfügung stehenden technischen Hilfsmittel und deren Schnittstellen auch den Anforderungen des Nutzers entsprachen oder angepasst waren.

2 Präsentation von AIS-Daten für die Schiffsführung

Im Rahmen verschiedener internationaler Feldtests wurde versucht, die Anforderungen der potentiellen Nutzer an die Präsentation von AIS-Informationen zu ermitteln. Dabei wurde bisher maßgeblich bestimmt, wo welche AIS-Informationen dargestellt werden sollen.

Ergebnissen angestellter Befragungen aus dem Jahr 2000 zu Folge [9] fordern etwa 80 % der potentiellen Nutzer (nautisches Schiffsführungspersonal) die Einblendung AIS gestützter Informationen in einer elektronischen Seekarte bzw. einer kombinierten Radar/ECDIS-Umgebung.

Unter dem speziellen Aspekt der Anwendung von AIS-Daten für die Kollisionsverhütung wurden eigene Untersuchungen durchgeführt, um die Nutzeranforderungen erfahrener Nautiker zu spezifizieren. Dazu wurde eine Stichprobe unter erfahrenen Schiffsführern (Lotsen, Kapitäne und Wachoffiziere mit mehrjähriger Berufserfahrung) erhoben. Der Stichprobenumfang betrug 112 Personen. Die Grafiken der folgenden Abbildung enthalten einige ausgewählte Befragungsergebnisse.

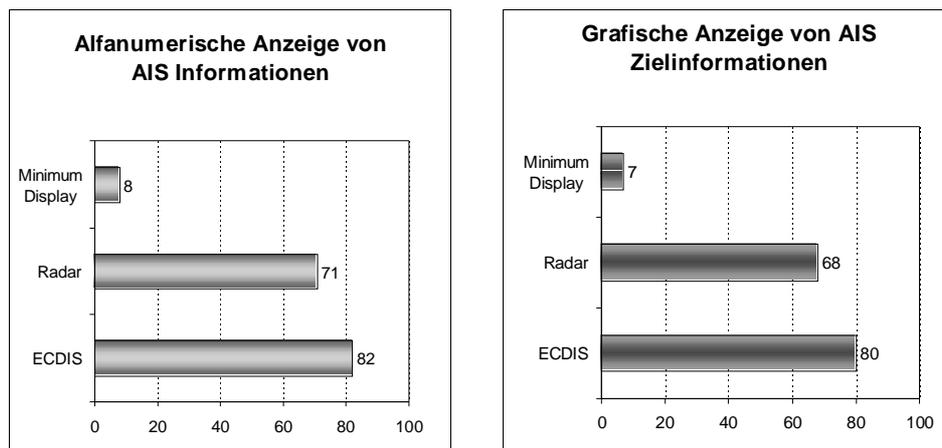


Abbildung 3: Nutzeranforderung – alphanumerische und grafische Präsentation von AIS-Informationen

Nach dieser Befragung wird die Anzeige alphanumerischer Informationen zu AIS-Zielen mehrheitlich integriert in Radar (71 %) – oder ECDIS (82 %) gewünscht. Auch die grafische Präsentation von AIS-Zieldaten (Zielsymbolik und Bewegungsvektoren) soll entsprechend der Expertenmeinung integriert in bereits bestehende Displays erfolgen. Für die Zwecke der Kollisionsverhütung wurde dabei ebenfalls die Darstellung im Display einer ECDIS-Station (80 %) gegenüber dem Radardisplay (68 %) leicht favorisiert. Die Anzeige von AIS-Informationen in einem zusätzlich zu installierenden „Minimum-Display“ wurde klar abgelehnt.

3 Entwurf von AIS-Anzeigen für die Zwecke der Kollisionsverhütung

Das ARPA-Radargerät ist gegenwärtig eines der wichtigsten technischen Hilfsmittel zur Kollisionsverhütung. AIS wird diese Technik nicht ersetzen, kann aber eine Reihe von Informationen zusätzlich oder zum Teil redundant mit höherer Genauigkeit und Zuverlässigkeit bereitstellen. Ausgehend vom aktuellen Stand, der Annahme eines fehler- und störungsfreien AIS-Betriebes, und den ermittelten Nutzeranforderungen wurden Vorschläge zur Integration von AIS-basierten Anzeigen in bestehenden Systemen entwickelt und als Softwarelösung in einer Experimentieroberfläche realisiert. Zu diesem Zweck wurden zunächst wesentliche Elemente eines ARPA-Radargerätes nachgebildet, nachfolgend neuartige Anzeigen zur Unterstützung

des Kollisionsverhütungsprozesses entworfen und schließlich in die Experimentieroberfläche implementiert.

Als Alternative zur schnellen integrierten Anzeige von Textinformationen wird z. B. ein Target-ShortInfo-Fenster vorgeschlagen. Es soll beim Überstreichen des Zielsymbols mit dem Cursor eingeblendet werden und z. B. den Schiffsnamen, Rufzeichen und die Abmessungen des Objektes anzeigen. Der Inhalt dieses Fensters kann durch den Nutzer frei konfiguriert werden. Zwei mögliche Konfigurationsvarianten sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

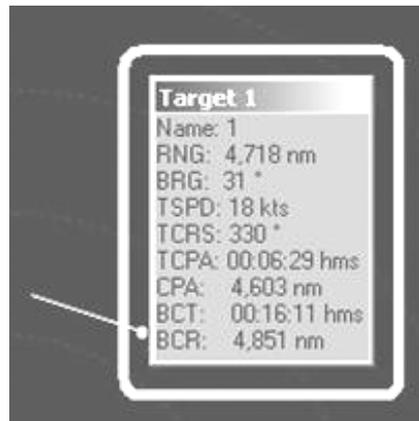


Abbildung 4: Anzeige alphanumerischer AIS-Informationen im Target-ShortInfo-Fenster

Mit dieser Form der Präsentation soll einerseits der sonst übliche Abruf gewünschter Informationen z. B. über eine konventionelle Menüsteuerung vereinfacht und andererseits eine Alternative zu der bisher üblichen Texteinblendung in einem festen Fenster, wie z. B. in den ARPA-Radargeräten der ATLAS 1000 Serie, gegeben werden.

Als ein wesentliches Element zur grafischen Anzeige AIS-basierter Informationen für die Kollisionsverhütung wurde ein so genanntes „AIS-Scope“ in eine Radaroberfläche integriert, in dem auf AIS-Daten basierende Anzeigen, frei wählbar durch den Nautiker jederzeit aktiviert werden können. Als erste ergänzende Variante zu den bisher verfügbaren ARPA-Informationen wurde eine Anzeigeeoption zur Einschätzung von Begegnungssituationen realisiert, welche die zu erwartende Passagesituation und die auf die tatsächlichen Schiffsabmessungen bezogenen Abstandswerte zur Verfügung stellt. Im Gegensatz zu den von ARPA berechneten CPA-Werten, welche den zu erwartenden Passierabstand zwischen dem eigenen Sensor und dem von der Radardatenverarbeitung berechneten Ort eines sich nähernden Zieles angibt, kann auf der Basis der Auswertung der tatsächlichen Schiffsabmessungen sowie der Bewegungsdaten der zu erwartende Passierabstand nun von Bordwand zu Bordwand und damit zuverlässiger und genauer vorausberechnet werden. Als Anzeigeeoptionen kann je nach Begegnungsart wahlweise die Situation der Kurskreuzung oder der Moment der dichtesten Annäherung mit den entsprechenden Parametern angezeigt werden.

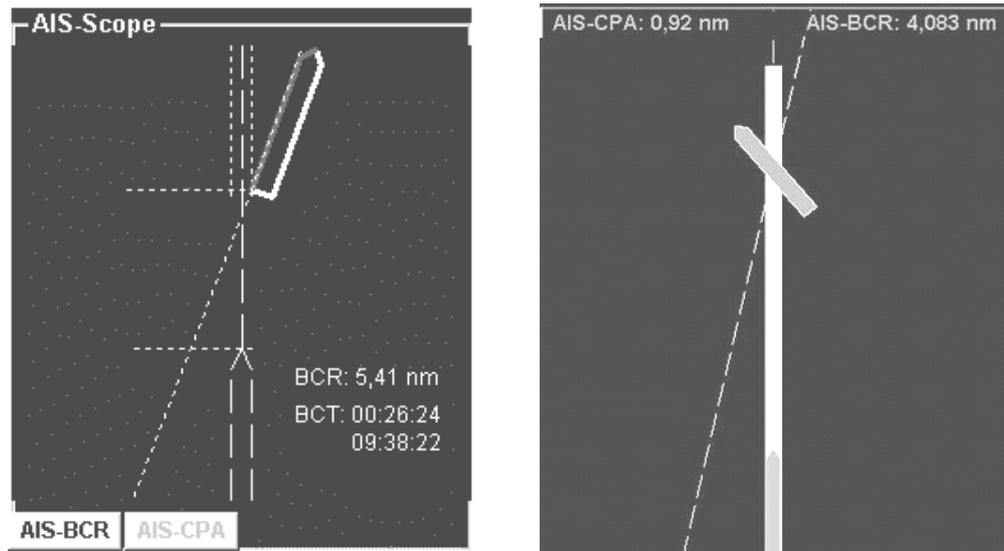


Abbildung 5: Beispiele grafischer Anzeige von AIS gestützter Begegnungsdaten im AIS Scope

Ausgehend von den in [7] erzielten Messergebnissen könnten sich so zum Beispiel für eine Begegnungssituation zwischen zwei 200 m langen und 25 m breiten Schiffen, die sich auf kreuzenden Kursen begegnen, Abweichungen von bis zu 300 m zwischen dem radar- und dem AIS-gestützten CPA-Wert ergeben. Die integrierte Informationsdarstellung im AIS-Scope in einer Radaroberfläche wurde von 81 % aller befragten Nautiker als sinnvolle und hilfreiche Funktion eines Kollisionsverhütungsdisplays insbesondere beim Navigieren in engen Fahrwassern und unter Bedingungen der verminderten Sicht bewertet.

Neben dieser Funktion zur Anzeige der auf die tatsächlichen Schiffsdimensionen bezogenen Begegnungsinformationen wurde zur Unterstützung des Nautikers bei der Situationseinschätzung auch die Anzeige der bei guter Sicht optisch sichtbaren Lichterführung realisiert. Dazu werden die empfangenen AIS-Daten Navigationsstatus, Position, Heading, Kurs und Geschwindigkeit verarbeitet. Diese Funktion kann einerseits zur Einschätzung der Pflichtenlage nach Regel 18 KVR und andererseits als Hilfsmittel zur Kontrolle der bestehenden Pflichtenlage herangezogen werden.

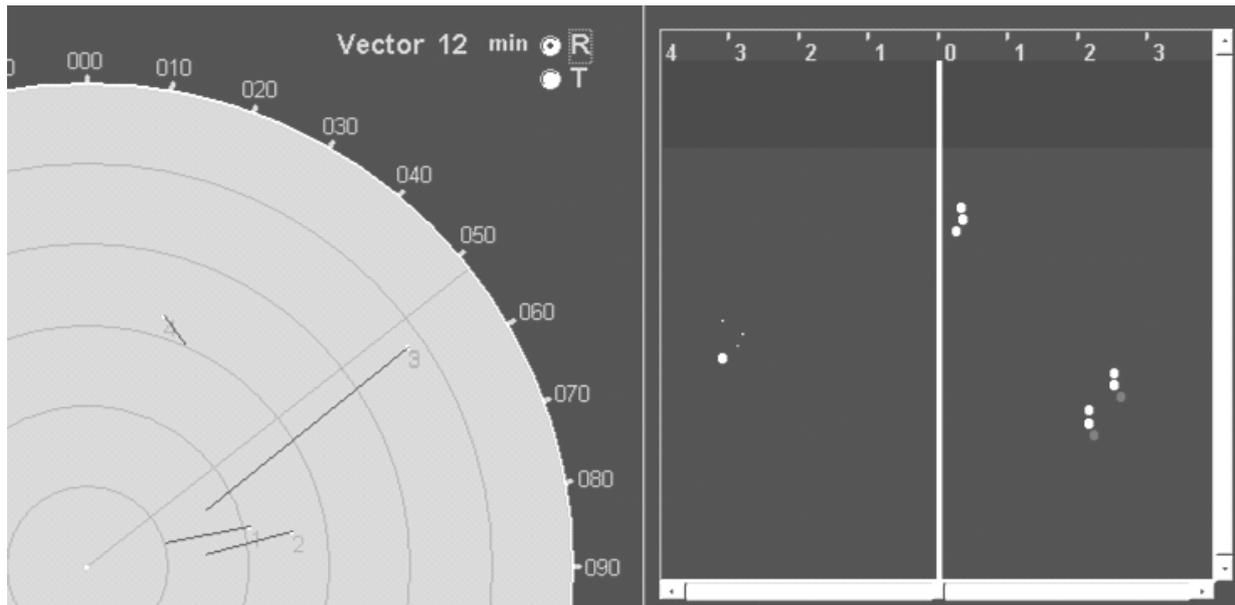


Abbildung 6: Visualisierung des Navigationsstatus als Anzeigeoption im AIS-Scope

Die Einblendung der Lichterführung zur Unterstützung des bordgestützten Kollisionsverhütungsprozesses wurde von rund 20 % der befragten Nautiker als sinnvoll eingeschätzt.

Wegen der zukünftigen Verfügbarkeit zusätzlicher und auch genauerer Bewegungs- und Begegnungsdaten wurden des Weiteren auch Anzeigefunktionen zur Situationseinschätzung und Entscheidungsfindung entworfen, welche neben den AIS-Daten auf der Anwendung quantifizierter Sicherheitsabstände und Handlungsgrenzen basieren [8].

Abbildung 7 zeigt das Display eines in der Luftfahrt angewendeten Kollisionsverhütungssystems (Traffic Alert and Collision Avoidance System – TCAS) und davon ausgehend eine für die Seeschifffahrt entwickelte Anzeigeoption. Im dargestellten Beispiel des TCAS-Displays (linke Seite) wird zur Anzeige von sich nähernden Zielen ein Symbolsatz verwendet, der u. a. zur Kennzeichnung der Gefährlichkeit der Ziele Farbabstufungen von weiß über gelb bis rot nutzt. In Anlehnung daran zeigt die auf der rechten Seite realisierte Anzeigefunktion zur Einblendung quantifizierter Handlungsgrenzen des Kurshalters gegenüber einem sich von Backbord auf kreuzendem Kurs nähernden Fahrzeug. Dabei sind die Handlungsgrenzen entsprechend der sich verschärfenden Pflichtenlage ebenfalls farblich unterschiedlich gestaltet worden.

In der „Relative-Motion“-Darstellung sind der Bereich des Kurshaltens (Regel 17(a) (i) – grün); der Bereich, in dem der Kurshalter von seiner Kurshaltepflicht abweichen darf (R17(a) (ii) – gelb) und der Bereich, in dem das Manöver des Kurshalters ausgeführt werden muss (R17(b) – rot) eingeblendet. Die Ausdehnung der Bereiche, d. h. die Größe der Handlungsgrenzen (z. B. die untere Manövergrenze) ist durch den Nutzer frei konfigurierbar. Die Einblendung erfolgt temporär nach Anforderung (z. B. gedrückte Bedientaste) des Nutzers.

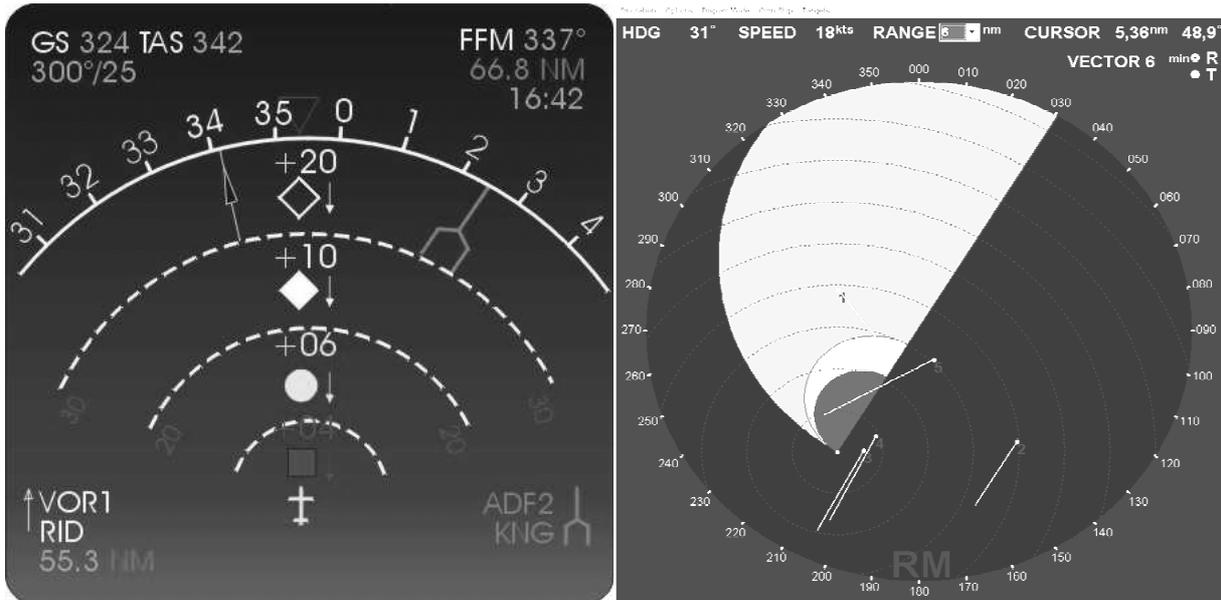


Abbildung 7: Anzeigeoption zur Einblendung der Handlungsgrenzen nach Regel 17 KVR in einem Relativ-Display

Ergänzend zu dieser Anzeigefunktion wurde für die Darstellung im „True-Motion“-Display die wahlweise Einblendung eigener Manövrierkennwerte realisiert.

In Abbildung 8 ist die Einblendung des eigenen Steuerbord-Drehkreises dargestellt (linke Seite). Aus dem Schnittwinkel des Vektors des anderen Fahrzeugs mit der eigenen Drehkreisbahn, kann erkannt werden, ob für die erfolgreiche Durchführung eines Ausweichmanövers ein beabsichtigtes Drehkreismanöver ausgefahren bzw. abgebrochen werden muss.

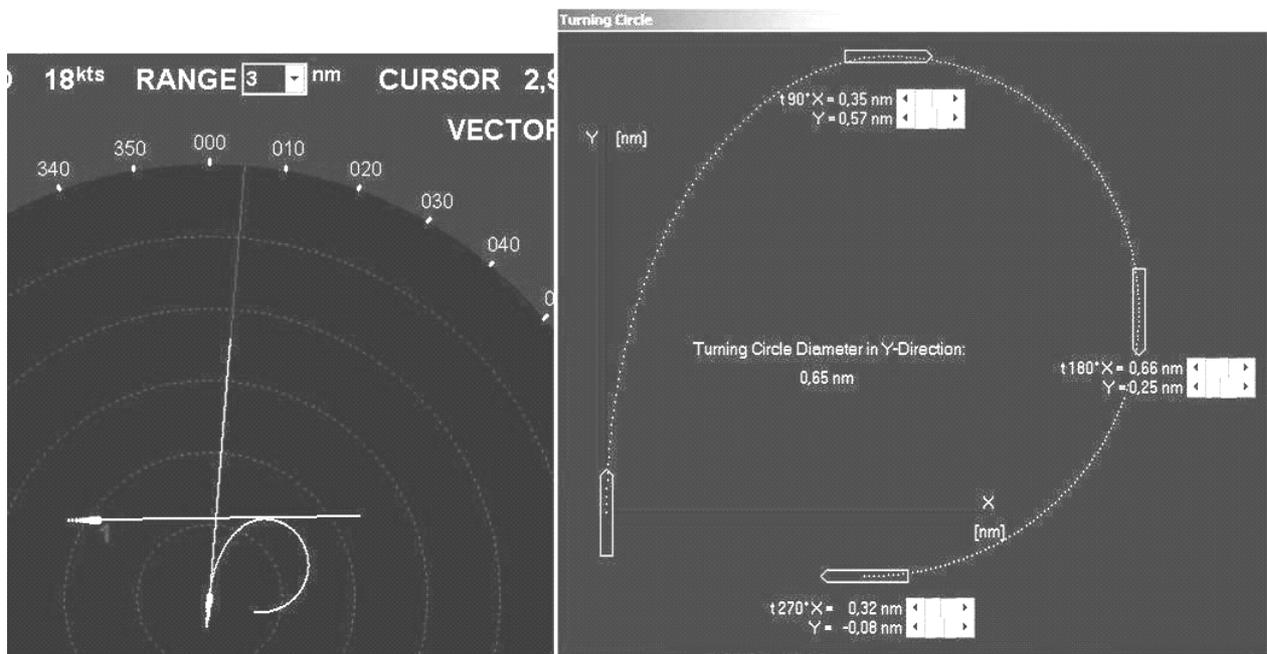


Abbildung 8: Konfiguration und Anzeige von eigenen Manövrierkennwerten zur Unterstützung bei der Kollisionsverhütung

Das in der rechten Bildhälfte eingeblendete Fenster, zeigt ein Konfigurationsfenster, in dem die Drehkreisparameter – als einfachste Realisierungsstufe – durch manuelle Eingabe z. B. bei Reiseantritt aktualisiert werden können. In ähnlicher Weise wie für den hier dargestellten Fall der „guten Sicht“ wurde auch eine Anzeigefunktion zur Einblendung von Handlungsgrenzen nach Regel 19 KVR („Nahbereich“ und „Kritische Distanz“) für das Fahren unter den Bedingungen der verminderten Sicht entwickelt und in die Experimentieroberfläche integriert. Zur Anpassung an ein konkretes Schiff wären die aktuellen Stoppstrecken einzugeben.



Abbildung 9: Einblendung der Handlungsgrenzen „Nahbereich“ und „Kritische Distanz“ als Entscheidungshilfe beim Fahren unter den Bedingungen der verminderten Sicht

Die Funktionen zur Anzeige quantifizierter Handlungsgrenzen und zur Einblendung maßstabsgerechter eigener Manövrierkennwerte stellen eine prinzipielle Erweiterung der ARPA-Funktionalität dar. Die hier vorgestellten Anzeigefunktionen wurden im Rahmen der durchgeführten Akzeptanzanalyse von rund 50 % der befragten Nautiker als sinnvolle Anwendungen für die Kollisionsverhütung bewertet.

4 Zusammenfassung

AIS-Daten sind im bordgestützten Kollisionsverhütungsprozess eine wichtige Ergänzung insbesondere zu den bisher verfügbaren ARPA-Daten. Neben den vielen Regularien zur ergonomischen Gestaltung der Nutzerschnittstellen im Bereich der Schiffsführung ist es notwendig, geeignete Anzeigefunktionen zur Unterstützung des Schiffsführers bei der Kollisionsverhütung zur Verfügung zu stellen. Die alleinige Anzeige von Symbolen und Vektoren entsprechend klassifizierter AIS-Ziele wird nur unwesentlich zur Erhöhung der Schiffssicherheit in der Relation Schiff–Schiff beitragen können. Die durchgeführte Analyse der Nutzeranforderungen belegt die Forderung zur Integration AIS-basierter Informationen in bestehende Displays (ECDIS und Radar). Die Informationsdarstellung im Minimum-Display ist keine Lösung.

Insbesondere für die Kollisionsverhütung sind Anzeigen erforderlich, die den verantwortlichen Nautiker bei der Situationseinschätzung und Entscheidungsfindung besser unterstützen und das Potential von AIS-Zieldaten weiter ausschöpfen. Mit den hier vorgestellten Vorschlägen für ergänzende und verbesserte Anzeigen in einem bordgestützten Kollisionsverhütungsdisplay wurden einige Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt. Wie die Ergebnisse der Nutzerbefragungen zeigen, konnte damit ein erster Beitrag zur Erreichung dieses Zieles erbracht werden.

5 Literatur und Referenzen

- [1] IMO-Resolution MSC.74(69) Annex 3 “Recommendation on Performances Standards for an Universal Shipborne Automatic Identification System (AIS)”. London 12. May 1998
- [2] IMO-SN/Circ. 217:
Interim Guidelines for the Presentation and Display of AIS Target Information. London, 11 July 2002
- [3] Elchlepp, F.; Kretzschmar, M.:
Katastrophen auf See – Die Seeunfälle der zivilen DDR-Schifffahrt. Neuer Hochschulschriftenverlag, Rostock, 1998
- [4] Ordemann, F.:
Ursachen menschlichen Fehlverhaltens bei Schiffsunfällen. Schiff&Hafen, Heft 6, 1993
- [5] Monteiro, Ed.:
(UAIS) Pre-Implementation Program: Cruise ship project report. Vancouver, 26.07.2001
- [6] Motz, F.; Widdel, H.:
Ergonomic Design for Presentation of AIS-Information on Ships. Final Project Report on behalf of the German Ministry of Transport, Building and Housing Germany. Wachtberg, December 2000
- [7] Baldauf, M.:
Ship operation and traffic monitoring: Radar- and GPS provide data on Positions and Movement. in: Schiff und Hafen, Issue 2/2002; Hamburg, January 2002
- [8] Hilgert, H.; Baldauf, M.:
A common risk model for the assessment of encounter situations onboard ships. in: Maritime Collision and Prevention, Chiavari Publishing, Surrey, England. 1996
- [9] The Royal Institute of Navigation:
Automatic Identification Systems (AIS) – A Report based on Presentation to Potential Users. London, October 2000

Ansatz zur computergestützten Bewertung von Trainingsergebnissen am Ship Handling Simulator im MSCW der Hochschule Wismar

Prof. Dr.-Ing. habil. Knud Benedict,

Dr.-Ing. Christoph Felsenstein

Dipl.-Ing. Matthias Herzig

Hochschule Wismar, Fachbereich Seefahrt Warnemünde

Kurzfassung

Die Ausbildung und das Training an Simulatoren haben über die letzten Jahrzehnte immer mehr an Bedeutung gewonnen. Simulatoren nehmen weltweit eine wesentliche Rolle bei der verbesserten Aus- und Weiterbildung ein und werden in der STCW Konvention ausdrücklich empfohlen. Ein wesentlicher Aspekt ist die Aus- und Bewertung von Trainingsaufgaben an Schiffsführungs-Simulatoren, die von den Instruktoren vorgenommen wird. Am Maritimen Simulationszentrum Warnemünde (MSCW) wurden zwei Softwaretools entwickelt. Das „Surveillance Tool“ überwacht während der Übung Risikoparameter und signalisiert dem Instruktor die Überschreitung bestimmter Kriterien. Gegenwärtig wird ein teilautomatisiertes Bewertungssystem für Simulationsübungen entwickelt. Mit Hilfe eines Tools werden ausgewählte Parameter während der Übung überwacht und die Ergebnisse im Anschluss an die Simulation nach entwickelten Algorithmen vom Tool bewertet. Teilergebnisse des Systems werden an konkreten Übungen vorgestellt.

Abstract

The role of simulators in the education and training of seafarers has become more important over the last decades. Simulators are now used for the purpose of improving knowledge and assessing competencies according to the STCW convention. One of the most important parts of the simulator exercise is the evaluation of trainee results by the instructor both during and after the training session. Two software tools have been created and implemented at the Maritime Simulation Centre Warnemünde. The first is the “Surveillance Tool”, which is for calculating and checking a specific risk parameter during the run and to alert the instructor when certain thresholds are exceeded. The second tool is the “Evaluation Tool”. This is still under development and will enable a detailed investigation by the instructor after the run within the replay data and at the same time facilitate the calculation of the final score for the student’s performance based on measurement factors. Within this paper a brief overview of the principles of these methods are highlighted and selected examples of applications are described to give an idea of exercise results.

1. Grundschemata zur automatisierten Aus- und Bewertung

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Entwicklung eines Werkzeugs zur computer-gestützten Bewertung an Schiffsführungs-Simulatoren – ComBew“ wurden am MSCW erste Ansätze zu einer teilautomatisierten Bewertung erzielt, die bereits jetzt in Simulationsprogramme am Ship-Handling Simulator (SHS) versuchsweise implementiert wurden. Das System soll den Instruktor unterstützen, der mehrere Übungen am SHS auf bis zu vier Brücken gleichzeitig zu betreuen hat [1].

Zunächst wurde ein Konzept entwickelt, nach dem Bewertungsaufgaben, einem Grundschemata folgend, einheitlich abgehandelt werden. Das Grundschemata wird in Abb. 1 vorgestellt. In der Abbildung sind links die inhaltlichen und theoretischen Abschnitte für den Simulationsablauf enthalten, während auf der rechten Seite bewertungsrelevante Daten wie Parameter und Kriterien für die computergestützte Aufbereitung erfasst sind.

Aus der STCW werden die Zielstellungen selektiert, die den Umfang der ausgewählten Übung abgrenzen. Die Auswahl des Trainingsziels (Objective) steht im Ablaufplan an erster Stelle. Das Übungsziel bestimmt den Szenarioaufbau, in dem die Anforderungen nach STCW im Detail festgelegt werden. Im Briefing werden zwischen Instruktor und Trainee das Szenario und die Parameter und Kriterien abgestimmt, gegebenenfalls werden entsprechende Anpassungen vorgenommen. Während des Simulationslaufs überwacht das Surveillance Tool die System- integrierten Parameter. Gleichzeitig werden ausgewählte Messdaten während des Simulationslaufs gespeichert und nach vorgegebenen Kriterien im Anschluß der Übung vom Bewertungstool ausgewertet und nach einem übungsspezifischen Algorithmus bewertet. Im Debriefing können die Übung im Offline-Tool nachgefahren und somit die Ergebnisse im Replay nachvollzogen werden.

Unterschieden wird zwischen Referenz- bezogener Bewertung, bei der die Bahnführung des Schiffes mit einer zuvor gefahrenen und als „optimal“ anerkannten Referenzbahn verglichen wird, und einer Grenzwert- orientierten Bewertung, bei der weg- und zeitbezogene Grenzwerte die Kriterien bestimmen. Nachfolgend werden je ein Beispiel für ein Referenzmanöver und Grenzwert- orientiertes Manöver vorgestellt.

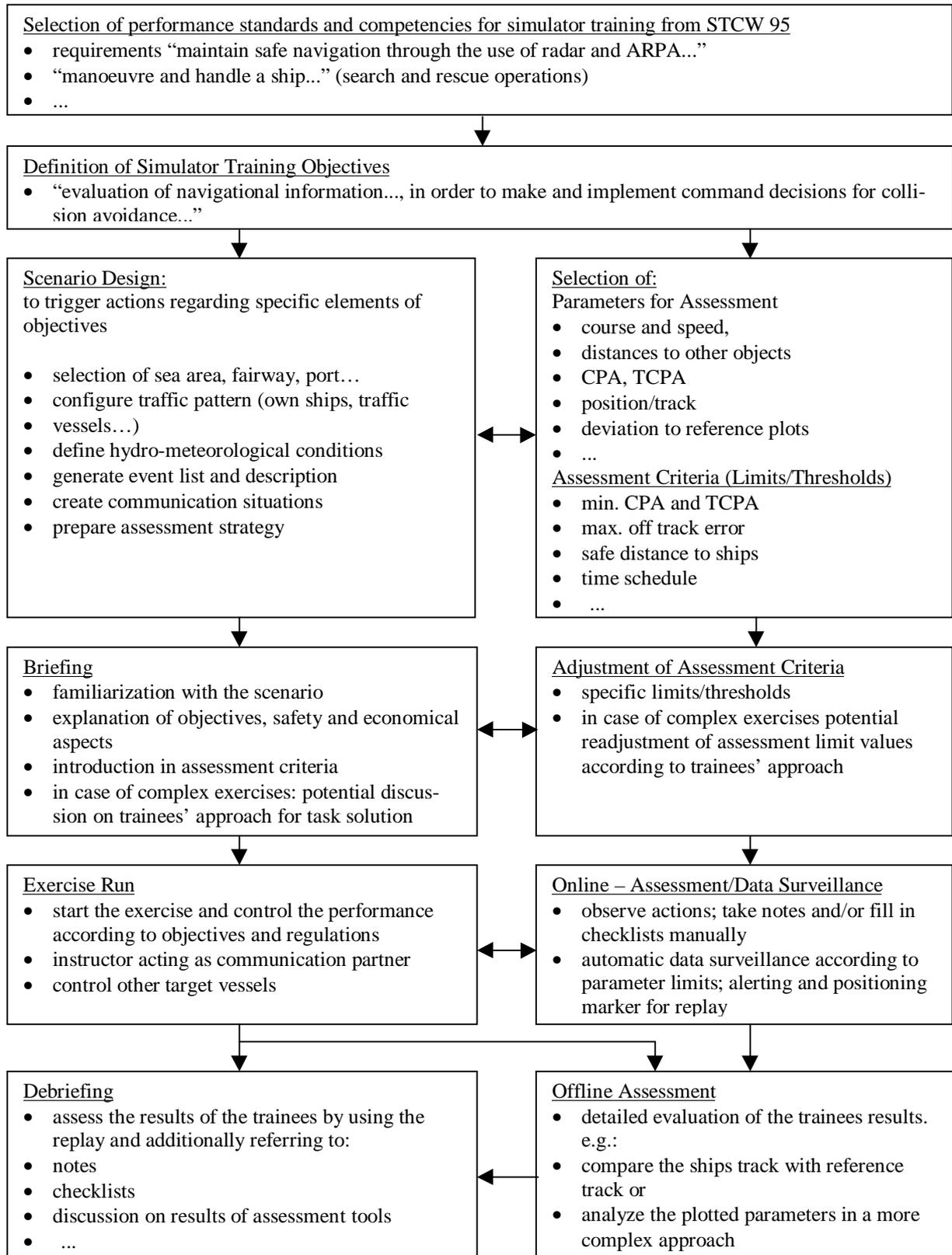


Abb. 1: Grundschemata Ablaufplan ComBew

2. Beispiel Rückführmanöver

Der STCW Code verlangt umfassende Kenntnisse und Fähigkeiten zur Durchführung von Such- und Rettungsmanövern. Der sogenannte Scharnow-Turn [2] wird im Notfall „Mann über Bord“ als Rückführmanöver angewendet, wenn der Unfall erst im Nachhinein wahrgenommen wurde. Bei diesem Notmanöver kommt es darauf an, das Schiff schnellstmöglich und präzise auf seine ursprüngliche Ausgangsbahn zurückzuführen.

In Abb. 2 ist das Referenzmanöver zum Scharnow-Turn dargestellt. Das Manöver wird bei voller Geschwindigkeit mit drei Hartruderlagen gefahren. Bei Wahrnehmung des Unfalls wird sofort Hartruder gelegt und das Schiff auf den Drehkreis geführt. Bei Kursänderung von etwa 240° (genauer Wert aus den Manövrierunterlagen des Schiffes) wird Hart-Gegenruder gelegt, gleichzeitig der Überschwingwinkel ermittelt und vor Erreichen des Gegenkurses nochmals aufgestützt, bevor das Schiff auf die rückwärtige Ausgangsbahn einschwingt. Analog zum Grundschemata wurden in Tab. 1 die Informationen an die konkrete Übung angepasst.

Area of Competency	co-ordinate search and rescue operations
Objectives	determination of accurate time and heading change for shifting the rudder and counter rudder use of radar and GPS to observe position and marked plot for return
Scenario Design	selection Scharnow–Turn STB no further traffic wind and current zero, sea 1 use of internal and external communication Container vessel L _{OA} 217 m, B _{OA} 30 m, Draught 10 m loaded, at open sea. Alert of man over board. Immediately introduce Scharnow-Turn to STB, perform most accurate manoeuvre and take all necessary steps and record data. Use communication facilities (internal, external).
Assessment Parameters	course, speed respectively change and overshoot angle rudder angle track, track deviation time parameter
Assessment Criteria	deviation of opposite course from original track < 250m time difference to reference returning point < 1 min

Tab. 1: Schema Szenario/Parameter

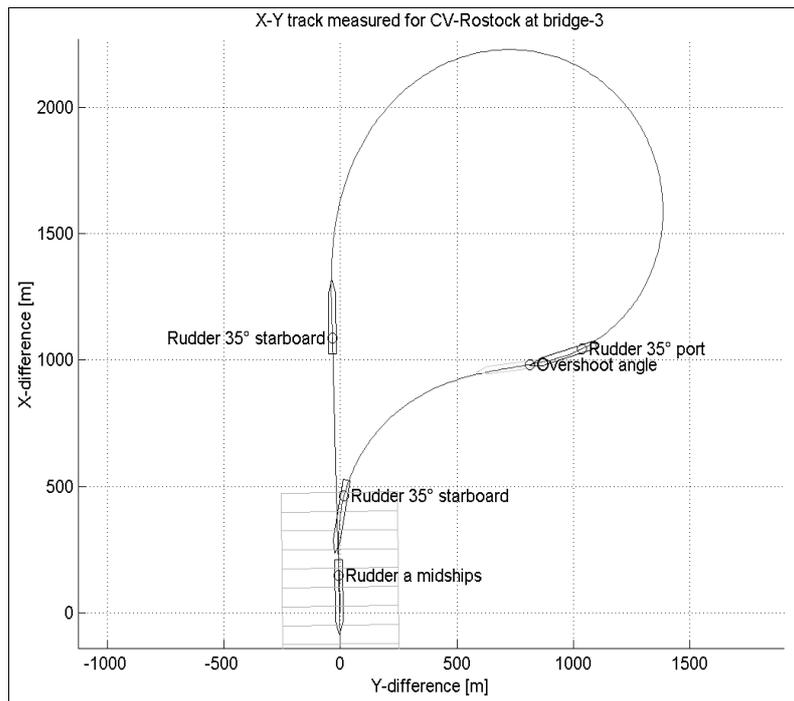


Abb. 2: Referenzmanöver Scharnow-Turn

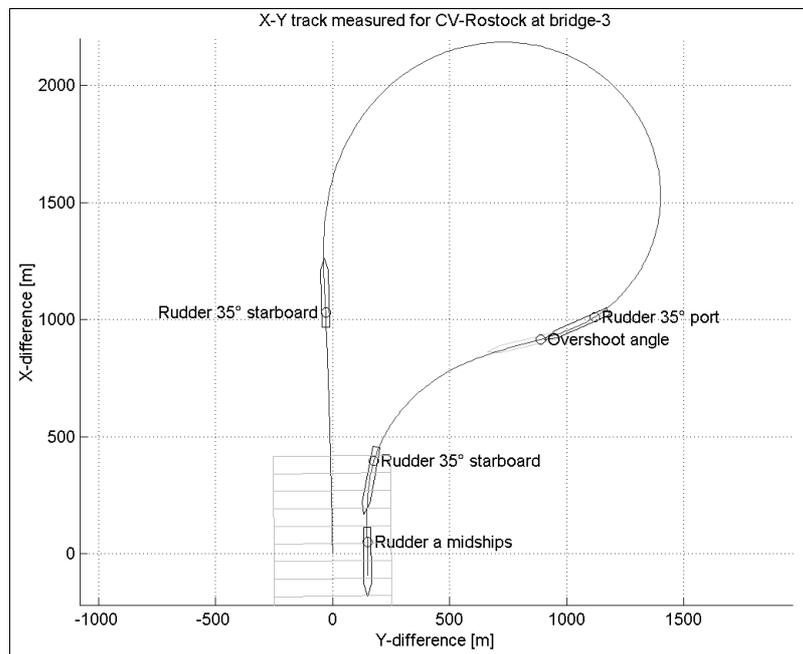


Abb. 3: Beispiel für Rückführmanöver eines Trainees

Je nach Ausführung des Manövers, in Abhängigkeit der zu berücksichtigenden Manövrierkennwerte, wird das Schiff auf eine Bahn zurückgeführt, die im optimalen Fall identisch mit der Ausgangsbahn ist (Referenzmanöver) oder auf parallelem Kurs zur Ausgangsbahn liegt.

Die Bewertung findet im Vergleich mit dem Referenzmanöver im letzten Drittel der Übung statt, ob der Rückführungspunkt (Ruder mittschiffs) auf der Ausgangsbahn getroffen wurde bzw. in einem vertretbaren Abstand zur Ausgangsbahn liegt und das Zeitschema zur schnellstmöglichen Rückführung eingehalten wurde. Abb. 3 veranschaulicht die unterschiedliche Bahnführung zum Referenzmanöver.

Die Kriteriumsgrenzen richten sich nach der Erkennungsreichweite von Personen im Wasser in Abhängigkeit der Umweltbedingungen. Die in Tab. 2 dargestellten Werte stammen aus [3].

Single person without survival aid	Conditions	Day-/night	Identification
	Good	Day	0,45 nm
	Moderate	Day	0,27 nm
	Moderate	twilight	0,12 nm
	Good	night	0,05 nm
	moderate	night	0,11 nm (searchlight)

Tab. 2: Erkennungsreichweite in Abhängigkeit der Tages-/Nachtzeit und Sichtbedingungen

Parameter	reference values	Trainee values	deviation
Initial course	359.4°	359.5°	+0.1°
initial speed	21.5 kn	22.1 kn	+0.6 kn
time of hard rudder STB	0:00 min	0:00 min	0:00 min
hard counter rudder to port at	253.8° Heading	247.6° Heading	-6.2°
time of hard rudder port	7:06 min	6:52 min	-0:14 min
overshoot angle	9.7°	10.5°	+0.8°
Opposite Course/ Track (+180°)	179.4°	179.5°	+0.1°
hard counter rudder to STB at	190.5° Heading	192.2° Heading	+1.7°
time of hard rudder starboard	10 min 14 sec	9 min 48 sec	-0 min 26 sec
cross distance to original track	18 m	147.2 m	+129.2 m
time of rudder amidships	11 min 2 sec	10 min 40 sec	-0 min 22 sec
Deviation from original track on return	< 250 m (criteria)	< 250 m (criteria)	+129.2 m

Tab. 3: Ergebnisse Referenz- und Beispielmanöver und Abweichungen

Die Kriteriumsgrenzen bilden ein Rechteck, dessen obere Begrenzungslinie, senkrecht zur Ausgangsbahn, um zwei Schiffslängen vom Einleitungspunkt des Manövers zurück versetzt wird. Die Größe des Rechtecks richtet sich nach der Erkennungsreichweite aus Tab. 2. In

vorliegendem Beispiel wurde das Schiff innerhalb der Kriteriumsgrenzen (hier 250m und weniger als 1 min Zeitdifferenz) auf seine Ausgangsbahn zurück-geführt. Gegenüberstellung der vom Tool berechneten Ergebnisse (siehe Tab. 3).

3. Beispiel Bahnführungsmanöver

Bei Lotsenansteuerung Simland-Western-Approach (Abb. 4) hat MV ROSTOCK entsprechend der angeordneten Lotsensequenz im TSS andere Schiffe zu überholen und sich hinter dem zuerst beim Lotsen eintreffenden Schiff DSR BALTIC einzuordnen. Die Lotsenposition soll innerhalb dreißig bis maximal vierzig Minuten erreicht werden. Anfangskurs 130°, Geschwindigkeit 24 kn. Bei den Überholmanövern, mit sicherem Abstand zu den anderen Schiffen und nicht unter 2 kbl, und anschließend reduzierter Fahrt auf Ost-Kurs sind Wind aus NW und West- setzender Strom zu berücksichtigen. Der Bahnverlauf hat innerhalb des TSS zu erfolgen. Bei Ankunft Fahrtreduzierung zur Übernahme des Lotsen auf 6 kn. Objective und Szenario wurden in Tab. 4 angepasst.

Area of Competency	ship manoeuvring and handling
Objectives	Pilot approach in TSS with other traffic and advised sequence for ETA. Use of radar and GPS to observe position and safe distance to other vessels and fairway limits.
Scenario Design	Own ship container vessel ROSTOCK, L _{OA} 217 m, B _{OA} 30 m, Draught 10 m loaded, on pilot approach. According to pilot schedule vessel No.2. further traffic East-Bound: ferry MECKLENBURG-VORPOMMERN bound for Weser approach Trawler SHARKY, acc. pilot schedule No.4 RORO HOLMEN CARR., acc. pilot schedule No.3 Cont. DSR BALTIC, acc. pilot schedule No.1 further Traffic West-Bound: Bulk Carrier TERN, Pass. DEUTSCHLAND wind NW 4Bf, current 270° 1kn, sea state 2 use of internal and external communication MV ROSTOCK, according to pilot schedule, has to overtake other traffic vessels with safe distance > 2kbl and distance to TSS limits > 1kbl Time schedule 30 min ±10 min
Assessment Parameters	course, speed rudder angle distance to vessels/TSS-limits EOT, propulsion time parameter
Assessment Criteria	safe speed and distance time schedule < 30 min ±10min

Tab. 4: Schema Szenario/Parameter

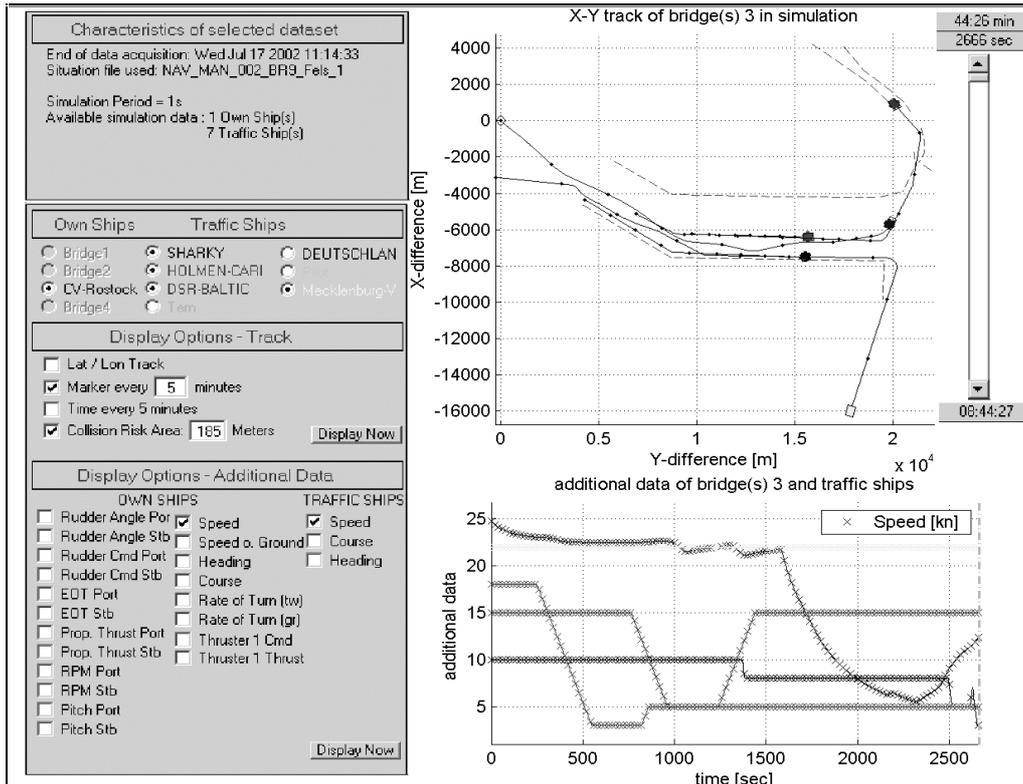


Abb. 4: Bahnführungsaufgabe im TSS alle Schiffe

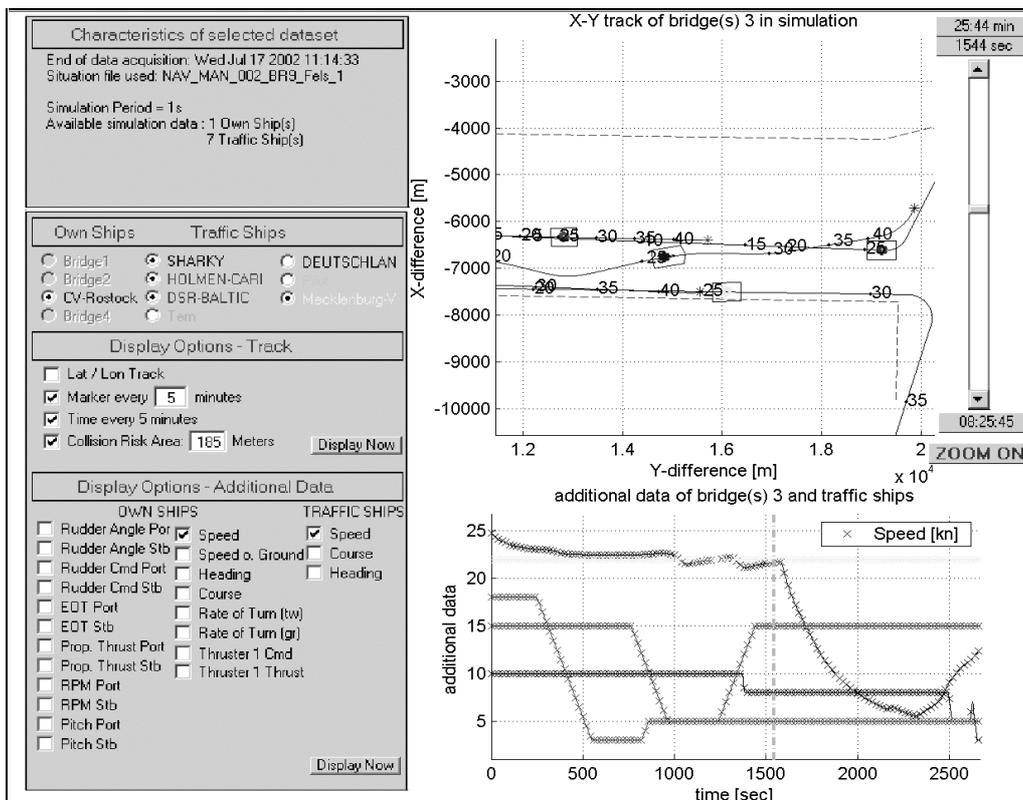


Abb. 5: Bahnführungsaufgabe im TSS Teilauszug ausgewählte Schiffe

Das am MSCW entwickelte Tool überwacht während der Übung Bahnverlauf und Abstand zu den anderen Schiffen und Wegpunkten zu jedem Messzeitpunkt. Die Messparameter wie Geschwindigkeitsverlauf, RPM, Kurs und Ruderlage werden über den Simulationszeitraum automatisch überprüft und können im Anschluss an die Übung in einer grafischen Darstellung in beliebiger Kombination abgebildet werden. Neben der Display-Gesamtansicht (Abb. 4) kann die Übung, nach ausgewählten Zeitfolgen gezoomt, am Bildschirm nachgefahren werden, indem der Cursor im Zeitfenster (Balken rechts) aktiviert wird. Dabei lassen sich die Abstände der Schiffe zueinander und zu den Begrenzungslinien des TSS im Detail verfolgen. Die zulässigen Annäherungsgrenzen, hier mit 1 kbl festgelegt, sind als Kriteriumsgrenzen um das Schiff markiert (Abb. 5). Analog zur Justierung des Zeitfensters bewegen sich die Schiffe auf ihren Bahnkurven, gleichzeitig indiziert der senkrechte Balken im unteren Zeitfenster für den Geschwindigkeitsverlauf die aktuelle Geschwindigkeit der Schiffe zum ausgewählten Zeitpunkt. Um 08:25, nach Abschluss der Überholmanöver, reduziert MS ROSTOCK seine Geschwindigkeit bei der Annäherung zur Lotsenstation und erreicht gegen 08:37 die Lotsenposition mit einer Geschwindigkeit von 6 kn. Im Zeitraffer kann nachvollzogen werden, ob die zulässigen Annäherungsgrenzen der Schiffe untereinander und zu den Begrenzungslinien des TSS während der Übung eingehalten wurden bzw. wann die Kriteriumsgrenzen mit Konsequenz eines Punkteabzugs unterschritten wurden. Die Simulationsergebnisse hinsichtlich Bahnverlauf und Zeitschema werden nach einem für die konkrete Übung entwickelten Algorithmus bewertet.

