

ISSN 1437-0317

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

---

**HEFT 7**

**SICHERER UND EFFEKTIVER  
SEEVERKEHR**



**Warnemünde 2007**





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

**HEFT 7**

**SICHERER UND EFFEKTIVER  
SEEVERKEHR**

**Warnemünde 2007**

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: Moderne Konzepte in Schiffsführung und Schifffahrt. –  
Warnemünde: Schiffahrtsinst., 2007. – 278 S. –  
(Schriftenreihe des Schiffahrtsinstitutes  
Warnemünde an der Hochschule Wismar; 7)

ISSN: 1437-0317

---

© 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: Universität Rostock, Universitätsdruckerei November 2007

# Inhaltsverzeichnis

## Ausbildung und Schiffsbesatzung

Prof. Dr. Michael Rachow; <i>Hochschule Wismar, Bereich Seefahrt</i> 160 Jahre Seefahrtsausbildung in M-V.....	11
Kapitän Kurt Steuer, <i>Deutscher Nautischer Verein</i> Ausbildung und Schiffsbesatzung .....	29
Artur Roth, <i>Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrografie</i> Schiffssicherheit durch modifizierte Aus- und Fortbildungskonzepte für Kapitäne und Schiffsoffiziere.....	41
Kapitän Dr. Werner Müller, <i>Confederation of European Shipmasters' Association (CESMA)</i> Die Verantwortung des Kapitäns unter den gegenwärtigen externen Umständen, Zwängen und Bedingungen .....	49
Jeanette Edler; <i>Ostseeinstitut für Seerecht, Umweltrecht und Infrastrukturrecht</i> <i>Universität Rostock, Juristische Fakultät</i> Neue internationale Regelungen im Arbeitsrecht der Seeleute .....	65
Caroline Baumgärtner, <i>Fortbildungszentrum Hafen Hamburg FZH</i> Die Auswahl von Schiffsmechanikern aktiv gestalten- Ansatzpunkte für ein Personalma- nagement mit Perspektive .....	73
Anja Vandrey; <i>Ostseeinstitut für Seerecht, Umweltrecht und Infrastrukturrecht</i> <i>Universität Rostock, Juristische Fakultät</i> Der Einsatz der Marine gegen Terrorangriffe und Piraterie – eine rechtliche Betrachtung ...	79
<b>Nautik</b>	
Uwe Dombrowsky; <i>Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz M-V,</i> <i>Abteilung Wasser und Boden</i> Sicherer und effektiver Seeverkehr .....	87
Prof. Dr. Reinhard Müller, Dr. Anke Zölder; <i>Schiffahrtsinstitut Warnemünde e.V.</i> Temporäre Navigationsunterstützung im ausgewählten Seegebiet Kriegers Flak .....	101
Alexandra Oesterle, <i>Maritime Simulation Rheinmetall Defence Electronics GmbH</i> Der neue Simulator Safety and Security Trainer mars <sup>2</sup> von Rheinmetall Defence Electronics und die Verwendung in der Ausbildung .....	105

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Müller, *Hochschule Wismar, Bereich Seefahrt*  
Dipl.-Math. Michaela Demuth, *Schiffahrtsinstitut Warnemünde e.V.*  
Selektion optimaler Manöverkennwerte für das Positionieren großer Schiffe ..... 117

Dr. Michael Baldauf, Prof. Dr. Knud. Benedict, Dipl.-Ing. Sandro Fischer,  
Dipl.-Ing. Frank Hartmann; *Hochschule Wismar, Bereich Seefahrt*  
Technische Zuverlässigkeit von AIS – Durchführung und Ergebnisse einer Szenariostudie 127

Prof. Dr. Knud Benedict, Dipl.-Ing. Michael Kirchhoff, Dr. Michael Baldauf;  
*Hochschule Wismar, Bereich Seefahrt*  
Dr. Thomas Weber, *Applied Weather Technology (Europe) Ltd.*  
Vermeidung von Rollresonanz und Seegangseinfluss in der Wetterrouting ..... 145

Dr. Jürgen Holfort, *Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrografie*  
Meeresinformationen für die Sicherheit in der Seeschifffahrt ..... 159

M. Kurowski, H. Korte, B. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte;  
*Universität Rostock, Center for Marine Information Systems (CeMarIS)*  
Automatisches Manövrieren mit AdaNav ..... 173