4. Aus- und Bewertung Bahnführungsmanöver

Für die Auswertung des Bahnführungsmanövers aktiviert der Instruktor die im Briefing festgelegten Kriterien und deren Grenzwerte im linken Fenster des Bewertungsdisplays, siehe Abb. 6 und Abb. 7. Der Sicherheitsabstand zu anderen Schiffen wurde hier auf 700 m erhöht, um die Überschreitung des Grenzwertes (horizontale Linie) und Auswirkung auf die Bewertung besser zu veranschaulichen. Anhand der ausgewählten Kriterien werden verschiedene grafische Ergebnisse generiert, die durch Auswahl dargestellt werden. Im speziellen Fall z. B. der Abstand zu den Fremdschiffen (Abb. 6) und die Einhaltung von vorgegebenen maximalen Ruderwinkeln (Abb. 7).

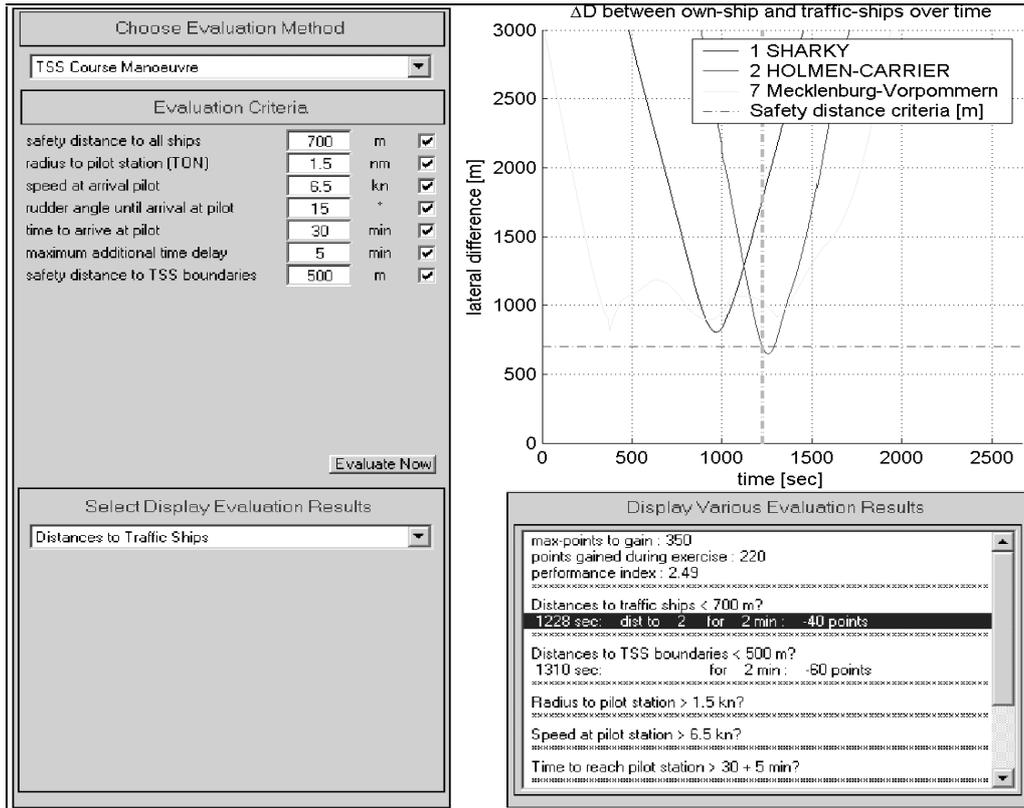


Abb. 6: Auswertung: Abstand zu Fremdschiffen

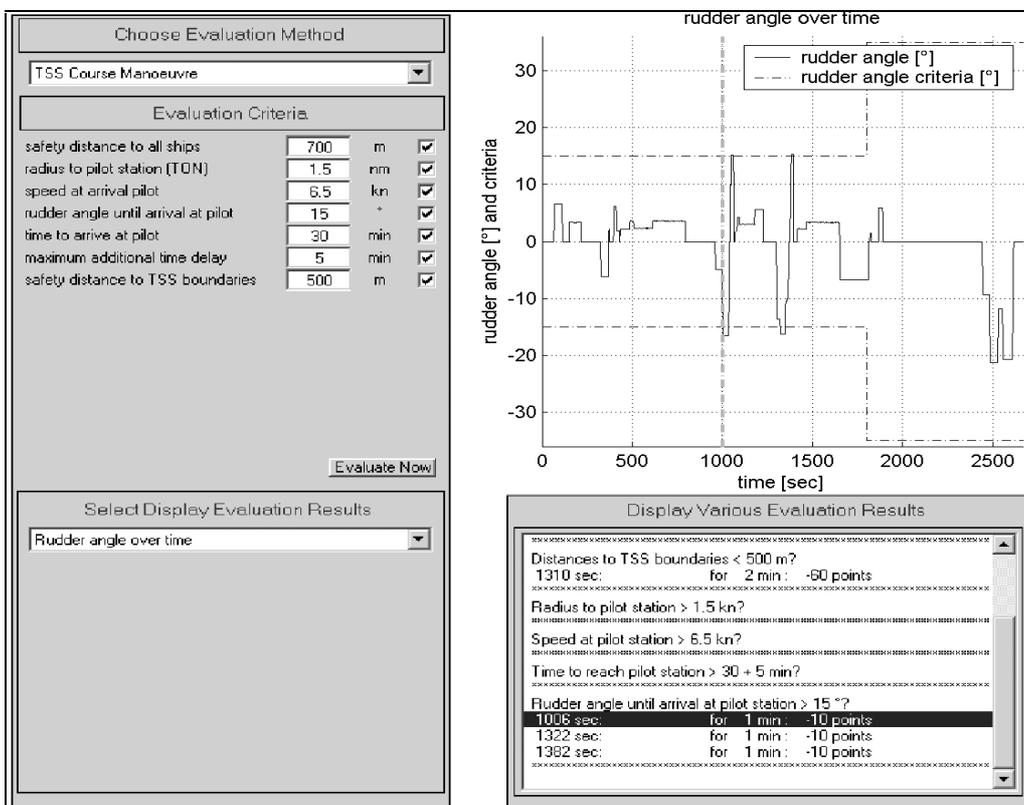


Abb. 7: Auswertung: Ruderwinkel

Die Bewertung der Übung erfolgt nach einem vorgegebenen Punkteschema. Die maximal erreichbare Anzahl der Punkte richtet sich nach dem vorgegebenen Zeitkriterium, z. B. nach Länge der Übung für 30 min \pm 10 min maximal 400 Punkte. Für jeden Fehler werden dann automatisch Strafpunkte abgezogen, gestaffelt je nach Wichten des Vergehens und Zeitdauer der Grenzwertüberschreitung. Im unteren rechten Fenster der Aus- und Bewertung werden die Fehler aufgelistet. Durch Mausklick wird die Fehlerstelle aufgerufen und in den Grafikfenstern zeitlich markiert (Abb. 7). Nach Abzug aller Fehlerpunkte wird vom Programm ein Performance-Index ermittelt, der dem Instruktor als Vorlage für die Benotung der Übung dient.

5. Zusammenfassung

Die Ausführungen veranschaulichen die Notwendigkeit zur Entwicklung eines computergestützten Bewertungsmodells. Nicht alle Aspekte, die vom Instruktor bei den vielfältigen Aufgaben im Schiffsführungsprozess zu berücksichtigen sind, können durch teilautomatisierte Systeme quantifiziert bewertet werden. Das System garantiert aber die Entlastung und Unterstützung des Instructors, dem auch in Zukunft die übergeordnete Rolle zur Einschätzung der Leistungen der Studenten und Offiziere in der Aus- und Weiterbildung zufallen wird. Computergestützte Lösungsansätze versprechen die objektive Evaluierung und werden einen wesentlichen Beitrag zur Erfüllung der Anforderungen nach STCW 95 leisten.

Referenzen:

- [1] BALDAUF, M.; BENEDICT, K.; FELSENSTEIN, C.; HERZIG, M.; „Compute-Based evaluation of ship-handling simulator exercise results“, INSLC, California, July 2002
- [2] BENEDICT, K.; HILGERT, H.; „Rückführung des Schiffes bei Mann-über-Bord-Unfällen“, Part 1 HANSA, Hamburg, 1986
- [3] HAHNE J.; TOBER H.; BRÜHE B; „Rettung aus Seenot“, Deutscher Kommunal-Verlag, 1977

Untersuchung zur Modifizierung der ECDIS-Farbtafeln

Dipl.-Ing. Sven Herberg,

Dr. Michael Baldauf

Hochschule Wismar, Fachbereich Seefahrt Warnemünde

Auftraggeber: Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Hamburg

1 Einleitung

Auf Anforderung des technischen Komitees „Colours&Symbols Maintenance Working Group“ (C&SMWG) der IHO (International Hydrographic Organisation) wurden drei neue Farbtabelle für die Anzeige von Elektronischen Seekarten (ENC) erarbeitet. Diese drei Farbtabelle sind Bestandteil der sich derzeit in Überarbeitung befindlichen „Presentation Library“ (S52, Appendix 2).

- Farbtabelle „Bright Day“/„Day“ für die Kartendarstellung unter Tageslichtbedingungen,
- Farbtabelle „High Black“/„Dusk“ für die Kartendarstellung unter Lichtbedingungen in der Dämmerung und
- Farbtabelle „Low Black“/„Night“ für die Kartendarstellung unter Nachtbedingungen.

Die derzeit in Kraft befindliche Edition 3.2 des Appendix 2 des S52-Standards enthält fünf Farbtabelle, die eine den wechselnden Lichtbedingungen des Bordbetriebes entsprechende Seekartendarstellung auf dem Bildschirm ermöglichen. Die zu untersuchende, auf drei Farbtabelle reduzierte Lösung benutzt prinzipiell eine identische Farbkodierung – jedoch mit modifizierten Werten für die einzelnen Helligkeitswerte und Farbsättigungen:

- Helligkeit und Kontrast der „Bright Day“-Farbtabelle entsprechen grundsätzlich der „Day Bright“-Farbtabelle des geltenden 5-Farbtabelle-Modells.
- Helligkeit und Farbsättigung der modifizierten „High Black“-Farbtabelle liegen zwischen den entsprechenden Werten „Day Black“- und der „Dusk“-Farbtabelle des geltenden 5-Farbtabelle-Modells.
- Helligkeit und Farbsättigung der neuen „Low Black“-Farbtabelle liegen zwischen den aktuellen „Dusk“- und „Night“-Farbtabelle des geltenden 5-Farbtabelle-Modells.

Die Hochschule Wismar, Fachbereich Seefahrt wurde durch das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) beauftragt, Untersuchungen zum Akzeptanzverhalten der neu vorgeschlagenen ECDIS-Farbtabelle mit potentiellen Nutzer durchzuführen.

Im Falle eines positiven Ergebnisses ist beabsichtigt, die drei neuen Farbtabelle alternativ zu den momentan gültigen fünf Farbtabelle in die Edition 3.3 des Appendix 2, des IHO S52-Standards aufzunehmen, um damit letztlich eine verbesserte Seekartendarstellung im Bordbetrieb anbieten zu können.

Die Definition der neuen Farbtabelle hat folgende Zielsetzung:

- Reduzierung der Anzahl der Farbtabelle zur Erhöhung der Nutzerfreundlichkeit,
- Erhöhung des Kontrastes zwischen Vorder- und Hintergrundfarben zur leichteren Erkennbarkeit unter allen Tageslichtbedingungen,
- Untersuchung von drei farblich unterschiedlichen markierten Tiefenflächen – diese Funktion wird von dem geltenden 5-Farbtabelle-Modell unzureichend unterstützt.

Zur Durchführung der Untersuchungen wurden am Maritimen Simulationszentrum in Warnemünde mehrere Versuchsreihen zur Erhebung einer Stichprobe durchgeführt. Das entwickelte Versuchskonzept basiert hauptsächlich auf den Empfehlungen der Colours & Symbols Maintenance Working Group der IHO.

2 Versuchsanordnung und Bedingungen der Versuche

2.1 Seegebiete

In unterschiedlichen Seegebieten treten entsprechend den eingestellten Farbtabelle auf Grund der Vielfalt von Objekten und Symbolen vor den jeweiligen Tiefenflächen die unterschiedlichsten Kombinationen von Farben auf. So werden z. B. in Ansteuerungen und Häfen andere Farbkombinationen und Kontraste gegenüber der freien See auftreten.

Um bei den Akzeptanztests ein möglichst breites Farbspektrum abzudecken, wurden zwei Seegebiete ausgewählt:

1. eine Hafenansteuerung und
2. ein Gebiet in freier See mit einem vielbefahrenem Verkehrstrennungsgebiet.

Beide Seegebiete wurden in typischen Maßstäben dargestellt.

Die Ausweitung der Tests auf mehr als zwei Seegebiete hätte die Dauer der Befragungen ohne weiteren zu erwartenden Erkenntnisgewinn unnötig ausgedehnt.

	Klassifizierung	Seegebiet	Maßstab	ENC
a)	Ansteuerung	Ansteuerung Rostock (Abb. 1)	1:7500	DE516500.000
b)	Freie See mit vielbefahrenem Verkehrstrennungsgebiet	Kadetrinne (Abb. 2)	1:60000	DE416050.000, DE3DK000.000, DE316003.000, DE316002.000

Tabelle 1: Verwendete S57 ENC Daten

Auf Grund der Datenverfügbarkeit wurden ausschließlich S57-ENC-Daten des BSH der folgenden Seegebiete verwendet:

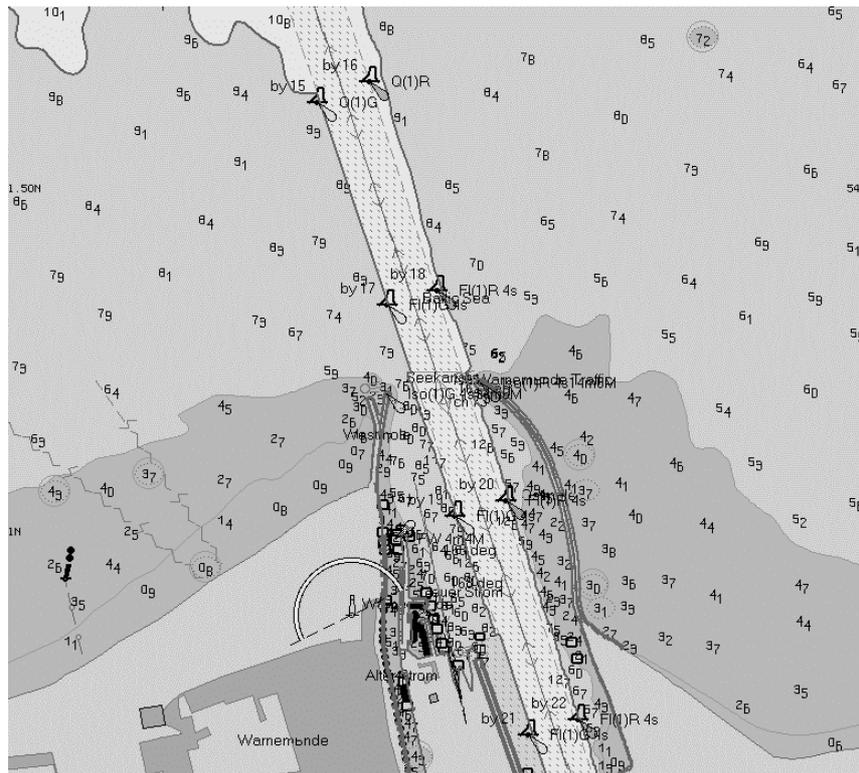


Abb. 1: Seegebiet Ansteuerung Warnemünde

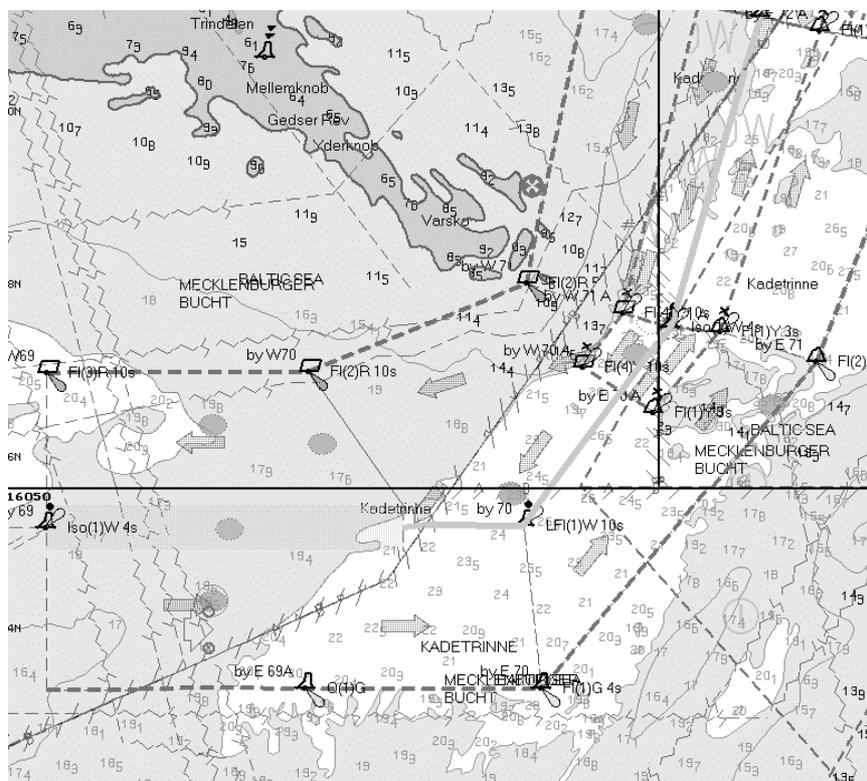


Abb. 2: Seegebiet Kadetrinne

2.2 Versuchsaufbau

Am Maritimen Simulationszentrum in Warnemünde können Schiffsführungsaufgaben simuliert und in Abhängigkeit vom Ausbildungsziel trainiert werden. Vier Schiffsbrücken, die durch einen jeweils unterschiedlichen Aufbau und Ausbaugrad charakterisiert sind, stehen zur Verfügung. Dabei variiert z. B. die Sichtsimulation von 120° bis 360°.

Für die ECDIS-Versuche wurde die Simulationsbrücke 2 mit ihrer 257°-Projektionswand ausgewählt. Ausschlaggebend dafür waren die zur Verfügung stehende technische Ausrüstung und das verfügbare Platzangebot.

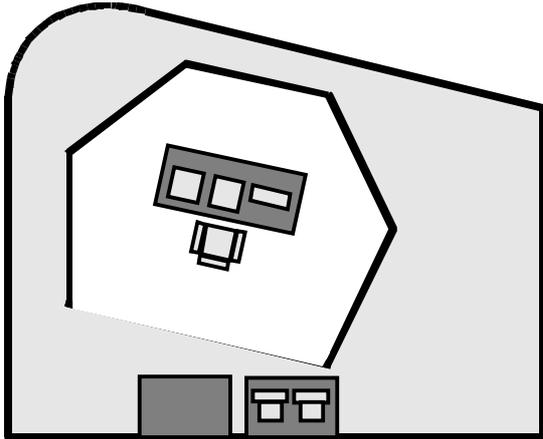


Abb. 3: Für die ECDIS-Tests ausgewählte Simulatorbrücke

Die verwendete Simulationsbrücke besteht neben der Sichtsimulation aus den normalen Steuerelementen und Brückenausrüstung für das Manövrieren eines Schiffes. Des Weiteren steht ein Navigationsarbeitsplatz zur Verfügung. Dieser beinhaltet neben dem traditionellen Kartenarbeitsplatz, der GMDSS Ausrüstung und Navigationsgeräten zusätzlich aus zwei ECDIS-Stationen. Beide Systeme sind vom Typ NaviSailor 2400 ECDIS der Firma TRANSAS.



Abb. 4: Versuchsaufbau

Für die Tests wurden beide Systeme mit dem gleichen Softwarestand (Transas Navisailor 2400 V 3.2 Build 1653) ausgestattet (ECDIS-Software und Kartendaten). Weiterhin wurden beide Systeme mit den gleichen Einstellungen für die Darstellung versehen. Um einen Einfluss des herstellereigentlich kolorierten Bedienmenüs zu vermeiden, wurde es für die Test während der Versuchsdurchführung abgedeckt. Auf einem System waren die gegenwärtig zugelassenen fünf ECDIS-Farbtafeln auf dem zweiten System die vorgeschlagenen drei neuen Farbtafeln installiert.

Die Versuche wurden für zwei definierte Umgebungshelligkeiten „Dämmerung“ und „Nacht“ durchgeführt.

2.3 ECDIS-Einstellungen mit wesentlichem Einfluß auf die Darstellung

Ein wesentlicher Vorteil eines ECDIS-Systems ist, dass die Darstellung nutzerorientiert angepasst werden kann. Da die Einstellungen einen erheblichen Einfluss auf die Darstellung der ENC haben, wurden diese für die Versuchszwecke wie folgt festgelegt:

- Flachwasser (Shallow water) 5 m
- Sicherheitskontur (Safety contour) 10 m
- Sicherheitstiefe (Safety depth) 15 m
- Tiefenkontur (Deep contour) 20 m

- Papierkartenähnliche Darstellung der Symbole (Traditional presentation)
- Vier Tiefenschattierungen (Four shades)

Mit diesen Einstellungen konnten alle Befragungen ohne zwischenzeitliche Umstellung durchgeführt werden. Eine Umstellung erfolgte nur bei Wechsel des Seegebietes sowie beim Test des BLKADJ-Symbols (siehe 3.7 BLKADJ-Symbol).

Die Bedienmenüs werden bei dem verwendeten Transas-System nicht – wie bei anderen Systemen sonst möglich – durch die S52-Farbdefinitionen bestimmt. Die Bedienmenüs wurden deshalb während der Tests abgedeckt. Ihr Einfluss auf den Gesamteindruck und ihre Erkennbarkeit sind deshalb nicht Gegenstand dieser Untersuchung.

2.4 Zusammensetzung der Stichprobe

Eine Schwierigkeit bei der Durchführung von Versuchsreihen zur Bestimmung der Nutzerakzeptanz besteht darin, dass es bisher noch vergleichsweise wenige Nutzer mit umfangreicher ECDIS-Erfahrung gibt.

Zur Erhebung der Stichprobe wurden deshalb freiwillige Probanden herangezogen ohne an diese spezifischen Anforderungen zu stellen. Weder das Alter, noch der Beruf oder die Seetauglichkeit waren deshalb Kriterien für die Teilnahmen an der Versuchsreihe. Lediglich ein nautischer Hintergrund bzw. ECDIS-Erfahrung wurden gefordert. Wobei beide Eigenschaften nicht gleichzeitig erfüllt sein mussten. Wenn jedoch keine ECDIS-Erfahrung verfügbar war, dann musste der Teilnehmer mindestens den notwendigen nautischen Sachverstand (Seefahrtszeit als nautischer Wachoffizier) haben.

Die Befragung selbst dauerte in der Regel zwischen 45–60 Minuten.

Die Stichprobe setzte sich schließlich aus Kapitänen, nautischen Wachoffizieren, Studenten und anderem Personal mit ECDIS-Erfahrung (z. B. wissenschaftliche Mitarbeiter der Hochschule) zusammen. Der Stichprobenumfang betrug 31 Personen.

Die Altersverteilung war relativ gleichmäßig, bis auf einen Kapitän, der in die Kategorie 61–70 fiel.

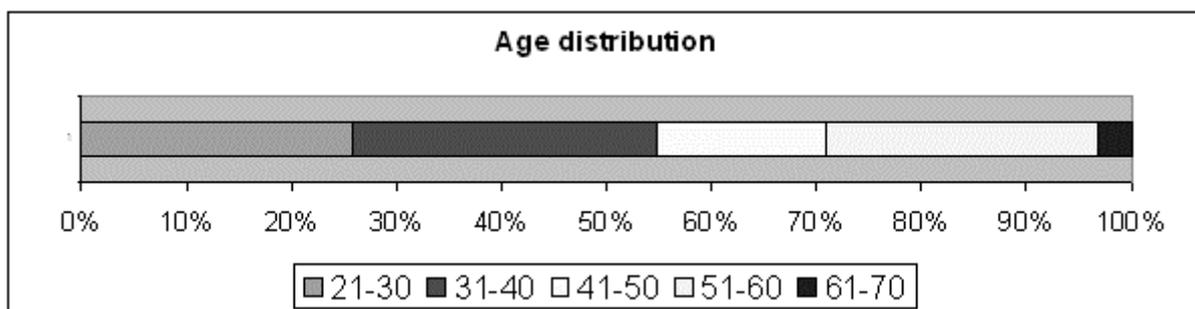


Diagramm 1: Altersverteilung der Stichprobe

Die Erfahrungen mit ECDIS wurden bezogen auf drei Kategorien abgefragt und verteilten sich innerhalb der Stichprobe wie folgt.

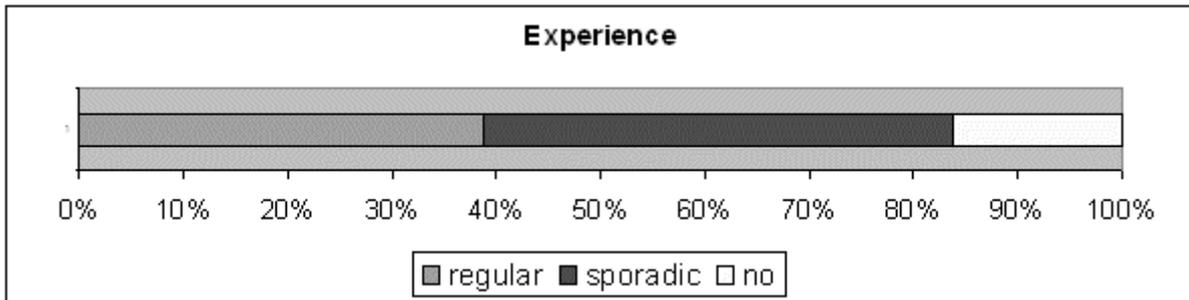


Diagramm 2: Erfahrungen

Die Erfahrungen der Probanden lagen schwerpunktmäßig im Bereich Regelmäßig/Gelegentlich.

Lediglich ca. 15 % gaben an, dass sie keine Erfahrung mit ECDIS besitzen.

3 Versuchsdurchführung und Ergebnisse

3.1 Auswahl der Farbtabelle in Abhängigkeit von der Umgebungshelligkeit

Jeder Teilnehmer sollte in Abhängigkeit von der Umgebungshelligkeit (Dämmerung/Dunkle Nacht) eine für sich „passende“ Farbtabelle wählen. Die Auswahl war dabei zweimal vorzunehmen:

- einmal mit Kontrast und Helligkeit in der Standard Kalibriereinstellung des Monitors und
- bei manuell eingestelltem Kontrast/Helligkeit.

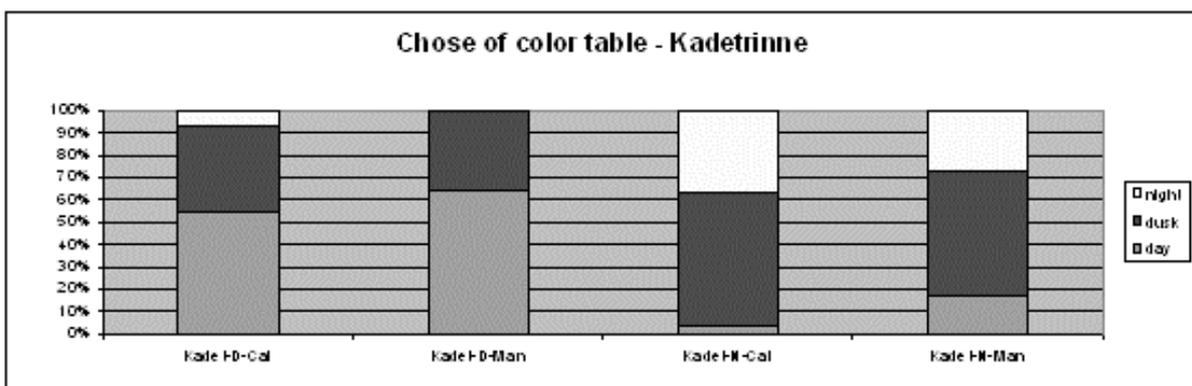


Diagramm 3: Wahl der Farbtabelle in der Kadetrinne

(Bedeutung der Beschriftung: Seegebiet/Umgebungsbedingung/Monitoreinstellung: z. B. hier
Kadet-D-Cal – Kadetrinne/Dämmerung/Calibrated mode (Kalibriereinstellung des Monitors)
Kadet-D-Man – Kadetrinne/Dämmerung/Manual mode (Manuell nachgeregelter Darstellung)
Kadet-N-Cal – Kadetrinne/Nacht/Calibrated mode
Kadet-N-Man – Kadetrinne/Nacht/Manual mode)

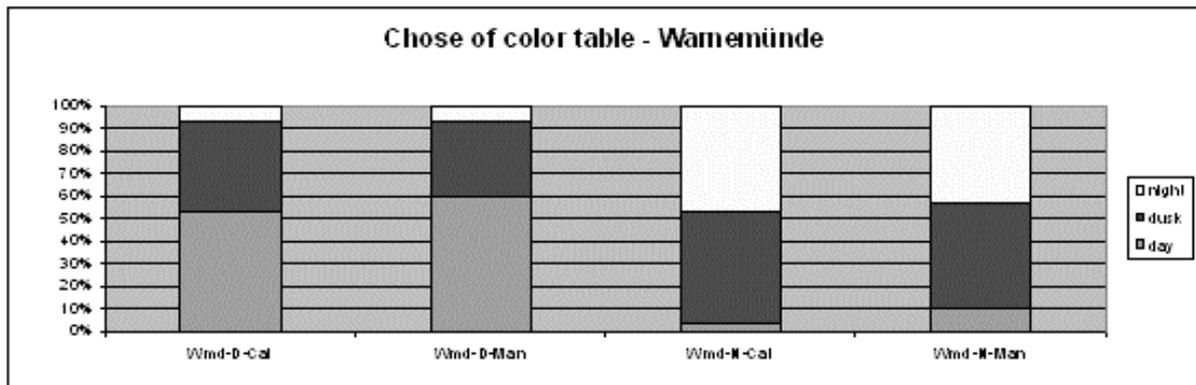


Diagramm 4: Wahl der Farbtabelle in der Ansteuerung Warnemünde

Wie die Abbildungen 3 und 4 zeigen, war die Wahl der Farbtabelle im kalibrierten Mode für beide Seegebiete ähnlich. Leichte Unterschiede gibt es bei manuell nachgeregelter Monitor.

Unter Dämmerungsbedingungen wurde überwiegend die Tagdarstellung gewählt. Bei Nachtbedingungen wurde ebenfalls vereinzelt die „Day“-Farbtabelle ausgewählt, jedoch schwerpunktmäßig die „Dusk“- bzw. „Night“-Farbtabelle. Leichte Unterschiede bei der Wahl der Farbtabelle ergeben sich hier auf Grund der Grundhelligkeit des Seegebietes. In dem „dunklen“ Seegebiet (Kadetrinne) wurde gegenüber dem „helleren“ Seegebiet (Ansteuerung Warnemünde) häufiger die „hellere“ „Dusk“-Farbtabelle gewählt.

Im Vergleich der kalibrierten mit der manuell nachgeregelter Darstellung stieg der Anteil der jeweils gewählten helleren Farbtabelle bei manueller Nachregelung. Unter Dämmerungsbedingungen wuchs der Anteil der „Day“-Farbtabelle z. B. im Seegebiet Kadetrinne von 54,8 % (kalibriert) auf 64,5 % (manuell), in der Ansteuerung Warnemünde von 53,3 % auf 60 %.

Ein ähnlicher Anstieg der Auswahl der helleren Farbtabelle (hier „Day“ und „Dusk“), die hier zusammen betrachtet werden müssen, war auch unter Nachtbedingungen zu beobachten.

Der höhere Anteil der „Dusk“-Vertreter unter Nachtbedingungen in der Kadetrinne ist vermutlich unter anderem damit zu erklären, dass in der „Night“-Farbtabelle keine Tiefenkontur (Deep contour), also keine 4 Tiefenflächen (shades) angezeigt werden. Demgegenüber erfolgt im Bereich der Ansteuerung Warnemünde eine deutlichere visuelle Abstufung der Tiefenflächen.

Testergebnis:

- Unter Dämmerungsbedingungen ist der Anteil der „Day“-Farbtabelle gefolgt von den „Dusk“-Farbtabelle dominierend. Zusammen erreichen sie über 90 %.
- Unter Nachtbedingungen dominieren die „Dusk“-Farbtabelle, dicht gefolgt von den „Night“-Farbtabelle. Zusammen erreichen sie über 83 %.

3.2 Erkennbarkeit sicherheitsrelevanter Objekte

Die in den folgenden Abbildungen verwendeten Abkürzungen stehen für die jeweils gewählten Farbtabelle unter verschiedenen Einstellungsbedingungen:

- BD – Bright day/Day (Tag-Farbtabelle)
- HB – Hight black/Dusk (Dämmerungs-Farbtabelle)
- LB – Low black/Night (Nacht-Farbtabelle)
- D-Cal – Dusk-Calibrated (Dämmerungsbedingungen/Monitor-Kalibriereinstellung)
- D-Man – Dusk-Manual (Dämmerungsbedingungen/manuell nachgeregelte Darstellung)
- N-Cal – Night-Calibrated (Nacht/Monitor-Kalibriereinstellung)
- N-Man – Night-Manual (Nachtbedingungen/manuell nachgeregelte Darstellung)

3.2.1 Safety Depth – Sicherheitstiefe

Das Setzen einer „Safety depth“ führt zu einer verschiedenfarbigen Darstellung von Einzelotungen. Für Tiefenwerte die innerhalb der „Safety depth“ liegen, ist die Darstellung kontrastreicher als für Werte, die außerhalb liegen.

In der folgenden Abbildung sind die Versuchsergebnisse zur Einschätzung der Sichtbarkeit der "Safety depth" bei verschiedenen Lichtverhältnissen zusammengefasst. Die Einschätzung sollte durch die Versuchsteilnehmer bei den angegebenen verschiedenen Bildschirmstellungen und Helligkeitsverhältnissen erfolgen. Der Versuch zur Erkennbarkeit der „Safety depth“ wurde nur im Seegebiet Kadettrinne durchgeführt.

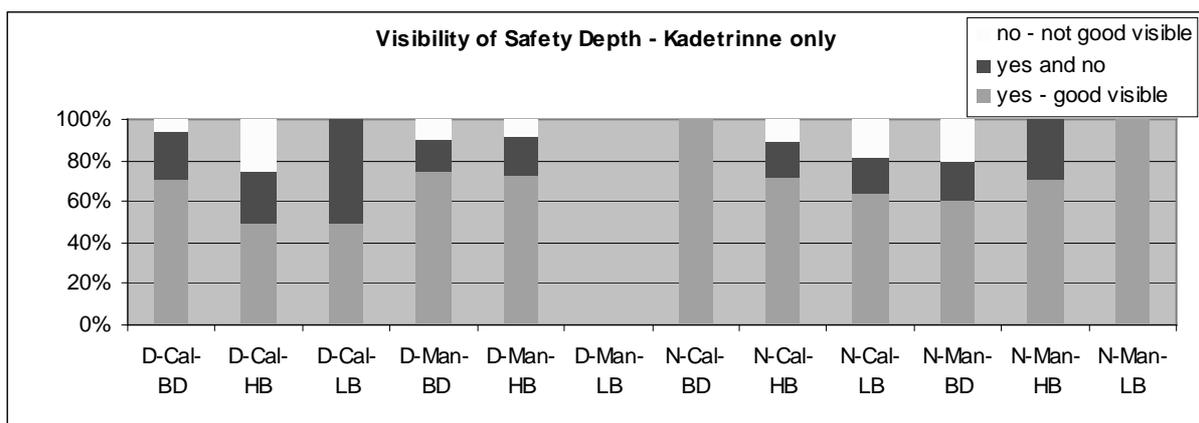


Diagramm 5: Erkennbarkeit der „Safety depth“-Darstellung

Ersichtlich ist, dass keiner der Versuchsteilnehmer die „Low black“ (Night)-Farbtabelle unter Dämmerungsbedingungen und manueller Monitoreinstellung (D-Man_LB) auswählte, deshalb konnte für diese Monitoreinstellung auch keine Auswertung vorgenommen werden.

Testergebnis:

- Von der Mehrheit der Testpersonen wurde die Erkennbarkeit der durch die “Safety depth“ hervorgehobenen Einzellotungen in allen drei Farbtabelle als „gut“ eingeschätzt.

3.2.2 Shallow Contour – Flachwasserkontur

Mit der Einstellung des Wertes für die „Shallow contour“ werden Tiefenflächen, insbesondere Flachwasser farblich abgestuft bzw. hervorgehoben.

Diagramm 6 zeigt das Versuchsergebnis zur Einschätzung der Sichtbarkeit der „Shallow contour“ für die Anzeige des Seegebietes der Kadetrinne.

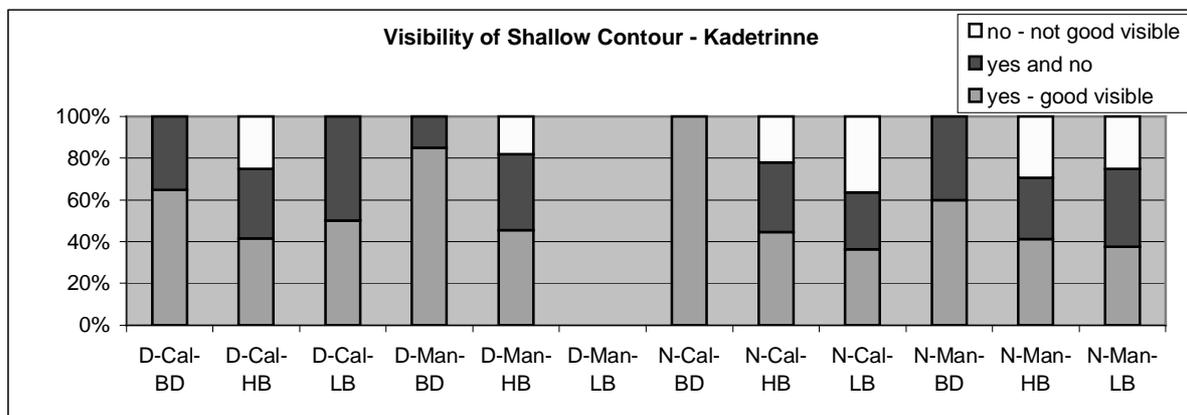


Diagramm 6: Erkennbarkeit der „Shallow contour“ in der Kadetrinne

Im verwendeten Seegebiet sind nur wenige Gebiete vorhanden, welche die Shallow Contour zeigen. Einige wenige Stellen existieren lediglich im nordöstlichen Bereich nahe dem Gedser Rev. Auf Basis dieser Tatsache ist das Ergebnis zu beurteilen, dass mindestens 36 % die Erkennbarkeit für gut empfanden. Zusammen mit den Versuchsteilnehmern, die die Sichtbarkeit weder gut noch schlecht einschätzten, akzeptieren etwa 70 % der Befragten diese Anzeigeform.

In Diagramm 7 sind die Ergebnisse für die Sichtbarkeit/Erkennbarkeit von Flachwassergebieten in der ECDIS-Darstellung des Reviers Warnemünde dargestellt.

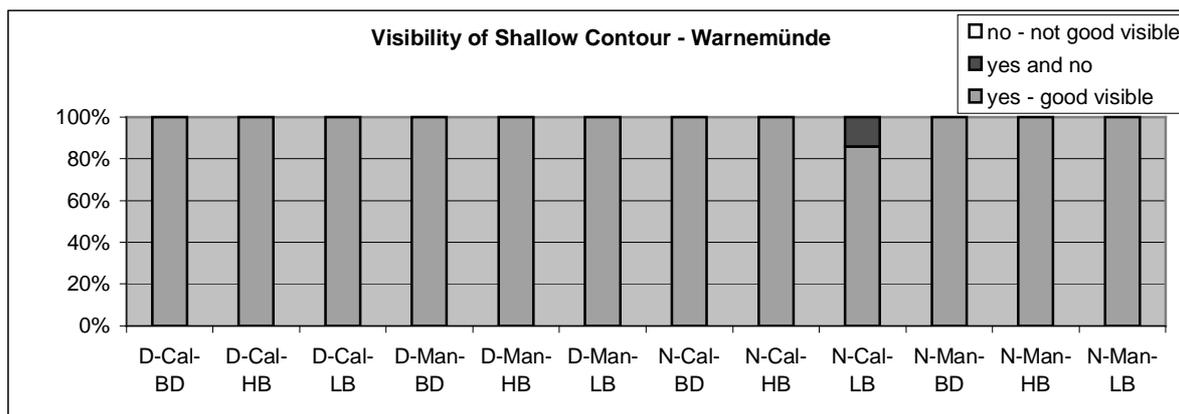


Diagramm 7: Erkennbarkeit der „Shallow contour“ in der Ansteuerung Warnemünde

Gegenüber dem Versuch für die Anzeige der Kadetrinne ist die Aussage in der Ansteuerung Warnemünde deutlich klarer und einheitlich zugunsten der guten Erkennbarkeit.

Testergebnisse:

- Die Mehrheit der Testpersonen hat die Erkennbarkeit der „Shallow contour“ als „gut“ eingeschätzt.

3.2.3 Safety Contour – Sicherheitskontur

Die Einstellung des “Safety contour”-Wertes bewirkt eine hervorgehobene Darstellung einer Tiefenlinie, die Tiefenflächen ausreichender Tiefe von Flachwassergebieten trennt. In gleicher Weise wie die Erkennbarkeit der „Shallow contour“ sollten die Versuchsteilnehmer auch die Erkennbarkeit der „Safety contour“ einschätzen. Die Ergebnisse sind in den Diagrammen 8 und 9 für die beiden bewerteten Seegebietsdarstellungen zusammengefasst. Mehrheitlich wurden für beide Seegebiete bei allen Kombinationen die Erkennbarkeit als gut eingeschätzt.

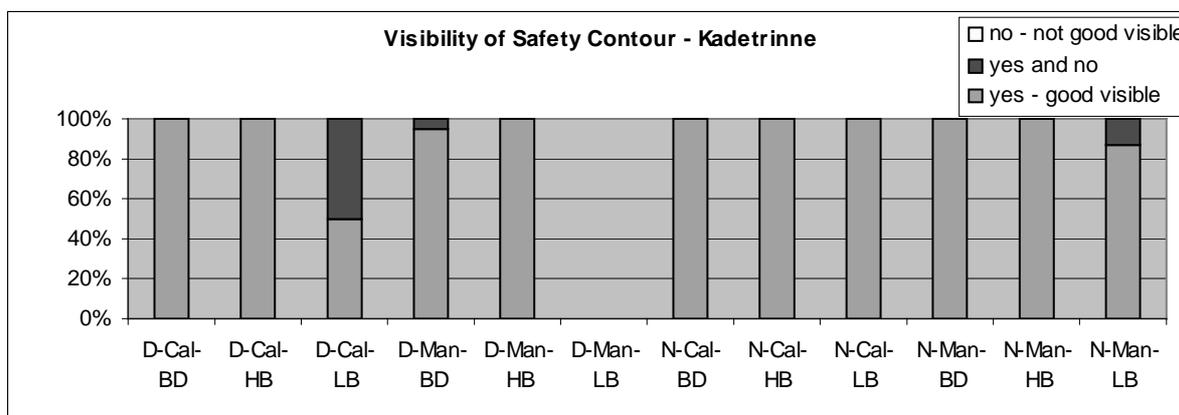


Diagramm 8: Erkennbarkeit der „Safety contour“ in der Kadetrinne

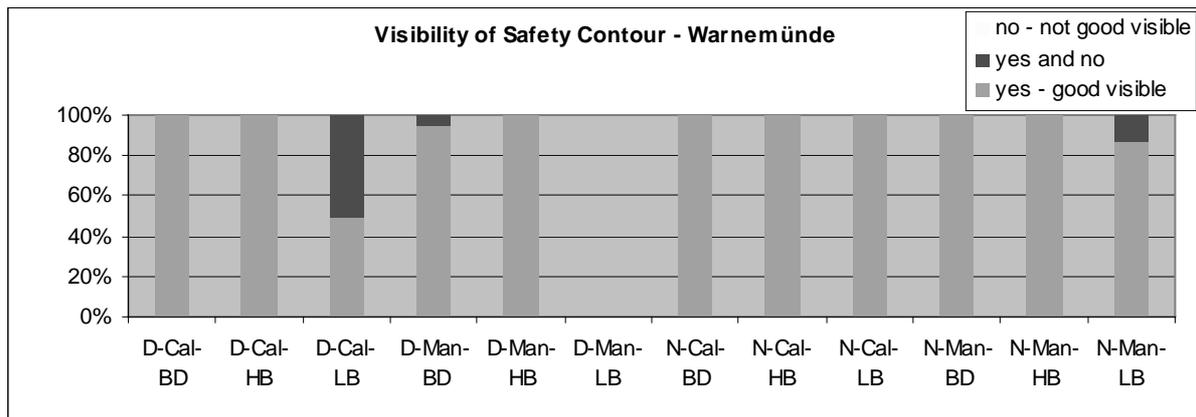


Diagramm 9: Erkennbarkeit der „Safety contour“ in der Ansteuerung Warnemünde

Testergebnisse:

- Die Mehrheit der Testpersonen hat die Erkennbarkeit der „Safety contour“ als „gut“ eingeschätzt.

3.2.4 Deep Contour – Tiefenkontur

Die Einstellung des „Deep contour“-Wertes bewirkt eine abgesetzte Darstellung der Tiefenfläche tiefer diesen Wertes.

Die Versuchsdurchführung zur Erkennbarkeit der „Deep contour“ erfolgte lediglich für die Anzeige des Seegebietes der Kadetrinne, weil die „Deep contour“ nur in diesem Seegebiet dargestellt werden konnte.

Die „Deep contour“ hebt sich auf Grund der Farbdefinitionen nur in den Farbtabelle „Day“ und „Dusk“ von anderen Tiefenflächen ab. Damit ist das schlechte Abschneiden in der „Night“-Farbtabelle zu erklären, da sie sich dort nicht von anderen Tiefenflächen unterscheidet.

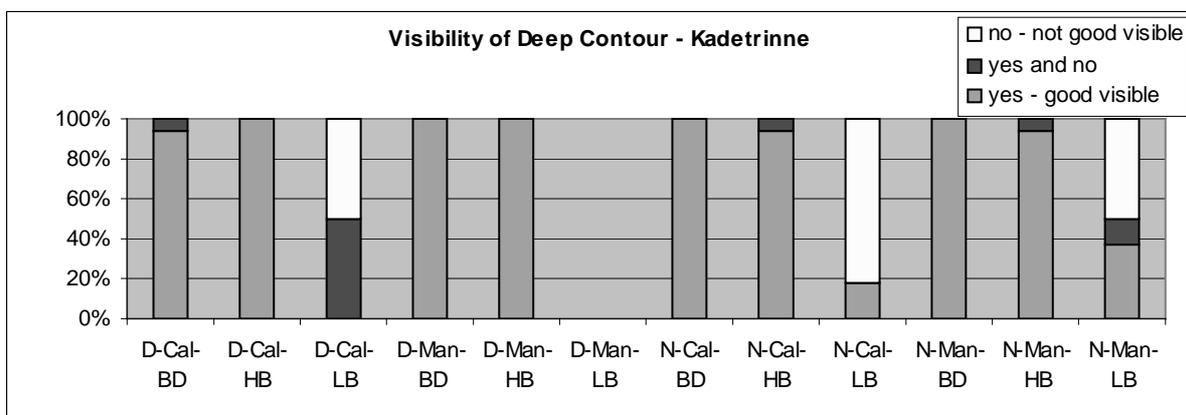


Diagramm 10: Sichtbarkeit der „Deep contour“ in der Kadetrinne

Testergebnisse:

- Die Mehrheit der Testpersonen hat die Erkennbarkeit der „Deep contour“ in den „Day„ und „Dusk“-Farbtabelle als „gut“ eingeschätzt.
- Die Darstellung in der „Night“-Farbtabelle wurde überwiegend mit „schlecht“ eingeschätzt.

3.2.5 Isolated Danger – Einzelgefahrene Objekte

Mit dem Symbol „Isolated danger“ werden die Einzelobjekte optisch hervorgehoben, die aus einer sicheren Tiefenfläche in das Fahrwasser hineinragen.

Die Darstellung von „Isolated danger“ Objekten wurde lediglich in der Kadetrinne bewertet, da im zweiten Seegebiet keine Darstellung vorhanden oder keine signifikanten Unterschiede in der Darstellung gegenüber dem ersten Seegebiet auftraten.

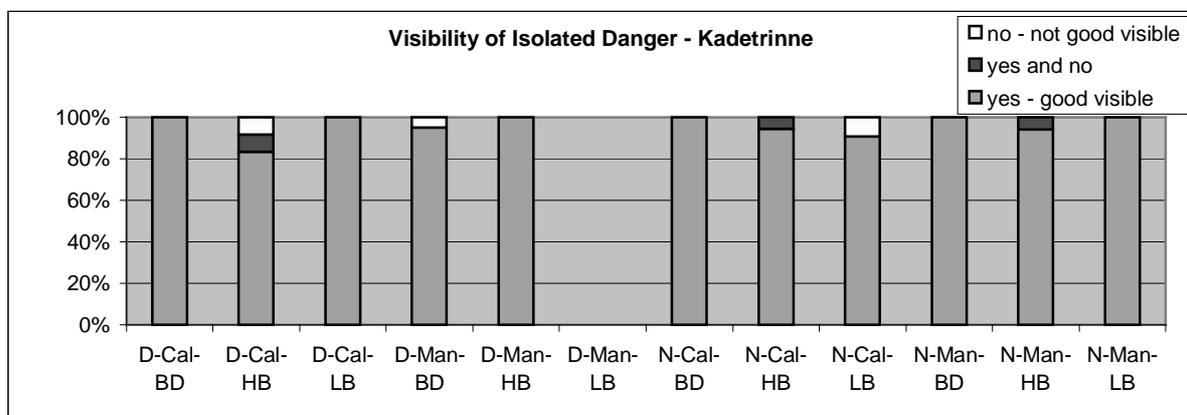


Diagramm 11: Erkennbarkeit von „Isolated danger“-Objekten in der Kadetrinne

Testergebnisse:

- Die Mehrheit der Testpersonen hat die Erkennbarkeit der „Isolated danger“-Objekte als „gut“ eingeschätzt.

3.3 Erkennbarkeit weiterer Objekte

Weiterführend sollten die Versuchsteilnehmer die Erkennbarkeit ausgewählter Objekte und Informationen einschätzen.

3.3.1 Tonnen

Schwimmende Seezeichen werden in der Elektronischen Seekarte als einzelne geometrisch unterscheidbare Objekte dargestellt. Hier sollten die Versuchsteilnehmer die Erkennbarkeit der Darstellung von schwimmenden Seezeichen einschätzen.

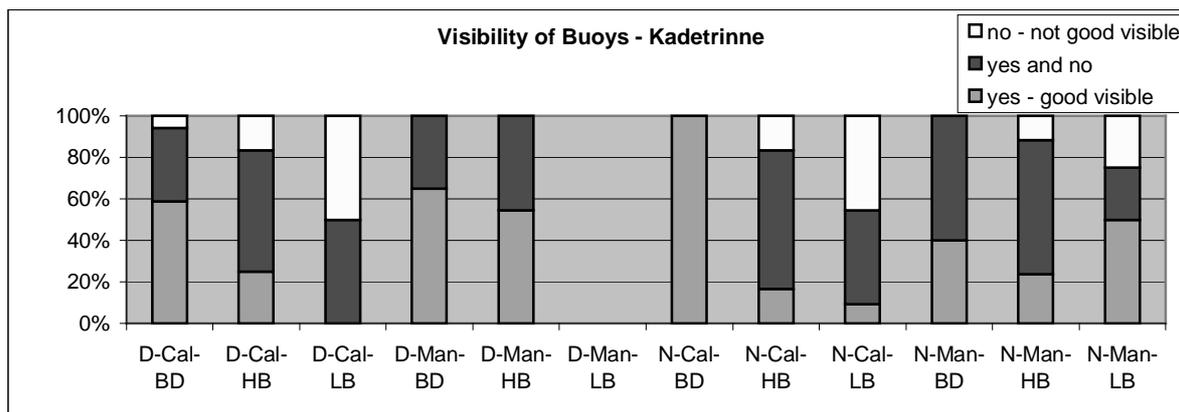


Diagramm 12: Erkennbarkeit von Tonnen in der Kadetrinne

Bei der Kadetrinnen-Darstellung wurde die Erkennbarkeit der Tonnen in der Day-Farbtabelle überwiegend mit gut eingeschätzt, unter Nachtbedingungen und manueller Monitoreinstellung (wenig Helligkeit und Kontrast) schätzten noch 40 % der Versuchsteilnehmer die Erkennbarkeit der Tonnen mit gut ein.

Demgegenüber steht die Erkennbarkeit der Tonnen in den "dunklen" (die „Dusk“- und „Night“-) Farbtabelle, diese wurden unter Dämmerungs-Bedingungen zwar immer noch überwiegend gut, aber unter Nacht-Bedingungen von den Versuchsteilnehmern dann überwiegend als schlecht (yes and no) bzw. als nicht sichtbar eingeschätzt.

Die Erkennbarkeit der Tonnen in den dunklen Farbtabelle ist zwar gegeben, muss aber ausgehend von den hier ermittelten Befragungsergebnissen nicht als ausreichend angesehen werden.

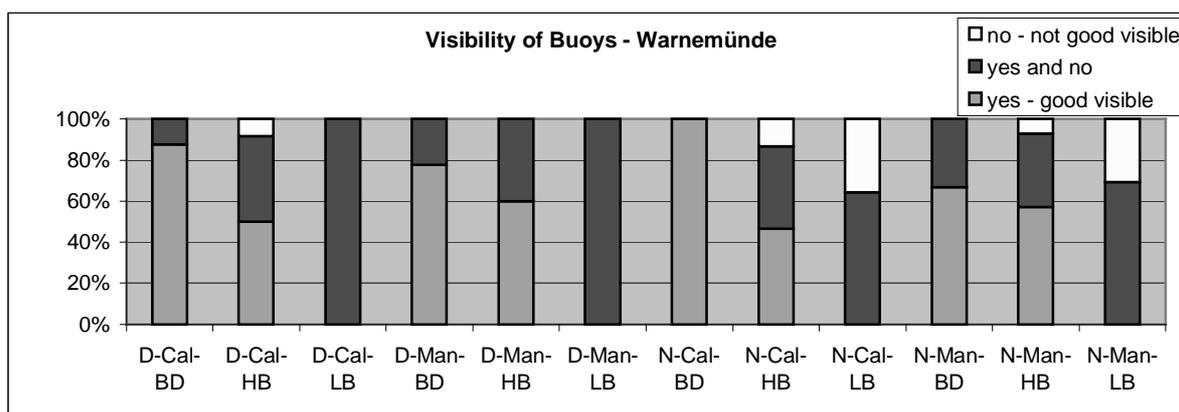


Diagramm 13: Erkennbarkeit der Tonnen in der Ansteuerung Rostock

Für die ECDIS-Anzeige des Seegebietes der Ansteuerung Warnemünde wurde die Erkennbarkeit der Tonnen in der Day-Farbtabelle ebenfalls überwiegend mit gut eingeschätzt. Bei den dunklen Farbtabelle sind ähnliche Tendenzen wie in der Kadetrinne zu beobachten,

wobei die Erkennbarkeit in der Dusk-Farbtabelle noch als ausreichend gewertet werden kann; in der Night-Farbtabelle dagegen von den Versuchspersonen jedoch als schlecht bis nicht erkennbar eingeschätzt wurde.

Die Probanden schätzten ein, dass in den dunklen Farbtabellen die Tonnenanzeigen durch andere ebenfalls kontrastreiche Objekte und die relativ hohe Anzahl von eingblendeten Informationen teilweise untergehen.

Testergebnisse:

- Die Mehrheit der Testpersonen hat die Erkennbarkeit der Tonnen in der „Day“-Farbtabelle als „gut“ eingeschätzt.
- Für die „Dusk“-Farbtabelle wurde die Erkennbarkeit mit „ausreichend“ eingeschätzt.
- Für die „Night“-Farbtabelle wurde die Erkennbarkeit als „schlecht“ eingeschätzt.

3.3.2 Textinformationen

Textinformationen betreffen die Beschriftung schwimmender und fester Seezeichen sowie allgemeine geografische und schifffahrtsregelnde Angaben.

Für die Versuchszwecke wurde die Erkennbarkeit von Textangaben bewertet, dazu gehören die Soundings (Tiefenangaben) ebenso wie Kennungen von Feuern oder entsprechende Textobjekte sowie dargestellte INFORM (Informationstext) oder OBJNAM (Objektname) – Attribute.

Die Versuchsergebnisse sind in den folgenden Abbildungen zusammengefasst.

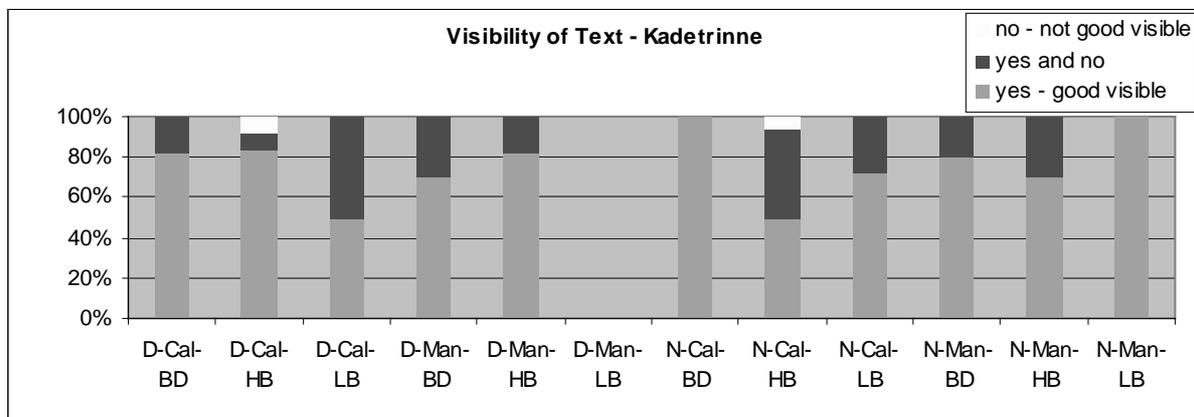


Diagramm 14: Erkennbarkeit von Text in der Kadetrinne

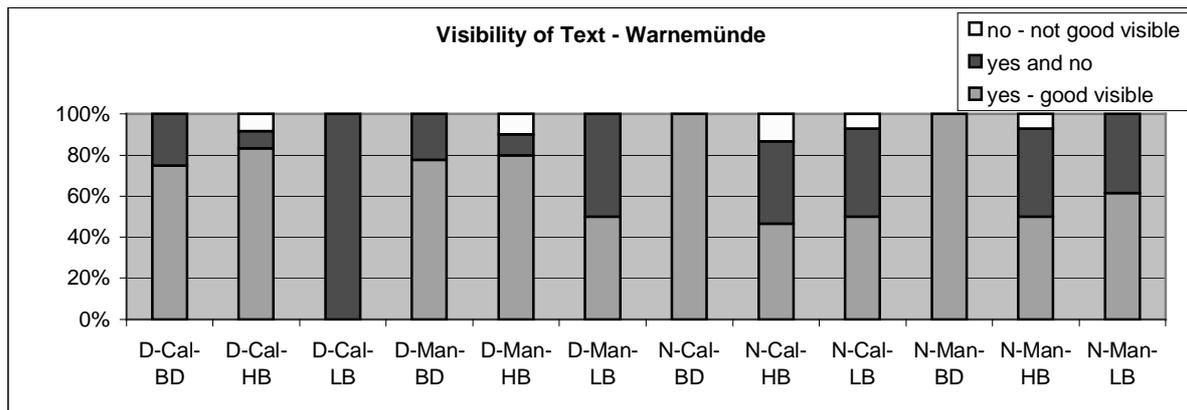


Diagramm 15: Erkennbarkeit von Text in der Ansteuerung von Rostock

Die Darstellungen zeigen, dass die Erkennbarkeit der Texte überwiegend als gut eingeschätzt werden kann. Von den Probanden wurden vor allem die Vielzahl von Überlagerungen von Texten und die damit verbundene schlechte Lesbarkeit kritisch eingeschätzt. Das verwendete Testsystem bietet keine sinnvolle Ausblendung von Textangaben, wodurch bei bestimmten Maßstäben sich Texte und andere Einzelobjekte überlagern können.

Testergebnisse:

- Die Mehrheit der Testpersonen hat die Lesbarkeit von Textangaben generell als „ausreichend“ eingeschätzt.
- Bei Überlagerung von Text wurde die Lesbarkeit mit „schlecht“ bewertet.

3.3.3 Hintergrundfarben und Flächen

Durch die Versuchsteilnehmer sollte die Unterscheidbarkeit/Erkennbarkeit von Vordergrund- und Hintergrundflächen allgemein eingeschätzt werden.

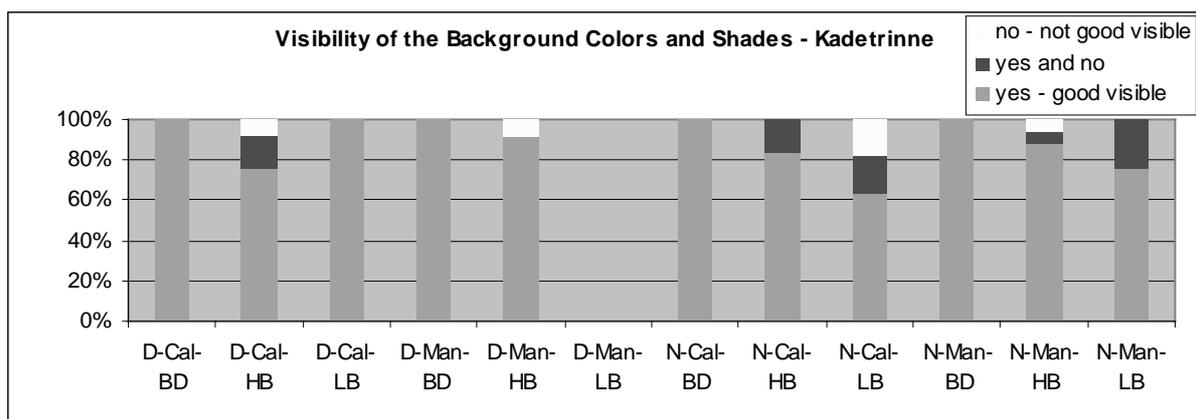


Diagramm 16: Unterscheidbarkeit/Erkennbarkeit von Vordergrund- und Hintergrundflächen in der Kadetrinne

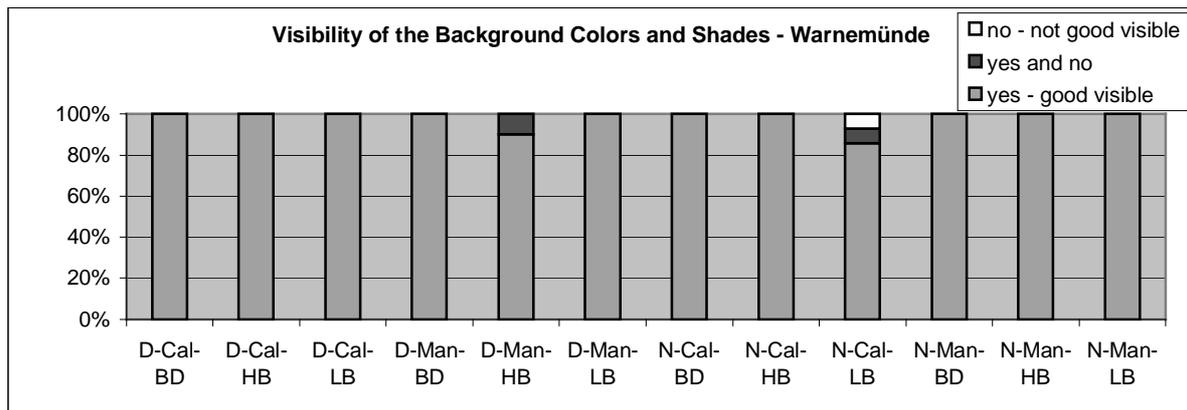


Diagramm 17: Unterscheidbarkeit/Erkennbarkeit von Vordergrund- und Hintergrundflächen in der Ansteuerung von Rostock

Wie in den Diagrammen ersichtlich, wurden in beiden Seegebieten die Unterscheidbarkeit/Erkennbarkeit von Vordergrund- und Hintergrundflächen als „good visible“ eingeschätzt.

Testergebnisse:

- Die Mehrheit der Testpersonen hat die Unterscheidbarkeit/Erkennbarkeit von Vordergrund- und Hintergrundflächen als „gut“ eingeschätzt.

3.3.4 Tiefenlinien

In den nachfolgenden Abbildungen sind die Ergebnisse zur Einschätzung der Erkennbarkeit der Tiefenlinien unter den unterschiedlichen Bedingungen und für die verschiedenen Darstellungen zusammengefasst. Die Versuchspersonen sollten die Erkennbarkeit in den drei Kategorien „gut erkennbar“, „ja und nein – eher schlecht“ und „schlecht sichtbar“ bewerten.

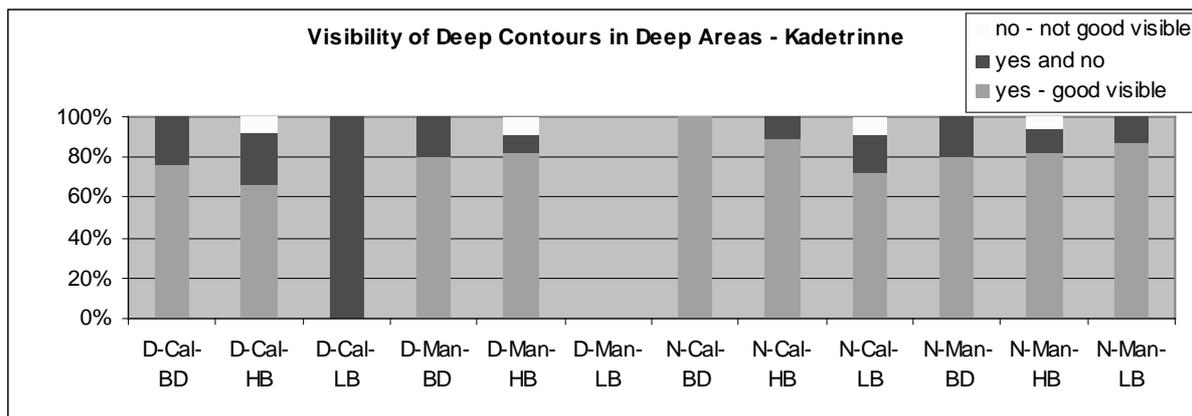


Diagramm 18: Erkennbarkeit der Tiefenlinien in den Tiefenflächen in der Kadetrinne

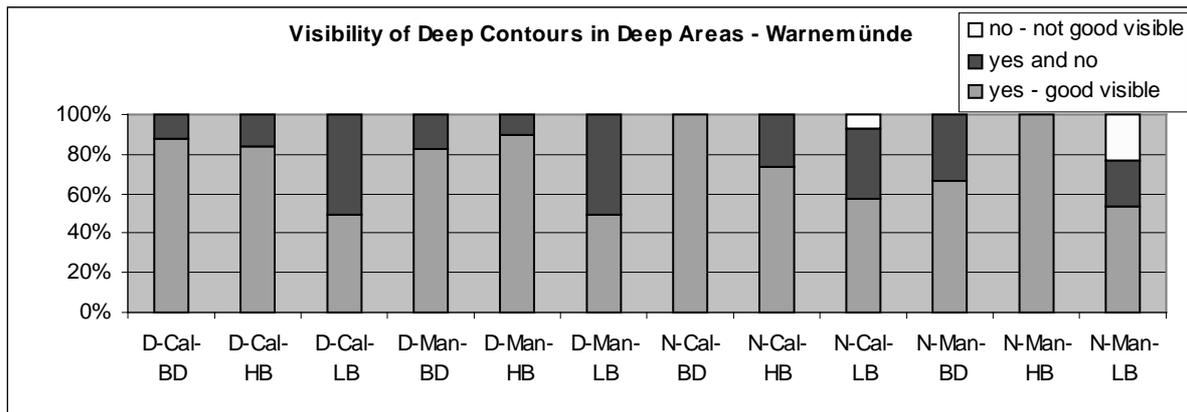


Diagramm 19: Erkennbarkeit der Tiefenlinien in den Tiefenflächen in der Ansteuerung Rostock

Diese Frage wurde im Schnitt mehrheitlich mit gut bewertet. Lediglich in der „Night“- (LB) Farbtabelle, verschob sich die Bewertung in eine eher schlechte Erkennbarkeit.

Testergebnisse:

- Die Mehrheit der Testpersonen hat die Erkennbarkeit der Tiefenlinien in den „Day“ und „Dusk“-Farbtabellen als „gut“ eingeschätzt.
- Die Erkennbarkeit der Tiefenlinien in der „Night“-Farbtabelle wurde insgesamt mit „ausreichend“ bewertet.

3.4 Farbveränderungen durch manuelle BildschirmEinstellung

Während der Versuchsreihe wurden verschiedene Einstellungen der Monitore verwendet. Neben der Monitoreinstellung im Kalibrier-Mode haben die Probanden ihre individuell für sie subjektiv günstigste Einstellung von Kontrast und Helligkeit gewählt. Dabei wurde gefragt, ob für die Versuchspersonen Farbunterschiede bzw. Veränderungen in den einzelnen Farbtönen zwischen der Manuellen- und der Kalibriereinstellung auftraten bzw. erkennbar waren. Die Ergebnisse sind in den nachfolgenden Diagrammen dargestellt.

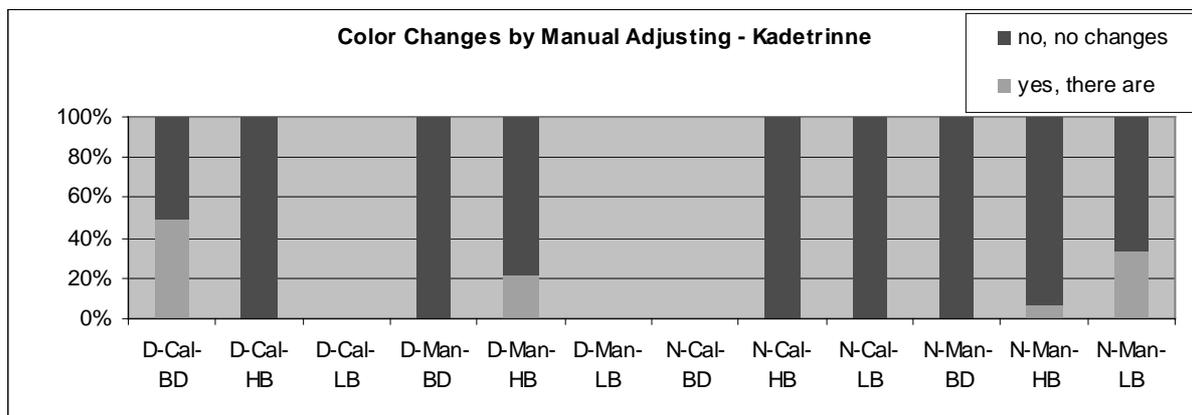


Diagramm 20: Farbveränderungen durch manuelle BildschirmEinstellung in der Kadetrinne

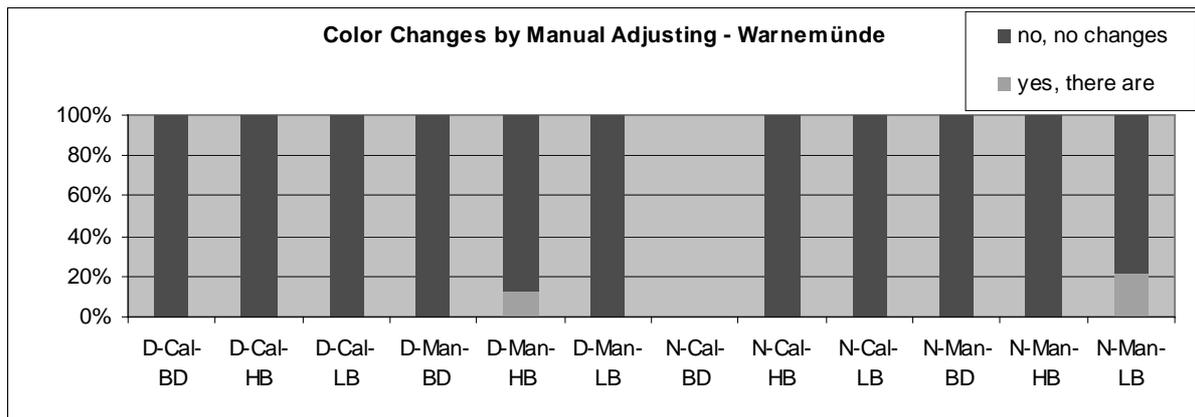


Diagramm 21: Farbveränderungen durch manuelle BildschirmEinstellung in der Ansteuerung Rostock

Wie aus den Darstellungen entnommen werden kann, wurde die Frage mehrheitlich mit "Nein" beantwortet und keine signifikante Veränderung hinsichtlich der Farben festgestellt.

Testergebnisse:

- Die Mehrheit der Testpersonen hat die Frage über mögliche Farbveränderungen durch Nachregelung von Kontrast und Helligkeit mit „nein – keine Farbveränderungen“ beantwortet.

3.5 Vergleich des 5-Farbtabelle-Modells mit dem 3-Farbtabelle-Modell

Durch die Versuchsteilnehmer sollte aufgrund ihrer subjektiven Einschätzung die bevorzugte Darstellungsart der Farbtabelle hinsichtlich Kontrast-/Helligkeitsverhältnis zwischen Vordergrund- und Hintergrundfarben ermittelt werden. Die Entscheidung sollte bezogen auf das 3-Farbtabelle Modell, ob diese „besser“ (better), „gleich gut“ (equal) oder „schlechter“ (worse) als die Darstellung mit dem 5-Farbtabelle Modell sind, erfolgen.

Zur Beantwortung dieser Frage wurden die jeweils entsprechenden Farbtabelle auf den beiden Monitoren dargestellt, links das 3-Farbtabelle Modell und rechts das 5 Farbtabelle Modell. Die jeweils zu vergleichenden Farbtabelle waren:

Bedingung	3 Farbtabelle	5 Farbtabelle
Dämmerung	Dusk (HB – Hight black)	Dusk
Nacht	Night (LB – Low black)	Night

Der Vergleich erfolgte in der kalibrierten und in der manuellen Monitoreinstellung.

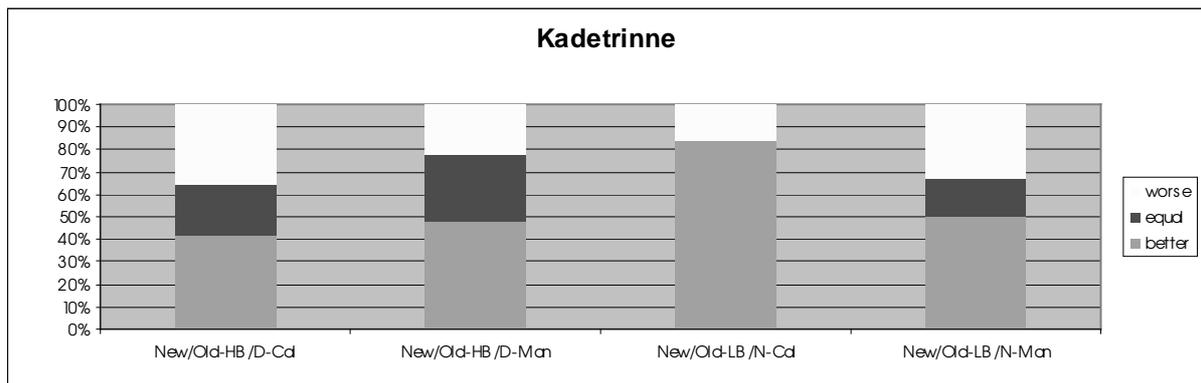


Diagramm 22: Vergleich der alten(5-Farbtabellen-Modell) und neuen Farbtabellen (3-Farbtabellen-Modell) in der Kadetrinne

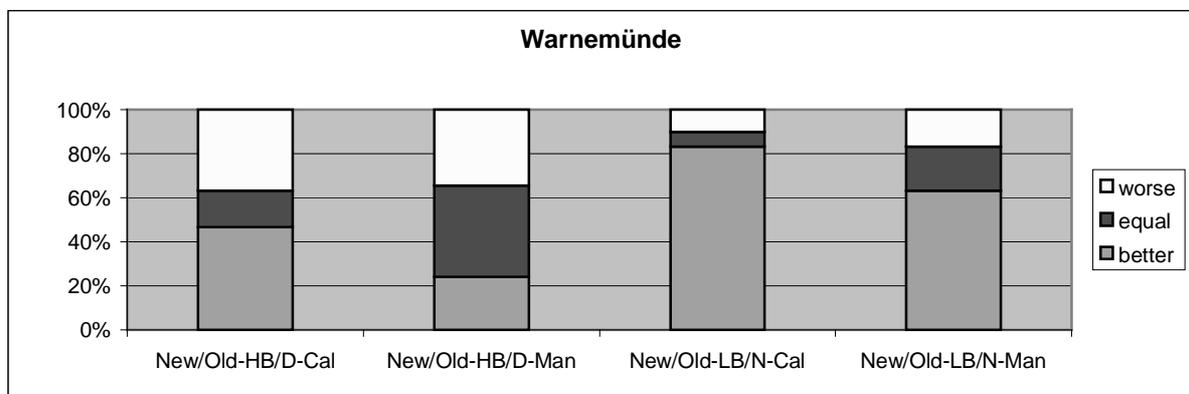


Diagramm 23: Vergleich der alten(5-Farbtabellen-Modell) und neuen Farbtabellen (3-Farbtabellen-Modell) in der Ansteuerung Rostock

Die Abkürzungen „New“ und „Old“ in den Diagrammen bedeuten:

New - 3-Farbtabellen-Modell

Old - 5-Farbtabellen-Modell.

Im „dunklen Seegebiet“ (Kadetrinne) wurde das 3-Farbtabellen-Modell deutlich besser eingeschätzt als im „hellen Seegebiet“ (Ansteuerung Rostock). In der Ansteuerung Rostock haben sich mehr Teilnehmer für „gleichwertig“ (equal) bzw. „schlechter“ (worse) entschieden. Wobei der Anteil derer, die sie als gleichwertig einschätzten, am größten ist. Die neue „Night“ Farbtabellen (3-Farbtabellen-Modell) wurden in beiden Seegebieten überwiegend als "besser" (better) als die Darstellung mit den alten Farbtabellen eingeschätzt.

Vorausgesetzt, dass mindestens eine gleich gute Akzeptanz erreicht werden sollte, können die Ergebnisse der Befragung mit der Bewertung besser und gleich gut zusammengefasst werden. Daraus ergibt sich insgesamt ein wesentlich besseres Abschneiden der neuen Farbtabellen. Die subjektive Einschätzung durch die Probanden verdeutlicht außerdem, dass die Verbesserungen in den tieferen (dunkleren) Flächen stärker sind als in den flachen (helleren) Flächen.

Insgesamt wurde bei der in dieser Versuchsreihe erhobenen Stichprobe ersichtlich, dass die neuen (3) Farbtabeln unter den hier geprüften Bedingungen gegenüber den aktuellen (5) Farbtabeln tendenziell bevorzugt werden.

Testergebnisse:

- Die Mehrheit der Testpersonen bevorzugt das 3-Farbtabeln-Modell gegenüber dem 5-Farbtabeln-Modell.

3.6 Kontrastverhältnis zwischen Vorder- und Hintergrundfarben des 3-Farbtabeln-Modells

Als weiterer Schwerpunkt der Versuchsreihe sollte das Farbkontrastverhältnis subjektiv eingeschätzt werden. Es war zu ermitteln, ob die Farben selbst zueinander ein ausreichendes Kontrastverhältnis besitzen und sich ausreichend voneinander unterscheiden. Die Teilnehmer sollten sich entscheiden, ob der Kontrast zwischen Vordergrund- und Hintergrundfarben „geringer“ (less), „stärker“ (more) oder „unverändert“ (ok) sein sollte.

Die Befragungsergebnisse sind in den folgenden Diagrammen dargestellt.

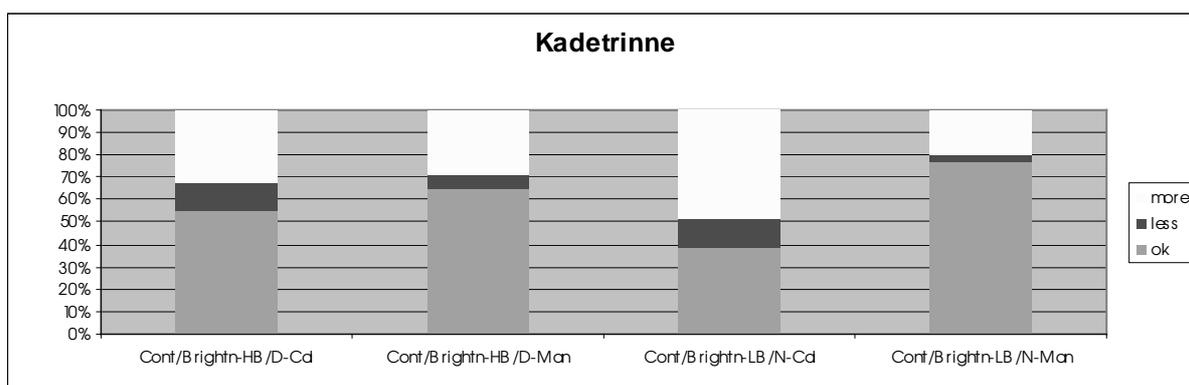


Diagramm 24: Kontrastverhältnis zwischen Vorder- und Hintergrundfarben in der Kadetrinne

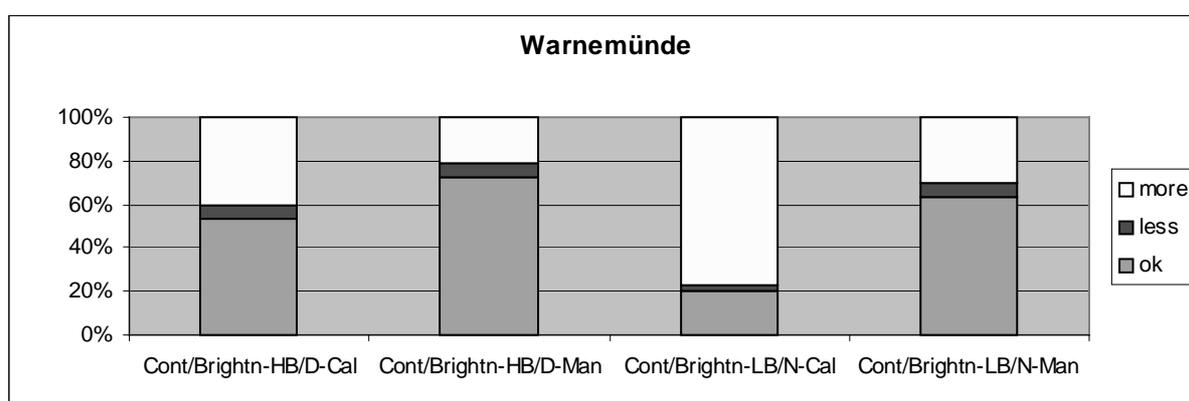


Diagramm 25: Kontrastverhältnis zwischen Vorder- und Hintergrundfarben in der Ansteuerung Rostock

Das Kontrastverhältnis wird im manuell nachgeregelten Mode verständlicherweise als wesentlich besser gegenüber dem Monitor im Kalibriermode eingeschätzt. Wie Interviews mit ECDIS-Nutzern bestätigen, wird in der Praxis an Bord in der Regel auch nicht der Monitor in der Kalibrierstellung gefahren, sondern entsprechend der Umgebungshelligkeit nachgeregelt. Diese Tatsache vorausgesetzt, wird das Kontrastverhältnis überwiegend als „ausreichend“ (ok) eingeschätzt und kann unverändert beibehalten werden.

Testergebnisse:

- Die Mehrheit der Testpersonen schätzt das Kontrastverhältnis zwischen Vorder- und Hintergrund als „ausreichend“ ein.

3.7 BLKADJ-Symbol

Eine optimale Einstellung in der Nacht für Kontrast und Helligkeit zu finden, ist nicht immer einfach, dafür wurde 1998 das BLKADJ-Symbol eingeführt. Es unterstützt die Einstellroutine, um sicherzustellen, dass wirklich alle Details in der Nachtdarstellung erkannt werden können und nicht verschwinden bzw. untergehen.

Wenn Helligkeit und Kontrast zu weit heruntergeregelt werden, gehen bestimmte Farben unter, und werden vom menschlichen Auge nicht mehr unterschieden. Karteninformationen gehen dann verloren.

Mit den Teilnehmern wurde die Einstellprozedur in den beiden Seegebieten durchgeführt und die Ergebnisse gegenüber ihren eigenen vorher vorgenommenen Einstellzustand verglichen. Die Einstellung erfolgte unter Nachtbedingungen mit den „Night“-Farbpaletten.

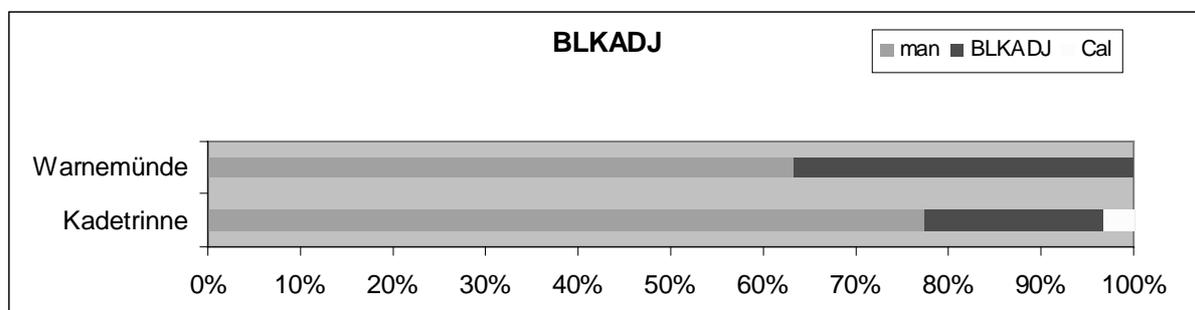


Diagramm 26: Ergebnisse aus der Verwendung des BLKADJ-Symbols

Wie deutlich erkennbar ist, haben etwa zwei Drittel der Teilnehmer sich nicht für die Benutzung des BLKADJ-Symbols entschieden, sondern bevorzugten ihre subjektiv gewählte Einstellung.

In den meisten Fällen wurde die Kontrasteinstellung mit Hilfe des BLKADJ-Symbols als zu stark empfunden. Gerade in dem dunklen Seegebiet der Kadetrinne wurde dies sehr deutlich.

Die Differenzen zwischen den manuellen Einstellungen und denen mit Hilfe des BLKADJ-Symbols, sind relativ gering. Damit kann trotzdem festgestellt werden, dass dieses Hilfssymbol eine nützliche Hilfe gerade für unerfahrene Nutzer sein kann.

Testergebnisse:

- Die Mehrheit der Testpersonen war mit den Helligkeit-/Kontrasteinstellungen mit Hilfe des BLKADJ – Symbols nicht zufrieden.

3.8 Hintergrund-Blautöne

Eine weitere Frage der Versuchsreihe zum subjektiven Empfinden der Teilnehmer bezog sich auf den Gesamtfarbeindruck der Tiefenflächen. Sie bestand darin, ob den Teilnehmern die Hintergrund-Blautöne der „Night“-Farbtabelle des 3-Farbtabelle-Modells oder der „Night“-Farbtabelle des 5-Farbtabelle-Modells mehr zusagen.

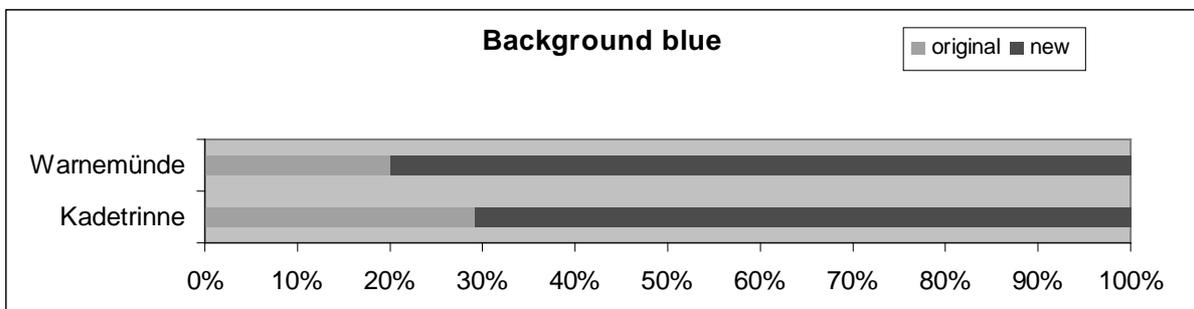


Diagramm 27: Ergebnisse bzgl. Der Hintergrund Blaufarben

Wie im Diagramm 27 leicht zu ersehen ist, haben sich die Teilnehmer deutlich für die Blautöne der „Night“-Farbtabelle des 3-Farbtabelle Modells ausgesprochen. Das deutet darauf hin, dass diese Farbtabelle den Praxisanforderungen vermutlich besser als die „Night“ Farbtabelle des 5-Farbtabelle-Modells entspricht.

Testergebnisse:

- Die Mehrheit der Testpersonen bevorzugt die Hintergrund-Blautöne der „Night“-Farbtabelle des 3-Farbtabelle-Modells.

3.9 Anzahl der verwendeten Tiefenschattierungen

Ein weiterer Schwerpunkt der Versuche zielte auf die operationell verwendete Anzahl von Tiefenflächen während der ständigen Nutzung. Praktisch sind zwei farblich unterscheidbare Flächen ausreichend, einmal für Flachwasser (unsicher) und für Tiefwasser (sicher), die definiert durch die „Safety contour“ voneinander unterschieden werden.

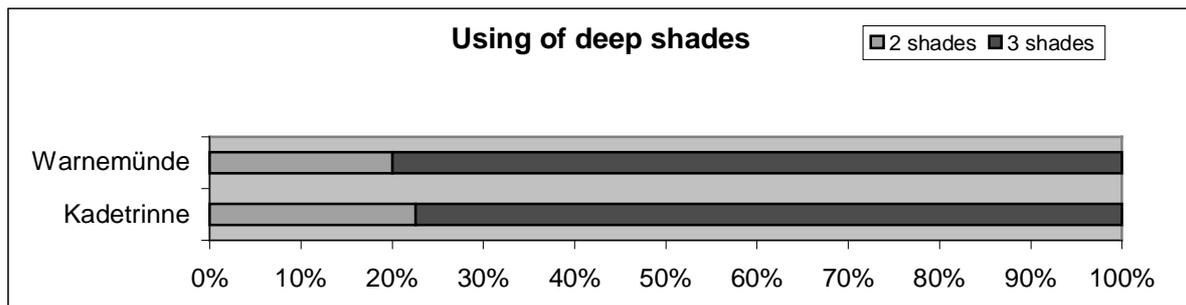


Diagramm 28: Ergebnisse über die verwendete Anzahl von Tiefenschattierungen

In den im Diagramm dargestellten Ergebnissen zeigt sich eine Tendenz zur Darstellung von mehr als zwei Tiefenschattierungen. Auch wenn zwei Tiefenschattierungen ausreichend sind, bevorzugen die Teilnehmer die durch mehr Schattierungen gegebenen zusätzlichen Informationen.

Die Gesamtverfügbarkeit von insgesamt vier farblich unterscheidbaren Unterwasserflächen wurde als positiv und nützlich eingeschätzt und sollte beibehalten werden.

Testergebnisse:

- Die Mehrheit der Testpersonen bevorzugt mehr als 2 sich farblich unterscheidende Tiefenschattierungen.

3.10 Weitere Ergebnisse

Abgeschlossen wurde die Versuchreihe mit einem Interview und Fragen zu Problemen und zur Akzeptanz der elektronischen Seekarte. Die im Gespräch angeführten Probleme und Kritiken, die direkt und indirekt mit der Befragung zusammenhängen bzw. sich aus den gesammelten Erfahrungen während der Befragungen ergaben, werden nachfolgend zusammengefasst:

Die Farben betreffend:

- Das Magenta der Traffic Separation Schemes und Isolated-Danger-Objekte in den dunklen Farbtabellen erschien den Teilnehmern oft zu dominant. Kontrast- bzw. Helligkeitsreduzierungen wurden vorgeschlagen, auch die Verwendung von dünneren Linien wurde angeregt.
- Bei Obstruction-Objekten wurde die Punkte-Umrandung gerade bei starkem Kontrast als kritisiert (Perlenkette).
- Text (Tonnenbeschriftungen) hebt sich zu schlecht von Tiefenangaben ab und ist demzufolge zu schlecht lesbar.

- Lichtkeulen, gerade an den Tonnen sollten stärker hervortreten und besser erkennbar sein. (Bemerkung: Durch die Verwendung der traditionellen Symbolik wurden die Tonnen nicht in ihrer Objektfarbe dargestellt.)
- Die Tonnenkonturen haben die gleiche Farbe wie Tiefenlinien und können dadurch in der Darstellung untergehen (dunkle Farbtabellen).
- Das „Dredged Area“ (gebaggerte Fläche) tritt vor allem in der „Night“-Farbtabelle und bei entsprechend nachgeregeltem Kontrast zu stark hervor, wodurch die Fläche fast vollständig überlagert wird. Hier wird eine starke Reduzierung der Helligkeit notwendig.

Die Tiefenkontur betreffend:

- Das Fehlen der „Deep contour“-Wiedergabe in der neuen „Night“-Farbtabelle wurde stark bemängelt. Diese sollte in jedem Fall wieder dargestellt werden.

Die ENC-Produktion:

- Die TSS enthalten zu viele Richtungspfeile, wodurch unnötig Clutter hervorgerufen wird. Nicht jeder Hersteller von ECDIS-Systemen blendet sich überlagernde Objekte sinnvoll aus. Dieser Umstand tritt gerade in der Kadetrinne deutlich hervor und hängt stark mit dem folgendem Punkt zusammen.
- Eine Empfehlung an das BSH (Hersteller der verwendeten ENC-Zellen) bzw. allgemein an die hydrographischen Dienste soll sein, dass schwierige Seegebiete (mit hohen navigatorischen Anforderungen) möglichst in einer Zelle, bzw. wenn auch andere Hoheitsgebiete betroffen sind, dies in nicht mehr als 2 Zellen angeboten werden sollten. Dieser Umstand, dass gerade in der Kadetrinne vier ENC-Zellen gleichzeitig dargestellt werden müssen, kann auf einigen Systemen zusätzlichen Clutter oder auch Fehler in der Darstellung verursachen.