H. Korte, M. Kurowski, B. Lampe;  
*Universität Rostock, Center for Marine Information Systems (CeMarIS)*  
Ermittlung von Manöverkennwerten traversierfähiger Schiffe ..... 183

## **Technik**

Prof. Dr. Günter Kühnel; *Hochschule Wismar, Bereich Seefahrt*  
Auswirkungen der Einführung der Werkstoffgüte K4 auf die Schifftechnik ..... 201

Helmut Behrens, *Siemens Marine Solutions, Hamburg*  
Effektives Alarmmanagement an Bord von Seeschiffen ..... 217

Axel Kadolph, Dr. Franziska Ahrens; *MQ Engineering GmbH Rostock*  
Zustandsbewertungen und Schadensanalysen im maritimen Bereich ..... 225

Dieter Troppens, *Landesgeschäftsstelle Nord der GFN*  
Nutzung dynamischer Prozesse von gesteuerten Maschinen auf Schiffen zur Diagnose des  
Zustands ..... 261

Christian Krüger, *Energie-Umwelt-Beratung e.V.*  
Wasserabscheider bei Großdieselmotoren – Entwicklungsstand ..... 269

## VORWORT

Das vorliegende Heft der Schriftenreihe enthält die Beiträge des 12. Schifffahrtskollegs des Schifffahrtsinstituts aus dem Jahre 2006.

Im ersten Teil sind die Beiträge zum Problemkreis Ausbildung und Schiffsbesatzung zusammengefasst. Ausgehend von der 160-jährigen Tradition der Seefahrtsausbildung in Mecklenburg-Vorpommern werden neuste Aus- und Fortbildungskonzepte vorgestellt sowie Möglichkeiten der Auswahlkriterien für Schiffsmechaniker im Rahmen eines effektiven Personalmanagement präsentiert. Gleichzeitig beschäftigen sich die Beiträge mit aktuellen Problemen der Schiffsbesatzungen, wie Abwehr von Terrorismus und Piraterie, neuen Verantwortlichkeiten des Kapitäns im Bereich des Meeresumweltschutzes sowie mit den aktuellen Änderungen der IAO im Seearbeitsrecht.

Im zweiten Teil wurden Beiträge mit nautisch-technischem Bezug gebündelt. Hierbei steht die Sicherheit des Seeverkehrs im Vordergrund. Vorgestellt werden effektive Systeme zur Verbesserung der Schiffssicherheit und des Meeresumweltschutzes sowie Neuentwicklungen in den nautischen und technischen Bereichen der Seeschifffahrt, an deren Weiterentwicklung teilweise seitens des Schifffahrtsinstituts und des FB Seefahrt mitgearbeitet wurde. Es geht um Weiterentwicklungen im Bereich AIS, die bessere Erfassung der Manövereigenschaften und neue Simulationsmöglichkeiten.

Im schiffstechnischen Teil finden sich Problemlösungen zum Ausbau der technischen Zuverlässigkeit der an Bord vorhandenen Betriebssysteme. Vorgestellt werden verbesserte Schadensanalysen, effektivere Alarmsysteme und weiterentwickelte Werkstoffe und Anlagen.

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 hat die zunehmende Verwendung der sehr beliebten und praktischen PPT-Präsentationen dazu geführt, dass viele Referenten sich darauf beschränken, auch diese für die Erstellung der Schriftenreihe einzureichen. Die Redaktion wird sich bemühen, hier zukünftig wieder auf die übersichtliche Textform der Ausgabe hinzuarbeiten.

Die Möglichkeit, das Schifffahrtskolleg zu erleben und kompetent an der Diskussion der vorgestellten Problemstellungen teilzuhaben, ergibt sich jedes Jahr im November im Ostseebad Warnemünde.

Der Dank des Vorstandes gilt seinen Mitgliedern für die geleistete gute Arbeit sowie dem Beirat für die Unterstützung und Beratung.