4 Zusammenfassung

Zur Untersuchung des Akzeptanzverhaltens modifizierter und weiterentwickelter ECDIS-Farbtabellen wurden am FB Seefahrt der HSW experimentelle Untersuchungen am Schiffsführungssimulator durchgeführt.

Auf einer Schiffsbrücke wurden zwei ECDIS-Arbeitsplätze mit dem bisher gebräuchlichen und einem neuentwickelten 3-Farbtabellen-Modell installiert. Um deren Akzeptanz einzuschätzen, sollte durch Versuchspersonen die Erkennbarkeit sicherheitsrelevanter Informationen, das Helligkeits- und Kontrastverhältnis sowie im Vergleich zwischen altem 5-Farbtabellen Modell und neuem 3-Farbtabellen-Modell die Vor- und Nachteile der neuen Farbtabelle ermittelt werden.

Bei der erhobenen Stichprobe zeigte sich, dass die neuen Farbtabelle von der Mehrheit der Versuchsteilnehmer als „besser“ oder „gleich gut“ gegenüber der aktuellen Darstellung eingeschätzt wurde. In einigen Punkten besteht Verbesserungsbedarf. Diese wurde in den einzelnen Abschnitten beschrieben. Zusätzliche Probleme, Verbesserungsvorschläge sowie Kritiken der Teilnehmer wurden im Abschnitt 3.10 zusammengefasst.

5 Literatur und Referenzen

IHO S52-Standard Appendix 2 “Colors & Symbols Specification for ECDIS” Ed. 4, 1997

IHO S52-Standard Appendix 2 “Colors & Symbols Specification for ECDIS” Ed. 4, 1997
Annex A: “Presentation Library” Ed. 3.2, 1999

S-52 APP. 2 – IMMEDIATE AMENDMENT 01 (rev. 10 Sept. 1998)

Tony Boyle; Ian Rodrigues, Robert Ward: An Investigation Regarding Seafarers’ Resistance to Using ECDIS Black-Background Chart Display Modes

C&SMWG: Evaluation of Proposed new Colour Tables, October 2001

GalileoSat

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

Was ist Galileo, was ist GalileoSat?

Galileo ist eine Initiative der Europäischen Union (EU) und der Europäischen Raumfahrtsbehörde (ESA). Es umfaßt die Entwicklung, Indienststellung und den Betrieb eines modernen globalen Navigationssatellitensystems. Der Betrieb von Galileo wird unter ziviler Leitung stehen. GalileoSat ist die entsprechende Entwicklungsinitiative der Europäischen Raumfahrtsbehörde (ESA) für die Weltraum- und die entsprechenden Bodenkontrollsegmente.

Galileo ist der zweite Schritt Europas in Richtung Satellitennavigationstechnologie. Der erste Schritt auf diesem Weg ist bekannt unter dem Namen EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service). EGNOS verbessert die Leistung der existierenden militärischen Systeme GPS und GLONASS. EGNOS wird mit Hilfe der europäischen Dreiergruppe (Europäische Kommission, ESA und Eurocontrol) und einer Reihe von zivilen europäischen Luftfahrtinstitutionen betrieben.

Unter dem Gesichtspunkt der Sicherung der Kontinuität, Integrität und der Verbesserung der Leistungsfähigkeit, die mit der Technologie und Infrastruktur von EGNOS erreicht wurde, wird eine Strategie für die Weiterentwicklung von EGNOS und seine Integration in Galileo erarbeitet.

Im Galileo-System werden 21 oder mehr Satelliten Navigationssignale für die Nutzer weltweit liefern. Die meisten der Satelliten befinden sich auf kreisförmigen mittleren Erdumlaufbahnen (MEO). Sie können ergänzt werden durch geostationäre Satelliten, typischerweise drei über der europäischen Region. Die entsprechende Infrastruktur für Galileo am Boden wird ein globales Netz von Beobachtungsstationen und die dazugehörigen Systemkontroll- und Erdstationen umfassen. Galileo wird eine offene Systemarchitektur betreiben, die interoperabel mit GPS und offen für Erweiterungen ist, je nach den spezifischen Serviceanforderungen.

Welchen Nutzen hat Galileo für die Anwender?

Leistungsfähigkeit

Die Leistungsfähigkeit von Galileo wird weit über dem gegenwärtigen GPS-Standard-Positionierungsservice liegen. Galileo wird allen Nutzern eine Genauigkeit von wenigen Metern liefern.

Servicegebiete

Galileo ist ein globales System, das seinen Service weltweit liefert. Seine Konstellation ist optimiert, um Länder hohen Breitengrades zu bedienen.

Serviceklassen

Galileo wird mindestens zwei verschiedene Serviceklassen anbieten. Der Basisservice wird jedem kostenlos zugänglich sein. Ein „Controlled AccessService (CAS)“ (Service mit kontrolliertem Zugriff) wird mit Verfügbarkeits- und Zuverlässigkeitsgarantien angeboten werden. Dieser wird nur für registrierte Nutzer verfügbar sein.

Servicegarantien

Sicherheitskritische Anwendungen sind Anwendungen, wo ein unentdeckter Systemfehler sofort zu schwersten Risiken führen würde (z. B. in der zivilen Luftfahrt). Sicherheitskritische Anwendungen erfordern Zertifizierung und internationale Standardisierung. Durch seine zivile Kontrolle und entsprechende Leistungs- und Servicegarantien kann Galileo solche Anforderungen erfüllen.

Zuverlässigkeit

Registrierte Nutzer des Premium-Services werden durch Zuverlässigkeitsrichtlinien geschützt werden, die das kommerzielle Risiko im Falle eines Systemversagens begrenzen.

Ergänzende Datenkommunikation

Viele der zukünftigen Value-Added-Services basieren auf dem Positionierungssignal einerseits und auf den Möglichkeiten für Kommunikationsdienstleistungen andererseits. Eine zweckbestimmte Nutzlast für Kommunikationszwecke wird für Galileo in Betracht gezogen. Diese könnte Kommunikationsmöglichkeiten bieten, die auf die Bedürfnisse des Echtzeitverkehrsmanagements zugeschnitten sind.

Kompatibilität und Interoperabilität

Galileo wird zusammen mit einem fortgeschrittenen GPS das zukünftige Global Navigation Satellite System (GNSS) bilden. Galileo und GPS werden unabhängige Systeme sein, aber vollständig kompatibel und interoperabel, um den Anwendern maximalen Nutzen zu liefern. Die kombinierte Nutzung beider Signale ist entscheidend, um das für bestimmte Anwendungen erforderliche Leistungsniveau zu erreichen.

Welche Anwendungen gibt es für Galileo?

Der Markt

Der Satellitennavigationsmarkt ist groß – nicht nur hinsichtlich der Quantität sondern auch was die Vielfalt betrifft. Es wird geschätzt, daß der europäische Markt für Ausrüstung für Satellitennavigationsnutzer zwischen 2005 und 2025 bei 88 Milliarden Euro liegen wird, der Markt für Dienstleistungen bei 112 Milliarden im gleichen Zeitraum. Der Exportmarkt für die europäische Ausrüstungsindustrie, der von Galileo geschaffen wird, wird auf etwa 70 Milliarden Euro geschätzt. Insgesamt sind das 270 Milliarden Euro. Der Markt wird in den nächsten Jahren weiterhin beträchtlich wachsen, was es der europäischen Industrie gestatten wird, erfolgreich an einem der dynamischsten Hightechmärkte teilzuhaben.

In den letzten Jahren wurden neue, vielversprechende Märkte erschlossen. Der Schwerpunkt hat sich verlagert von traditionellen Anwendungen in der zivilen Luftfahrt und bei maritimen Diensten auf Anwendungen für den Straßenverkehr. Mehr als 77 % des Marktvolumens befindet sich im Segment Straßenverkehr. Zivile Luftfahrt, maritime und Eisenbahnanwendun-

gen werden auf jeweils 1 geschätzt, aber die Zertifizierung der Galileo-Dienstleistungen wird deren Anteile vergrößern.

Anwendungen im Straßenverkehr

Die europäische Verkehrspolitik sieht sich einer stetig steigenden Anzahl von Autos gegenüber, einer wachsenden Nachfrage nach Mobilität, aber begrenzten Ressourcen, um die terrestrische Infrastruktur adäquat anzupassen. Folglich ist die Notwendigkeit der Einrichtung eines harmonisierten Verkehrsmanagementsystems auf der Basis der Satellitennavigation und des Satellitenpositionierungsservice sowie auf der Basis der entsprechenden Datenkommunikation die logische Schlußfolgerung.

Bei Verkehrsmanagementsystemen auf der Basis der Satellitennavigation erhält der Nutzer aktuelle Informationen zur Verkehrs- und Wettersituation. Das On-Board-Navigationssystem des Nutzers wird diese Informationen zusammen mit seiner Datenbasis, bekannten Ziel- und persönlichen Präferenzen benutzen, um die optimale Route und Geschwindigkeit vorzuschlagen.

Verkehrskontrolle, die durch Satellitennavigation unterstützt wird, beschränkt den Zugang zum Straßennetz eines speziellen Gebiets. Der Zugang wird entweder mit einer Berechtigung gewährt oder durch die Zahlung einer Gebühr, die abhängig ist von Parametern wie Nutzertyp, Fahrzeug und Zeit. Dies ist eines der effektivsten Werkzeuge zur Verringerung unerwünschten Verkehrs in den Innenstädten und zur Stimulierung der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel.

Öffentliches und privates Fuhrparkmanagement gestatten es dem Dispatcher eines Fuhrparks, seine Fahrzeuge im Verkehr zu beobachten, ihre Einsatzhäufigkeit zu regeln und ihre Einsätze dynamisch zu planen.

Notrufdienste übertragen die absolute Positionierung, die von Galileo bestimmt wurde, im Notfall an ein Call Centre. Entsprechende Geräte werden in Zukunft zur Standardausrüstung von fast jedem Auto gehören.

Zivile Luftfahrt

Die Anwendung der Satellitennavigation in Verbindung mit einem geeigneten Kommunikationssystem wird kürzere Flugrouten, einen schnelleren Zugang zu Flughäfen durch vereinfachte Navigationsverfahren und, kurz gesagt, eine effektivere Nutzung der vorhandenen Flugzeugflotte und der Flughafeninfrastruktur ermöglichen. Darüber hinaus wird Galileo den Endanflug und die Landung auf den meisten Flughäfen entsprechend der CAT-1-Anforderungen gestatten, was die Sicherheit der Passagiere verbessert und die Kosten der terrestrischen Infrastruktur bedeutend verringert.

Der maritime Sektor

Auf dem maritimen Sektor wird die Satellitennavigation zur Schiffsnavigation in allen Phasen einer Fahrt angewendet. Sie wird zur Fischereikontrolle genauso verwendet wie für Containertracking und Seenotfallsysteme. Containertracking ist ein exzellentes Beispiel dafür, wie Galileo für multimodales Fuhrpark- oder Flottenmanagement eingesetzt werden kann.

Eisenbahn

Der Markt für Anwendungen bei der Eisenbahn befindet sich noch in einem frühen Stadium. Trotzdem fassen Bahnbetreiber die Nutzung von Galileo für Wagenparkmanagement, Signalisierung und Zugkontrolle ins Auge.

Anwendungen außerhalb des Transportwesens

In der Landwirtschaft wird die Satellitennavigation verwendet, um die Anwendung von Dünger und Pestiziden zu minimieren und die Erträge zu maximieren, eine Technologie, die „Präzisionsanbau“ genannt wird. Satellitenpositionierung spielt eine wichtige Rolle bei der Offshore-Erkundung, sowohl für die Erkundungsarbeiten selbst, für den Betrieb und die Versorgung der Plattformen als auch für die genaue Lokalisierung von Lagerstätten.

Anwendungen in der Vermessung oder der Geodäsie sind weit verbreitet. Satellitentechnologie, mit der geeigneten Zusatzausrüstung, kann zum Beispiel sogar helfen, Deformationen von Staudämmen im Millimeterbereich zu bestimmen.

Die Satelliten liefern nicht nur Positionierungssignale, sondern auch eine globale Bezugseinheit. Der Timingmarkt, hauptsächlich für die Synchronisation von Kommunikationssystemen und als Frequenzstandard für Kraftwerke, wächst schnell.

Welchen makroökonomischen Nutzen hat Galileo?

Der makroökonomische Nutzen von Galileo resultiert aus:

- Verkauf und Export von Nutzerausrüstung
- Bereitstellung von Value-Added-Services
- möglichen weiteren Nutzeffekten, die der Gesellschaft als Ergebnis der Nutzung des Systems entstehen und
- Entwicklung, Aufbau und Betrieb von Galileo

Zwei verschiedene Szenarios wurden von KPMG untersucht: Ein Szenario mit Galileo und GPS, die parallel arbeiten und ein Szenario mit GPS allein. Von größtem Interesse ist der Nutzen, der sich für Europa aus Galileo ergeben wird, verglichen mit dem aus GPS allein. Der makroökonomische Nutzen und die Beschäftigungszahlen basieren auf Schätzungen der Investitions- und Betriebskosten für Galileo. Der betrachtete Zeitraum von 2005 bis 2025 entspricht zwei Generationen von Satelliten.

Für den Aufbau von Galileo ist eine Vorausinvestition von insgesamt 2,2–3 Milliarden Euro erforderlich. Wenn Galileo in Betrieb ist, wird dies einen zusätzlichen makroökonomischen Nutzen durch Verkauf von Ausrüstung und durch die Bereitstellung von Value-Added-Services von etwa 90 Milliarden Euro bringen; die entsprechende Rendite für die Regierungen über direkte und indirekte Steuern beläuft sich auf 45 Milliarden Euro – das Zwanzigfache der Vorausinvestition.

Verkauf von Ausrüstung

Der Verkauf von Ausrüstung bringt ökonomischen Nutzen sowohl für Lieferanten und Hersteller als auch für Anwender. Der Nutzen, den sie von einem Produkt oder einer Dienstleistung haben, ist größer als der Preis, der dafür bezahlt wurde. Für das Jahr 2025 wird ein

Gesamtnutzen der Satellitennavigation von 135 Milliarden Euro und die Schaffung von 146 000 Arbeitsplätzen durch den Verkauf innerhalb Europas vorausgesagt. Dies stellt einen Anstieg von 47 Milliarden Euro dar, begleitet von 80 000 mehr Arbeitsplätzen im Vergleich zu dem Szenario mit GPS allein. Betrachtet man den Weltmarkt, so würde ein europäischer Anteil von 15–20 % einem Exportwert von 70 Milliarden Euro entsprechen.

Der Markt des Straßentransports stellt den bestimmenden Sektor mit knapp 77 % dar, gefolgt von Anwendungen außerhalb des Transportwesens mit etwa 21 %.

Value-Added-Services

Das Marktvolumen der Dienstleistungen ist quasi-proportional zum Verkauf der entsprechenden Ausrüstung. Wenn Galileo realisiert ist, wird sich der ökonomische Gesamtnutzen auf 125 Milliarden Euro belaufen, während das GPS-Szenario nur zu 82 Milliarden Euro führen würde. Somit führt Galileo auf diesem Gebiet zu einem zusätzlichen makroökonomischen Nutzen von 43 Milliarden Euro und tausenden neuer Arbeitsplätze in Europa.

Entwicklung, Aufbau und Betrieb von Galileo

Die ökonomische Auswirkung von Entwicklung, Aufbau und Betrieb des Galileo-Systems ist mäßig. Galileo unterstützt etwa 20000 Arbeitsplätze direkt und indirekt während seiner Entwicklungs- und Herstellungsphase und 2200 während seines Betriebes.

Welche politische Dimension hat Galileo?

Souveränität Galileo

ist der Schlüssel dafür, daß Europa seine Souveränität im multimodalen Verkehrsmanagement erhält – insbesondere bei sicherheitskritischen Dienstleistungen –, durch ein System unter seiner eigenen, zivilen Kontrolle.

Verkehrsinfrastruktur

Die Satellitennavigation wird eine wichtige Rolle bei zukünftigen Telematiksystemen spielen und wird so zu einem unabdingbaren Bestandteil der zukünftigen integrierten Informations- und Verkehrsinfrastruktur.

Makroökonomischer Nutzen

Galileo ist von großer politischer Bedeutung für die Ökonomie und den Handel in ganz Europa, da es einen enormen makroökonomischen Nutzen schafft.

Standardisierung

Da Galileo in einem internationalen Rahmen realisiert wird, bietet es eine einzigartige Möglichkeit für Standardisierung und Zusammenarbeit unter europäischer Leitung.

Anwendungsindustrie

Galileo ist zwingend erforderlich als „Eintrittskarte“ für die europäische Ausrüstungsindustrie und für die Serviceprovider zu einem großen Markt, der bisher klar von US-Unternehmen dominiert wird.

Wie soll Galileo finanziert werden?

Das Finanzierungskonzept der Europäischen Kommission für Galileo

Unter Berücksichtigung der gegenwärtigen Politik der USA, das Basis-GPS-Signal kostenlos zur Verfügung zu stellen, wäre es illusorisch sich vorzustellen, daß Galileo ausschließlich vom privaten Sektor entwickelt und angeboten werden könnte. Wie bei einer Anzahl von großen Infrastrukturprojekten im Rahmen der Transeuropäischen Netze wird eine beträchtliche öffentliche Finanzierung notwendig sein. Für Galileo würde dies insbesondere auf die Definitions-, Test- und Validierungsphasen zutreffen, in denen Grundlagenforschung, Konzeptionstests und die Entwicklung des Weltraumsegments durchgeführt würden.

Die Europäische Kommission und die Europäische Raumfahrtsbehörde haben daher einen Drei-Punkte-Finanzierungsplan aufgestellt:

- substantielle Finanzierung auf europäischem Niveau über das EU-Budget, insbesondere über die Transport-TEN, und über das GalileoSat-Programm der ESA
- Etablieren von Ertragsströmen, was sicherlich Regulierungsaktivitäten erfordern wird
- Entwicklung einer Partnerschaft zwischen privatem und öffentlichem Sektor (PPP), um zusätzliche finanzielle Mittel zu erschließen.

Öffentliche Quellen der Finanzierung

Mehr als 1 Milliarde Euro wurden bereits in die EU- und ESA-Budgets für das Galileo-Programm für den Zeitraum 2000–2006 eingestellt.

Zusätzliche Quellen der Finanzierung

- Identifizierung potentieller Ertragsströme, um die Beteiligung des privaten Sektors an zu machen, was es der Europäischen Investitionsbank (EIB) gestatten würde, einen Teil des Projekts zu finanzieren.
- Eine Gebühr auf Receiver für alle satellitengestützten Navigationsarten, von der Art her ähnlich den existierenden obligatorischen Gebühren (z. B. für öffentlichen Rundfunk- und Fernsehempfang).
- Erträge aus einem integrierten, komplementären Datenkommunikationssystem (Payload).

Geschätzte Kosten von Galileo

Die Kosten des Weltraumsegments und der erforderlichen Bodeninfrastruktur werden von der letztendlich gewählten Satellitenkonstellation abhängen. Einige Parameter, insbesondere schwebende internationale Vereinbarungen, müssen eingefroren werden, bevor das endgültige Design festgelegt werden kann. Es ist jedoch bereits möglich, ziemlich genaue Angaben zu den potentiellen Kosten von Galileo aus den Arbeiten heraus, die von der ESA unter enger Beteiligung der Industrie durchgeführt wurden, zu machen. Die Gesamtkosten von Galileo über den Zeitraum von 1999–2008 werden zwischen 2,2 und 3 Milliarden Euro liegen, abhängig von dem Ausmaß des gemeinsamen Betriebes zusammen mit GPS und der Verwendung terrestrischer Systeme. Innerhalb dieses Budgets werden 800 Millionen Euro der

industriellen Entwicklung der Weltraumsegmente von Galileo und der entsprechenden Bodenkontrollsegmente gewidmet.

Sich wiederholende Kosten (Betriebs- und Unterhaltungskosten entsprechend der oben beschriebenen Optionen) liegen zwischen 140 Millionen und 205 Millionen Euro pro Jahr, beginnend im Jahr 2008. Es sollten jedoch einige Einsparungen bei den Kosten der gegenwärtigen terrestrischen Navigationsdienste möglich sein.

Grundlagen der PPP (Public Private Partnership)

Die PPP bezieht im allgemeinen den privaten Sektor ein, der bis zu einem gewissen Grad an der Bereitstellung von öffentlichen Dienstleistungen der Art beteiligt ist, wie sie traditionell von zentralen oder lokalen öffentlichen Stellen zur Verfügung gestellt wurden. Unter Berücksichtigung des großen Spektrums sozialer und politischer Gegebenheiten in Europa nimmt diese Partnerschaft viele Formen an

- private Verwaltung öffentlicher Vermögenswerte.
- bauen-besitzen-betreiben (-übertragen) im privaten Sektor.
- Ratenkaufvereinbarungen (Finanzierung durch den Verkäufer).
- Bereitstellung einer Dienstleistung für die Öffentlichkeit als Nebenprodukt einer kommerziellen Tätigkeit.

Viele PPP-Modelle werden mittels einer „Spezialunternehmens“-Gesellschaft („Special Purpose Vehicle“ company (SPV)) ins Leben gerufen, die von den späteren Investoren gegründet werden, um als privater Partner zu handeln.

In Abhängigkeit von der jeweiligen Dienstleistung oder dem Vermögenswert kann der private Sektor Wertschöpfung betreiben, indem er seine speziellen Fachkenntnisse in das Projekt einbringt.

Mit dem wachsenden Druck auf die öffentlichen Finanzen wurden einige Regierungen in Europa stark von der Finanzierung durch den privaten Sektor angezogen, zu Bedingungen, die nicht als öffentliche Kreditaufnahme angesehen werden.

Die Bereitstellung einer öffentlichen Dienstleistung könnte als Nebeneffekt Möglichkeiten für den privaten Sektor zur Schaffung zusätzlicher Gewinne bieten, was es dem privaten Sektor gestattet, eine Dienstleistung billiger anzubieten als dies einer öffentlichen Einrichtung möglich wäre. Der öffentliche Sektor könnte sich in vielen Fällen ein Recht auf einen Anteil an zusätzlichen Gewinnen sichern.

Wie soll Galileo verwaltet werden?

Galileo ist ein einzigartiges Projekt, das einen weiten Bereich von politischen, ökonomischen, kommerziellen und Sicherheitsinteressen umfaßt. Es wird eine Organisationsstruktur benötigen, die diesen einzigartigen Charakter und die Auswirkungen der ins Auge gefaßten KKK-Finanzierung widerspiegelt. Daher ist eine dreistufige Verwaltungsstruktur angedacht:

- Die politische und strategische Stufe, die von den EU-Institutionen realisiert werden sollen.

- Ein Programm-Management-Ausschuß, der für die Leitung des Projekts, Angebote und Vertragsbestandteile verantwortlich sein soll. Dieser würde sich schließlich zu einer Aufsichtsorgan in der Betriebsphase entwickeln (die Galileo-Administration).
- Die KKK-Vehicle-Company, verantwortlich für Projektlieferung und – später – Systembetrieb.

Wie sieht der Zeitplan vors Galileo aus?

Entsprechend der Anfangsplanungen wird Galileo spätestens 2008 voll betriebsfähig sein, wobei der Beginn der Signalübertragung 2005 sein wird. Da die Vorlaufzeit äußerst wichtig für den kommerziellen Erfolg von Galileo ist, werden die Validierung im Orbit und das Testprogramm, das von 3 bis 5 Satelliten durchgeführt werden wird, sich mit der Serienproduktion und der Stationierungsphase der restlichen Satelliten überschneiden.

Wie soll die Kooperation auf internationaler Ebene aussehen?

Die Europäische Kommission hat eine Reihe von Möglichkeiten für die internationale Kooperation für Galileo untersucht.

Die USA

Es gibt zwischen den USA und Europa einen Konsens, daß zwei unabhängige, aber kompatible Systeme die Robustheit und mögliche Leistungsfähigkeit des Gesamt-GNSS (Global Navigation Satellite System) erhöhen würden und möglicherweise die Nutzung als einziges Navigationsmittel für bestimmte sicherheitsrelevante Anwendungen gestatten könnten. Eine solche Ausrichtung könnte beträchtliche Auswirkungen darauf haben, wie sich Galileo entwickelt sowie auch auf sein Kosten-Nutzen-Verhältnis.

Die Russische Föderation

Die Russische Föderation hat der EU ein gemeinsames Herangehen an die Entwicklung eines modernen globalen Navigationssatellitensystems vorgeschlagen. Die Herangehensweise könnte auf der Umwandlung von GLONASS in ein System unter ziviler Kontrolle basieren. Es wäre anfangs eine unabhängige Ergänzung zum GPS und würde sich allmählich in Galileo hineinentwickeln.

Andere Länder

Verschiedene andere Länder haben Interesse an einer Kooperation mit der EU gezeigt, um Nutzen aus GNSS-1 (EGNOS) zu ziehen und um GNSS-2 (Galileo) ins Auge zu fassen. Kontakte in dieser Richtung sind geknüpft worden mit mittel- und osteuropäischen Ländern, der Türkei, der Schweiz, Island, Ländern in der GUS, in Afrika und Südamerika, Kanada, Australien, Indien, Japan, China und Korea. Die globale Akzeptanz von Galileo und die europäische Herangehensweise an das GNSS im allgemeinen sollten beträchtlich zum kommerziellen Erfolg von Galileo beitragen.

Treibhauseffekt – schwereres Wetter für die Seeschifffahrt im Ostseeraum?

Dr. Reiner Tiesel

Der Treibhauseffekt bewirkt mit seiner globalen Erwärmung der Erdatmosphäre auch den Beginn der Verlagerung von Klimazonen.

Der allgemeine Anstieg der Jahresmitteltemperatur, in Rostock in den letzten 15 Jahren um 0.3 Grad, und die Häufung extrem heißer Sommer – allein in den letzten 10 Jahren traten die 6 heißesten Sommer der letzten 110 Jahre auf – deuten auf eine Verlagerung der subtropischen Hochdruckzone nach Norden hin.

Aufgrund des enormen Wärmepotential der bei uns immer häufiger einfließenden feuchten und vertikal mächtigen südeuropäischen Warmluft, bilden sich neuerdings in unseren mitteleuropäischen Regionen wiederholt subtropische Gewitter mit kräftigen Sturmböen und wolkenbruchartigen Regenfällen aus. Das katastrophale Elbehochwasser in diesem Jahr, das auch fast Hamburg erfasst hätte, ist ein Beleg dafür.

Auch die Ausbildung nur eines schweren Winters (1995/96) während der letzten 15 Jahre und der Trend zu einer gewissen Abnahme der Winterintensität seit den berühmten Kriegswintern spricht für den Treibhauseffekt.

Das Ausbleiben der recht windarmen und nebelträchtigen Eiswinter und gleichzeitig die Verstärkung der Westwinde in den Wintermonaten bewirken bei uns eine Zunahme der mittleren Windgeschwindigkeit. Und das, obwohl der relativ windschwache Azorenhochkeil im Sommer immer mehr Einfluss nimmt.

Durch den jetzt häufigeren Zusammenprall thermisch immer unterschiedlicher Luftmassen – auch bedingt durch wärmeres Ostseewasser – entstehen stärkere Wetterprozesse und damit ändert sich auch das Profil der Windböen.

Während seit 30 Jahren die Tage mit Starkwind und Sturm nachgelassen haben, hat sich im Zeitraum der starken Erwärmung der letzte 15 Jahre die Zahl der Tage mit orkanartigen Böen und Orkan erhöht.

Auch darauf ist es mit zurückzuführen, dass jetzt in der Ostsee wieder vermehrt Sturmfluten auftreten.

Fazit:

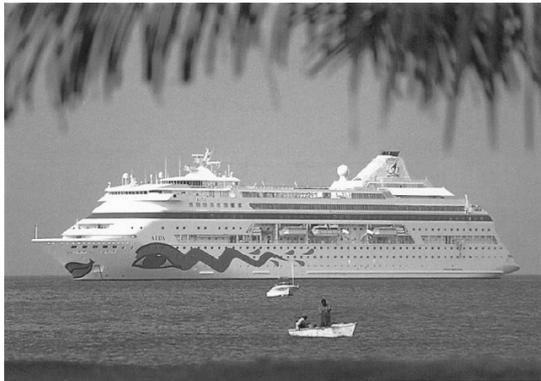
Verbunden mit dem Treibhauseffekt haben in unserer Seeregion Wettervorgänge, die auch die Seefahrt stark behindern – wie schwere Stürme bis Orkane, Sturmfluten und subtropische Gewitter mit Starkniederschlag – zugenommen. Andererseits zeigen Eiswinter und Tage mit Seenebel einen Trend zur Abnahme.

Konzept AIDAvita – Technologien für mehr maritime Sicherheit und Umweltschutz.

Dipl.-Ing. Kapitän Burkhard Müller;

Director Fleet Services,

Seetours- German Branch of P&O Princess Cruises International Ltd.



Grundlagen

Es gibt auf internationaler, nationaler und regionaler Ebene zahlreiche Regelwerke, die den Umweltaspekt der Seeschifffahrt betreffen.

An dieser Stelle sollen nur das MARPOL Übereinkommen und das Helsinki Übereinkommen (HELCON) angeführt werden.

Das „Internationale Übereinkommen von 1973 zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe in der Fassung des Protokolls von 1978“ (MARPOL 73/78) ist das bedeutendste internationale Regelwerk. Es ist einerseits Grundlage für nationale Gesetze und Vorschriften, andererseits werden durch nationales Recht MARPOL Regelungen vorweg genommen.

Zu den vier bestehenden Anlagen zum MARPOL Übereinkommen kommen die Bereiche Schiffsabwasser und Luftverschmutzung hinzu, wobei Anlage IV territorial und Anlage VI bislang nicht in Kraft gesetzt wurde.

HELCON

Das „Übereinkommen von 1992 über den Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebietes“ behandelt im Gegensatz zum MARPOL Übereinkommen nicht nur die von Schiffen ausgehende Umweltverschmutzung, sondern auch landseitige Einträge.

In Anlage IV wird festgelegt, dass die HELCON Vertragsparteien die Bestimmungen des MARPOL Übereinkommens anwenden, in Bezug auf Abwasser (REGEL 5) werden detaillierte Vorgaben gemacht.

HELCON ist so ein Beispiel für die regionale Umsetzung des globalen MARPOL Übereinkommens.

Abfallmanagementtechniken

Die wesentlichsten Merkmale auf Seeschiffen sind:

- Vermeidung und Reduzierung
- Recycling
- Trennung
- Behandlung
- Lagerung
- Abgabe an Land
- Einleiten in die See

Häufig rezyklierte Materialien auf Seeschiffen:

1. Papier(Kartonagen, Schreibpapier, Zeitungen)
2. Aluminium(Getränkedosen, andere Quellen)
3. Glas(grün, braun, weiß)
4. Eisen-Metalle(Schrott)
5. Nicht Eisen Metalle, Kupfer(Kabel, Rohre), Zink
6. Plastik
7. Batterien
8. Photo Entwickler etc.

Fakten zum Umweltschutz

SEETOURS als Betreiber von Passagierschiffen schenkt allen Fragen des Umweltschutzes beim Betrieb Ihrer Schiffe höchstes Augenmerk.

Als zertifiziertes Unternehmen entsprechend des International Safety Management Code (ISM) und mit einem Qualitätsmanagementsystem nach ISO 9002 werden alle Umweltschutzvorschriften der IMO (MARPOL) und alle anderen internationalen und regionalen Vorschriften strikt erfüllt. Dementsprechend verfügen die Schiffe über alle notwendigen Zertifikate wie ISPP und IOPP etc...

Die Beachtung der internen Regeln des Umweltschutzes, manifestiert in den Schiffhandbüchern (shipboard manual) und die Beachtung der Vorschriften in der täglichen Arbeit an Bord wird durch den Offizier für Umweltschutz (staff-captain) überwacht. Er arbeitet direkt mit dem Umweltschutzbeauftragten des Unternehmens an Land zusammen

Von Anfang an wurde bei der Konzeption und beim Bau der AIDA´s auf die Umweltverträglichkeit aller Systeme und Anlagen als wesentliches Entscheidungskriterium geachtet.

- Die Motorenanlage des Schiffes ist so ausgelegt und ausgerüstet, daß der Stickoxydausstoß (NOx) bei allen verwendeten Kraftstoffen und unter allen Wetterbedingungen minimiert wird.
- Einsatz einer modernen biologischen Abwasseraufbereitungsanlage in der die Abwasser des Schiffes aufbereitet werden.
- Die Reinigung technischer Abwasser erfolgt über modernste Öl- und Abwasseraufbereitungsanlagen zur Vermeidung von Ölverschmutzung.
- Sparsamer Wasserverbrauch u. a. durch moderne Vakuumtoiletten, Einsatz von wassersparenden Armaturen, modernste wasser- und energiesparende Wäscherei- und Spülmaschinenteknik.
- Installation eines hochmodernen integrierten Abfallmanagement-System (Multi Purpose Waste Management) der Firma DEERBERG, welches gewährleistet, daß kein Abfall einschl. Speisereste außenbords gegeben werden muß. Das System zeichnet sich durch hohe Flexibilität, max. Automation und vor allem minimale Umweltbelastung aus. Entsprechend den internationalen und regionalen Bestimmungen wird der jeglicher Müll sortiert, geschreddert, gelagert und an Land abgegeben oder verbrannt.
- Beim Bau des Schiffes wurde auch der Energieeinsparung größtes Augenmerk geschenkt, z. B. weitreichender Einsatz von energiesparender Beleuchtung, Energieersparnis durch Enthalpiewärmeaustauscher, energiesparende Technik bei Klima- und Kühlanlagen und in der Küche durch zentrale Kühlung und Nutzung von Abwärme für Heiz- und Wärmezwecke.
- Bei den eingesetzten Materialien wurde strikt auf Schadstofffreiheit geachtet, z. B. ozonverträgliche Kältemittel, halogenfreie Kabel, asbestfreie Isolierungsmaterialien etc...
- Das verwendete Teakholz stammt aus Plantagenanbau.
- Die Frischwasserversorgung des Schiffes erfolgt vollständig durch eigene Erzeugung von Frischwasser mit geringstem Energieverbrauch (Erzeugung durch Abwärme bzw. Osmose).
- Die verwendeten Farben und Anstrichstoffe sind umweltverträglich, die Unterwasseranstriche erfüllen die strengen Vorschriften. TBT frei.
- Einsatz von modernsten Pumpsystemen und Dosiereinrichtungen in der Wäscherei und Spülmaschinen, dadurch geringster Waschmittel- und Spülmittelverbrauch
- Minimierung des Handtuchtaushes durch Aufklärung und freie Entscheidung des Gastes
- Konsequente Müllvermeidung speziell im Gastronomiebereich u. a. durch:
 - maximaler Einsatz von Großgebinden
 - Dispensersysteme für Bier, Softdrinks und Tischweine

- (Faßware, wiederverwendbare bag-in-box-Systeme, Weintanks)
- weitgehendster Einsatz biologischer bzw. biologisch abbaubarer Reinigungs- und Putzmittel
- weitgehender Einsatz von Recycling Papier für Druckerzeugnisse und Toilettenartikel

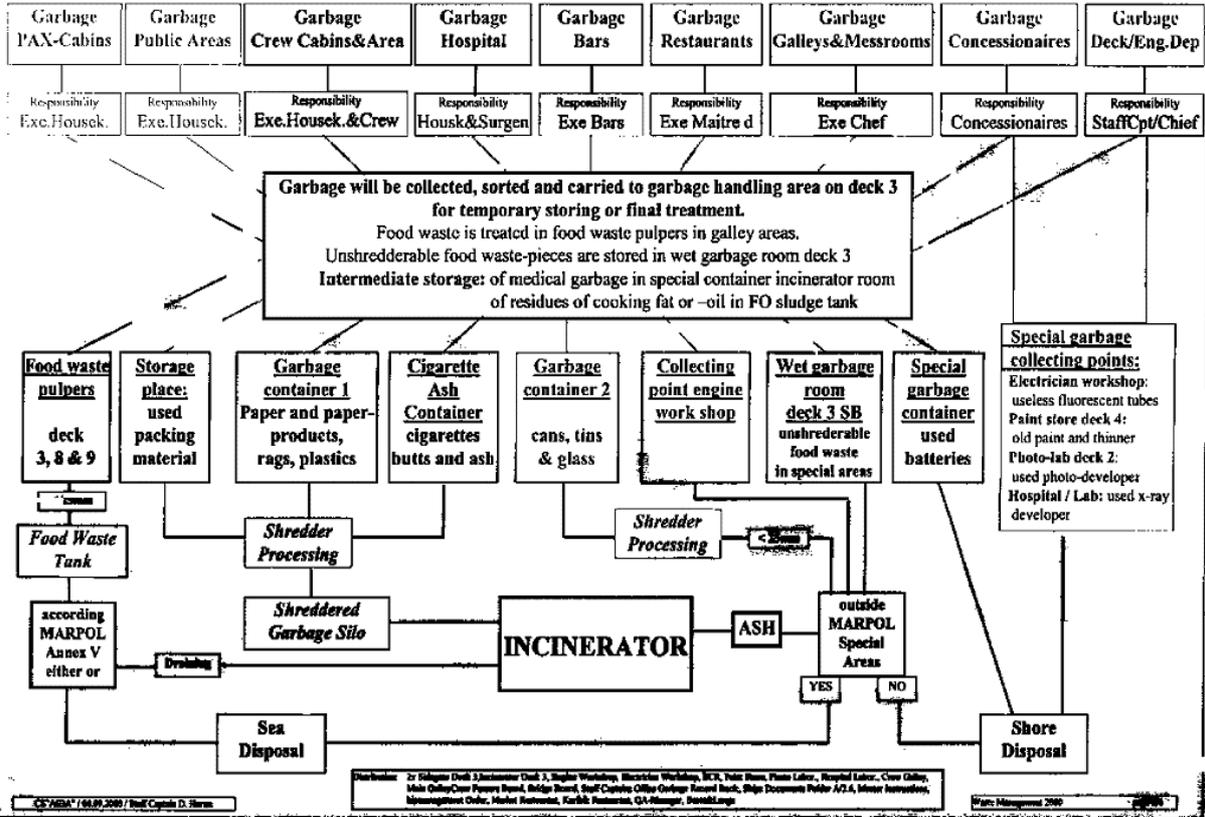


Im englischen MARPOL TEXT werden u. a. folgende Ausdrücke benutzt:

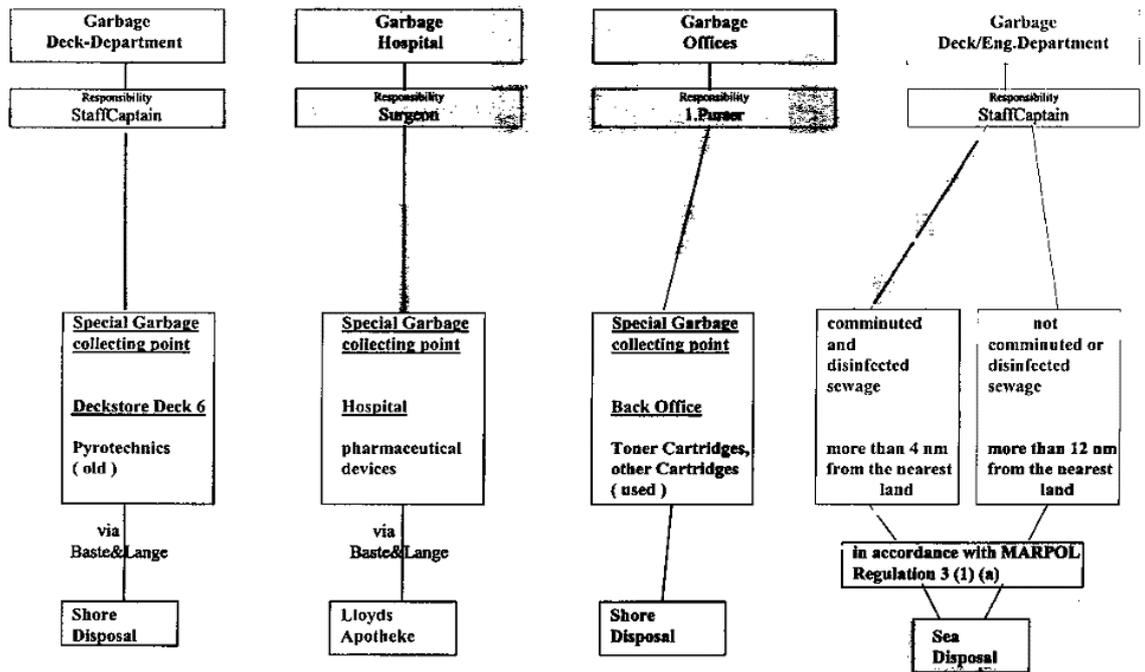
- | | |
|-------------------------|--|
| - Waste | Sammelbegriff für feste und flüssige Abfälle |
| - Garbage | Sammelbegriff für Abfälle |
| - Waste water | Sammelbegriff für Abwässer aus Sanitär und Kammerbereich |
| - (Sewage, black water) | Schwarzwasser (Fäkalabwasser) |
| - (Grey water) | Grauwasser (Waschwasser etc.) |
| - Oily residues | Sammelbegriff für ölhaltige Abwässer (Sludge, verschmutztes Bilgenwasser-Ballastwasser etc.) |
| - Emissions | Sammelbegriff für gasförmige Emissionen (Abgase) |

Supplement to CE Certificate No. 79/02/0376, page 31.

MV "AIDA" WASTE MANAGEMENT acc. to MARPOL Resolution MEPC.65(37)



MV "AIDA" WASTE MANAGEMENT acc. to MARPOL Resolution MEPC.65(37)



Standort: 2x Stüben Deck 3, Backmaster Deck 3, Bugbe Workshop, Bootkasten Workshop, B.C. 3, Füh. Boot, Foto Labor, Hospital Labor, Crew Galley, Main Office/Crew Purser Board, Bridge Board, Staff Captain Office, Garbage Record Book, Höhe Dokumenten Felder A/Z, Muster Inventuren, Management Office, Market Postcard, E-MAIL, Equipment, QA-Manager, Baste/Lange

CP 15001 / 1.04.00 2000 / Dipl. Kapitän B. Müller Waste Management 2000 page 65



In der folgenden Übersicht werden die Einleitbedingungen, die in den Regeln „verteilt und versteckt“ dargestellt sind für die verschiedenen Abfallarten innerhalb und außerhalb der Sondergebiete dargestellt:

Abfallart	Einleitung außerhalb der Sondergebiete	Einleitung innerhalb der Sondergebiete
Kunststoffe wie synthetisches Tauwerk, Netze, Plastiksäcke u.a.	verboten	verboten
Schwimmfähiges Material wie Stauholz, Schalungs- und Verpackungsmaterial	erlaubt bei Küstenabstand > 25 sm	verboten
Metall, Papier/Pappe, Lumpen, Steingut, Glas u. ä.	erlaubt bei Küstenabstand > 12 sm	verboten
anderer Abfall einschließlich Metall, Papier/Pappe, Lumpen, Steingut, Glas u. ä., zerkleinert oder gemahlen mit Teilchengröße < 25 mm	erlaubt bei Küstenabstand > 3 sm	verboten
Speiseabfall, unzerkleinert	erlaubt bei Küstenabstand > 12 sm	erlaubt bei Küstenabstand > 12 sm
Speiseabfall, zerkleinert	erlaubt bei Küstenabstand > 3 sm	erlaubt bei Küstenabstand > 12 sm
Vermischte Abfälle	bei vermischten Abfällen findet die jeweils strengere Regelung Anwendung	
Asche aus der Verbrennungsanlage	wegen der Konzentration an Schwermetallen u. a. zu behandeln wie Kunststoffabfälle, Entsorgung an Land	

Bestimmungen zur Erweiterung der Zuständigkeiten der Hafenstaatkontrollen zum Schutz vor Meeresverschmutzungen wurden als neue Regel 8 in die Anlage angenommen, und traten am 3. März 1996 in Kraft. Wie andere Ergänzungen zu MARPOL-Anlagen auch wird hiermit verdeutlicht, dass die Kontrolleure der *Port State Control* unter ausländischer Flagge fahrende Schiffe eingehender als normal überprüfen können, sobald ein begründeter Verdacht für einen unzureichenden Kenntnisstand des Kapitäns oder der Besatzung im Hinblick auf Maßnahmen zur Vermeidung von Verschmutzungen durch Abfälle vorliegt.

MARPOL, Annex V, Regel 9 wurde so ergänzt, dass ein "Müll-Management" an Bord gefordert wird. Dies gilt für alle Seeschiffe ab 400 GRT oder das 15 und mehr Fahrgäste befördern darf. In einem Müllbehandlungsplan (*Garbage Management Plan*) müssen die Schiffe aufzeigen, wie sie mit ihren (festen) Abfällen umgehen.

An Bord der Schiffe muss spätestens seit dem 01.07.1998 ein Müllbehandlungsplan vorliegen und umgesetzt werden. Für die ebenfalls in der Regel 9 geforderten Unterrichtung von



Sondergebiete nach MARPOL V sind:

Ostsee

**(Achtung: in der Ostsee ist nach der Helsinki-Konvention der
Gebrauch von Verbrennungsanlagen verboten!)**

Nordsee

(mit Engl. Kanal)

(weicht vom Sondergebiet nach MARPOL I ab!)

Mittelmeer

Schwarzes Meer

Rotes Meer

**„Gebiet der Golfe“
(Persischer Golf)**

**gesamte Karibik
(mit Golf v. Mexico)**

**Antarktis
(„Zero-Emission“)**

Umweltschutzstandards für Kreuzfahrtschiffe

- Auf dem ICCL am 11.Juni 2001 wurden Umweltschutzstandards für Kreuzfahrtschiffe der Mitgliedsreedereien festgelegt.
Seetours Branch of P&O als Teil des P&O Konzerns folgt den Beschlüssen des ICCL
- Die Festlegungen im Einzelnen:
 - Foto-Entwickler-Lösung und Röntgen-Entwickler-Lösung werden an Bord gesammelt und einer entsprechenden Aufbereitungsstelle an Land zugeführt.
 - Ebenso werden Rückstände der Trockenreinigung wie Perchlorethylene oder chlorinhaltige Flüssigkeiten, kontaminierter Abfall und Filtermaterialien gesammelt und entsprechend den Bestimmungen des jeweiligen Hafens an Land entsorgt.
 - Mit Kopier-Toner- und Laser-Drucker-Patronen ist das Verfahren an Bord unserer Schiffe wie in den vorhergehenden Punkten.

- Da ein Öko-Test für Laserdrucker ergeben hat, das krebserregendes Benzol enthalten ist, werden diese Patronen speziell gesammelt und als Sondermüll abgegeben.
- Medikamente, die nicht benutzt wurden bzw. das Verfallsdatum abgelaufen ist, werden an den Ausrüster zurückgeliefert.
- Neonröhren, Batterien werden entsprechend den internationalen Vorschriften als Sonderabfall behandelt und für die Abgabe an Land angemeldet und entsorgt.
- Asche aus der Verbrennungsanlage wird ebenfalls als spezieller Abfall behandelt und an Land entsorgt.

Von der Möglichkeit des Testens der Asche und der Entsorgung in See machen wir keinen Gebrauch, da nach unserer Firmenansicht diese Tests keinen Sinn machen.

Ein vierteljährlicher Test der Asche kann unmöglich eine Aussage darüber geben, ob die Verbrennungsrückstände der folgenden 3 Monate mit Schwermetallen behaftet sind oder nicht. Aus diesem Grund wird von der Entsorgung in See Abstand genommen.

Bilgenwasser und ölige Wasserrückstände

Unsere Schiffe sind entsprechend den MARPOL Vorschriften und den ICCL Standards mit Entöler ausgerüstet, die die geforderten Normen von 15 ppm erfüllen bzw. unter den geforderten Normen liegen. D.h., die an Bord installierten Entöler NFV 2000 PPT-BWS/MESB-5000 sind mit < 5 ppm angegeben.

Wastewater – Grau- und Schwarzwasser

- **Grauwasser:** Grauwasser wird nur eingeleitet, wenn das Schiff in Fahrt ist (mindestens 6 kn Geschwindigkeit) und der Abstand zum Land > 4 NM ist. Dabei sind die lokalen Vorschriften sowie zutreffenden Gesetze zu beachten.
- **Schwarzwasser:** Schwarzwasser wird nur eingeleitet, wenn das Schiff in Fahrt ist (mindestens 6 kn), wenn der Abstand vom Land größer als 4 NM ist, unter der Voraussetzung, dass das Schwarzwasser behandelt wurde (in der Regel eine Desinfizierung mit Chlor).
Unbehandeltes Schwarzwasser kann, entsprechend den Vorschriften, ins Meer eingeleitet werden, wenn der Abstand zum Land, Korallenriffen oder festgelegten sensiblen Gebieten größer als 12 NM ist.

Dabei ist bei Grau- und Schwarzwasser darauf zu achten, dass die Einletrate „gemäßigt“ ist.

MARPOL IV

MARPOL IV – Verhütung der Verschmutzung durch Schiffsabwasser

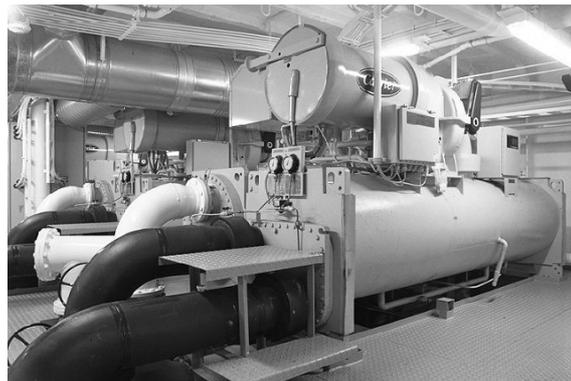
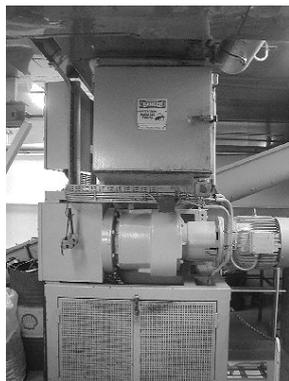
Im Gegensatz zu den ICCL Standards, die auf unseren Schiffen Anwendung finden, ist MARPOL IV noch nicht in Kraft gesetzt. Bis auf wenige Ausnahmen wie z. B. Deutschland,

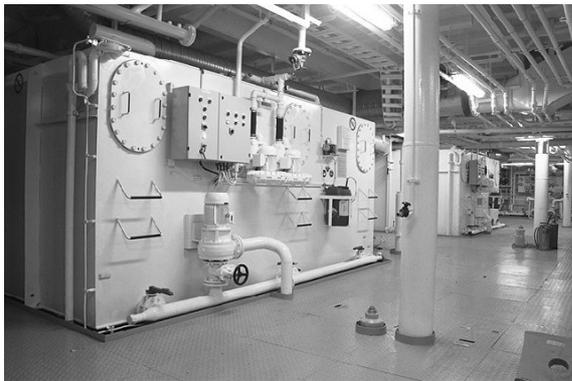
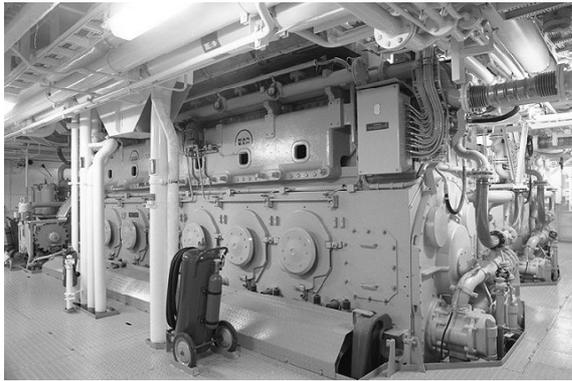
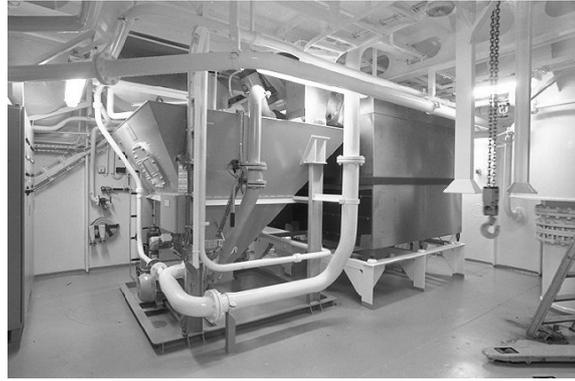
die Ostseeanliegerstaaten (HELCON) haben nur eine geringe Anzahl an Staaten und Reeder solche Standards festgeschrieben.

Für die Einleitung von Grauwasser schreibt der ICCL Standard eine höhere Geschwindigkeit vor als in MARPOL vorgesehen.

ICCL = 6 kn

MARPOL = 4 kn





Ballast Water Management – Accumulated Experience on Exchange Methods

Lefteris Karaminas

Area Marine Business Manager for East Mediterranean and Black Sea

Product Manager for Ballast Water Management Services

Lloyd's Register of Shipping

*(vorgetragen von **Ramona Zettelmaier***

Surveyor Hamburg Plan Approval Centre/HMD)

Abstract

The present IMO legislation as well as the draft convention do not include specific assessment criteria for the approval of ballast water management plans. Lloyd's Register has filled this legislature gap and has gone beyond the present legal framework by developing the ShipRight Procedure for the Assessment of Ballast Water Management Plans in order to assist shipping companies to understand the risks and protect their assets (ships and crew) and businesses, and the asset of all the environment. This procedure has been applied for new ships under construction as well as ships in service. The procedure has become a useful industry standard and, therefore, experience has been accumulated on a common platform for all ship operators. This paper describes the relevant issues in some detail and unfolds the so far accumulated experience from the perspective of shipping companies.

Keywords

Risks. Assessment. Management. Impact. Options. Solutions. Approval. Certification. Experience.

Introduction

The continual educational efforts of IMO and various Member States have achieved widespread acceptance that introduction of harmful aquatic organisms should be prevented rather than cured afterwards. It is also imperative that the resulting widespread socio-economic problems also receive acceptable techno-economic solutions. We use the term acceptable, because we believe that the industry partners should always work together. Therefore, solutions should not be imposed, but be part of a selection process, which at the end of the day will satisfy the needs of the Administrations and still is safe and practical for the Operators. The PEST framework for ballast water management, shown in Table 1, has been discussed and analysed on several occasions and is considered to be understood by the stakeholders.

P	Political/Legal <ul style="list-style-type: none"> • IMO, port state, quarantine legislation • Environmental protection • Safety of Life • Ship safety 	E	Economic <ul style="list-style-type: none"> • Fisheries • Clean up costs • Energy and treatment costs • Economic stability
S	Socio-cultural <ul style="list-style-type: none"> • Country focus • Safety and quality culture • Cleaner seas • Attitude and expectations 	T	Technological <ul style="list-style-type: none"> • R&D activities • Education system • Training and know-how channels • Technological solutions

Table 1. PEST framework for ballast water management

It is useful to appreciate the numbers involved before proceeding discussing issues. In that respect, Lloyd’s Register has developed a ballast water discharge simulation model based on worldwide trade. The simulation model takes into account the Lloyd’s Register Fairplay World RECSO/IMO Joint Seminar on Tanker Ballast Water Management & Technologies Fleet Statistics, for the various ship types and, therefore, has the ability to estimate the amount of discharged ballast water on an annual basis for any given year. Figure 1 shows the results for the period 1996–2001.

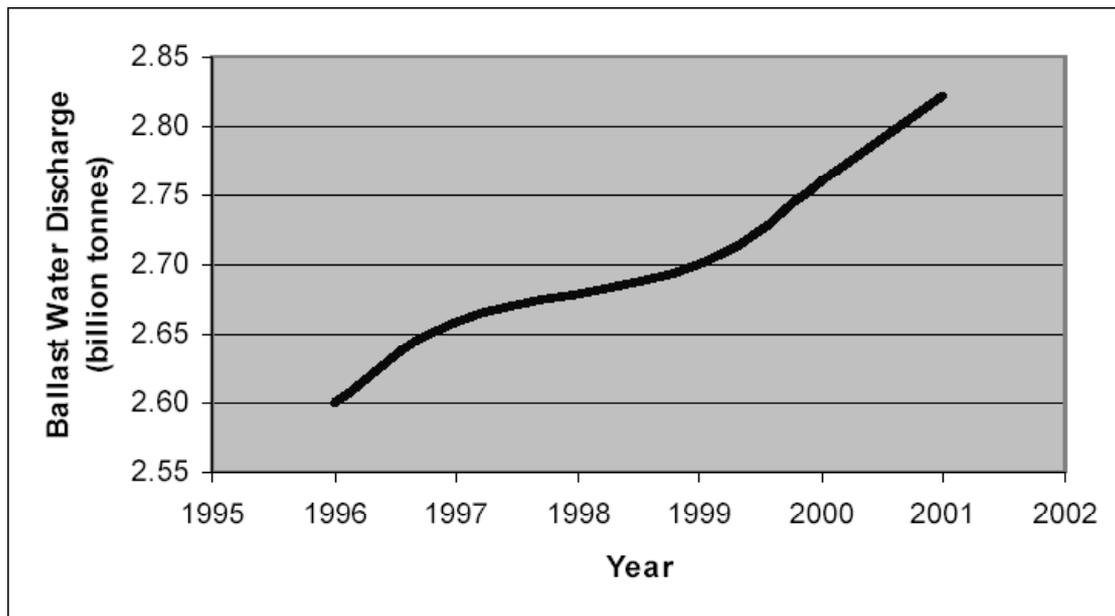


Figure 1. Estimated Annual Ballast Water Discharge Worldwide

It can be concluded that the average annual ballast water discharge worldwide is nearing the 3 billion tonnes, whilst the annual ballast water discharge worldwide has changed by small increments since 1996. As the world shipping capacity is a mature market, only small fluctuations can be expected. Therefore, the results from the Lloyd’s Register ballast water discharge simulation model can establish an annual average discharge figure.

Voluntary guidelines usually expect that ship's masters carrying ballast water into the waters of the country after operating beyond the EEZ employ at least one of a suite of ballast water management practices. These include exchanging ballast water in areas at least 200 miles from any shore and at least 2,000 meters deep, or in an alternative ballast exchange zone approved by the country; retaining ballast water on board; using an acceptable treatment method; or discharging ballast water to an approved reception facility.

Exchange includes flow-through exchange, in which at least three full volumes of open-ocean water are pumped through a ballast tank, and empty-refill exchange (sequential method), in which a ballast tank is emptied completely and then refilled with mid-ocean water. Thus, for exchanged ballast water, full compliance with these voluntary guidelines includes water that has been exchanged 100 % (one full tank volume) by sequential method or at least 300 % (three full tank volumes) by flow-through method.

Ballast water management is also about sediment removal at periodic intervals. Whilst sediment forms a small very small number when compared with the above, there are practical and safety issues associated. The Administrations have not yet defined what is an acceptable interval, since most operators deem removal of sediments from double bottom tanks impractical for periods other than docking.

The Administrations' inability to multilaterally agree and define clearly the acceptable methods, procedure and criteria for ballast water management indicates that the problem is not an easy one to solve. However, this lack of decision making could have serious implications.

Lloyd's Register Response

With concern for safety and a plethora of requests by owners and operators to assist them understand the risks and protect their assets (ships and crew) and businesses, and the asset of all the environment, Lloyd's Register has so far:

- Conducted an investigation on 26 ships and passed the results to the industry.
- Defined criteria and procedures for the assessment of ballast water management plans.
- Developed a review, approval and certification service for ballast water management plans.
- Developed the ShipRight BWMP descriptive note, which indicates to port states, flag administrations, charterers, insurers and prospective buyers that a Company has a documented procedure in place.
- Devised and conducted 19 exclusive ballast water management practical workshops with over 400 attendees in 8 locations around the world.
- Attended and contributed to a series of international conferences.
- Developed the new Lloyd's Register Model Ballast Water Management Plan, which assists in the efficient preparation of the plan. The Model Plan is provided complimentary in electronic format to those who request the Lloyd's Register Ballast Water Management Services.

- Developed specifications for new construction projects to ensure that the owners understand the issues and get the best deal for bulk carriers, tankers and container ships.
- Developed the operational envelope concept and defined the acceptable sea state, which is a risk management approach solution, based on self-regulation.
- Developed a training service for companies who wish to find out the latest regulatory requirements, understand the operational risks involved and help them prepare a practical ballast water management plan.
- and more...

ShipRight BWMP descriptive notes

LR has developed the **ShipRight BWMP** descriptive note which identifies that a ship's operational procedures follow the current IMO guidelines with respect to treatment process, flowthrough exchange or sequential exchange, confirming that strength, trim and stability considerations have been taken into account as necessary.

It is recommended to approve the ship's ballast water management plan according to the ShipRight Procedure "Assessment of Ballast Water Management Plans".

The **ShipRight BWMP (T, F, S)** descriptive notes, which are recorded in column 6 of the Register Book, provide a means to indicate to port states, charterers and insurers that a ballast water management plan is in place. The suffice to the descriptive note – T (treatment), F (flow-through) and S (sequential) – indicates which method of ballast management is employed, as some administrations may not accept all methods.

Ships which intend to utilise one or both exchange methods, i.e. sequential and/or flow-through, could be eligible to one of the following descriptive notes:

- **ShipRight BWMP(S)** indicates that the ship should be utilising the sequential method stand alone.
- **ShipRight BWMP(F)** indicates that the ship should be utilising the flow-through method stand alone.
- **ShipRight BWMP(S+F)** indicates that the ship should be utilising the sequential and the flowthrough methods combined.
- **ShipRight BWMP(S,F)** indicates that the ship should be utilising the sequential method stand alone or the flow-through method stand alone.
- **ShipRight BWMP(S,S+F)** indicates that the ship should be utilising the sequential method stand alone or the sequential and the flow-through methods combined.
- **ShipRight BWMP(F,S+F)** indicates that the ship should be utilising the flow-through method stand alone or the sequential and the flow-through methods combined.
- **ShipRight BWMP(S,F,S+F)** indicates that the ship should be utilising the sequential method stand alone or the flow-through method stand alone or the sequential and the flow-through methods combined.

Experience with Safety and Operation

IMO Resolution A.868(20) *Guidelines for the Control and Management of Ships' Ballast Water to minimise the Transfer of Harmful Aquatic Organisms and Pathogens*, published in November, 1997, includes guidance on safety aspects of ballast water exchange at sea. Lloyd's Register papers on ballast water management, which identify additional risks and available options, should be read in conjunction with IMO Resolution A.868(20), for training purposes.

The exchange of ballast water in open sea is a relatively new practice and has to be distinguished from any ballast operation carried out in ports or in sheltered waters. Practices therefore which are well established in a normal ballast operation should be applied with great care in case of ballast exchange at sea.

Taking into consideration that adverse weather and sea conditions can be established in a short time while under way in an open sea, ballast water exchange has to be well pre-planned.

The safety points outlined below simply emphasise the fact that an error at sea can have more serious consequences than those emanating from the same error in port.

- Hull girder damage due to insufficient longitudinal strength as a result of unsuitable ballast exchange steps.
- Reduction in ship's stability due to free surface effects resulting in a reduction of ship's GM or increase in heeling angle while emptying ballast water tanks or holds originally in a filled or partially filled condition in order to achieve exchange.
- Structural damage to ship bottom forward caused by insufficient forward draught, as a result of emptying forward ballast water tanks or holds originally in a filled condition or filling partially filled aft water ballast tanks in order to achieve exchange.
- Reduction of manoeuvrability and/or ability to make headway; caused by insufficient after draught, as a result of emptying after ballast water tanks or holds originally in a filled condition or filling partially filled forward water ballast tanks in order to achieve exchange.
- Reduction of bridge visibility forward caused by insufficient forward draught, as a result of emptying forward ballast water tanks or holds originally in a filled condition or filling partially filled aft water ballast tanks in order to achieve exchange.
- Structural damage to topside and hopper side tanks caused by inertia loading, as a result of full ballast hold with empty adjacent wing tanks.
- Structural damage to partially filled ballast water tanks or holds caused by sloshing as a result of resonance with ship motion.
- Over pressurisation damage of ballast water tanks when filling empty or partially filled tanks caused by blockages in air pipes or using excessive pumping capacity relative to the design of the ballast system. Blockages may result from lack of proper maintenance, ball failure, freezing, sabotage, or unintended closure.
- Under pressurisation damage of ballast water tanks when deballasting tanks by gravity to an empty or partially filled condition caused by blockages of air pipes or insufficient design.

The procedures for managing ballast water have to be specifically designed to address the hazards mentioned above. It is therefore imperative that the procedures contained in a ballast water management plan are followed when conducting ballast water exchange at sea.

The use of the pumps should be clearly stated in ballast exchange plans. It is recommended that a statement is exhibited in the ship's Control Room to the effect that two pumps must not be employed together for one ballast tank due to risk of over pressurisation.

Where a Port State has designated areas for ballast exchange or has accepted or imposed other ballast water management options or contingency measures, the operation should be planned and conducted accordingly.

The ship's position, sea state, weather forecast, equipment performance, hull condition and degree of crew fatigue should be considered before proceeding with ballast exchange. If any factors are considered unfavourable, the ballast exchange operation should not commence or should be suspended.

Within the limitations imposed by overall safety and operational constraints, efforts should be made as follows:

- Where practicable, ballast exchange should be conducted in deep water, in open ocean and as far as possible from shore. Where this is not possible, requirements developed within regional agreements may be in operation, particularly in areas within 200 nautical miles from shore.
- Where the flow-through method is employed by pumping ballast water into the tank or hold and allowing the water to overflow, at least three times the tank volume should be pumped through the tank.
- When the sequential method is employed, all of the ballast water should be discharged until suction is lost, and stripping pumps or eductors should be used if possible.
- Where practicable, routine cleaning of the ballast tank to remove sediments should be carried out in mid-ocean or under controlled arrangements in port or dry dock.
- Sediment resulting from tank or hold cleaning or stripping should not be disposed in Port State territorial waters.
- Where one or more of the recommended approaches for ballast water discharge has been followed, and loose sediment which is likely to be discharged in an initial flush, (e.g. in the bridge well of a hold space), such sediment should be drawn off by a suitable means (e.g. an initial "suck" to flush out any sediment that may have accumulated in hat boxes or suction bays during the voyage), the discharge from this operation should be placed into a holding tank or by carrying our initial release into an approved discharge area, or at sea outside territorial limits, before full discharge overboard takes place.
- The uptake of ballast water should be minimized or, where practicable, avoided in areas and situations such as:
 - areas with outbreaks, infestations or known populations of harmful organisms and pathogens;

- areas with current phytoplankton blooms (algal blooms, such as red tides);
- nearby sewage outfalls;
- nearby dredging operations;
- when a tidal stream is known to be the more turbid; and areas where tidal flushing is known to be poor;
- in darkness when bottom-dwelling organisms may rise up in the water column;
- in very shallow water; or
- where propellers may stir up sediment.
- If it is necessary to take on and discharge ballast water in the same port to facilitate safe cargo operations, care should be taken to avoid unnecessary discharge of ballast water that has been taken up in another port.
- Minimise departure and arrival ballast quantities but always within the constraints of safe navigation.
- Take additional good house keeping measures to minimise the risk, such as rinse anchors and anchor chain when retrieving to remove organisms and sediment at their place of origin, remove fouling organisms from hull, piping and tanks on a regular basis.

Ballast Water exchange at sea should not be undertaken in any weather condition that would jeopardise the safety of crew operating equipment on the upper deck. As a guide, ballast exchange at sea should not be carried out or, if under progress, interrupted under the following conditions:

- When wind strength exceeds Beaufort 4 and sea state exceeds moderate.
- When there is indication that weather and sea conditions will deteriorate prior to completing ballast exchange program or a step thereof, adequate time margin should always be included in such cases.
- When sailing in areas which are known to be seasonally affected by cyclones, typhoons, hurricanes, or heavy icing condition.
- When any part of the power or ballast system (generators, pumps, level indicators, etc.) is inoperative or gives sign of under-performance.
- When sub-zero temperatures are encountered. Sub-zero weather, where weather decks are icing, is generally considered to be unsuitable for ballast water exchange operations. If deemed absolutely necessary, particular attention should be paid to hazards associated with the freezing of overboard discharge arrangements, air pipes, ballast system valves (together with their means of control and the accretion of ice on deck).
- When due to other important duties on board not enough trained officers and crew are available to perform the ballast exchange safely.
- When abnormal vibrations of the vessel's hull or equipment are experienced while progressing on a certain step of the ballast exchange.
- When other abnormal conditions are observed which, to the judgement to the Master, endanger the vessel's or the crew's safety.

It is noted that these conditions are guidelines only. It is the responsibility of the ship's Master to ensure the safety of crew and passengers is not jeopardised.

Additionally, operational limits defined for specific ballast exchange conditions must be adhered to during operation. Therefore, it is considered imperative to plan for and find the appropriate weather window to conduct safe sequential ballast exchange operations.

Ballast exchange operations are complex procedures and may last from several hours to days. All personnel engaged in ballast exchange should be well trained to respond to routine and emergency procedures.

It should always be considered that while performing a ballast exchange at sea, failure of power system or any part of ballast pumping and piping system can take place. Such incidents should be brought immediately to the attention of the Company's Safety Officer and emergency procedures should be activated to bring the ship back to her ballast seagoing condition as soon as possible. Such emergency procedures could be ballasting by gravity and even utilisation of the general service pump. Ships enrolled with the Ship Emergency Response Service (SERS) could, if necessary, activate the service.

Where a Port State Authority requires that specific ballast water procedures and/or treatment option(s) be undertaken, and due to weather, sea conditions or operational impracticability such action cannot be taken, the ship's Master should report this fact to the Port State Authority as soon as possible and, where appropriate, prior to entering seas under its jurisdiction. IMO requires that Port States should not require any action of the Master which imperils the lives of those on board or the safety of the ship.

Ships' Masters have frequently provided one of the following reasons for not exchanging ballast water:

- clean ballast on board
- treated on board
- on board retention
- discharge to reception facility
- time-restricted route
- location-restricted route
- ship's design and equipment
- ship's safety

Experience with Ballast Water Management Plans

IMO introduced the concept of a ballast water management plan (BWMP), specific to each ship, which is to contain information and guidance intended to provide safe and effective procedures for ballast water management.

In the case of exchange methods, a ballast water management plan will include Ballast Exchange Plan(s) prepared specifically for the ship.

The procedure shown in Figure 2 could be followed for the preparation of a ballast exchange plan, identifying which method is used for various ballast tanks and ballast conditions. At the planning phase the user defines the criteria for compliance. Then, the user follows several paths until a ballast exchange plan acceptable to all parties concerned is prepared.

A Ballast Exchange Plan (BEP) contains step by step instructions for the safe exchange of ship's ballast water. A BEP indicates the status of the ballast tank with relevant assessment criteria.

BEP is prepared on the basis of ship's capabilities and occasionally contains specific advice and limitations which need to be observed and adhered to.

A BEP is intended for typical ballast conditions. It is at the discretion of the ship's master to follow one of the prepared BEPs or to prepare a new BEP for the ship's specific condition, taking into account the relevant assessment criteria. If in doubt the Master should seek assistance by shore management.

Where a new BEP is to be introduced in the ship's ballast water management plan, the shore management should be advised, who in turn need to submit the new BEP to Lloyd's Register for review and approval, as necessary.

A BEP is to be followed with a great degree of thoroughness. Pre-planning and familiarisation is essential in order to ensure the safety of the ship and those on board.

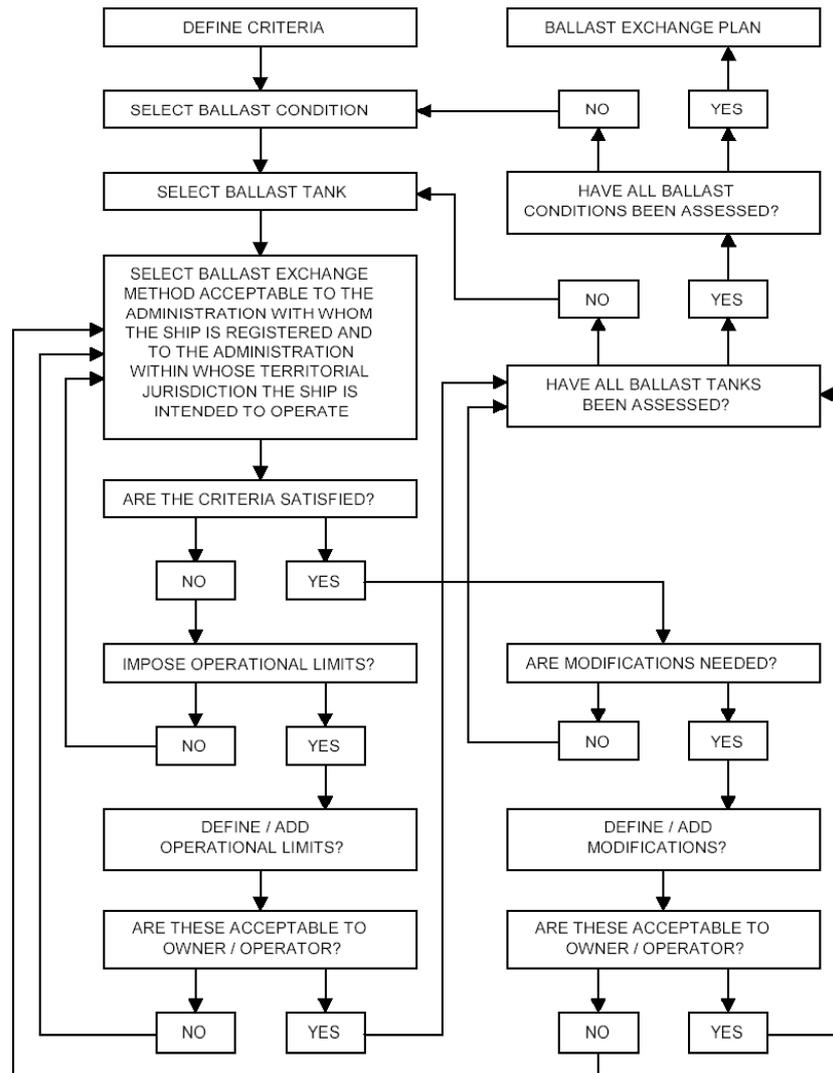


Figure 2. Flow chart for BEP

In the meantime, some operators in an attempt to comply in the best possible way have developed -either themselves or with the assistance of consultants- ballast water management plans on the basis of the exchange methods (sequential and/or flow-through), without an independent vetting by a Recognised Organisation against specific assessment criteria.

Until November 2002, the following undesirable practices have been experienced:

- Some companies have perceived that BEP and BWMP are the same documents
- Many companies have prepared a BEP with a loading instrument not approved from stability aspects and without any cross-check with the approved loading manual
- Some companies have prepared a BWMP by inserting the ship's details on the first pages but leaving the rest of the model plan empty!

- Many companies have prepared a BWMP on the basis of a model plan, without tailoring it to ship's capabilities
- Many companies have prepared a BWMP without taking into account the relevant risks
- Many company managers have instructed their ships' Masters to prepare a BWMP without appreciation of the knowledge required
- Many company managers have supplied their ships' Masters with a BWMP and asked them to train the crew but with negligible training supporting material
- Many model plans having omissions with serious safety consequences have been sold to shipping companies for further use
- Some companies have downloaded free model plans, having omissions with serious safety consequences, from the internet for further use
- Many companies have refused to approve the BWMP due to lack of international implementation and enforcement
- Some companies have perceived the approval process as an unnecessary added expense of no added value!
- Some companies have commissioned BWMPs with only one BEP, despite ship's capability for an alternative BEP, in order to keep development costs to minimum
- Many consultants with insufficient knowledge have prepared BWMPs of unacceptable quality with serious safety consequences, just for the sake of satisfying the needed paperwork
- Some consultants with sufficient knowledge have prepared BWMPs of unacceptable quality with serious consequences, after competing at very low margins!
- Some consultants have advertised that they are authorised to prepare and approve BWMPs on behalf of a Flag Administration!
- Some BWMPs have been approved with serious omissions by a Flag Administration, thus endangering ship's safety and the life of those on board!

The industry is moving towards a convention, which will be requiring approval of the ballast water management plans. Such approvals need to be based on clear assessment criteria and not only by reference to IMO Resolution A.868(20). Supported by the so far experience this is without doubt a very dangerous situation and, therefore, Lloyd's Register feels obliged to warn the industry once again.

In turn, Flag Administrations should accept approval of a BWMP by a Recognised Organisation only when the latter has documented assessment criteria from research and service experience. Only then the shipping companies can have confidence that the relevant risks can be properly managed thus safeguarding life, ship and environment, whilst controlling the business impact.

Experience with Preference on Exchange Methods

At present, the majority of the operators of deadweight and freight carriers are selecting between the sequential or the flow-through method or a combination of these, provided ship is capable. The typical reasons behind such preferences are shown in Table 2.

Table 2. Reason for selecting an exchange method

Reason for selecting an exchange method	Usual preference
Increased scantlings for new construction	Sequential
Ship and crew suffer less in-service	Flow-through
Short route time	Sequential
Promotion of company to charterers, port states, underwriters and prospective buyers	Flow-through, sequential and their combination via certification
Avoidance of penalties and black listing as a result of sampling	Neither method can guarantee 100 % effectiveness, with the sequential method perceived to be the better of the two

Experience with Ship Design and Specification for New Construction

One primary aim of a company is to have a workable and approved ballast water management plan. The ballast water management plan includes the ballast exchange plan(s) which are based on the flow-through and sequential methods or a combination of these. Relevant issues are summarised.

Flow-through issues:

- The company needs to ensure that the double bottom and side tanks will be connected. The aim is to ensure that the tank scantlings will be sufficient with a head to the top of the tank.
- The next step should be to ensure good overflow. This can be done either by specifying the overflow design (see figures) and/or by requesting pipe overflow to inlet total sectional area ratio greater than 2,0. A larger discharge pipe is to be located in a remote position opposite from the filling pipe and a smaller discharge pipe is to be located in a closer position to the filling pipe.
- Whilst it is expected to have two exclusive ballast pumps, it is beneficial to check that the capacity will be sufficient. Comparison with other designs should only be done to establish a minimum requirement.
- The company should request the designer to disclose the pressure loss calculations in order to confirm that the overpressure risks have been mitigated, i.e. pressure drop characteristics are to be determined and matched to the ballast pump operating curve data.

Air pipes on ballast tanks are intended to allow air to escape, or enter, a tank during ballast operations and are usually of flat disc type or ball float (see Figure 3). They are not meant to be capable of handling large-scale discharge of ballast water, which can result from continuous ballast pumping as experienced in flow-through systems.

The anticipated high maintenance to the ball float and spindles could lead to the designs shown in Figures 4 and 5.

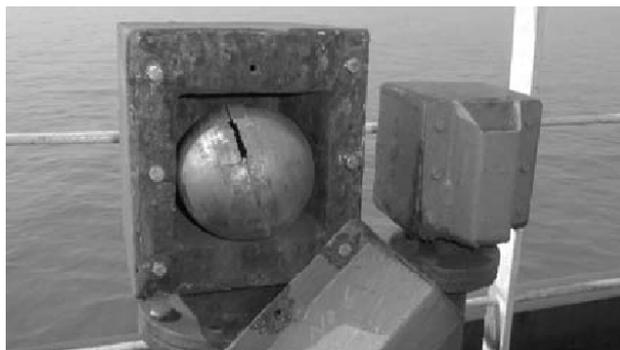


Figure 3.

Air vent head with broken ball float Ballast water should not be discharged from an air pipe head with float type closing appliance, unless a blank flange with a short distance piece is fitted below the air pipe head, which should be removed during the flow-through operation (see Figure 4).

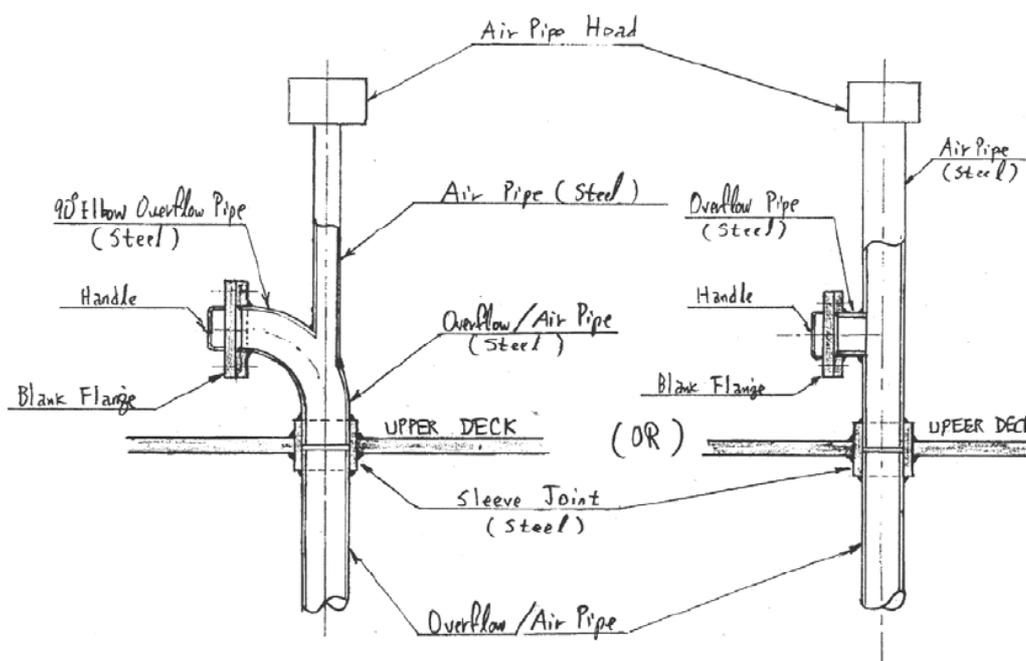


Figure 4. Overflow/Air pipe for double bottom ballast tank

Manholes on upper deck should not be used as overflow discharge, unless the blank flange with a seat are fitted to the manhole cover so that a portable type plastic overflow pipe with 90° elbow can be connected during the flow-through operation (see Figure 5).

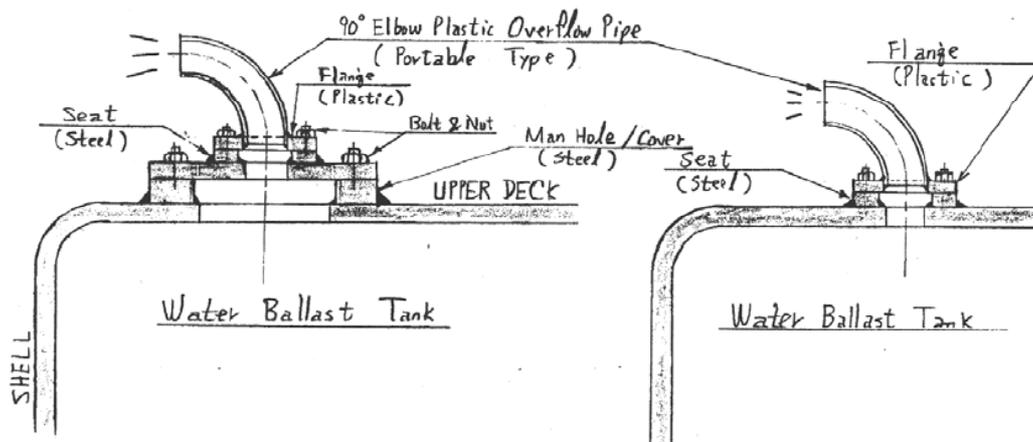


Figure 5. Portable plastic overflow pipe on manhole and deck for deep tank or topside tank

Portable type overflow discharge pipes, which are properly connected to manholes, may be utilised in order to reduce the amount of water on deck during water ballast exchange operations. However such systems are to be properly designed.

If the portable type overflow discharge pipes are at the same height as the air vent, then the situation shown in Figure 6 will arise. This situation is not advisable.

If the portable type overflow discharge pipes are aligned in the fore-aft direction, then water on deck is expected to accumulate fast, (see Figure 6). This situation is not advisable.



Figure 6. Example of an adverse overflow situation

An example of a successfully designed and tested arrangement, which could avoid the adverse situations described above, is the following:

- Size of ballast water filling pipe is for instance 250 mm nominal bore
- Size of overflow discharge pipes (at least two) on upper deck is at least 250 mm nominal bore each

- Portable type plastic pipe (GRP) or fixed steel type 900 elbow with blank flange
- Size of air vent pipes (two pipes) is 200 mm nominal bore each
- Distance of height between centre of overflow pipe and centre of air vent pipe is not less than 600 mm
- Actual distance between bottom of air vent pipe and top of overflow discharge pipe is minimum 375 mm
- Direction of the outlet of the overflow discharge pipe is transverse outwards and not longitudinal
- Actual total sectional area of overflow discharge pipes on upper deck is not less than 2 times the sectional area of the ballast filling pipe for the ballast tank

Pressure loss calculations within the ship's ballast water supply and air vent system should be requested in order to establish as to whether it is likely ballast water tanks to be over-pressurised during ballast water handling operation; including ballast water exchange.

The specification should identify that such verification needs to be provided with the ballast pump with the greatest pump capacity is used when over-flowing individual ballast tanks (e.g. one tank only); including peak tanks, i.e. not only for combined ballast tanks. Typical factors affecting the final outcome are considered to be the pipe length, routing, inner surface finish, aging, and the type of closing appliances. The flow capacity curves should be provided for the closing appliances.

Present rules require that the total cross-sectional area of the air pipes is to be not less than 25 per cent greater than the effective area of the respective filling pipe. However, for tanks where this requirement cannot be met, the rules require the fitting of overflow pipes. An example of such case is shown in Figure 7.

In the design shown in Figure 7 the ballast tanks are protected from a vacuum by two air pipes 100A. Protection from over pressure is safeguarded by the two air pipes 100A and an overflow line 400A.

This arrangement provides better protection when compared to an arrangement which has just a filling line and air pipes of 1.25 times the filling size. This is because such a system would not allow the tank to overflow through the air vent head.

It can be seen that this arrangement meets Lloyd's Register rules in respect of over-pressurisation and vacuum protection of the ballast tanks, however, in case of ballast exchange by flow-through the system would not be effective, unless modifications are carried out.

The absence of a ship-side valve from the overflow system is a notable drawback and it is recommended this arrangement to be opposed.

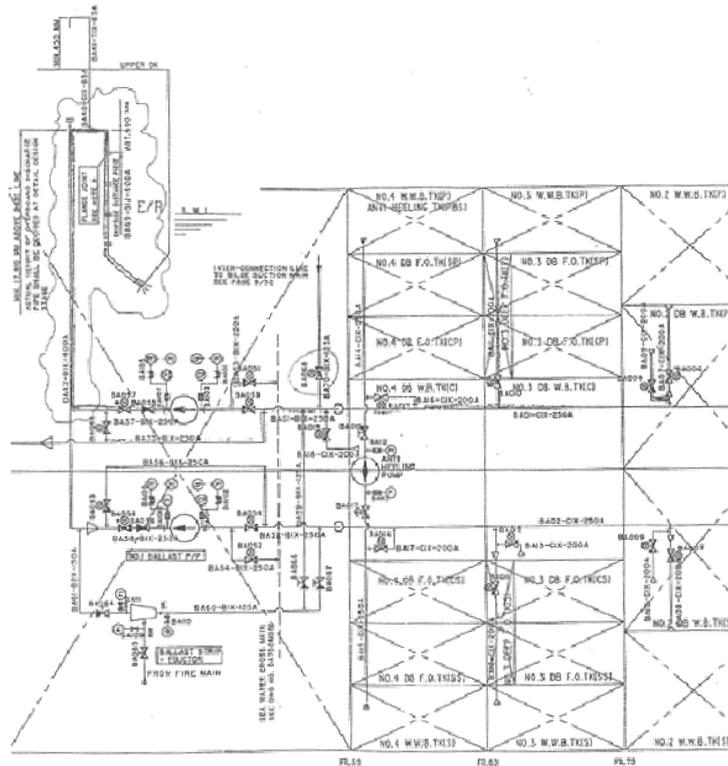


Figure 7. Example of a ballast system based on rule alternatives

Sequential issues:

- It is recommended BEPs to be developed with half consumables and to comply with the Lloyd’s Register assessment criteria without the need to impose limitations or restrictions or define acceptable sea states, unless agreed by the company or instructed otherwise by the company.
- Some companies are requesting that bridge visibility, propeller immersion and inclination angles of machinery to comply during all steps.
- Aim to develop sequences where the longitudinal strength results do not exceed 85 % of the class assigned permissible SWBM and SWSF, in order to account for small deviations in service, so that the Master and the Appointed Ballast Water Management Officer can have confidence in following the proposed sequences.
- Stability to be investigated with the combination of maximum free surface effects from all ballast tanks, irrespective if ballast tanks are shown full or empty.
- In addition, it is proposed that at the start and end of a step there will be no partially filled ballast tank. If sequences with specified partial fill levels cannot be avoided, then -since it is practically difficult to match the specified partial fill level whilst ship motions are experienced the sequences should be further assessed at $\pm 10\%$ of the partial fill level against the criteria.
- Ballast hold(s) to be equipped with pressure/vacuum valves (applicable primarily for bulk carriers) in order to mitigate the risk of a large drop in pressure, due to the rapid change in the contents of the tank during ballast discharge by gravity.

For sequential systems alternative options are summarised in Table 3.

<p>Where the global and local strength criteria are not satisfied, the following options, or a combination of these, would be available:</p> <ul style="list-style-type: none"> • to find a new sequence • to define the acceptable sea state • to enhance the structure • to implement the flow-through method • to re-design 	<p>Where the intact stability criteria are not satisfied, the following options would be available:</p> <ul style="list-style-type: none"> • to find a new sequence • to implement the flow-through method • to re-design
<p>Where the propeller immersion is not sufficient, the following options would be available:</p> <ul style="list-style-type: none"> • to find a new sequence • to implement the flow-through method • to re-design 	<p>Where the bridge visibility forward is not sufficient, the following options would be available:</p> <ul style="list-style-type: none"> • to find a new sequence • to install a CCTV forward, acceptable to the Flag • Administration • to implement the flow-through method • to re-design

Table 3. Alternative options for sequential systems

Ship type additional issues:

Table 4 includes a selection of additional notes for sequential (S) and flow-through (F) systems, for bulk carrier (B), double hull tanker (T) and container ship (C) companies intending new construction.

No	Selected additional notes	S	F	B	T	C
1	<p>If a Company wants a stand alone sequential for a BEP for a normal ballast condition, where obviously the ballast hold is not used, then provided longitudinal strength and stability are satisfied there are two remaining strength aspects:</p> <p>(a) Minimum draught forward, which may not be complied. For this case, the options are:</p> <ul style="list-style-type: none"> • to define the acceptable sea state by 0,75 x draught forward • to enhance the structure • to implement flow-through method <p>(b) Sloshing aspects in topside tanks, where the risk is expected in the fill range 70 %–95 %. For this case, the options are:</p> <ul style="list-style-type: none"> • to insert moderate sea state note in the BEP (feasible for short duration just to avoid critical fill range) • to enhance the structure • to implement flow-through method 	✓		✓		

No	Selected additional notes	S	F	B	T	C
2	<p>If a Company wants a stand alone sequential for a BEP for a heavy ballast condition, then provided longitudinal strength and stability are satisfied we have the three remaining strength aspects:</p> <p>(a) Minimum draught forward. For this case, the options are:</p> <ul style="list-style-type: none"> • to define the acceptable sea state by 0,75 x draught forward • to enhance the structure • to implement flow-through method <p>(b) Ballast inertia, i.e. full ballast hold with empty topside and/or hopper tanks. Experience indicates that existing designs are unlikely to pass the ballast inertia assessment if typical in-service corrosion margins are deducted. For this case, the options are:</p> <ul style="list-style-type: none"> • to define the acceptable sea state as moderate sea • to enhance the structure of the adjacent tanks in question (sloped bulkhead plating and/or • longitudinal stiffeners and/or web and/or web stiffeners and/or lugs, as necessary) • to implement flow-through method for the adjacent tanks in question <p>(c) Sloshing aspects in ballast hold. From experience, ballast holds are not designed to withstand sloshing loads. Structural enhancement is also very difficult. For this case, therefore, the options can be:</p> <ul style="list-style-type: none"> • to implement flow-through method • to insert zero sea state note in the BEP (rarely found in open seas). The zero sea state note in the manual may be fictional. From experience, some operators have opted to have this note in their manual in order to gain the “S” character of the BWMP descriptive note. For such cases, operators usually opt for flow-through. 	✓		✓		
3	<p>If a Company wants a stand alone sequential for a BEP for the ballast condition(s), then provided longitudinal strength and stability are satisfied there is one remaining strength aspect: Minimum draught forward, which may not be complied. For this case, the options are:</p> <ul style="list-style-type: none"> • • to define the acceptable sea state by 0,75 x draught forward • • to enhance the structure • • to implement flow-through method 	✓			✓	✓
4	<p>It is common on bulk carriers to discharge by gravity that part of the ballast above the load waterline through an overboard valve, which gives rise to a potential high vacuum due to the rapid rate of discharge. Unfortunately, air pipes alone do not have the capability of handling such large changes in pressure as those which occur due to discharge by gravity and, unless hold ventilators are open prior to discharge, then serious damage could occur due to under-pressure. It is anticipated that for sequential systems this kind of operation will be performed in open seas, probably far away from safe haven, which makes the effect even more undesirable.</p>	✓		✓		

No	Selected additional notes	S	F	B	T	C
5	Ballast holds are normally provided with adequate ventilators, which should ensure that the hold would not be subjected to excessive pressure or vacuum. For sequential systems, it is recommended that the bilge suctions are blanked, the blanks removed from the water ballast connections and the ventilator covers are kept open whenever the floodable hold is being used for the carriage of ballast and during ballasting and deballasting. Similarly, before the hold reverts to the carriage of dry cargo the above blanking and unblanking process must be reversed.	✓		✓		
6	Ballast holds and large ballast tanks should be equipped with pressure/vacuum valves, in order to mitigate the risk of a large drop in pressure, due to the rapid change in the contents of the tank during ballast discharge by gravity. These valves, if fitted, would need to be maintained in good working order, as a chocked pressure/vacuum valve could result in hatch cover damage.	✓		✓		
7	Container ships are prone to bow flare slamming, due to the fore end flare angle and frequent operation at high speed. In that respect, masters should be advised to reduce speed and/or change course accordingly.	✓				✓
8	Propeller immersion and bridge visibility criteria are expected to comply at least at the start and end of the ballast exchange operation.	✓		✓	✓	✓
9	During the intermediate steps/stages, the machinery's operating design characteristics (angles of inclination) are not to be exceeded.	✓		✓	✓	✓
10	Where two ballast pumps are used for filling purposes, when the fill level reaches 80 %–90 %, then one of the pumps is to be deployed, in order to mitigate the risk of over-pressurisation.	✓		✓	✓	✓
11	Where operational limits are specified (acceptable sea state), at least two independent pumps should be fitted. These should be arranged such that, if one pump fails, then the stand-by pump is immediately available for operation. It has been reported that most ships are equipped with two exclusive service pumps and, therefore, this recommendation may not have design ramifications for most ships in service.	✓		✓	✓	✓
12	Avoid sequences with specified partial fill level. Where at the end of a sequence a tank remains partially filled, conditions at ± 10 % of the partial fill level should also be assessed, since it is practically difficult to match the specified partial fill level whilst ship motions are experienced.	✓		✓	✓	✓
13	Aim to develop sequences where the longitudinal strength results do not exceed 85 % of the permissible values, in order to account for small deviations in service, so that the Master and the Appointed Ballast Water Management Officer can have confidence in following the proposed sequences.	✓		✓	✓	✓
14	For sequential systems, the fore peak tank should be fitted with a centreline wash bulkhead or a centreline ring structure or horizontal ring structures.	✓		✓	✓	✓
15	If side/topside and bottom/hopper tanks are not interconnected by design, then the bottom/hopper tank should not be exchanged by flow-through, unless the tank boundary structure is checked and found satisfactory or any necessary structural enhancements are carried out.		✓	✓	✓	✓

No	Selected additional notes	S	F	B	T	C
16	For flow-through systems, consider maintenance to the ball float and spindles.		✓	✓	✓	✓
17	For flow-through systems, consider fitting one tank access hatch per topside tank, similar to those fitted to ballast tanks on tankers.		✓	✓		
18	If flow-through is selected as the preferred method, then consideration should be given to the additional fuel consumption and possible design ramifications on fuel tanks.		✓	✓	✓	✓
19	For flow-through systems, in order to improve circulation: <ul style="list-style-type: none"> • Inlet and outlet piping connections should be located as far apart as practicable. • A larger discharge pipe should be located in a remote position opposite from the filling pipe and a smaller discharge pipe should be located in a closer position to the filling pipe. • The double bottom and peak tanks may need additional pipework, if deemed necessary. 		✓	✓	✓	✓
20	For flow-through systems, the total sectional area of the ballast water discharge pipes should be not less than two times the sectional area of the filling pipe, in order to mitigate the risk of overpressure.		✓	✓	✓	✓
21	For flow-through systems, avoid the use of two ballast pumps simultaneously due to the risk of overpressure, unless the system is designed for the simultaneous use.		✓	✓	✓	✓
22	For flow-through systems, distribute one ballast pump to several tanks, in order to mitigate the risk of overpressure.		✓	✓	✓	✓
23	For flow-through systems, to avoid water on deck, portable FRP pipes and portable FRP elbows can be considered as part of the ballast water management arrangements.		✓	✓	✓	✓
24	Where overflow pipes are fitted to hatch coamings, it is recommended to fit them to the side coaming with a closing plate hinge arrangement and it should be arranged to discharge downward. To avoid water on deck, portable FRP pipes can be considered as part of the ballast water exchange arrangements.		✓	✓		
25	Manholes on upper deck should not be used as overflow discharge, unless the blank flange with a seat are fitted to the manhole cover so that a portable type plastic overflow pipe with 90° elbow can be connected during the flow-through operation.		✓	✓	✓	✓
26	Ballast water should not be discharged from an air pipe head with float type closing appliance, unless a blank flange with a short distance piece is fitted below the air pipe head, which should be removed during the flow-through operation.		✓	✓	✓	✓
27	Distance between overflow discharge pipe and air vent pipe is to be considered.		✓	✓	✓	✓
28	Direction of the outlet of the overflow discharge pipe should be transverse and not longitudinal.		✓	✓	✓	✓

Table 4. Ship type additional notes

Container ships rarely operate in ballast only conditions, since containers could be loaded and off-loaded at each port. Ballast systems could be developed to permit easy allocation during the course of the voyage to accommodate changes in the distribution of cargo and consumables.

Passenger ships rarely operate in ballast only conditions, given that their limited ballast capacity is used to compensate usage of consumables. Ballast systems could be developed to permit easy allocation during the course of the voyage to accommodate changes in the distribution of cargo and consumables. Passenger ships could retain the ballast on-board and re-distribute it internally or exchange it during or at the end of the return voyage, if navigating outside the Exclusive Economic Zone (EEZ).

Tankers utilising the concept of Hydrostatic Balance Loading have restrictions on changing their draught and trim. In certain cargo loading conditions, where ballast is taken in, the ballast would have to remain on-board and be exchanged during the ballast leg of the voyage.

Industry support

What is happening at present should not be seen as a lasting solution acceptable by all Administrations. Indeed, many Administrations view the exchange methods as a temporary measure until the introduction of effective treatment systems. Without specific internationally agreed criteria, what is acceptable to one Administration may not be acceptable to another now or in future.

In the meantime, shipping companies, operators and shipyards are supporting Lloyd's Register's efforts by mutual exploration of issues and ideas at our email address bwmp@lr.org.

We take this opportunity to thank all those who take time and effort to contribute, with a view to understand how to manage the relevant risks.

In return Lloyd's Register groups, evaluates and circulates all feedback back to the industry through frequent updates with a view to support the industry needs.

The objectives of Lloyd's Register are to assist people understand the risks associated with the ballast water management operation, find feasible solutions to satisfy regulations and still safeguard their assets (see Figure 8).

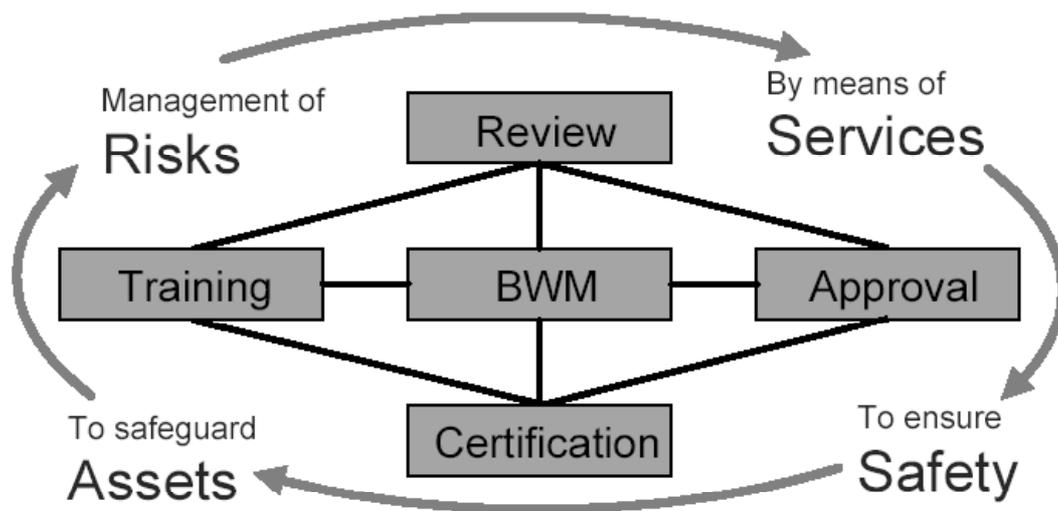


Figure 8. The objectives of Lloyd's Register Ballast Water Management Services

Until November 2002, LR has signed contracts to offer ballast water management services and has already issued certificates for many ships worldwide. 41 % of the ships where the Lloyd's Register Ballast Water Management Services have been contracted are classed elsewhere. This indicates a high regard of the quality service offered. The following benefits can be realised by shipping companies:

- Management of risks during ballast water operations helps protect a company's business and assets.
- Helps prevent loss of hull integrity resulting from unplanned loads during ballast water transfer.
- Enables a company to demonstrate its vision for health, safety, quality and environmental issues.
- Allows 'business as normal' without compromising recognised environmental regulations, such as those issued by individual port states and the IMO.
- Reduces possible business interruption due to visits on board by port state officers for ballast water management audits.
- Helps demonstrate to flag states that responsible actions have been taken.
- Provides evidence of duty of care to underwriters.
- Demonstrates a ship's ballast water management capability to charterers.
- Helps to differentiate a company from competition.

Optimaler Motorbetrieb mit zustandsbasierten Strategien

Dr.-Ing. Wolfgang Busse
Dr.-Ing. Karsten Wehner
EUB e.V./INSTITUT

1. Einleitung

Dieselmotoren im Schiffseinsatz erfüllen dann die Erwartungen des Betreibers, wenn sie über die vorgesehene Nutzungsdauer alle einsatzbedingten Leistungs-, Sicherheits- und Umwelt-normen erfüllen. Aufgabe des Betriebsmanagement ist, diese Zuverlässigkeitsforderung mit minimalen Kosten zu erfüllen (Wirtschaftlichkeitsforderung). Als „Hebel“ stehen dem Betriebsmanagement zwei grundlegende Strategien zur Verfügung: die Wahl der „richtigen Betriebsweise“ und der „richtigen Instandhaltung“. Beide Strategien benötigen Informationen über den Zustand des Motors.

Das EUB-Institut entwickelt Systeme zur Zustandsüberwachung für Schiffsdieselmotoren (Diagnose- und Performance-Monitoring-Systeme). Diese Systeme sind seit mehreren Jahren auf mehr als 30 Schiffen im Einsatz. Von den Betreibern werden zunehmend – über die Lieferung der Technik hinaus – Fernberatungsleistungen nachgefragt. Die Chiefs an Bord und die technischen Inspektoren an Land wollen nicht nur wissen, in welchem Zustand sich die Motoren befinden, sondern auch, welche Konsequenzen dieser Zustand in Bezug auf die Leistungs-, Sicherheits- und Umweltauflagen hat. Mit anderen Worten, Zustandsüberwachung muß als Teilaufgabe von Betriebsführung und Instandhaltung aufgefaßt werden.

Mit unserem Beitrag wollen wir für Schiffsdieselmotoren zeigen,

- wie mit Informationen über den Zustand der Motoren sowohl Betriebsführungs- als auch Instandhaltungsentscheidungen wirkungsvoll unterstützt werden können,
- daß zustandsbasiertes Betriebsmanagement insbesondere dann erfolgreich ist, wenn Betriebsführungs- und Instandhaltungsmaßnahmen zustandsabhängig aufeinander abgestimmt werden,
- daß die Ziele für die Weiterentwicklung der Zustandsüberwachung in effizienter Weise aus den übergeordneten Zielen des Betriebsmanagements abgeleitet werden können.

Zur Skizzierung des Problemfeldes (und als Anregung zur Diskussion) haben wir den Darlegungen folgende Thesen vorangestellt:

⇒ Thesen

1. Instandhaltung und Betriebsweise von Schiffsdieselmotoren können *letztlich* nur zustandsbasiert optimiert werden.

Motorentwicklung und -konstruktion optimieren Leistungsfähigkeit und Lebensdauerverhalten für eine Bandbreite verschiedener Betriebsbedingungen und Einsatzan-

forderungen. Empfehlungen für Betriebsführung und Instandhaltung werden aus den Erfahrungen der Serie abgeleitet und sind demzufolge ebenfalls voroptimiert. Der hiermit vorgegebene Rahmen enthält reiches Potential zur Nachoptimierung in der Betriebsphase. Dieses kann nur mit Kenntnis des spezifischen Motorzustandes – in Bezug auf die spezifischen Einsatzanforderungen erschlossen werden.

2. Zustandsbasierte Strategien benötigen eine *betriebsbegleitende* Zustandsbestimmung (Condition Monitoring).

Betriebsmanagement kann als eine Art „Regelkreis“ aufgefaßt werden. Seine Aufgabe ist, den Zustand des Motors in Übereinstimmung mit den Einsatzanforderungen zu halten. „Steuereingriffe“ – in Form von Instandhaltungsmaßnahmen oder Änderungen in der Betriebsweise – sind immer dann erforderlich, wenn sich Zustand, Betriebsbedingungen oder Einsatzanforderungen ändern. Der Regelkreis kann nur dann wirksam funktionieren, wenn alle Änderungen rechtzeitig erkannt werden.

3. Hauptaufgabe von Condition Monitoring ist die rechtzeitige *Vorhersage* von Funktionsstörungen.

Ein ehrgeiziges Betriebsmanagement wird alles daran setzen, Funktionsstörungen – also Abweichungen von den Leistungs-, Sicherheits- und Umwelthanforderungen an den Motor zu verhindern. Maßnahmen zur Vermeidung müssen vor allem eins: schneller sein als die Störung. Um dies zu können muß man nicht nur den Störungseintritt vorhersagen, man muß ihn auch rechtzeitig und hinreichend genau vorhersagen.

4. Leistungsfähige Zustandsbestimmung *verknüpft* Performance-Monitoring, Diagnostik und Last-Monitoring.

Was verstehen wir im Zusammenhang mit Betriebsführung und Instandhaltung unter Zustand? Der technischen Zustand des Motors ist hier nur eine – wenn auch wesentliche Komponente. Die Beschränkung auf die Bestimmung des technischen Zustandes (mittels Diagnostik) verzichtet auf wichtige weitere Informationsquellen zur Vorhersage von Funktionsstörungen. Diese können mit Performance- und mit Last-Monitoring erschlossen werden.

5. Mit dem Fokus auf die *Zuverlässigkeit* können effektive und rentable Instandhaltungs- und Betriebsführungskonzepte systematisch entwickelt werden.

Wir bezeichnen den Motor als zuverlässig, wenn in seiner Nutzungsdauer keine Funktionsstörungen mit ernsthaften Schäden auftreten. Ein „Wir machen alles denkbare und möglichst oft“ führt hier nicht zum Ziel und ist zudem unnötig teuer. Vielmehr müssen genau diejenigen Maßnahmen zur Betriebsführung und Instandhaltung ergriffen werden, die Störungen mit ernsthaften Folgen vermeiden.

2. Zustandsüberwachung für Betriebsführung und Instandhaltung

2.1 Motordiagnostik – Beispiel Kolbenringanalyse

Der Kolben-Zylinder-Komplex gehört zu den thermisch und mechanisch am höchsten belasteten Baugruppen des Motors. Schäden an den Elementen dieser Baugruppe haben einen großen Einfluß auf die Gesamtzuverlässigkeit des Motors. Statistiken von Versicherungsgesellschaften weisen Schäden an Kolben und Lauffachse mit einem erheblichen Anteil und mit Schadenssummen von über 10.000 US\$ je Schaden aus. Entsprechend hoch ist der Stellenwert, der dieser Baugruppe im Betriebsmanagement des Motors eingeräumt wird. Andererseits sind gerade für diese Baugruppe Inspektionen zur Zustandsbeurteilung sehr zeit- und kostenintensiv.

Das Diagnosemodul PRA (Piston Ring Analysis, s. Abb. 1) ermöglicht eine permanente Überwachung der Funktionsfähigkeit der Kolbenringe im laufenden Betrieb. Bruch oder Festbrennen der Ringe, Anlaufen des Kolben („Scuffing“) und ungenügende Zylinderschmierung werden in der Entstehungsphase erkannt. Folgeschäden können damit vermieden werden. Gegebenenfalls ist hierfür nicht einmal eine Instandhaltung erforderlich. Beispielsweise gelang es, während der Einlaufzeit festgebrannte Kolbenringe durch kurzzeitiges Anheben des Zylinderöldurchsatzes und Fahren von Lastwechseln (also eine Betriebsführungsmaßnahme) wieder zu lösen.

Neben dieser Möglichkeit der Funktionskontrolle liefert das System auch eine quantifizierte Bewertung des radialen Verschleißzustandes der Kolbenringe: Das radiale Verschleißmaß steht in Korrelation zu den Amplituden des Meßsignales. Durch Vergleich mit dem festgesetzten Grenzverschleißmaß kann der Austauschzeitpunkt zustandsabhängig festgesetzt werden. Die Trendbeobachtung dieser Diagnosegröße und der Vergleich der verschiedenen Stationen untereinander liefern rechtzeitig Hinweise auf einsetzende abnormale Verschleißprozesse.

Der Signalpegel des PRA-Signales gibt auch Hinweise auf die thermische Belastung von Kolben und Lauffachse. Mit steigender thermischer Belastung wird das Spiel zwischen Kolben und Buchse kleiner. Erhöhte thermische Belastungen treten im Einlaufprozeß auf. Hier eröffnet sich die Möglichkeit, das Einlaufprogramm belastungsabhängig durchzuführen.

Die optimale Einstellung der Zylinderschmierung hat (neben der Wahl des richtigen Zylinderöles) entscheidenden Einfluß auf die Lebensdauer von Kolbenringen und Lauffachse. Daneben stellt der Zylinderölverbrauch einen nicht unerheblichen Betriebskostenfaktor dar. Ziel unserer weiteren Untersuchungen ist, den Zusammenhang zwischen thermischer Belastung und Zylinderöldurchsatz für eine belastungsabhängige Einstellung der Zylinderschmierung zu nutzen.

⇒ **Lohnt sich der Einsatz?**

Die Hersteller langsamlaufender 2-Takt-Schiffsdieselmotoren geben für Kolbenringe radiale Verschleißgeschwindigkeiten von 0,2...0,3 mm/1000 Bh an. Sie gehen von einer Laufzeit der

Kolbenringe von 10.000 bis 12.000 Bh aus. Für die Inspektion einer Kolben/Zylinderstation werden Intervalle von 8000 Bh empfohlen. Demnach ist jede Station in weniger als 2 Jahren einmal inspektionsbedingt zu öffnen.

Permanente Überwachung der Kolbenringe

- + Funktionsfähigkeit
- + radialer Verschleiß
- + thermische Belastung

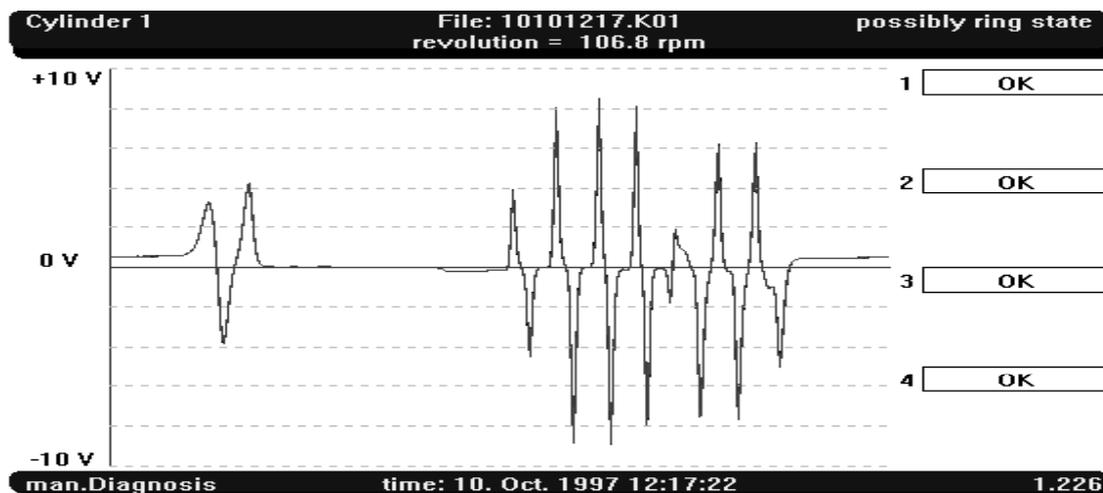


Abb. 1 Diagnosemodul PRA – Piston Ring Analysis

An den von uns überwachten L70 und K80-Motoren haben wir durchschnittliche Verschleißgeschwindigkeiten von lediglich 0,02...0,03 mm/1000 Bh für den 1. Kolbenring und von 0,05...0,06 mm/1000 Bh für den 4. Kolbenring festgestellt.

In einem speziellen Fall wurde eine Kolben/Zylinderstation nach 10.600 Bh besichtigt. Das Diagnosesystem PRA hatte zu diesem Zeitpunkt für den 1. Kolbenring einen radialen Verschleiß von 0,1 mm diagnostiziert. Die Inspektion ergab einen Verschleiß von 0,12 mm. Der Kolbenring hätte demnach problemlos 30.000 Bh (also das 5-jährige Besichtigungsintervall) erreicht.

Bereits 7 Monate nach dem Wechsel wurde durch PRA für den 1. Kolbenring erneut ein radialer Verschleiß von 0,1 mm diagnostiziert.

Die größte Belastung erfährt ein Kolbenring nicht während des Betriebes, sondern beim Ab- und Aufziehen auf den Kolben. Hierbei können Mikrorisse entstehen, die dann unter Betriebsbelastung zum vorzeitigen Bruch führen. Es ist deshalb ratsam, die Kolbenringe so selten wie möglich einer Demontage/Montage zu unterziehen.

Jeder Wechsel von Kolbenringen verkürzt auch die Lebensdauer der Laufbuchse. Kolbenringe und Laufbuchse müssen sich neu einlaufen, was mit erhöhtem Verschleiß verbunden ist

Insgesamt können wir einschätzen:

- Mit Einsatz einer permanent arbeitenden Zustandsüberwachung ist die Zielstellung, Kolben/Zylinder-Stationen im Regelfall nur noch in 5-Jahres-Intervallen zu besichtigen, ist realistisch.
- Laufbuchsen können – durch Reduzierung der inspektionsbedingten Wiedereinlaufvorgänge – eine Lebensdauer von 90.000...120.000 Bh (ca. 15 Jahre) erreichen.
- Neben der Einsparung von Instandhaltungs- und Besichtigungskosten wird Zeit verfügbar, die für zustandsbedingt notwendige Instandhaltungen genutzt werden kann.

2.2 Performance Monitoring

Der Performance Monitor für Schiffsantriebsanlagen PMO wurde als notwendige Ergänzung des Diagnosesystems CDS entwickelt. Anders als beim Diagnosesystem steht beim Performance Monitor die optimale Führung des normalen Motorbetriebes im Vordergrund und erst in zweiter Linie die Unterstützung des Instandhaltungsmanagements. Die Schnittstelle zwischen beiden Systemen liegt bei der Erkennung von Funktionsstörungen. Die Ermittlung der motorinternen Ursachen erfolgt dann durch CDS.

Der Performance Monitor bietet dem Betriebspersonal vier Funktionen (s. Abb. 2):

1. Überwachung des Betriebszustandes

PMO erfaßt in zeitlich kurzen Abständen (5...60 Sekunden) wesentliche Parameter des Betriebszustandes von Hauptantriebsmotor, Propeller und Schiff, wie Drehzahl, Drehmoment, Schiffsgeschwindigkeit, Kraftstoffverbrauch und weitere. Der Betriebszustand wird auf Einhaltung der Belastungsgrenzen überprüft. Überlastungen werden sofort signalisiert.

2. Überwachung von Performance-Kennwerten

Für jeden gemessenen Betriebspunkt werden aussagekräftige Performance-Kennwerte berechnet und angezeigt, beispielsweise der spezifische Kraftstoffverbrauch, der Kraftstoff-Streckenverbrauch, ggfs. auch einzuhaltende Abgas-Emissions-Parameter. Alle Performance-Kennwerte werden in ihrem Trend überwacht, so daß die Einhaltung der gewünschten Mindest-Performance jederzeit gewährleistet werden kann.

3. Ermittlung optimaler Betriebspunkte

Die Betriebspunkte werden in Performance-Diagrammen dargestellt, beispielsweise im Motordiagramm für den spezifischen Kraftstoffverbrauch. Entlang der aktuellen Propellerkurve sind die Effekte ablesbar, die durch eine Drehzahländerung zu erzielen sind. Für jede einzelne Performance-Größe kann so der unter den aktuellen Betriebsbedingungen erreichbare Bestwert bestimmt werden. Im Schiffsbetrieb sind jedoch gleichzeitig mehrere Performance-Anforderungen zu erfüllen, z. B. Minimierung des Kraftstoff-Streckenverbrauches und der NOx-Emissionen unter Wahrung der erforderlichen Pünktlichkeit. Hierfür wurde ein Verfahren zur mehrkriteriellen Optimierung entwickelt. Der Performance-Monitor berechnet damit für jeden aktuellen Betriebspunkt einen Drehzahl-Vorschlag, der einen akzeptablen Kompromiß zwischen den teilweise widersprechenden Betriebszielen darstellt.

4. Früherkennung potentieller Funktionsstörungen

Mit der Trendbeobachtung der Performance-Kennwerte können Performance-Verschlechterungen und damit anbahnende Funktionsstörungen frühzeitig erkannt werden. Zusätzlich ist eine Grobdiagnose der Ursachen der Performance-Einbußen möglich: Die Performance-Diagramme sind Verhaltensmodelle der Schiffsantriebsanlage bei normalem (anforderungsge- rechtem) technischen Zustand von Motor, Propeller und Schiffs-Außenhaut. In diesem Zu- stand sind für bestimmte externe Widerstandsbedingungen (Seegang, Wind, Strömung, Flachwassereinfluß, Beladungszustand) und für bestimmte Betriebsbedingungen des Motors (z. B. Heizwert des Kraftstoffes) zusammengehörige Werte von Drehzahl, Drehmoment, Schiffsgeschwindigkeit und Kraftstoffverbrauch zu erwarten. Jede Abweichung von diesen Zusammenhängen weist auf eine Störung des technischen Zustandes von Motor, Propeller oder Schiffs-Außenhaut hin. Nachfolgend wird ein Beispiel hierfür gegeben.

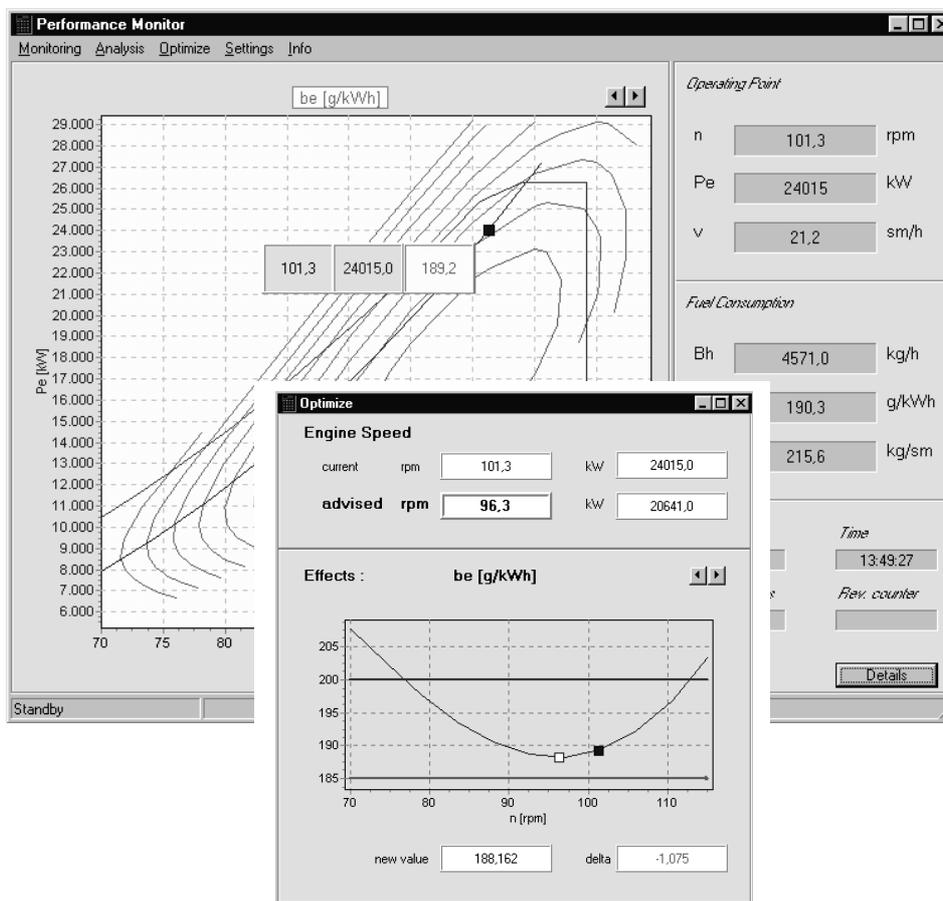


Abb. 2 Performance Monitor für Schiffsantriebsanlagen

⇒ Beispiel: Langzeit-Trend spezifischer Kraftstoffverbrauch

Der Performance-Monitor zeichnet alle erfaßten Betriebs- und Performance-Größen in einer Langzeit-Datenbank auf. Diese Daten werden periodisch (per e-mail) von Bord an unser Institut übertragen und ermöglichen uns die Durchführung eines Beratungs-Service für den Chief an Bord und den technischen Inspektor an Land.

Abb. 3 oben zeigt Einzelmessungen der Performance-Kenngröße „spezifischer Kraftstoffverbrauch“, die im Zeitraum einer Woche bei jeweils stationärem Betrieb aufgenommen wurden. Die Streuung der Werte ist im wesentlichen auf den Betrieb bei unterschiedlichen Betriebspunkten im Motorkennfeld zurückzuführen (verschiedene Drehzahlen und Änderungen der externen Widerstandsbedingungen). Die Betrachtung dieses Kurzzeit-Trends allein würde nicht auf ein vorhandenes technisches Problem schließen lassen.

Dieses wird jedoch im Langzeit-Trend sofort offensichtlich (Abb. 3 unten). Die Einzelmessungen wurden jeweils zu Tages-Mittelwerten verdichtet und über einen Zeitraum von 9 Monaten aufgezeichnet. Sichtbar wurde ein kontinuierliches Ansteigen des spezifischen Kraftstoffverbrauches über den Zeitraum eines halben Jahres, dann eine plötzliche Verbesserung und ein erneutes Ansteigen.

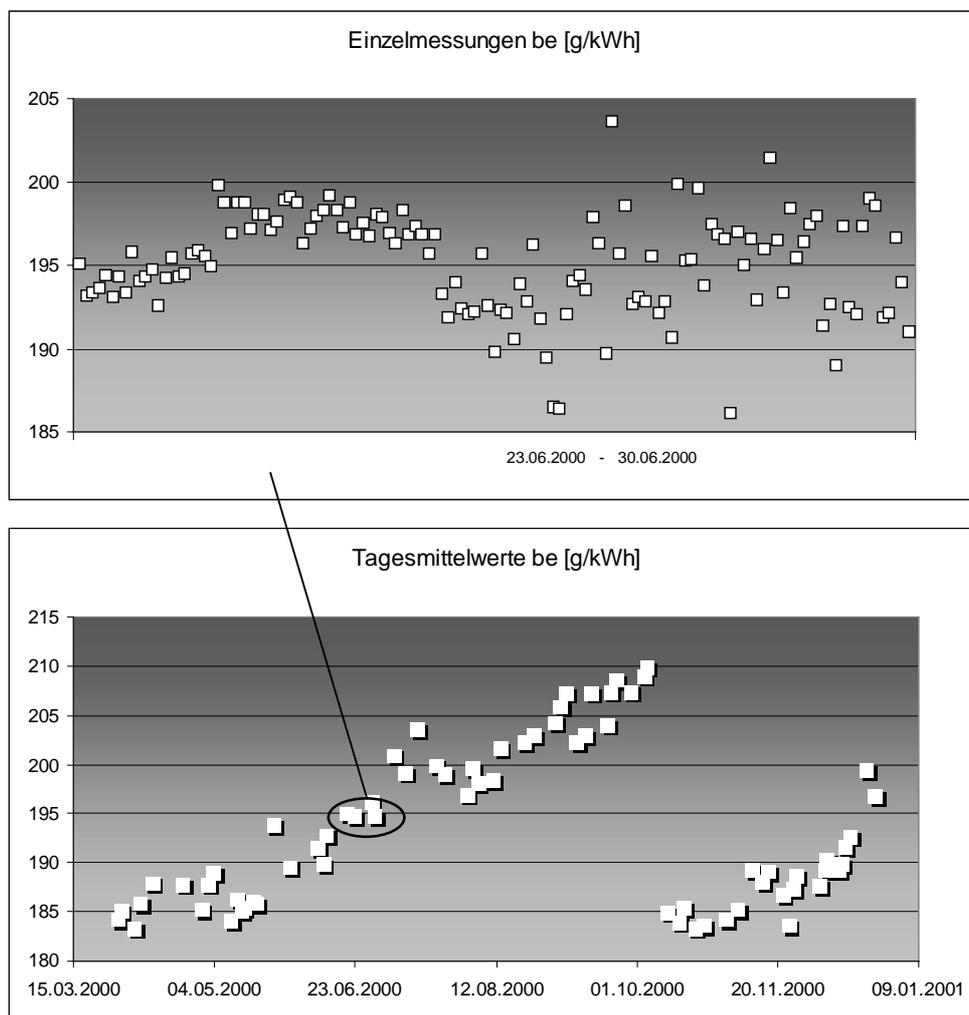


Abb. 3 Performance-Trend spezifischer Kraftstoffverbrauch

Dieses Phänomen läßt sich über den langen Beobachtungszeitraum nicht mit Veränderungen der externen Betriebsbedingungen erklären. Deshalb wurden zusätzlich die Trends weiterer Größen im Zeitraum des ersten Anstieges von be untersucht:

Der Exponent der Propellerkurve zeigte ebenfalls einen leichten Anstieg, woraus auf eine Erhöhung des Schiffswiderstandes geschlossen werden kann. Dieser kann nur durch eine Rauigkeits-Zunahme von Außenhaut und/oder Propeller (Bewuchs) verursacht sein.

Außerdem war über den gleichen Zeitraum eine kontinuierliche Verringerung der Schiffsgeschwindigkeit zu beobachten (um etwa 1,5 kn). Da dieser Rückgang nicht mit einem Drehzahlabfall korrelierte, muß eine Verschlechterung des Propulsionswirkungsgrades in Betracht gezogen werden.

Dennoch ließ sich die Verbrauchszunahme nicht vollständig aus den härteren Widerstandsbedingungen (Fahren in anderen Bereichen des Motorkennfeldes) erklären. Eine motorinterne Störung als weitere Ursache konnte ausgeschlossen werden: Zwischen dem gemessenen Kraftstoffverbräuchen und den Kennfeld-Verbrauchswerten für die entsprechenden Betriebspunkte traten keine signifikanten Abweichungen auf.

Die Rücksprache mit der technischen Inspektion ergab, daß zum Zeitpunkt der Verbesserung eine Inspektion und Reinigung des Propellers durchgeführt wurde. Außerdem wurde eine Wartung der Kraftstoffmeßuhr durchgeführt. Offensichtlich haben sich zwei Effekte überlagert: eine tatsächliche Erhöhung des Kraftstoffverbrauches durch Propellerbewuchs und zusätzlich ein Sensorfehler.

3. Weiterentwicklung mit Blick auf die Zuverlässigkeit

3.1 Erweiterte Möglichkeiten zur Störungsvorhersage

Im zweiten Teil unserer Ausführungen wollen wir den Blick nach vorn richten: Wie muß die Zustandsüberwachung weiterentwickelt werden, damit sie für die Zwecke der Betriebs- und Instandhaltungsoptimierung den größten Nutzen bringt.

Für den Betreiber ist vor allem die Performance des Motors (d. h. die Erfüllung aller benötigten Funktionen in den erforderlichen Leistungsnormen) wichtig.

Primärfunktion eines Schiffs-Hauptantriebsmotors ist:

„Bereitstellung der erforderlichen Drehzahl und Leistung zur Gewährleistung der vom Schiff geforderten Dienstgeschwindigkeit.“

Daneben hat der Motor eine Reihe von Sekundärfunktionen zu erfüllen, z. B. Einhaltung vorgegebener Limits für Kraftstoffverbrauch, Abgas-Emissionen, Schwingungs- und Geräuschpegel, Vermeidung nicht akzeptabler Risiken für Schiff, Besatzung und Umwelt u. a.

Die Quantifizierung dieser Anforderungen führt zu entsprechenden Performance-Kennwerten.

Die Motorperformance wird – neben dem konstruktions- und herstellungsbedingten Leistungsvermögen – durch den technischen Zustand, die Betriebsbedingungen und die Betriebsweise bestimmt. Der technische Zustand ist in seiner zeitlichen Entwicklung seinerseits von Betriebsbedingungen, Betriebsweise und Instandhaltung abhängig (Abb. 4).

Ausgehend von diesen Überlegungen empfiehlt es sich, im Zusammenhang mit zustandsbasierten Strategien den Begriff „Zustand“ nicht nur auf den technischen Zustand zu beschränken und demzufolge die „Zustandsüberwachung“ (Condition Monitoring) nicht nur auf die Diagnostik:

Performance Monitoring führt eine direkte Beobachtung der meßbaren bzw. aus Meßgrößen berechenbaren Performance-Kennwerte durch. Wenn diese Kennwerte sich zeitlich kontinuierlich in Richtung einer vorgegebenen Akzeptanzschwelle verändern, kann der Eintritt von Funktionsstörungen vorhergesagt werden.

Performance-Monitoring allein reicht nicht aus, denn: Nicht alle Störungen kündigen sich in Änderungen von Performance-Kenngrößen an:

- werkstoffmechanische Ermüdung aufgrund dynamischer Belastung führt zu plötzlichen Funktionsausfällen (z. B. Bruch eines Kolbenringes),
- verdeckte Fehler (z. B. ein defekter Ölnebeldetektor) werden erst in Havariesituationen offenbar,
- Regelmechanismen des Motors können Schädigungswirkungen teilweise kompensieren (z. B. reagiert der Temperaturregler im Kühlwasserkreislauf auf Verschmutzung des Rückkühlers mit einem größeren Kühlmitteldurchsatz und hält damit die geforderte Funktion aufrecht)

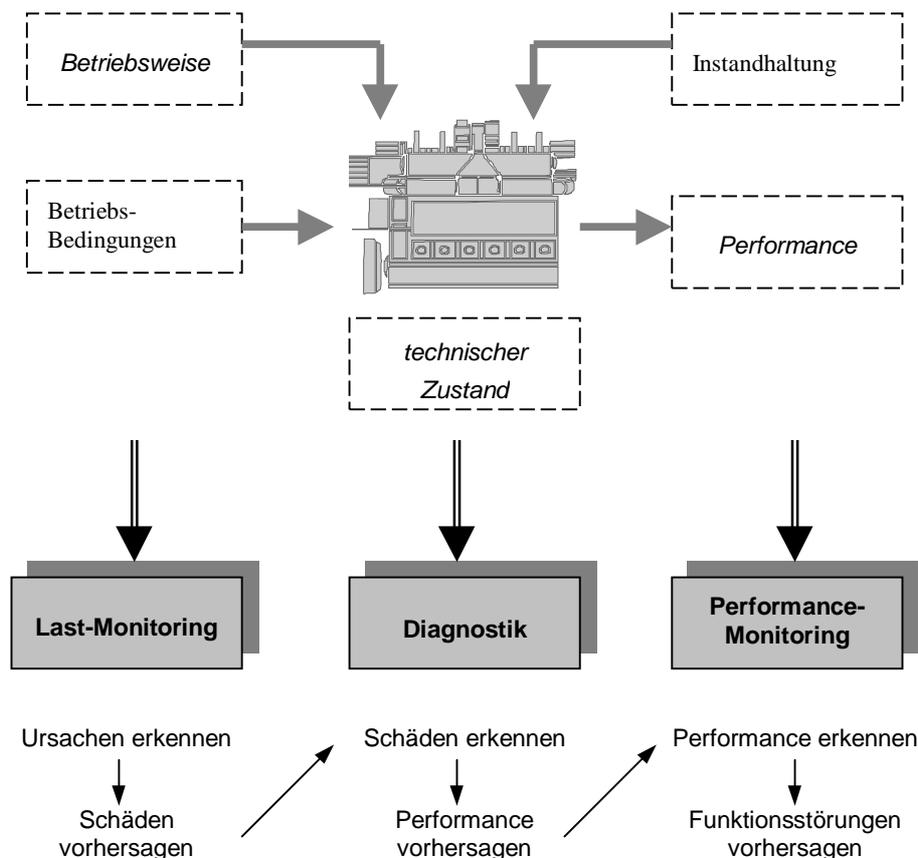


Abb. 4 Systematisches Condition Monitoring

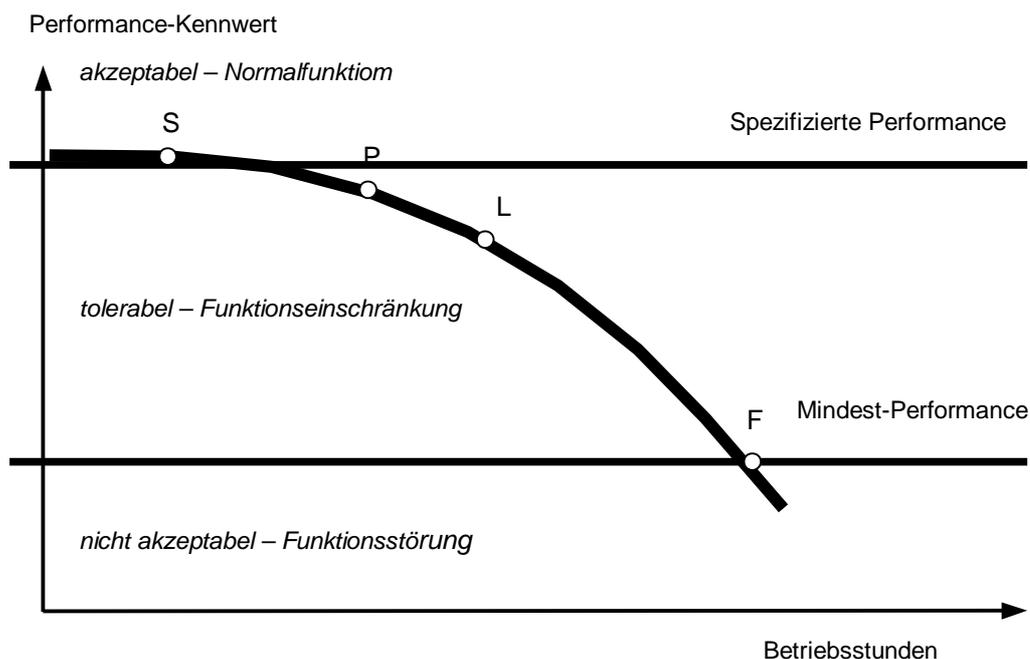
Diagnostik stützt sich auf beobachtbare physikalisch-technische Größen und bekannte Wirkungen von Schädigungen auf diese Größen. Kann der Zusammenhang zwischen Schadensausprägung und Meßgrößen quantifiziert werden, ist eine Trendbeobachtung der Schadensentwicklung möglich (s. Kolbenringanalyse). Wenn darüber hinaus auch die quantitativen Korrelationen zwischen Schadensausprägung und Performance-Kenngrößen bekannt sind, kann der Eintritt von Funktionsstörungen indirekt vorhergesagt werden.

Schädigungen, die sich nicht auf beobachtbare physikalisch-technische Parameter auswirken, können im laufenden Betrieb nicht diagnostiziert werden. Mittels Last-Monitoring können auf der Basis geeigneter Schädigungsmodelle Schädigungen und damit verbundene Performance-Verschlechterungen vorhergesagt werden.

Nicht alle Störungen sind alterungsbedingt – mit wachsender Eintrittswahrscheinlichkeit nach Ablauf einer bestimmten Betriebsdauer, bedingt durch Materialermüdung, Korrosion, Verschmutzung o.ä.. Beschädigung des ATL-Verdichters durch einen Fremdkörper, Inbetriebnahmeschäden durch falsche Montage oder falsches Einfahren und Frühausfälle infolge von Materialfehlern sind Beispiele für zufällig eintretende Störungen, für die es meist keine Möglichkeit der Früherkennung gibt. Auch wenn Condition Monitoring in diesen Fällen nicht zielführend ist, heißt das nicht, daß keine vorausschauenden/störungsvermeidenden Maßnahmen möglich wären. Nur setzen diese nicht bei der Betriebsführung und Instandhaltung, sondern bereits im Vorfeld an, z. B. bei konstruktiven Veränderungen, Qualitätssicherung in Herstellung und Montage etc.

3.2 Effektive und effiziente Störungsvermeidung

Zustandsbasierte Instandhaltung ist nur für die Funktionsstörungen sinnvoll, für die der Zeitpunkt des Eintritts in irgendeiner Weise wenigstens näherungsweise vorhergesagt werden kann und: wenn die verbleibende Zeit noch für eine erfolgreiche Störungsabwehr oder zumindest für Maßnahmen zur Begrenzung der Störungsfolgen ausreicht. Man kann sich die Verhältnisse gut in einem sogenannten PF-Diagramm (P = potential failure, F = functional failure) klarmachen (s. Abb. 5).



- S Störungsentwicklung beginnt
- P Störungsentwicklung ist erkennbar
- L letztmöglichster Zeitpunkt für Maßnahmen zur Vermeidung des Störungseintritts
- F Eintritt der Funktionsstörung

Abb. 5 PF-Diagramm zur Vorhersage von Funktionsstörungen

Für jeden Performance-Parameter gibt es einen Bereich zwischen spezifizierter Performance (im Neuzustand) und Mindest-Performance (von den Einsatzanforderungen vorgegebene Akzeptanzschwelle). Solange keine Akzeptanzschwelle überschritten wird, erfüllt der Motor seine Funktion. Wird eine Akzeptanzschwelle überschritten, liegt eine Funktionsstörung vor.

Diese Betrachtungsweise gibt – angewandt auf einen speziellen Motor mit speziellen Performance-Anforderungen und Betriebsbedingungen – wertvolle Hinweise für die Wahl der geeigneten Betriebsführungs- und Instandhaltungsstrategien:

Ist die Leistung des Schiffshauptmotors beispielsweise für die vorgesehene Schiffsgeschwindigkeit von vornherein zu klein ausgelegt, dann führen schon kleine Motorstörungen zur Unterschreitung der Mindest-Performance. Der Motor wird dann ständig im Grenzlastbereich gefahren, wodurch wiederum Schädigungen beschleunigt herbeigeführt werden – ein Teufelskreis. Eine zustandsbasierte Instandhaltung kann hier kaum Abhilfe schaffen, wohl aber eine zustandsbasierte Betriebsweise (schonendes Fahren).

Für schnell ablaufende Störungsprozesse wie beispielsweise das Festlaufen der Hauptschmierölpumpe steht u. U. nicht ausreichend Zeit zwischen Erkennbarkeit und Störungseintritt zur Verfügung. Ein Condition Monitoring zur Früherkennung ist demzufolge wenig hilfreich. Aufgrund des hohen Schadenspotentials solcher Störungen kann jedoch eine zeitbasiert-vorbeugende Instandhaltung sinnvoll sein.

Generell empfiehlt es sich, zustandsbasierte und zeitbasierte Instandhaltungsstrategien miteinander zu kombinieren: Die zeitbasierte Instandhaltung beruht auf langjährigem Herstellerwissen aus einer Vielzahl von Einsatzfällen. Die zustandsbasierte Instandhaltung stützt sich auf das Betreiberwissen für eine ganz speziellen Anlage. Nur zeitbasierte Instandhaltung heißt Verzicht auf Betriebsinformationen und führt zu hohem Instandhaltungsaufwand. Nur zustandsbasierte Instandhaltung heißt Verzicht auf Erfahrungen und führt zu hohen Investitionskosten für Condition Monitoring.

Maßnahmen zur Betriebsführung und Instandhaltung sind

- effektiv wenn es gelingt, die Funktions- und Performance-Anforderungen über die vorgesehene Nutzungsdauer zu erfüllen
- effizient wenn der erzielte Nutzen (Vermeidung nicht akzeptabler Risiken, erhöhter Betriebs- und Instandhaltungskosten, Ertragseinbußen durch Nichtverfügbarkeit oder verminderte Leistungsfähigkeit) größer ist als der in der gleichen Zeit für die Umsetzung der Maßnahmen zu leistende Aufwand.

Wirksamkeit und Rentabilität der Maßnahmen sind die entscheidenden Kriterien für die Entwicklung von Betriebsführungs- und Instandhaltungs-Strategien – nicht das breite Feld der technologischen Möglichkeiten. Zuerst ist zu fragen „Was ist zu tun und welcher Aufwand ist hierfür vertretbar“, dann erst „Gibt es hierfür eine clevere technologische Lösung“. Das gilt vor allem auch für den Maßnahmeteil „Condition Monitoring“.

Diesem Ansatz folgt ein aktuelles FuE-Projekt unseres Instituts. Kern des Vorhabens ist, die RCM-Methode (RCM = Reliability Centred Maintenance), die bisher z. B. in der Luftfahrt und im Offshore-Bereich erfolgreich eingesetzt wird, auf den Schiffsbetrieb anzuwenden und die erzielbaren Effekte nachzuweisen. In einem ersten Schritt konzentrieren wir uns auf die Schiffsantriebsanlage. Ein solches Vorhaben läßt sich nur gemeinsam realisieren mit:

- einem Schiffsbetreiber (Reederei P. Döhle), der eine Schiffsantriebsanlage als Testobjekt bereitstellt und hierfür die Performance-Anforderungen definiert,
- einer Klassifikationsgesellschaft (Lloyds Register), die die RCM-Methodik beherrscht und über eine umfangreiche Schadensstatistik verfügt,
- dem Motorhersteller (RDS Rostock Diesel Service) mit erfahrenen Spezialisten im Wartungsservice und als Träger des Herstellerwissens und dem
- EUB-Institut, das über praxiserprobtes Condition Monitoring verfügt und die technologischen Möglichkeiten hierfür kennt.

Literatur

- /1/ Kaiser, V. u. a.: Asset Optimization – Technik und Beitrag zur Wertschöpfung.- In: atp 42(2000)12.- S. 28–40
- /2/ Wehner, K.; Knuth, J.: Zustandsbezogene Instandhaltung der Kolben-Zylinder-Einheit.- In: Schiffs-Ingenieur Journal 47(2001)5.- S.24–28
- /3/ Busse, W.; Moeck, E.: Innovative Betriebsführung maritimer Systeme.- In: HANSA 137(2000)1.- S. 21–24
- /4/ Lloyd's Register: Messungen am Zweihüllenschiff.- In: Schiff&Hafen 10/98.- S. 154–158
- /5/ Moubray, J.: RCM. Die Hohe Schule der Zuverlässigkeit von Produkten und Systemen.- Landsberg: mi, Verlag Moderne Industrie, 1996.- ISBN 3-478-91630-5

Autoren

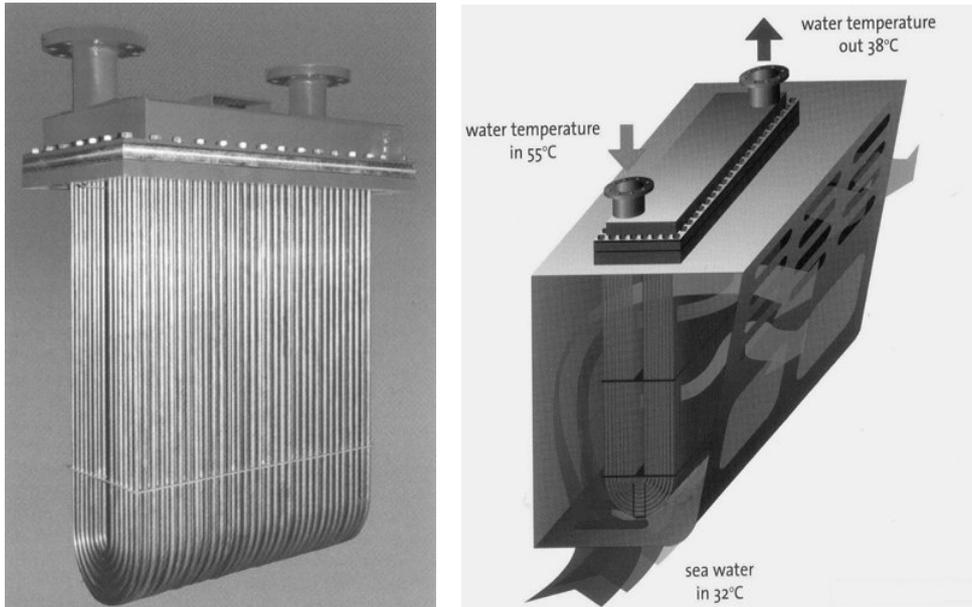
Dr.-Ing. Wolfgang Busse
Dr.-Ing. Karsten Wehner
EUB e.V./INSTITUT
Bützower Straße 1a
18239 Hohen Luckow
Tel. 038295-74107
Fax. 038295-74144
e-mail: eub@ibz-hl.de

Thermischer Bewuchsschutz an Seekasten-Kühlern

Dipl.-Ing. Gunter Höffer

HEAT Nord GmbH, Höffer Energie- und Antriebstechnik

Der Kastenkühler



Vorteile Kastenkühler gegenüber Zentralkühlsystem

- Kosteneinsparung durch weniger Bauteile – z. B. Seewasserpumpe, Filter, Wärmetauscher
- Platzeinsparung im Maschinenraum
- Vereinfachung des Kühlwassersystems
- Geringerer Wartungsaufwand

Das Problem



Fouling am Kastenkühler

- Seepocken
- Muscheln Tangpolypen
- Moostierchen
- u.v.a.

Traditionelle Bewuchsschutzmethoden

- Cu- Anoden im Seekasten
- Einimpfen von Bioziden
- Chlorierung
- Antifoulinganstriche

Nachteile traditioneller Bewuchsschutzmethoden

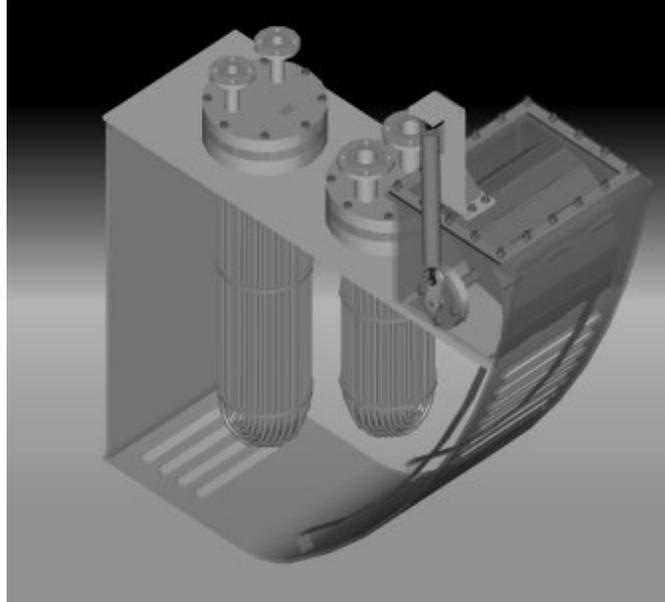


Verbrauchte Cu-Anoden

- Permanente Umweltbelastung
- Verbrauch des Einsatzmaterials (Folgekosten)
 - Cu- Anoden
 - Chemikalien
- Ungenügende Zuverlässigkeit unter verschiedenen Einsatzbedingungen

Die Lösung

Thermal **A**ntifouling **S**ystem
Die umweltfreundliche Alternative

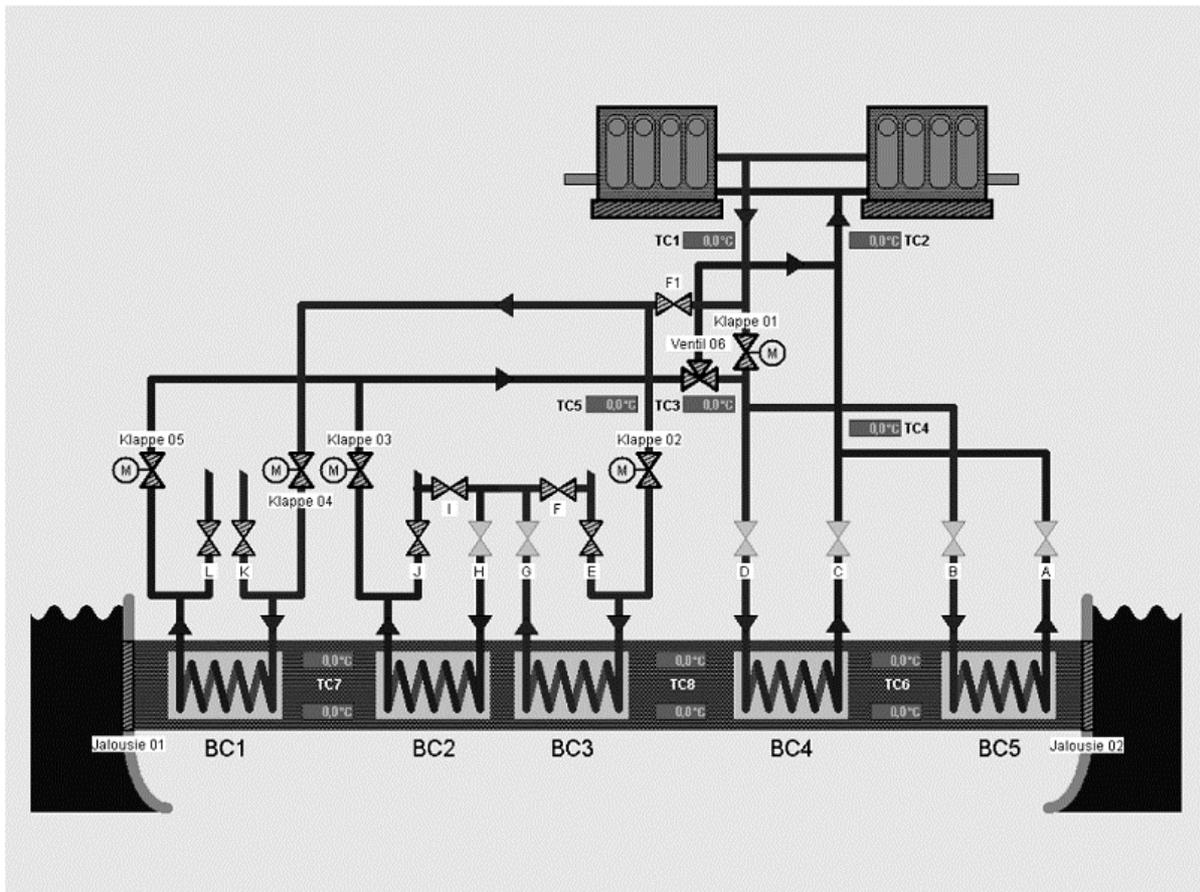


TAS Modell

Aufbau des Thermal Antifouling Systems

- Verschlussvorrichtung für die Auslassschlitze des Seekastens
- Modifiziertes Rohrleitungssystem oberhalb der Kastenkühler
- Elektronische Steuerung und Überwachung

Schema des TAS



Funktionsweise des Thermal Antifouling Systems

- Der Prozess wird im Hafenbetrieb durchgeführt
- Verschließen der Auslassschlitze des Seekastens
- Aufheizen jedes einzelnen Kastenkühlers nacheinander auf ca. 60°C mit Hilfe des HD-Kühlwassers
- Die Larven der Bewuchsorganismen sterben ab

Vorteile des Thermal Antifouling Systems

- Einmalige Investition
- Dauerhafte Bewuchsverhinderung
- Umweltfreundliche Lösung
- Keine Extradockungen vor Ablauf des Inspektionsintervalls
- Keine Kosten für aufwendige Reinigung
- Kein Ausfall von Frachtraten
- Permanent die volle Kühlleistung
- Erhöhung der Zuverlässigkeit des Schiffsbetriebes

Das erste Projekt – MS TRANSMAR



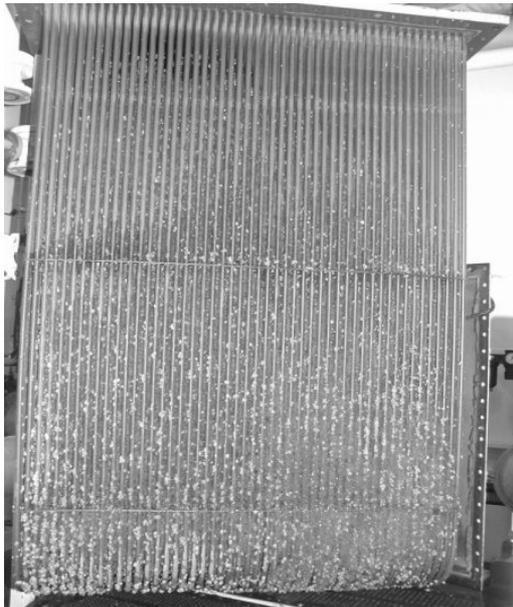
- 300 TEU Schiff der Reederei Harren & Partner
- Einsatzgebiet hauptsächlich Nord- u. Ostsee
- Nachrüstung mit TAS im September 2001

Kastenkühler der MS TRANSMAR



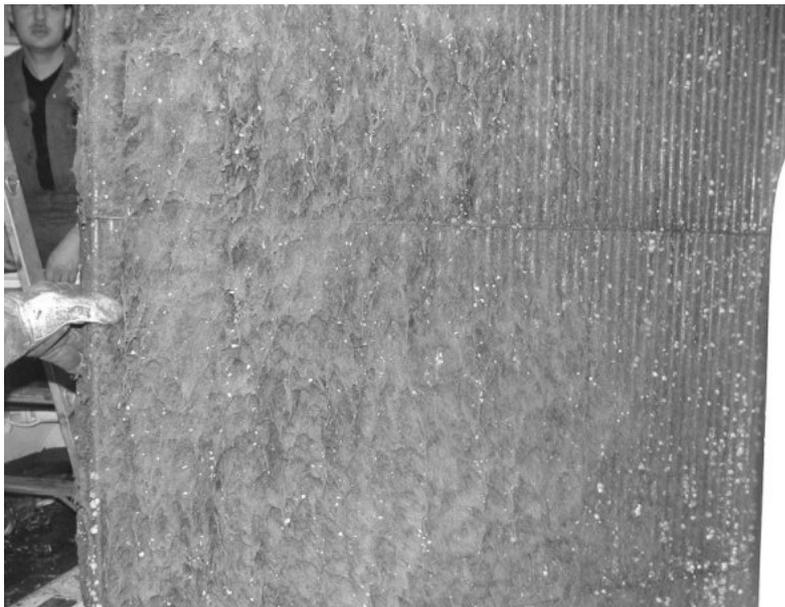
nach ca. 1-jähriger Fahrzeit in Nord- und Ostsee

HT-Kühler der MS TRANSMAR



- HT- Kühler der Hauptmaschine mit Fouling
- Die Hauptmaschine konnte nur noch mit 70 % Leistung gefahren werden

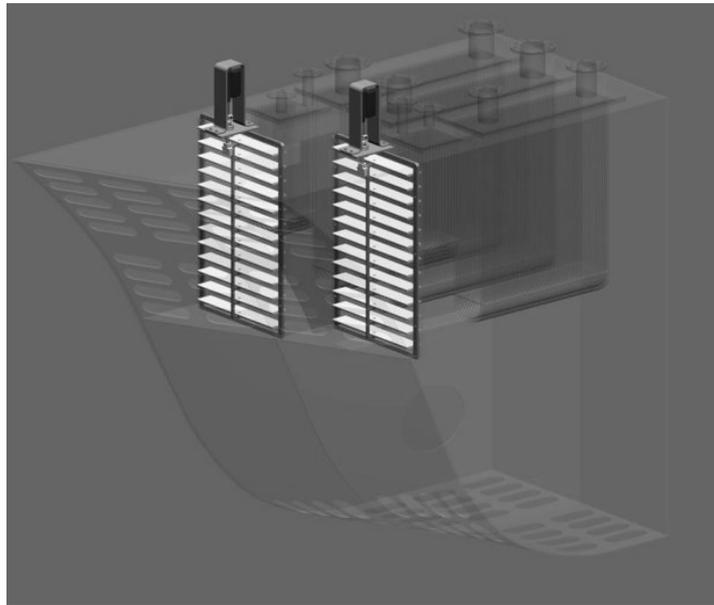
NT-Kühler der MS TRANSMAR



Nur noch 70 % Hauptmaschinenleistung möglich!

NT-Kühler mit starkem Bewuchs von Tangpolypen

TAS auf der MS TRANSMAR



Jalousieverschluss



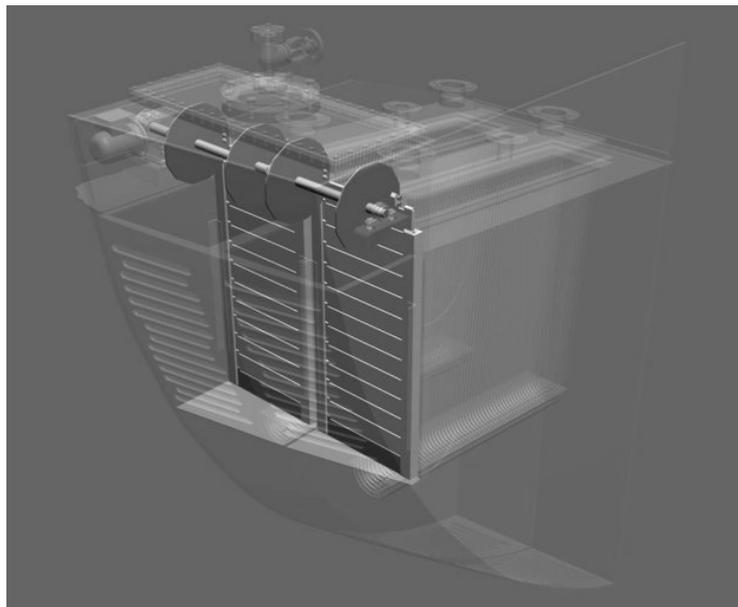
Jalousieverschluss im Seekasten der MS TRANSMAR

Projekt MS WEGA



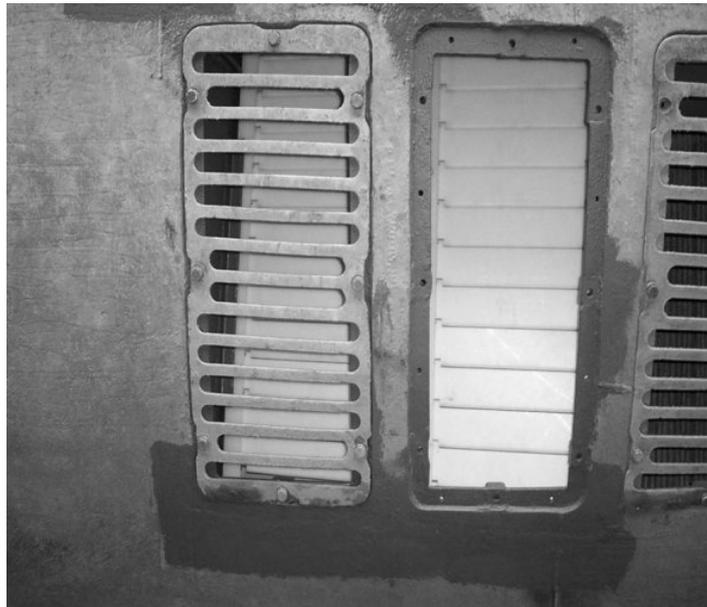
- MS WEGA – ein Forschungsschiff des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie
- Einsatzgebiet Nordsee
- Nachrüstung mit TAS im März 2002

TAS auf der MS WEGA



Rollverschluss

Rollverschluss im Seekasten der MS WEGA

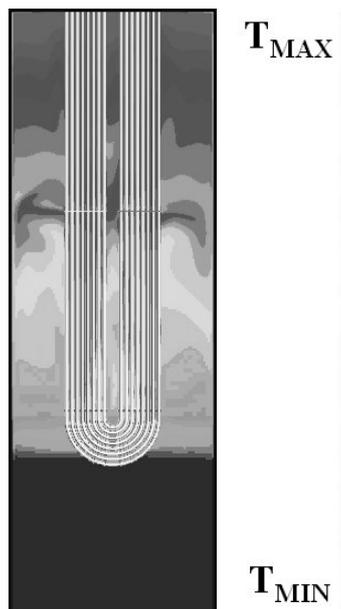


Innenansicht von oben in den Seekasten

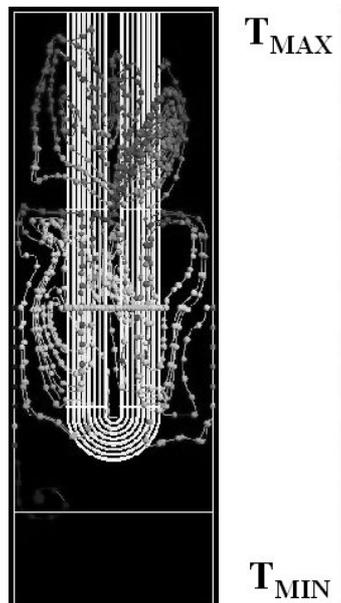
Forschung und Entwicklung Thermal Antifouling System

- Mit Hilfe von Ingenieuren für Entwicklung und Simulation konnten Temperatur- und Strömungsverhältnisse ermittelt und dargestellt werden
- Auf den folgenden Bildern werden diese Verhältnisse gezeigt

Ergebnisse: 1. Flut – Seewassertemperatur (bis $t = 118s$)



Ergebnisse: Streichlinien/Temperatur, $t = 118s$



- Durch Biologen wurden Untersuchungen über die Arten, die Verbreitung und Ansatzzeiten von Bewuchsorganismen sowie deren Bekämpfungsmöglichkeiten durchgeführt
- Die Ergebnisse wurden in einer wie im folgenden Bild dargestellten Datenbank erfasst



Rostock / Warnemünde (D)

Land: BRD 

Meeresgebiet: südliche Ostsee

Hafentyp: Flussmündungshafen (Warnow)

allgemeine Info:

Salzgehalt: 6 – 18 ‰ im Mittel 10 ‰, abhängig von Ein- bzw. Ausstrom der Warnow

Temperatur: 0 – 20 °C

Verschmutzung: mäßig

© 2002 bioplan GmbH

Weltkarte Gdynia (PL) Kemi (FI) Riga (LV) Rostock (D) St Petersburg (RUS) Vejle (DK)

Zusammenfassung Thermal Antifouling System

- Zukunftsorientierte Entwicklung
- Umweltfreundlich
- Einsparung von Zeit und Geld
- Zuverlässiger Schiffsmaschinenbetrieb

Zur Wirksamkeit in der Brandabwehr in Maschinenräumen

Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Hahne

Institut für Sicherheitstechnik/Schiffssicherheit e.V.

1. Ursachen für die Brandentstehung in Maschinenräumen

- Ermüdung des Materials infolge Schwingungen
- Unsachgemäße Ausführungen von handwerklichen Arbeiten bei Instandsetzungen
- Unvollständige Isolierungen
- Nichteinhaltungen von Betriebsvorschriften

2. Naturwissenschaftlich-technische Wirkungen infolge eines Brandes

- Temperatur
- Toxizität
- Sichteinschränkung

Temperatur

- Temperaturentwicklung in Abhängigkeit der Zeit
- Temperaturverteilung im Raum
- Einfluß der Raumstruktur auf die Temperaturverteilung
- Wärmetransport in angrenzende Bereiche
- Schädliche Auswirkungen

Toxizität

- Zeitliche Entwicklungen der Konzentrationen von toxischen Gasen
- Wirkungen von Kohlenmonoxid und Kohlendioxid auf den Menschen
- Konsequenzen für die Organisation

Sichteinschränkung

- Sicht in Abhängigkeit der Zeit
- Handlungsfähigkeit der Menschen unter geringer Sicht
- Konsequenzen für die Organisation

3. Schlußfolgerungen für das Sicherheitsmanagement

- Ziel einer effektiven Organisation zur Abwehr
- Voraussetzungen:
 - Erkennen der unmittelbaren Gefahr/Risiken
 - Vorausschauend die Entwicklung abschätzen

- Genaue Kenntnis über die Leistungsfähigkeit der Abwehrtechnik
- Entscheidungsverhalten des Führungspersonal nach der Bewertung der Situation

Erkannte Defizite

- Fehlendes kognitive Training zur vorausschauenden geistigen Bewältigung denkbarer Ereignisse im zuständigen Betriebsbereich
- Fehlendes technisches Basiswissen zur Bewertung der Leistungsfähigkeit der Abwehrtechnik
- Nicht ausgeprägtes Prozesswissen hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung der Wirkgrößen
- Unsicherheiten bei der sicheren Verknüpfung der einzelnen Komponenten als Voraussetzung für die logisch begründbaren Entscheidungen zur effektiven Abwehr der Gefahr

Das Wesen des Notfalls

Notfälle sind gering wahrscheinliche Ereignisse. Wenn sie auftreten, dann:

- spontan
- für die Besatzung unvorbereitet
- mit schnellen Veränderungen der Bedingungen und
- mit komplexen Wirkungen

Der Notfall stellt eine unmittelbare Gefahr dar für

- die Gesundheit
- das Leben
- die Umwelt und
- das Schiff

Die schnelle und erfolgreiche Abwehr dieser unmittelbaren Gefahr/Gefährdungen ist bei Eintritt eines Notfalls die

Hauptaufgabe

Die Organisation an Bord muss in sehr kurzer Zeit zur Erfüllung dieser Hauptaufgabe umgestellt werden! Das gelingt durch ein effektives

NOTFALLMANAGEMENT

Notfallmanagement

Das Notfallmanagement verfolgt das Ziel, auf der Grundlage durchgeführter Risikoanalysen/Gefährdungsanalysen vorsorglich die Schiffsbesatzung auf denkbare Notfälle vorzubereiten.

Die Voraussetzung hierfür sind die:

- fachliche und
- mentale Einstellung und Vorbereitung

der Schiffsbesatzung auf die damit verbundenen Aufgaben.

Die Bewältigung eines Notfalls stellt immer eine sehr hohe Belastung und Beanspruchung für jeden Menschen dar, weil fast immer

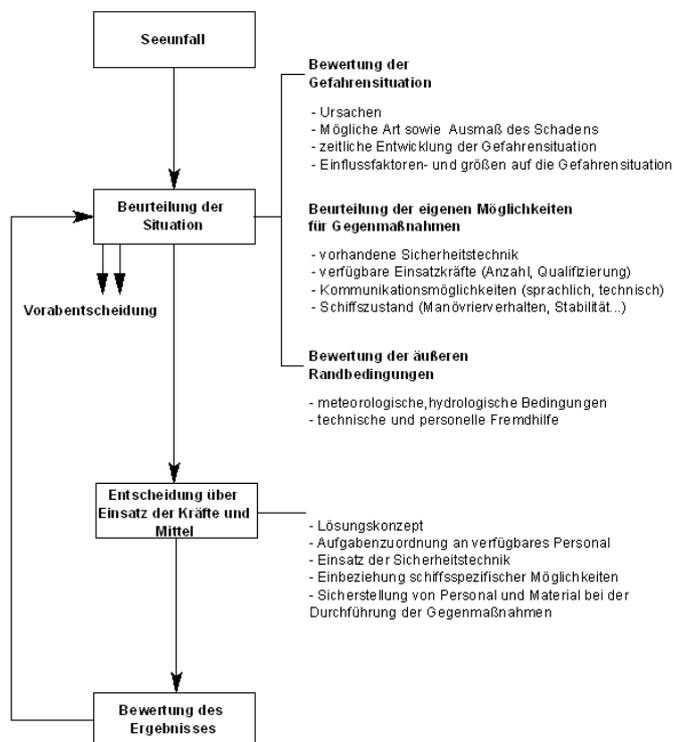
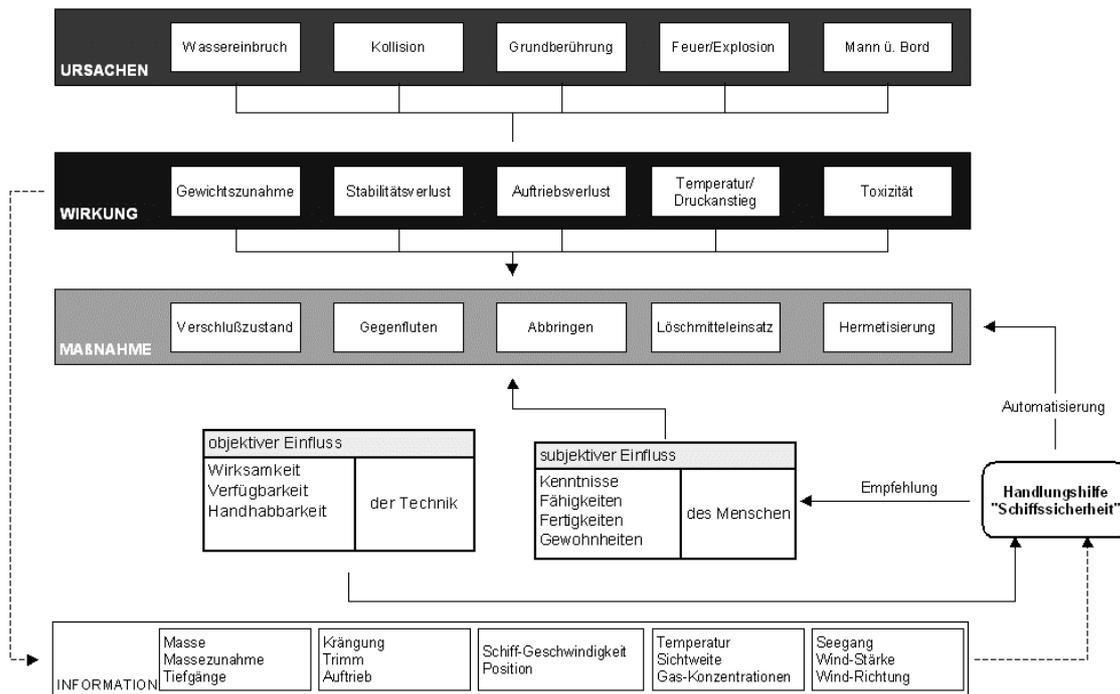
- ungewohnte
- völlig abweichende und zum Teil
- nicht vorstellbare Aufgaben

sehr schnell und zuverlässig erfüllt werden müssen.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass in solchen Situationen das Verhalten der Menschen sehr unterschiedlich sein kann.

Die Organisation eines effektiven Notfallmanagements ohne Berücksichtigung wichtiger subjektiver Aspekte wird nicht gelingen.

Ursache-Wirkungskette



Schema für das Erarbeiten von Entscheidungen

Ableitbare Aufgaben

Erwerb von gesichertem Wissen über

- im Notfall ablaufende Prozesse
- die Wirksamkeit der verfügbaren Technik
- die subjektive Leistungsfähigkeit des Menschen

Bewertung des Leistungsvermögen des Menschen

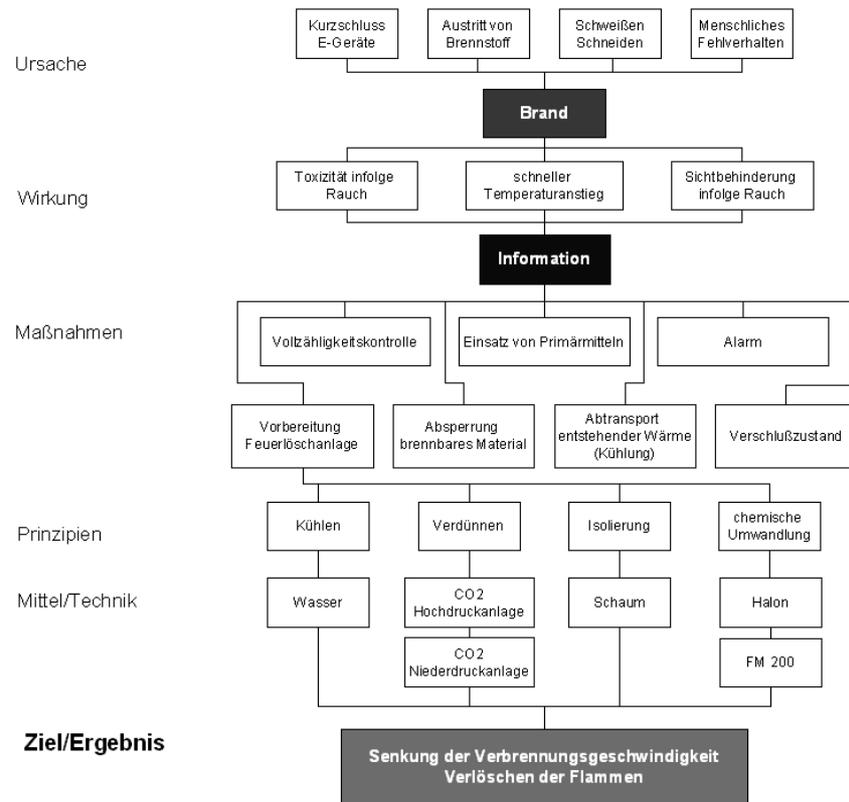
- Prozeßkenntnisse
 - Grad der Gefährdung
 - Entwicklung des Ereignisses
 - Konsequenzen aus der Entwicklung
- Physische Voraussetzungen
 - Kondition
 - Bedingungen wie Temperatur, Toxizität, Sicht
- Psychische Stabilität
 - Angst
 - Entscheidungsverhalten
 - Risikobereitschaft
 - Kultureller Hintergrund

Leistungsfähigkeit Sicherheitstechnik

Bewertung der fest installierten Feuerlöschanlagen

- CO₂-Anlage
- Wasserlöschanlagen
 - Sprinkler
 - Nebelanlagen
- Halonanlagen

Modell des Ereignisses „Brand im Maschinenraum“



Digitalgrafik und schiffbauliche Schweißkonstruktionen?

Untersuchungen zur Nutzung von digitalgrafischen Verfahren in Produktionsprozessen

Prof. Dr.-Ing. G. Kühnel,
Dipl.-Ing. M. Seidel
Hochschule Wismar, FB Seefahrt

Einleitung

Die Bereiche der Projektierung, Konstruktion, Fertigung oder auch der Instandhaltung ermöglichen heute die Anwendung der Digitalgrafik. Zum größten Teil beschränkt sich die Arbeit auf die digitalen Bildverarbeitungssysteme. Des Weiteren kommt die Digitalgrafik bei der Erstellung von Konstruktionsplänen verschiedener Anlagen bzw. Anlagenteile zum Einsatz. Mit Hilfe der Digitalgrafik lassen sich Änderungen einfach und unkompliziert bewerkstelligen. So wird ein qualitativ und quantitativ hochwertiges Arbeiten möglich.

Damit der Umbau bzw. Ausbau einer Anlage geplant werden kann, muss zunächst die vorhandene Anlage erfasst und anschließend in ein geeignetes CAD-Datenformat überführt werden. Mit dem klassischen Aufmaß können nur bedingt geeignete Ergebnisse erzielt werden. Besser geeignet sind photogrammetrische Systeme. Sie ermöglichen ein indirektes Erfassen der Messgröße.

Folgende Fragen sind in Vorbereitung des Einsatzes der Digitalgrafik zu klären:

1. Welche software- und hardwaretechnischen Voraussetzungen sind nötig?
2. Welche gerätetechnischen Voraussetzungen sind nötig, um ein hohes Maß an Genauigkeit bei geringer Bearbeitungszeit erreichen zu können?
3. Einschätzungen zur Reproduzierbarkeit, der Überführung des Anlagenteils in gängige CAD-Datenformate.
4. Möglichkeiten einer weiteren Bearbeitung mit Hilfe von anderen CAQ-Techniken.

Die Digitalgrafik

„Ein Bild sagt mehr als tausend Worte“, ist ein chinesisches Sprichwort. Tatsächlich nimmt der Mensch schätzungsweise 75 % aller Information visuell auf.

Aufgabe der Digitalgrafik ist es, Abbilder eines Szenarios digital festzuhalten. Die gespeicherten Abbilder lassen sich mittels geeigneter Software rechenstechnisch bearbeiten und platzsparend archivieren. Die Digitalgrafik hat in den letzten Jahren enorme Fortschritte gemacht. In allen Bereichen des täglichen Lebens hat sie Einzug gehalten.

Digitalgrafik in der Instandhaltung

Für die Digitalgrafik gibt es in der Instandhaltung verschiedene Aufgabengebiete. Ein Aufgabengebiet ist die Erstellung und Verwaltung der Dokumentation, ein anderes ist die Messtechnik.

Digitalgrafik als Dokumentationsmittel

Da heutige Anlagen und Prozesse sehr komplex sind, reicht die menschliche Sprache kaum mehr aus diese zu beschreiben. Eine Möglichkeit der Hilfe bietet die grafische Darstellung. Der Zeitaufwand zur Erstellung oder auch Änderung ist jedoch erheblich.

Die Digitalgrafik bietet Möglichkeiten die Darstellungen qualitativ hochwertiger, bei gleichzeitiger Beschleunigung des Arbeitsprozesses zu gestalten. Möglich ist dieses durch den heutigen Entwicklungsstand in der Computertechnik.

Unter Zuhilfenahme geeigneter Peripheriegeräte ist es möglich, neben der geometrisch-topologischen Beschreibung der Bauteile, auch visuell erfassbare Eigenschaften der Bauteile bzw. Prozesse digitalisiert festzuhalten.

Somit ist es möglich einen momentanen Zustand einer Anlage oder auch eine Prozessabbildung festzuhalten und zu archivieren.

Der Vergleich archivierter Bilder erlaubt es u. a. unterschiedliche Systemzustände miteinander vergleichen zu können. So können Schadens-, Prozessabläufe oder dergleichen aufgezeigt und dokumentiert werden.

Digitalgrafik als Kommunikationshilfe

Bilddateien lassen sich einfach und schnell, z. B. per E-Mail, verschicken. So kann jeder Ort, der mit einem Telefonanschluß versehen ist, erreicht werden. Die Übertragung erfolgt theoretisch ohne Zeitverlust. Mit Hilfe digitalisierter Abbildungen von Anlagen oder Prozessen lassen sich u. a. auch Expertenmeinungen per Ferndiagnose einholen.

Digitalgrafik als optisches Messinstrument

Die Grundlage der zustandsorientierten Instandhaltung bildet der Soll-Ist-Vergleich des Abnutzungsvorrates. Der Sollzustand ergibt sich aus den zulässigen Toleranzen, die aus Dokumentationen, Vorschriften oder dergleichen entnommen werden können. Der Ist-Zustand wird mit Hilfe von Messungen festgestellt.

Die Wahl des Messmittels ist u. a. von folgenden Faktoren abhängig:

1. Fähigkeit des Messmittels
2. Toleranz des zu messenden Merkmals
3. Anschaffungskosten
4. Kapazität (Zeitfaktor).

Begünstigt durch die Erfüllung dieser Forderungen haben digitale Bildverarbeitungssysteme in der Instandhaltung ein weiteres Aufgabengebiet gefunden. Begünstigt auch durch die Entwicklung des CCD-Chips. Ein weiterer Grund für den Einsatz digitaler Bildverarbeitungssysteme ist die hohe Flexibilität sowie die hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit. Die Messung oder Prüfung anhand von Kamerabildern stellt außerdem eine Technologie da, welche der menschlichen Wahrnehmung sehr nahe kommt.

Digitalgrafik in der Fertigungsphase

Für eine Vielzahl von Produkten ist bei der Herstellung eine nachfolgende automatische Bearbeitung nötig. Sei es die Nachbearbeitung eines einzelnen Bauteils oder das Zusammenfügen verschiedener Bauteile. Dafür muss die Lage des Bauteils oder der Bauteile bekannt sein. Nur so kann ein absolut reproduzierbares Bearbeitungsergebnis gewährleistet werden.

Digitale Bildverarbeitungssysteme übernehmen die Lageerfassung des oder der Bauteile. Auf Grundlage der gewonnenen Lageinformation kann das Bearbeitungswerkzeug oder können die Bauteile neu ausgerichtet werden. Dazu werden die Daten der digitalen Bildverarbeitung an eine Robotersteuerung übergeben.

Digitalgrafik in der Qualitätssicherung

Die Qualitätsprüfung ist ein wesentlicher Bestandteil der Qualitätssicherung. Sie geht aus der Forderung, von der Zufriedenheit des Vertragspartners bei gleichzeitiger Einhaltung gültiger Gesetzesvorschriften, hervor.

Aufgaben der Digitalgrafik in der Qualitätsprüfung sind u. a.:

1. Messwernerfassung
2. Messwertauswertung
3. Visualisierung der Messwernerfassung und -auswertung.

Da die Abgrenzung der Aufgabengebiete nicht eindeutig ist, es kann zu Überschneidungen kommen. Die Bedeutung der Messwernerfassung für die Qualitätssicherung lässt sich mit Hilfe der Abbildung 1 verdeutlichen. Bei der Darstellung handelt es sich um einen einfachen Prozessregelkreis.

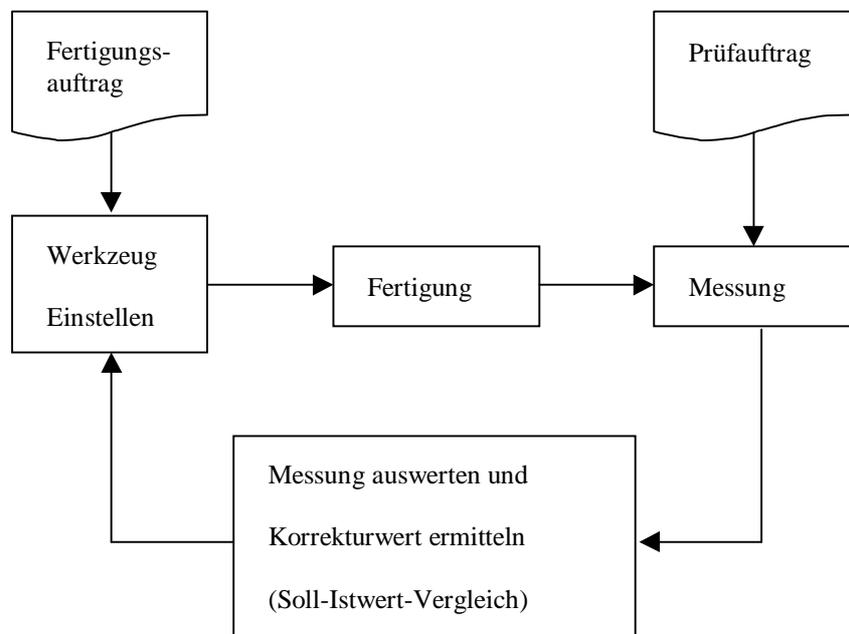


Abb. 1: Prozessregelkreis

Die Differenz zwischen Soll- und Istwert stellt die Regelabweichung dar. Das Ziel der Qualitätssicherung ist es die Differenz und damit die Regelabweichung zu beseitigen.

Eine anderer Grund für die Notwendigkeit zur Einhaltung von Sollzuständen wird durch das Prinzip der Austauschbarkeit gegeben. Die Werte des Sollzustandes definieren sich aus den Anforderungen des Gesetzgebers bzw. aus den Forderungen des jeweiligen Vertragspartners. Die Werte des Ist-Zustandes sind mit Messungen an dem entsprechenden Bauteil zu bestimmen.

Messwerterfassung und Auswertung

Aus den Anforderungen des Qualitätsmanagements resultiert, für produzierende Unternehmen, die Notwendigkeit flexible Werkzeuge zur Qualitätssicherung einzusetzen.

Digitale Bildverarbeitungssysteme stellen u. a. solch ein geeignetes Werkzeug dar. Mit ihnen lassen sich Messaufgaben oder technische Sichtprüfungen im Sinne der Qualitätssicherung effektiv realisieren.

Wesentliche Vorteile digitaler Bildverarbeitungssystemen sind, im Vergleich zum menschlichen Prüfer, die hohen Messgeschwindigkeiten sowie die hohe Messobjektivität.

Durch die hohe Informationsdichte des Kamerabildes ist es des weiteren möglich, mehrere Messgrößen gleichzeitig zu erfassen.

Hinter der Bildverarbeitung verbirgt sich eine Technologie, die der optischen Wahrnehmung des Menschen stark entgegen kommt. So ist die Möglichkeit der Interaktion, durch den Benutzer vor Ort, gegeben.

Mit Hilfe einer Bildauswertesoftware können zusätzliche Sicherheits- und Plausibilitätsabfragen realisiert werden. So ist dieses Meßsystem zur Eigendiagnose fähig. Das Meßsystem kann beispielsweise eine verschmutzte Linse oder einen Ausfall der Beleuchtung wahrnehmen. Die Fähigkeit zur Eigendiagnose sind nur wenigen Meßsystemen gegeben.

Visualisierung

Durch die Visualisierung lassen sich Prozesszustände in Echtzeit auf dem Monitor ausgeben. Zusätzlich zu den Messwerten in Text lassen sich auch die bearbeiteten Messbilder darstellen. Ein geeigneter Grafikaufbau begünstigt den Überblick für den Anlagenbediener. Das Einbringen von Referenzlinien und passenden Bildausschnitten in die Grafik ermöglichen dem Anlagenbediener eine schnelle Interpretation des Bildinhaltes.

Systemvoraussetzung für die Digitalgrafik

Die Betrachtung der Software kann nicht getrennt von der Betrachtung der Hardware gemacht werden. Der Grund ist in der Tatsache begründet, dass die Hardware nicht völlig losgelöst von der Software ist. Die Abb. 2 soll den Zusammenhang zwischen Soft- und Hardwareentwicklung verdeutlichen. Da sich die Entwicklung der Software und der Hardware sehr schnell vollzieht, kann die Betrachtung nur ein zeitlich begrenzter und allgemeiner Ausblick sein.

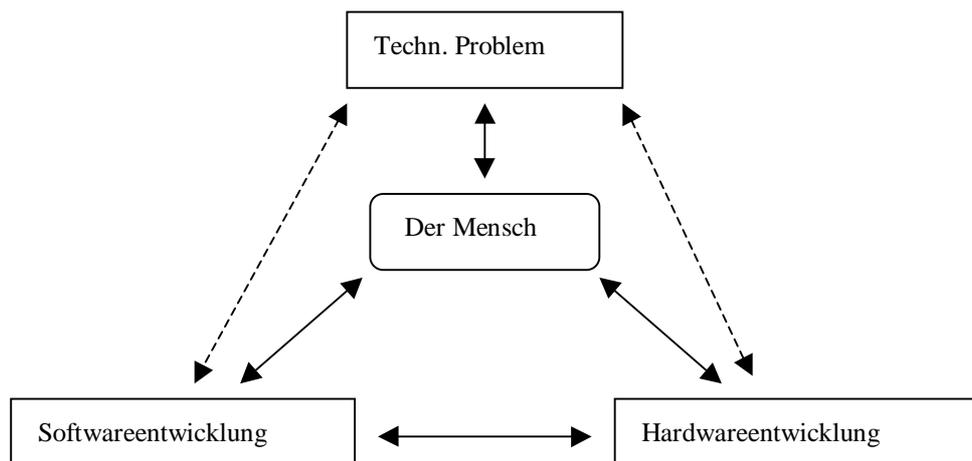


Abb. 2: Zusammenhang zwischen Soft- und Hardwareentwicklung

Software- oder Hardwareentwickler bringen stetig neue Produkte auf den Markt. Mit dem Ziel, die Kunden an ihre Produkte zu binden, entwickeln sie hierbei u. U. sehr unterschiedliche Standards.

Aber nicht alle Standards können bestehen oder sich durchsetzen. Deshalb ist es nicht ratsam jede Neuerung uneingeschränkt mitzumachen. Das Setzen auf falsche Standards führt dann zu Kompatibilitätsproblemen. Heutige Computeranlagen sind im allgemeinen zur Anwendung in der Digitalgrafik tauglich. Sie erfüllen die wichtigsten Hardwarevoraussetzungen.

Die Abbildung 3 stellt beispielsweise einen prinzipiellen Verarbeitungsweg im Datenhandling dar.

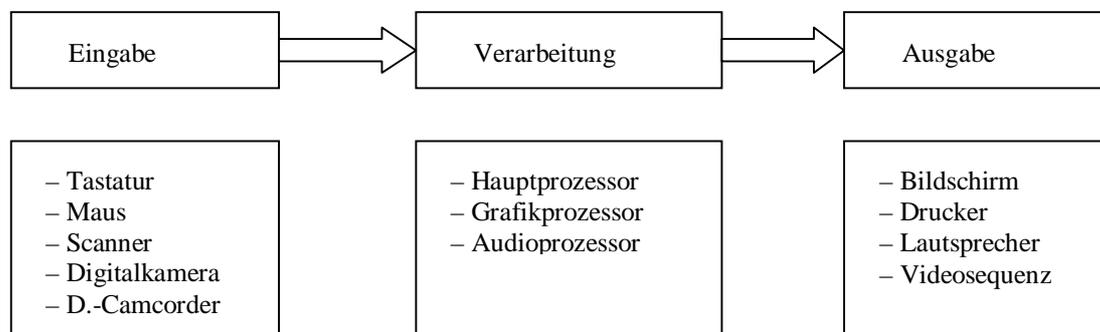


Abb. 3: Eingabe – Verarbeitung – Ausgabe – Prinzip und seine Komponenten

Hardwarevoraussetzungen für die Digitalgrafik

Eingabegeräte, hier werden nur die Geräte, die im Rahmen der Digitalkameratechnik relevant sind, kurz betrachtet.

Scanner

Scanner sind in ihrer Handhabung unproblematisch und preiswert. Sie gibt es in den verschiedensten Ausführungen. Die gebräuchlichsten Scanner besitzen eine SCSI- oder USB-Schnittstelle.

Weitere Anforderungen sind:

- Hohe optische Auflösung
- Hohe Geschwindigkeit
- Geringer Platzbedarf
- Einfache Bedienung

Digitalkamera/Digitalcamcorder

Digitalkameras mit einer Auflösung von 5 Mega Pixel sind heute nichts ungewöhnliches mehr. Als Schnittstelle sind hierbei die Vorteile von USB sehr nützlich.

Weitere Kriterien sind hier:

- Farbtreue, Rauschen, Kontrast
- Ausstattung (Speichergröße)
- Betriebszeit-
- Bedienerfreundlichkeit

Softwarevoraussetzung für die Digitalgrafik

Da die meisten Programme für die Digitalgrafik auf der Plattform von Windows laufen wird durch die Nutzung eines Betriebssystems auf dieser Plattform eine hohe Kompatibilität gewährleistet.

Der Photo Modeler Pro 4.0, ein spezielles Softwarepaket zur Umsetzung der digitalisierten Daten in ein 3D – Drahtmodell läuft auf Windows 95/98/NT 4.0 und 2000. Auf eine Lauffähigkeit auf Windows ME und XP wird nicht gesondert hingewiesen. Für einen stabilen Betrieb des Programms sind jedoch Windows NT 4.0 oder 2000 am besten geeignet. Beim Einsatz digitaler Technik unter Windows NT 4.0 muss jedoch beachtet werden, dass hierbei keine USB-Schnittstelle zur Verfügung steht und außerdem ab dem Jahre 2003 kein Support mehr zur Verfügung stehen soll.

Allgemeingültige Arbeitsweise mit Softwarepaket Photo Modeler Pro 4.0

Die folgenden Arbeitsschritte sind nötig, um ein 3D-Drahtmodell erzeugen zu können.

1. Planung des Modellierungsprojektes
2. Fotografieren des Objektes
3. Definition und Beschreibung der verwendeten Kamera
4. Import der Bilder in Photomodeler
5. Markierung von Punkten, Strecken und Flächen auf den Fotos
6. Referenzierung der markierten Punkte
7. Berechnung des 3D-Modells
8. Export des Modells

Die Planung des Modellierungsprojektes

Die Planung des Projektes ist ein wesentlicher Bestandteil bei der Erzeugung eines 3D-Drahtmodells. Um ein 3D-Drahtmodell zu erzeugen, muss im Vorfeld überlegt werden, welcher Punkt auf welchem Bild für das Projekt von Bedeutung ist. Ein weiterer Aspekt bei der Planung stellt die Wahl der Beleuchtung dar.

Das Ziel der Planung ist es die Effizienz der Projektbearbeitung schon bei der Messbildanfertigung zu erhöhen. Diese wird durch die Qualität (Maßhaltigkeit und Bildinhalt) der Aufnahmen beeinflusst. Die Bearbeitungszeit mit Photo Modeler ist von der Qualität und von der Anzahl, der verwendeten Messbilder, abhängig.

Die folgenden Richtlinien zeigen Anforderungen an die Messbilder. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, den Bildinhalt eines Messbildes zu bewerten.

- Richtlinie 1: Der Aufnahmewinkel zwischen den Aufnahmen sollte möglichst 90° betragen.
 Richtlinie 2: Es sind mindestens drei Aufnahmen anzufertigen, auf denen alle wichtigen Punkte vorhanden sind.
 Richtlinie 3: Eine gute horizontale und vertikale Trennung ist zu realisieren.
 Richtlinie 4: Eine größtmögliche Überlappung zwischen den Photos ist zu erreichen.

Die Ergebnisse der Planung sind:

- Kamerapositionen
- Anzahl der nötigen Bilder
- Art und Umfang der Beleuchtung
- Erforderliche Hilfsmittel

Eine Entscheidung über die Ausführung der genannten Punkte, in Art und Umfang, werden durch Faktoren wie Kosten, Zeit oder Funktionalität bestimmt.

Abbildungsfehler und Kompensationsmöglichkeiten

Für eine Orientierung müssen mindestens sechs markante Punkte referenziert werden. Diese Punkte müssen auf mindestens drei verschiedenen Messbildern klar erkennbar sein.

Erschwerend hierbei wirkt die Tatsache, dass einfache geometrische Formen nur sehr wenige markante Punkte besitzen. Ein Würfel über die Ecken fotografiert gibt zur gleichzeitigen Betrachtung nur sieben Eckpunkte frei (siehe Abb. 4). Von diesen sieben Punkten lassen sich im Idealfall, bei Einhaltung von Richtlinie 1, sechs Messpunkte auf drei verschiedenen Bildern referenzieren.

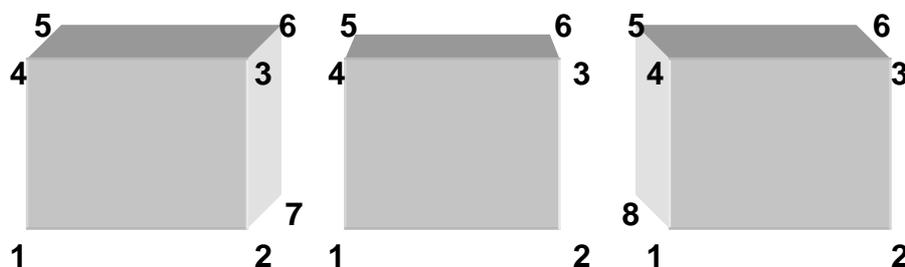


Abb. 4: Markierungsmöglichkeiten, dargestellt am Beispiel eines Würfels

Weitere Schwierigkeiten entstehen bei Messobjekten mit großen Abmessungen. In Abhängigkeit von der gewählten Kamera bzw. des gewählten Objektivs ist der Bildausschnitt für die Messung begrenzt. Denn sphärische Linsen erzeugen nur näherungsweise eine fehlerfreie Abbildung. Grund dafür sind u. a. Linsenfehler.

Wahl eines geeigneten Objektivs bzw. einer geeigneten Kamera

Bei der Wahl des Objektivs muss berücksichtigt werden, dass Abbildungsfehler durch den Objektivaufbau entstehen oder auch kompensiert werden können. Die Kompensation erfolgt u. a. durch die Form und oder auch durch die Anordnung der Linsen. Symmetrisch aufgebaute Objektive erzeugen keine Verzeichnung.

Änderung der Kamerapositionen

Durch eine Vergrößerung des Abstandes zwischen Kamera und Messobjekt wird erreicht, dass sich die Messpunkte näher in Mitte der Abbildung befinden.

Ist es aus Platzgründen nicht möglich, den Abstand zwischen Messobjekt und Kamera zu vergrößern, muss das Messobjekt partiell fotografiert werden. Von der Messaufgabe ist es abhängig, ob das 3D-Modell später wieder zu einem Objekt zusammengefügt wird, oder nicht.

Bei einer genügend großen Anzahl, sich überlappenden Messpunkte, kann die Modellzusammensetzung schon in Photo Modeler erfolgen. Bei einer geringeren Anzahl sich überlappenden Messpunkte erfolgt die Modellzusammensetzung mit einer CAD-Software.

Beleuchtung

Es gibt verschiedene Beleuchtungsarten. Je nach Anwendungsfall besitzt jede Art seine Vor- und Nachteile. Durch die Wahl eines geeigneten Konzeptes werden Konturen heraus gearbeitet.

Für die Messtechnik relevante Beleuchtungsarten werden nachfolgend kurz dargestellt, wobei auf eine Grundversorgung an Licht bei allen Beleuchtungsarten zu achten ist. Eine zu schwache Beleuchtung hat längere Belichtungszeiten zur Folge. Bei langen Belichtungszeiten steigt die Gefahr von verwackelten Abbildungen. Zusätzlich kann zur Kompensation der schwachen Beleuchtung, mit einer großen Blendenöffnung gearbeitet werden. Allerdings verringert sich bei einer großen Blendenöffnung die Schärfentiefe.

Fotografische Erfassung des Meßobjektes

Entscheidend für den Erfolg eines Projektes ist die Qualität der angefertigten Messbilder. Im Automatikmodus der Digitalkamera erfolgt die Einstellung der Blende, der Belichtungszeit und des Fokus automatisch. Damit die Digitalkamera das ausführt, was sie soll, muss der Zusammenhang zwischen Blende, Belichtungszeit und Schärfentiefe berücksichtigt werden. Die Schärfentiefe ist bei einer kleineren Blende größer. Mit einer kleineren Blende erhöht sich der Lichtbedarf. Ist die Beleuchtung zu gering verlängert sich die Belichtungszeit. Die Nutzung eines Stativs ist somit unerlässlich und hat einen negativen Einfluss auf den zeitlichen Aspekt. Die Zeit der fotografischen Erfassung erhöht sich mit der Nutzung eines Stativs, denn es erschwert die Korrektur der Kameraposition. Die fotografische Erfassung des Messobjektes aus der Hand heraus kann schneller erfolgen. Der Einsatz mehrerer Digitalkameras bringt auch keine Vorteile. Es kommt zu zusätzlichen Problemen, da beim Auslesen der Digitalkameras die Dateinamenvergabe automatisch erfolgt, erhalten verschiedene Dateien den gleichen

Namen. Damit wird die Dateiverwaltung aufwendiger. Außerdem erhöht sich der Zeitaufwand, da mehrere Digitalkameras ausgelesen werden müssen.

Definition und Beschreibung der verwendeten Kamera

Damit Photo Modeler Pro 4.0 ein 3D-Modell erzeugen kann, werden verschiedene Parameter der eingesetzten Digitalkamera benötigt.

Zwei Arten von Parametern werden von Photo Modeler Pro 4.0 benötigt. Zum einen sind es Parameter, die der Kamera-Dokumentation entnommen werden können. Zum anderen sind es Parameter, die mit Hilfe einer Messung an einer Bilddatei und an einem Messaufbau ermittelt werden müssen.

Approximierte Kamera

Für Aufgaben mit geringen Anforderungen an die Genauigkeit reicht eine einfache Kamerabeschreibung (approximierte Kamera) meistens schon aus. Der Vorteil ist die einfache Handhabung bei der Kamerabeschreibung. Mit dieser Methode werden schnell respektable Ergebnisse erzielt. Photo Modeler Pro 4.0 berücksichtigt nicht die optischen Verzerrungen, welche durch die Linsenanordnung im Kameraobjektiv entstehen.

Folgende Parameter lassen sich aus der Kamera-Dokumentation entnehmen und sind für die approximierte Kamera notwendig:

- *Camera type* (Kameratyp)
- *Focal Length* (Brennweite)
- *Format Size* (Bildgröße).

Hinzu kommen noch Parameter, die mit Hilfe des Messaufbaus ermittelt werden müssen.

- *Die Kamera wird auf eine feste Unterlage, rechtwinklig zur Wand ausgerichtet.*
- *Ein DIN A4 Blatt wird an der Wand, auf Kamerahöhe befestigt (planar zur Wand).*
- *Das Bild soll möglichst 3/4 mit dem DIN A4 Blatt ausgefüllt sein. Auf eine scharfe Abbildung ist zu achten.*

Kalibrierte Kamera

Eine weitere Möglichkeit die Abbildungsfehler zu kompensieren, bietet die zur Kamera mitgelieferte Software. Da auf die Wahl des Objektivs nur begrenzt Einfluss genommen werden kann, stellt die Kombination aus Wahl geeigneter Kamerapositionen und Kalibrierung mittels Software eine mögliche Lösung dar.

Damit eine Kamera in Verbindung mit dem Softwarepaket Photo Modeler Pro 4.0 als optisches Messinstrument genutzt werden kann, ist im Softwarepaket ein Programm enthalten, mit dem es möglich ist, die Kamera bzw. alle Geräte der Messkette zu kalibrieren.

Um eine Kamera kalibrieren zu können, sind mehrere Arbeitsschritte nötig. Durch die Kalibrierung werden optische Verzerrungen des Objektivs kompensiert. Damit erhöht sich natürlich auch die Genauigkeit der Messergebnisse. Die Kalibrierung muss jedoch nur einmal für die jeweilig benutzte Digitalkamera bzw. Messkette durchgeführt werden. Erst wenn sich die Konfiguration einer Komponente der Messkette ändert, muss sie auch neu kalibriert werden.

Import der Bilder in Photo Modeler Pro 4.0

Die Art des Bildimportes variiert, bedingt durch unterschiedliche Bauarten der einzelnen Hersteller. Die hier beschriebene Vorgehensweise orientiert sich im allgemeinen an den Digitalkameras der verschiedensten Herstellerfirmen, spezielle Angaben hier jedoch auf die verwendete Digitalkamera DSC-S85 von Sony. Um die Bilddateien in Photo Modeler Pro 4.0 importieren zu können, müssen die Bilddateien als erstes aus der Kamera ausgelesen werden. Je nachdem, ob es sich um ein neues Projekt oder ein weiterführendes Projekt handelt, werden die neuen Bilder nur importiert, oder es muss erst ein neues Projekt erstellt werden.

Markierung von Punkten, Strecken und Flächen auf den Fotos

Um nicht vorhandene Konturen oder nur schlecht erkennbare Konturen künstlich herzustellen oder zu betonen, können Markierungen, sogenannte Targets (Markierungen), angebracht werden.

Ein Feature Photo Modeler Pro 4.0 ist der Sub-pixel target mode, im Zusammenhang mit den Targets ist er ein wirkungsvolles Hilfsmittel für schnelles und genaues Markieren.

Markierung mittels Targets

Bestehen die Targets aus reflektierendem Material, kann auf ein aufwendiges Beleuchtungskonzept verzichtet werden. Eine kontrastreiche Darstellung des Messobjektes ist dabei nicht nötig. Reflektierende Aufkleber erhältlich, wobei das Preis-/Leistungsverhältnis beachtet werden muss!

Eine preisgünstige Alternative sind z. B. weiße Haftetiketten, wie sie im normalen Papier-Einzelhandel erhältlich sind. Eine Anwendung erfahren diese Haftetiketten u. a. auch im Rahmen von Moderationen und Präsentationen. Die Markierung mittels runder Targets erlaubt den späteren Einsatz des Sub-pixel target mode. Die Größe der Targets ist von der Objektgröße und der Auflösung der Digitalkamera abhängig. Der Durchmesser der Targets sollte auf den Messbildern aus mindestens vier Pixeln bestehen. Die Targets bestehend aus Kreuzen oder zusammengesetzten Quadraten und sollten eine Breite von mindestens 10 Pixeln haben. Mit Hilfe geklebter Targets kann die höchste Genauigkeit erzielt werden. Die Gegenüberstellung der unterschiedlichen Messergebnisse sind z. B. bei [1] zu finden.

Markierung mittels Farbe

Die Markierung mittels Farbe ist eine einfache und kostengünstige Variante. Schablonen stellen hier ein nützliches Hilfsmittel dar. In Bezug auf den Sub-pixel target mode ist diese Art der Markierung eher ungeeignet.

Markierung mittels Strukturlichtverfahren

Auf die Oberfläche des Messobjektes wird mittels Licht ein Muster projiziert. Das Muster kann aus Linien, Kreuzen, Punkten oder komplex strukturierten Texturen bestehen. Zeitaufwendige Markierungsarbeiten entfallen. Ungenauigkeiten können durch die Oberflächenbeschaffenheit entstehen. Diffuse reflektierende Oberflächen sind für dieses Verfahren besonders geeignet.

Die 3D-Berechnung erfolgt mit Hilfe ausgewählter Punkte auf dem Messobjekt. Dem Programm müssen die Punkte gezeigt werden, welche es zur 3D-Berechnung nutzen soll. Markierbare Punkte bzw. Linienzüge können sein:

- Ecken
- Kanten
- Oberflächenstrukturen
- oder auch Targets.

Für diese Aufgabe stehen im Photo Modeler verschiedene Modi zur Verfügung. Je nachdem was markiert werden soll, kann ein passender Modus ausgewählt werden. Für die Markierungen von Punkten und Strecken stehen folgende Modi zur Auswahl:

- für das Markieren von Punkten der Point mode bzw. Sub-pixel target mode
- für das Markieren von Strecken der Line mode.

Weitere, an spezielle Aufgaben angepasste, Modi sind:

- *Cylinder mode* – zum Darstellen von Zylindern
- *Edge mode* – zum Darstellen von Kanten
- *Curve mode* – zum Darstellen von Bögen
- *Surface mode* – zum Darstellen von Flächen.

Zum Messen von Strecken, Flächen oder Durchmesser wird der Measure mode benutzt. Mit Hilfe des Select mode (Auswahlmodus) können Punkte oder Objekte, für eine Nachbearbeitung bzw. für eine Darstellung der Objekteigenschaften, angewählt werden.

Sub pixel target mode

Im Sub-pixel target mode ist es möglich die Markierung halbautomatisch zu setzen. Photo Modeler Pro 4.0 ist in der Lage die Mitte eines Kreises mittels mathematischer Algorithmen zu bestimmen. Voraussetzung ist ein kontrastreicher Übergang vom Target zur Messobjektfläche.

Referenzierung der markierten Punkte

Damit Photo Modeler Pro 4.0 ein 3D-Model berechnen kann, müssen die markierten Punkte auf den verschiedenen Fotos miteinander referenziert werden. Dabei erfolgt eine Zuordnung der relativen Lage der einzelnen Messbilder.

Jeder Punkt, der markiert und referenziert werden soll, muss mindestens auf zwei verschiedenen Abbildungen (unter Berücksichtigung der o. g. Richtlinie 1), in ausreichender Qualität, vorhanden sein. Aus Gründen der Messsicherheit sollten es aber mindestens drei Bilder sein.

Die Referenzierung beginnt mit dem Start in den Referenziermodus (Reference mode). Hierbei öffnen sich zwei Fenster. Das linke Fenster enthält das Quellfoto. Das rechte Fenster enthält das Zielfoto. Der auf dem Quellfoto ausgewählte Punkt wird mit dem Punkt, der sich auf dem Zielfoto befindet, in Übereinstimmung gebracht.

Wird im Quellfenster ein Rahmen aufgezo- gen, werden alle Punkte, die sich in diesem Rah- men befinden markiert und zur Referenzierung im Zielfenster nacheinander angeboten.

Berechnung des 3D-Drahtmodells

Für die 3D-Berechnung werden als erstes die Bilder orientiert. Bei der Orientierung ermittelt Photo Modeler Pro 4.0 die relativen Kamerapositionen. Die Prozessierung stellt die 3D-Berechnung dar. Nach der Prozessierung sind die Bilder mit den markierten Punkten orien- tiert. Die Prozessierung bzw. Orientierung erfolgt automatisch.

Zum erfolgreichen Prozessieren müssen mindestens sechs verschiedene Punkte referenziert sein. Sind zuwenig Punkte referenziert, gibt Photo Modeler Pro 4.0 eine Fehlermeldung aus und bricht den Prozessiervorgang ab.

Für die Orientierung sollten nur Punkte genutzt werden, die sehr zuverlässig in ihrer Darstel- lung sind. Aus diesem Grund ist es ratsam, mit wenigen Punkten anzufangen.

Gestartet wird die Orientierung über den Process-Button. Worauf sich das Menüfenster mit der Überschrift Processing öffnet. In diesem Fenster können diverse Einstellungen, zum Pro- zessieren vorgenommen werden. Des weiteren erhält der Benutzer Information über die Qua- lität, des zu erwartenden Ergebnisses. Bei groben Anwenderfehlern unterbreitet das Pro- gramm Vorschläge zur Verbesserung. Ob ein Bild erfolgreich orientiert ist, erkennt man an dem Balkendiagramm, welches im Anschluss an die Prozessierung gezeigt wird

Die Fensterbeschriftung gibt Auskunft über den Dateinamen, die Nummer, unter der die Datei durch Photo Modeler Pro 4.0 geführt wird, und den gegenwärtigen Zoomfaktor. Sind die Fo- tos erfolgreich orientiert, so können weitere Punkte markiert und referenziert werden.

Export des Modells

Mit der Berechnung des 3D-Modells endet die Arbeit mit Photo Modeler Pro 4.0. Die gewon- nenen Daten werden im Anschluss in ein anderes Dateiformat exportiert. Nur so kann die er- forderliche Kompatibilität zu anderen Grafikprogrammen gewährleistet werden. Photo Mo- deler Pro 4.0 unterstützt folgende Dateiformate:

- 2D/3D DXF (*.dxf)
- 3D Studio Max (*.3ds)
- Direkt 3D (*.x)
- VRML 1.0 und 2.0 (*.wrl)
- Wavefront Objekt File (*.obj)
- Raw (*.raw)
- IGES (*.igs)

Das Menüfenster für den Grafikexport ist hierbei in sieben Bereiche unterteilt. Hier können die entsprechenden Eigenschaften ausgewählt bzw. die zu übergebenden Parameter eingestellt werden. Je nach ausgewähltem Dateiformat sind Optionen, die für das Dateiformat von Be- deutung sind, weiß unterlegt.

Erfassung der Schweißnahtkonstruktion der Micro-Paneele

Vorgaben des Projektes

Bei den zu vermessenden Bauteilen handelt es sich um sogenannte Micro-Paneele. Micro-Paneele sind mit Profilen versehene Stahlplatten. Bei den aufgetragenen Profilen handelt es sich um Flachprofile, T-Profile sind auch möglich. Die Anordnung der Profile wird in Form eines Gitters realisiert. Die Profile werden zum Zweck einer Verbindungsherstellung in der Vorbereitungsphase punktuell befestigt, um dann im späteren Bearbeitungsprozess mit den Stahlplatten dauerhaft, mittels Schweißverbindung, verbunden zu werden.

Die Aufgabe besteht darin, die Lage der nötigen Schweißnähte, anhand der angebrachten Profile, zu ermitteln. Die gewonnenen Messdaten müssen am Ende in einem geeigneten CAD-Datenformat zu Verfügung stehen. Die Messdatengewinnung soll mit Hilfe eines photogrammetrischen Systems erfolgen.

Vorgegebene technische Daten:

Abmessungen des Schweißportals:	Abmessungen der Micro-Paneele:
- Schienenlänge: 64,5 m	- Plattenlänge max.: 13,0 m
- Arbeitsbereich: 5,0 m	- Profilhöhe max.: 0,5 m (typisch 0,1m)

Die Programmierung des Schweißroboters erfolgt mit Hilfe der gewonnenen Geometriedaten. Diese führt der Anlagenbediener, mittels manueller Zuweisung von Schweißmakros an das CAD-Modell, durch. Die Programmierung des Schweißroboters erfolgt parallel zur Abarbeitung eines zuvor erstellten Schweißroboterprogramms. Die genaue Bezeichnung der hier benutzten Digitalkamera lautet DSC-S85.

Technische Daten:

- Brennweite:	7-21 mm
- Min Auflösung:	640 x 480 Pixel
- Max Auflösung:	2272 x 1704
- bis dreifache Vergrößerung:	Analogzoom
- ab dreifacher bis sechsfacher Vergrößerung:	Digitalzoom

Getroffene Einstellungen:

- Auflösung:	2272 x 1704 Pixel
- Zoom:	einfach
- Belichtungszeit und Blende:	Automatik
- Blitzlicht:	aus
- Photo-Qualität:	Fine

Verwendete Hilfsmittel

Targets

Da weder die Messobjektgeometrie noch die Messobjektoberfläche es zulassen, in Photo Modeller Pro 4.0 Markierungen zu setzen, werden künstlich markierbare Objekteigenschaften erzeugt.



Abb.5: Verwendung reflektierender Aufkleber



Abb.6: Micro – Paneel (weiße Haftetiketten)

Stativ für die Digitalkamera

Das Stativ ist nur für die Approximation der Digitalkamera erforderlich. Für die eigentliche Messaufnahmen wird es nicht benötigt, da es in der Photogrammetrie nicht so sehr auf die exakte Kameraposition oder deren Reproduzierbarkeit ankommt.

Gliedermaßstab

Der Gliedermaßstab wird für die Messung des Abstandes zwischen Digitalkamera und DIN A4 Blatt, zur Approximation der Digitalkamera, benötigt. Des weiteren wird er für die korrekte Ausrichtung des Diaprojektors und für die Längenbestimmung der Strecke zwischen zwei Kontrollpunkten benutzt.

Diaprojektor

Der Diaprojektor wird für die einmalige Kalibrierung derselben Digitalkamera benötigt.

Fotografische Bilderfassung

Die Bilderfassung unterteilt sich in zwei Teilgebiete. Es werden Bilder für die Kalibrierung der Digitalkamera und Bilder vom eigentlichen Messobjekt angefertigt.

Fotografische Erfassung der Kalibrierungsbilder

Messaufbau und Kontrolle der Diaprojektion

Mit Hilfe des Diaprojektors wird die Abbildung des definierten Musters auf eine weiße, planare Wand projiziert. An die Qualität der Projektion besteht die Forderung nach einer rechtwinkligen und scharfen Darstellung des Musters. Diese wird mit Hilfe eines geeigneten Messgerätes (Gliedermaßstab, Maßband) kontrolliert. Gegebenenfalls muss die Projektion korrigiert werden. Die Differenz zwischen den Strecken A und B bzw. den Strecken C und D darf, laut Softwaredokumentation für Photo Modeler Pro 4.0, maximal 2,5 % betragen, um zuverlässige Werte für die auszuwertenden Bilder und in deren Folge des 3D-Drahtmodelles zu erhalten. Die Länge der Strecke E wird für die Maßenbindung (Skalierung) der Projektion an die Bilddateien benötigt, diese erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt.

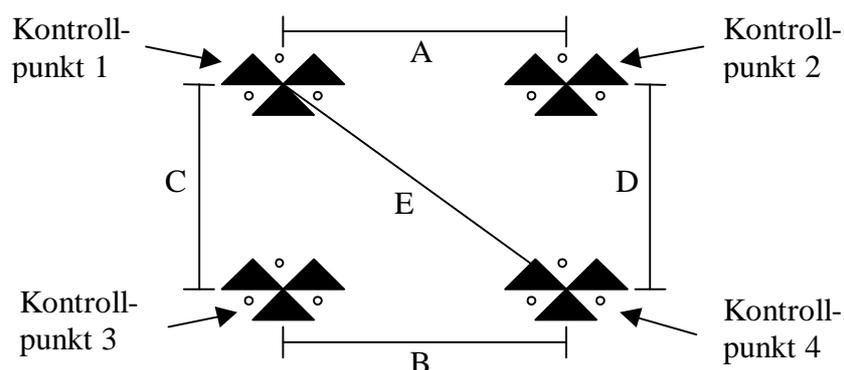


Abb.7: Vereinfachte Darstellung des definierten Musters

Die folgende Tabelle zeigt die Abmessung der Projektion des Musters.

	Strecke E	Strecke A	Strecke B	Strecke C	Strecke D
Länge der Strecke in cm	84,8	71,6	71,6	45,4	45,3
Längendifferenz in cm	-	0		0,1	
Relative Längendifferenz in %	-	0		0,2	

Tab. 1: Abmessung der Musterabbildung

Die fotografische Erfassung der Projektion erfolgt aus acht verschiedenen Blickwinkeln. Die Einstellungen der Digitalkamera, entsprechen den Einstellungen, die auch bei der späteren Objektvermessung benutzt werden. Der Raum muss dabei so abgedunkelt sein, dass das Muster noch klar zu erkennen ist. Er muss aber noch so hell sein, dass die fotografische Erfassung der Projektion ohne Blitzlicht erfolgen kann. Bei einer fotografischen Erfassung mit Blitzlicht kommt es zu ungünstigen Reflexionen, diese verwischen dann die Konturen der Projektion

Fotografische Erfassung der Micro-Paneele

Besonderheiten bei der Bilderfassung

Die Targets werden direkt neben den Profilen angebracht. Bei ungünstigen Aufnahmewinkeln werden sie durch die Profile verdeckt. Damit sind die Kamerapositionen beschränkt. Diese werden so gewählt, daß sie konform mit den Forderungen der o. g. Richtlinien gehen.

Die Targets werden im Abstand von ca. 0,01 Meter von den Profilen entfernt angebracht. Dieser Umstand ist bei der späteren Programmierung des Schweißroboters zu berücksichtigen.

Die folgenden zwölf Bilder wurden für die Berechnung des 3D-Drahtmodells benutzt.



Abb.8: Unbearbeitete Messbilder

Projektbearbeitung mit dem Softwarepaket Photo Modeler Pro 4.0

Kalibrierung der Digitalkamera mittels *Software Camera Calibrator 4.0*

Der *Camera Calibrator 4.0* ist ein eigenständiges Programm. Dieses Programm wird bei der Installation der Software *Photomodeler Pro 4.0* automatisch installiert. Das Programm wird nicht über die Software *Photomodeler Pro 4.0* gestartet.

Der *Calibrations Setup Wizard* beginnt ein neues Projekt und startet mit einem Überblick nötiger Schritte, um eine Kamera zu kalibrieren.

1. Die Kamera als approximiertere Kamera einrichten
2. Import der Bilder
3. Markierung der vier Kontrollpunkte auf den acht Bildern
4. Skalierung der Abbildungen
5. Automatische Referenzierung und 3D-Berechnung
6. Abspeicherung der Datei

Der *Calibrations Setup Wizard* führt den Anwender durch das Menü für die Grundeinstellungen. Erst wenn die nötigen Optionen ausgewählt oder die Einstellungen komplettiert sind, kann der Anwender mit dem Betätigen der Schaltfläche Next zum nächsten Menü wechseln. Mit dem Import der Bilder endet die Hilfe des *Calibrations Setup Wizard*.

Bei Anwahl eines Bildes werden dessen projektrelevanten Eigenschaften angezeigt. Mit dem Betätigen der Schaltfläche *Open Photo* wird das angewählte Bild zum Markieren vergrößert. Mit Hilfe von Cursor und Lupe (Alt-Taste) werden die vier Kontrollpunkte auf dem Bild markiert.

Da sie der Reihenfolge nach zum Markieren angeboten werden, sind die Kontrollpunkte bereits vordefiniert. Eine manuelle Referenzierung entfällt. Der zu markierende Kontrollpunkt wird von der Software vorgegeben und ist an der jeweiligen Cursorform erkennbar. Der Cursor besteht aus drei Kreisen. An der Zahl der ausgefüllten Kreise werden die zu markierenden Kontrollpunkte erkannt:

- drei nicht ausgefüllte Kreise: Kontrollpunkt 1
- ein ausgefüllter Kreis: Kontrollpunkt 2
- zwei ausgefüllte Kreise: Kontrollpunkt 3
- drei ausgefüllte Kreise: Kontrollpunkte 4

Nacheinander werden so die relevanten und ausgewählten Bilder markiert.

Nachdem alle Kalibrierungsbilder markiert sind, sind die Kalibrierungsbilder zu skalieren. Eine detaillierte Beschreibung der Kalibrierung findet sich bei [2] in einer sehr guten Darstellung.

Nach der 3D-Berechnung (Kalibrierung), welche einige Sekunden dauert, wird das Ergebnis der Kalibrierung in einem Balkendiagramm dargestellt. Ist das Ergebnis nicht zufriedenstellend können alle Markierungen nachträglich überarbeitet werden. Ist das Ergebnis der Kalibrierung zufriedenstellend, wird das Projekt in einer Datei gespeichert. Da die gewonnenen Kalibrierungsdaten öfter benutzt werden, ist es zweckmäßig die Datei ordnungsgemäß zu archivieren.

Erzeugung des 3D-Drahtmodells mittels Software PhotoModeler Pro 4.0

Der Photo Modeler Pro 4.0 ist zu öffnen und „Neues Projekt erstellen“ – ist auszuwählen.

Project Setup Wizard

Es erscheint eine Liste nötiger Schritte, die erforderlich sind, um ein 3D-Modell zu erzeugen.

Camera Setup Wizard

Im ersten Menüfenster wird der Kamerateyp *A camera used by PhotoModeler previously* ausgewählt. Die Auswahl wird mit dem Betätigen der Schaltfläche *Next* übernommen.

Im folgenden Fenster wird der Dateiname und Pfad, des zuvor erstellten Kalibrierungsprojektes, angegeben.

Im folgenden Menüfenster werden die Kameraeigenschaften der ausgewählten Datei angezeigt. Dort wird dann eine andere Datei ausgewählt werden.

Photo Import Wizard

Das folgende Menüfenster zeigt Bilder, die im Projekt aktiv sind. Zu diesem Zeitpunkt werden noch keine Bilder angezeigt. Mit dem Betätigen der *Schaltfläche Add/Remove image(s)...* öffnet sich ein weiteres Menüfenster. Ist ein Bild markiert (roter Rand um das Bild) kann es mit Hilfe der Pfeiltasten in das Projekt eingefügt oder entfernt werden. Mit dem Betätigen der Schaltfläche *OK* wird die Bildauswahl bestätigt. Das Menüfenster schließt sich.

Nach dem Betätigen der Schaltfläche *Next* folgt eine Übersicht mit den erfolgten und den noch offenen Arbeitsschritten. Mit dem Betätigen der Schaltfläche *Finished* endet die Arbeit mit dem *Photo Import Wizard*.

Punkte markieren, referenzieren und prozessieren

Die Markierung der Bilder erfolgt hier mit Hilfe des *Sub-pixel Target mode*.

Der *Sub -pixel Target mode* wird über den *Point mode* aktiviert. Ist der *Point mode* aktiviert erscheint in der Werkzeugleiste eine Schaltfläche mit dem Symbol des *Sub-pixel Target mode*. Durch Betätigen dieser Schaltfläche wird der *Sub-pixel Target mode* aktiviert.

Um ein Target mit Hilfe des *Sub-pixel Target mode* zu markieren, muß der Cursor in die ungefähre Mitte des Kreises geführt werden. Dann wird die linke Maustaste gedrückt. Der Cursor wird nach außen bewegt. Dabei bleibt die linke Maustaste gedrückt. Befindet sich das aufspannende Rechteck außerhalb des Kreises wird die linke Maustaste wieder losgelassen. Das Rechteck sollte in unmittelbarer Nähe des Kreises aufgespannt werden. Damit ist die Markierung gesetzt.

Die Markierungsarbeit beschränkt sich anfangs auf die ersten vier Bilder. Es handelt sich dabei um Bilder, deren Inhalt eine hohe Informationsdichte bzw. hohe Maßhaltigkeit aufweist. Auf den Bildern werden alle relevanten Punkte markiert. Die anschließende Referenzierung beschränkt sich zunächst auf Punkte mit einer guten dreidimensionalen Aussagekraft. Nach der Referenzierung werden die Bilder prozessiert (3D-Berechnung).

Anschließend werden weitere Punkte zum 3D-Drahtmodell hinzugefügt. Dazu werden die nötigen Bilder importiert, markiert, referenziert und orientiert.



Abb. 9: Markierte Meßbilder

Für die Erfassung der Schweißnahtkonstruktion sind vier Bilder ausreichend (Abb. 8). Weitere sechs Bilder sind für Erzeugung des gesamten Modells der Micro-Paneele erforderlich (Abb. 9).



Abb. 10: Weitere Meßbilder

Im Anschluß werden die ermittelten Punkte mit Hilfe des *Line mode* verbunden, Die entstandenen Flächen werden im *Surface mode* gekennzeichnet und gerendert. Die Abb. 10 zeigt den *3D-Viewer* mit dem fertigen 3D-Drahtmodell.

Export des 3D-Drahtmodells

Das DXF-Dateiformat wurde von Autodesk definiert und stellt heute einen quasi ISO-Standard dar. Ein Import bzw. Export über das DXF-Dateiformat ist für heutige CAD-Anwendungen zwingend notwendig. Für das DXF-Dateiformat (Export) sind hier nur die Inhalte der weiß unterlegten Felder von Bedeutung. Die Inhalte der grau unterlegten Felder haben hier keine Bedeutung.

Die getroffenen Einstellungen haben folgende Bedeutungen:

- *Export:* Es werden die markierten Punkte, die Verbindungslinien zwischen den Punkten, die durch drei Punkte definierten Flächen und die Darstellungen der definierten Flächen exportiert.
- *Export Type:* Zeigt das 3D DXF Dateiformat, in welches die Daten des Modells exportiert werden sollen. (3D DXF).
- *Coordinate decimal-places:* Die Anzahl der Dezimalstellen der zu exportierenden Koordinaten beträgt sechs Stellen nach dem Komma.
- *Coordinates exported in: cm:* Die Einheit der zu exportierenden Koordinaten ist Zentimeter.
- *DXF Options:* Die für die Definition der 3D-Fläche benötigten Punkte erfolgt entgegen dem Uhrzeigersinn.

Mit dem Betätigen der Schaltfläche OK erfolgt der Datenexport in ein zu wählenden Dateinamen und Verzeichnis.

Schweißtechnische Voraussetzungen

Für die Anwendung des 3D-Drahtmodells im Prozess der Schweißnahterzeugung sind u. a. folgende schweißtechnische Voraussetzungen zu berücksichtigen.

- Schweißnahtgeometrie (Anfangspunkt, Endpunkt, Nahtverlauf, Geschwindigkeit, Anstellwinkel)
- Schweißposition (waagrecht, senkrecht)
- Schweißparameter (Brenner ein, Brenner aus)
- Nahtart (Kehlnaht, Verbindungsnaht)
- Nahthöhe (Schweißparameter in Abhängigkeit von Spannung, Strom, Geschwindigkeit)

Darstellung und Bewertung der erzielten Ergebnisse

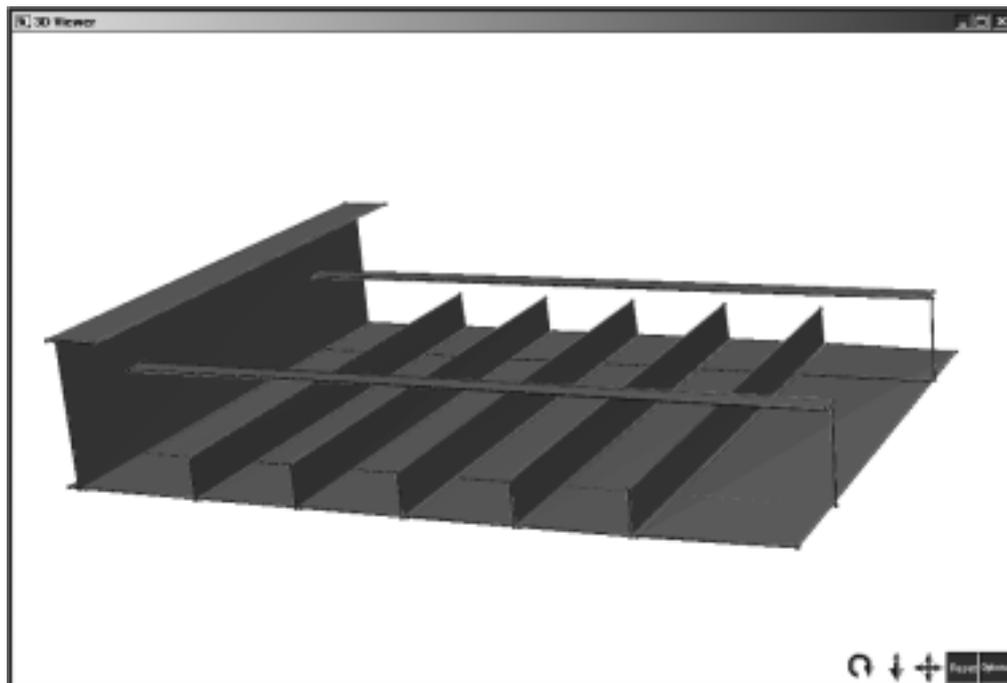
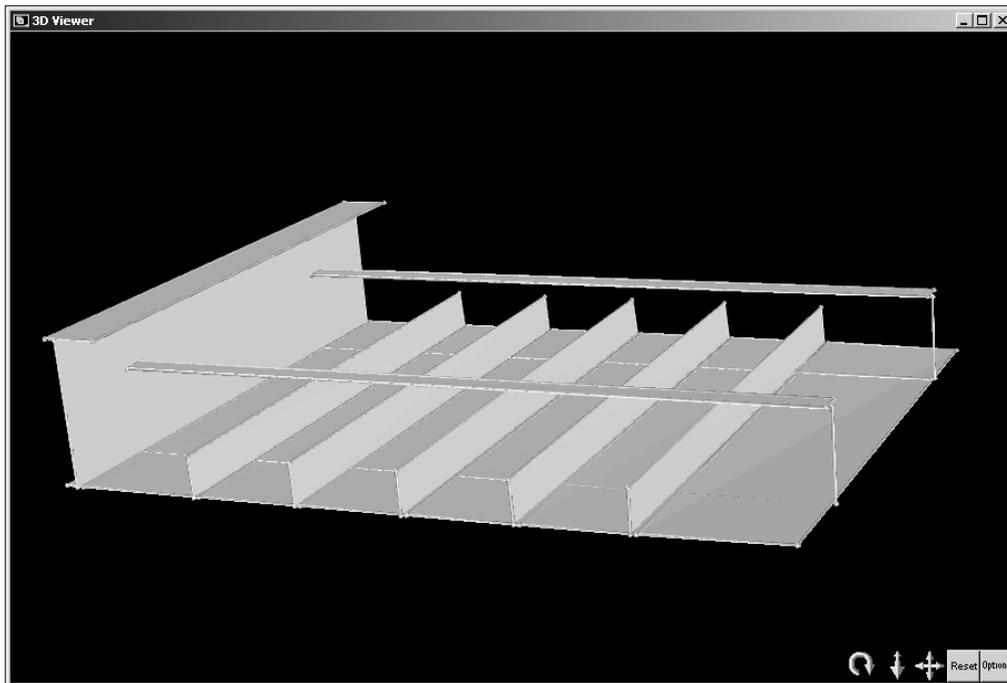


Abb. 11: Fertiges 3D-Drahtmodell dargestellt mit dem 3D-Viewer

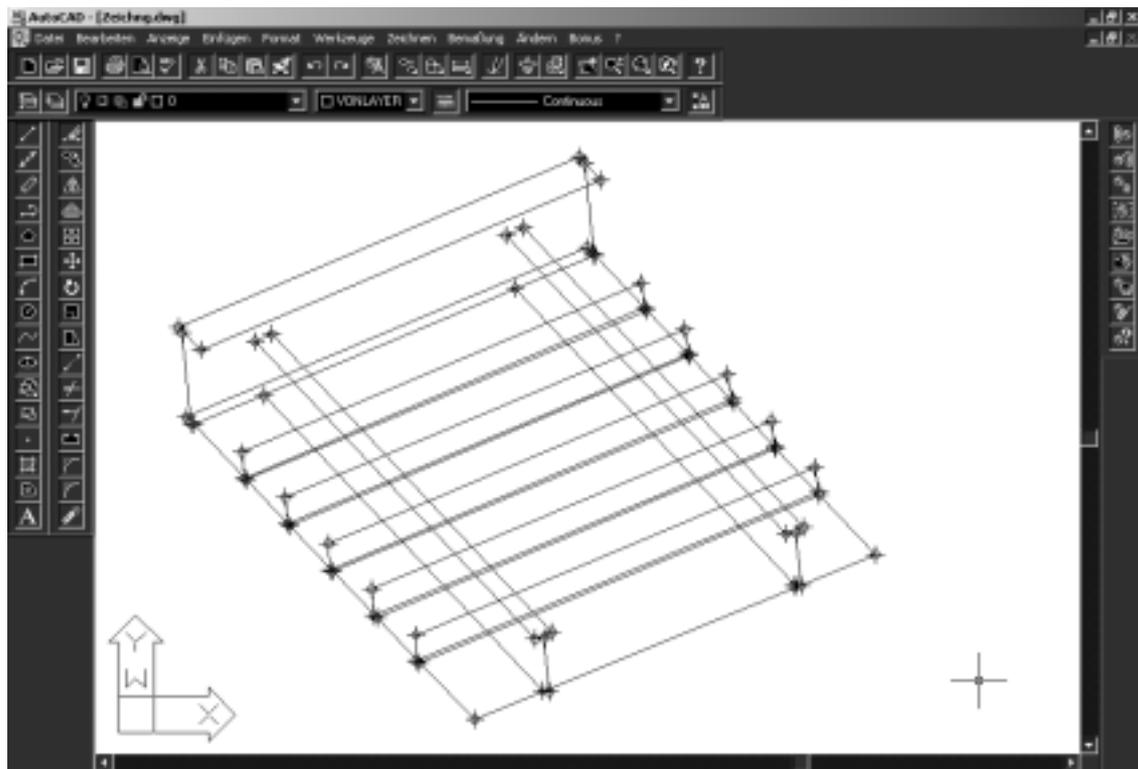
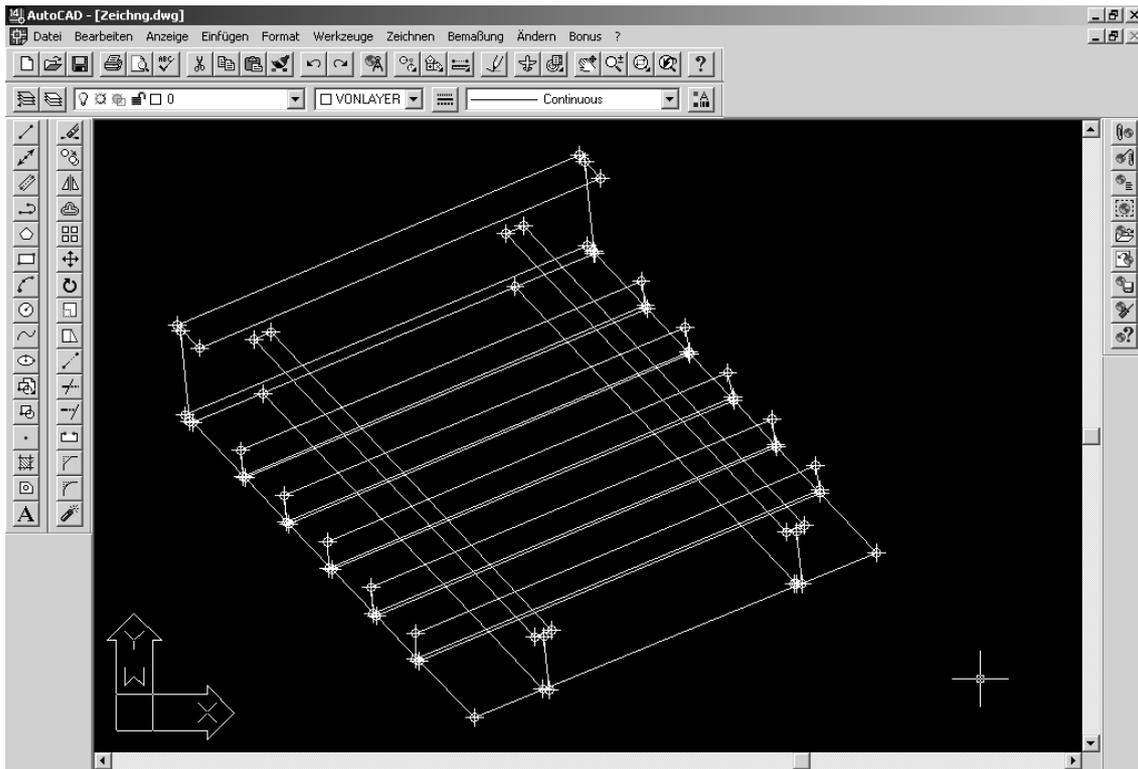


Abb. 12: Fertiges 3D-Drahtmodell in AutoCAD

Bewertung der erzielten Ergebnisse

Approximierte Kamera ohne Targets

Der Zeitaufwand für die Vorbereitung ist bei dieser Meßmethode am geringsten. Da die Kalibrierung der Kamera sowie für das Anbringen Targets entfallen.

Die Abweichung der ermittelten Koordinaten der Messpunkte ist nach [1] zu groß. Einige Punkte befinden sich außerhalb des vorgegebenen Suchbereiches des Schweißroboters. Die eigentliche Bearbeitungszeit mit Photo Modeler Pro 4.0 vergrößert sich, da ohne Targets die Punktlokalisierung von Hand länger dauert.

Kalibrierte Kamera ohne Targets

Alle Koordinaten der Messpunkte befinden sich innerhalb des Suchbereiches des Schweißroboters. Da künstliche Markierungen fehlen, ist auf Abschattungseffekte zu achten. Diese überdecken die Konturen des Messobjektes. Der Zeitaufwand für das Anbringen der Targets entfällt. Der Zeitaufwand für die Bearbeitung mit Photo Modeler Pro 4.0 ist größer, da auch bei dieser Meßmethode die Punktlokalisierung von Hand erfolgt.

Approximierte Kamera mit Targets

Die Abweichung der ermittelten Koordinaten der Meßpunkte ist nach [1] zu groß. Einige Punkte befinden sich außerhalb des vorgegeben Suchbereiches des Schweißroboters. Die Bearbeitungszeit mit PhotoModeler Pro 4.0 ist durch die Targets gering.

Kalibrierte Kamera mit Targets

Alle Koordinaten der Meßpunkte befinden sich innerhalb des Suchbereiches des Schweißroboters. Der höhere Zeitaufwand, der durch das Anbringen der Targets entsteht, wird durch das schnellere Markieren ausgeglichen. Die Koordinaten der Meßpunkte weisen die höchste Genauigkeit auf.

Aufgrund der von [1] durchgeführten Untersuchungen sollte eine kalibrierte Digitalkamera unter Verwendung von Targets für die praktische Anwendung bevorzugt werden.

Kostenmäßige Betrachtung

Ausgehend von einer Ingenieurstunde mit ca. 80 Euro ergeben sich danach die folgenden Kosten für die Projektbearbeitung. Dieses beinhaltet eine Erzeugung des kompletten 3D-Drahtmodells der Micro-Paneele. Die Projektbearbeitung dauert bei der herkömmlichen Methode, mit Bandmaß oder ähnlichen Messgeräten und den dazugehörigen Hilfsmitteln, mit anschließender Zeichnungserstellung auf einem CAD-System, ca. 5 Stunden. Das ergibt einen Betrag von 400 Euro.

Mit dem photogrammetrischen System dauert die Projektbearbeitung einschließlich der nötigen Vorbereitung von ca. 0,75 Stunden. Daraus ergibt sich dann ein Betrag von 60 Euro.

Bei beiden Methoden müssen die Fähigkeiten und die Erfahrungen des Bearbeiters berücksichtigt werden. Abhängig von diesen ändert sich die Bearbeitungszeit.

Weiterhin muß berücksichtigt werden, daß bei der herkömmlichen Methode ein Messen über Stege oder Profile schwierig ist und daß dadurch Bearbeitungszeit und Messungenauigkeit steigen. Auch bei Anordnungen einzelner Baugruppen des Bauteils, die nicht lotrecht, parallel oder senkrecht sind, steigt die Bearbeitungszeit und die Messungenauigkeit.

Bei photogrammetrischen Systemen ist der Einfluß auf die Messgenauigkeit und die Bearbeitungszeit, bedingt durch die Anordnung der Baugruppen, geringer.

Schlußwort

Bedingt durch die immer weiterschreitende Entwicklung der Computertechnik ergeben sich stetig neue Aufgabenfelder für die Digitalgrafik. Unter anderem ist es mit Hilfe des Softwarepaketes Photo Modeler Pro 4.0 möglich bestehende Anlagen in ein geeignetes CAD-Format zu überführen.

Hinsichtlich Bearbeitungszeit und Genauigkeit kann zum Arbeiten mit Photo Modeler Pro 4.0 gesagt werden, dass diese im erheblichen Maße von der Planung abhängig sind. Eine ausreichende Genauigkeit kann nur mit Hilfe der Kamerakalibrierung erreicht werden. Des weiteren wird durch das Anbringen runder Targets in Verbindung mit dem Sub-pixel target mode die Messgenauigkeit und die Messobjektivität erhöht.

Eine weitere Verbesserung der Messobjektivität wird durch eine Erhöhung des Automationsgrades erreicht. Eine weiterführende Arbeit könnte die Möglichkeiten, einer festen Anbringung der Digitalkamera am Schweißportal in Kombination mit einer geeigneten Auslösemöglichkeit und anschließendem Bilddatentransfer von Digitalkamera zum PC, untersuchen. Um aussagekräftige Lösungen zu erhalten sollten die Untersuchungen dazu im Produktionsprozess erfolgen.

Alternativ zum Softwarepaket PhotoModeler Pro 4.0 gibt es weitere photogrammetrische Auswertssysteme. Beispielhaft soll hier das Produkt PHIDIAS der Firma PHOCAD Ingenieurgesellschaft mbH genannt sein. Ein weiteres photogrammetrisches Auswertesystem ist von der Firma Rollei erhältlich.

Geometrisch-topologische Eigenschaften von Anlagen lassen sich des weiteren durch das Lasersystem Cyrax mit der passenden Modelliersoftware Cyclone erfassen. Dieses System verspricht die höchste Genauigkeit und die Modelliersoftware besitzt viele nützliche Werkzeuge. Die Anschaffungskosten betragen aber ca. 150 000 Euro.

Literaturverzeichnis:

- [1] Seidel, M. Untersuchungen zur Visualisierung schiffbaulicher Baugruppen
Diplomarbeit, Hochschule Wismar, Fachbereich Seefahrt, 2002
- [2] Eos System PhotoModeler Pro 4.0: User Manual; Eos System Inc; 21st Edition;
October 2000, Vancouver, Canada