Der Vorstand

Warnemünde, September 2007



# **Ausbildung und Schiffsbesatzung**





## 160 Jahre Seefahrtausbildung in M-V – Tradition und Perspektiven

**Prof. Dr.-Ing. Michael Rachow**  
Hochschule Wismar, Bereich Seefahrt

### Gliederung

hs

- Historie
- Bestandsaufnahme
- Entwicklungsziel
- Vision

s

## **Stattliche Seefahrtausbildung wurde notwendig**

- Die nautische und technische Ausbildung von Schiffsoffizieren hat in Mecklenburg Vorpommern eine lange Tradition
- hs** • So erhielten Fahrensleute auf dem Fischland privat von erfahrenen Schiffern Navigationsunterricht oder beim Küster Schreib- und Rechenunterricht.
- Es ist überliefert, dass Nicolaus Permin und A. C. Galle in Wustrow seit 1789 Schreiben, Rechnen und Navigation lehrten.
- S** • Doch seit dem 19. Jahrhundert reichte eine private Unterweisung nicht mehr aus. Es fehlte in Mecklenburg eine staatliche Bildungsstätte, wie sie in anderen deutschen Küstenstaaten schon existierten.

November 2006

Prof. Dr.-Ing. Michael Rachow

 Hochschule Wismar

## **Die Gründung der „Seefahrtschule“**

**Am 10. November 1846 Eröffnung der “Großherzoglichen Navigationsschule” in Wustrow.**

- hs** • erste staatliche Navigationsschule in Mecklenburg
- 12. Navigationsschule in den Deutschland
- Unterricht beginnt am Montag, den 16. November mit 19 Schülern
- S** • 1847 begann der Bau der Navigationsschule für 11.410 Taler

November 2006

Prof. Dr.-Ing. Michael Rachow

 Hochschule Wismar



Grossherzogliche Navigationsschule Wustrow (1916)

November 2006

Prof. Dr.-Ing. Michael Rachow

Hochschule Wismar

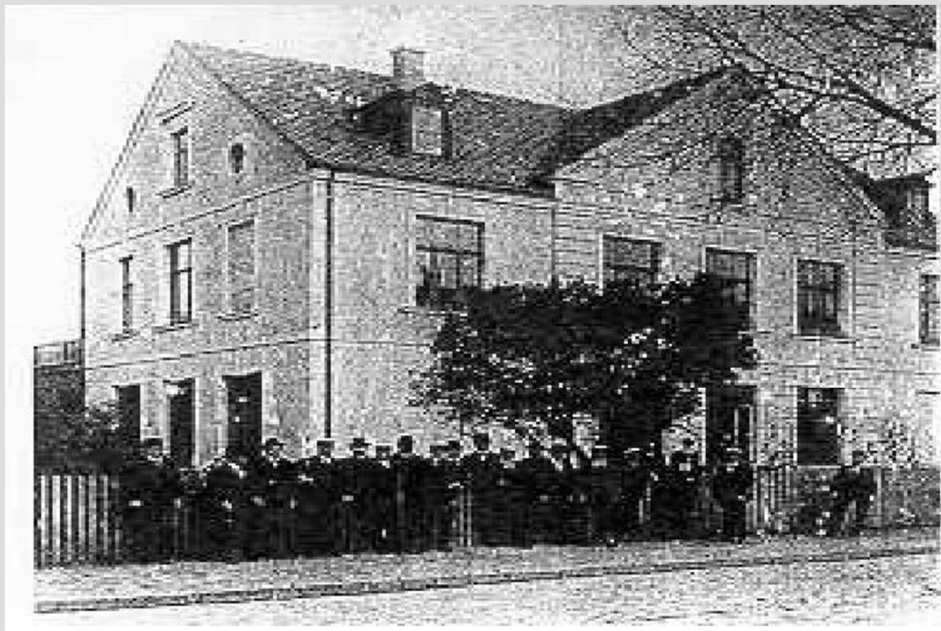
## Die frühe Entwicklung der Seefahrtsschulen in Mecklenburg Vorpommern

- 1854 Eröffnung der Navigationsschule in Rostock
- hs • 1860 Ausbildung von Seemaschinisten an einer Rostocker Privatschule, in den Räumen der Navigationschule Rostock
- 1921 Schließung der Seemaschinistenschule in Rostock
- 1923 Seefahrtsschule Wustrow erhält die Aufforderung aus dem Schweriner Finanzministerium aus finanziellen Gründen den Betrieb einzustellen
- s • dem engagierten Handeln der Gemeinde Wustrow und der Seefahrtlehrer ist der Weiterbestand zu verdanken
- 1943 wird die ausgebombte Seefahrtsschule Bremen nach Wustrow verlegt
- 1945 stellt die Seefahrtsschule Wustrow den Betrieb ein

November 2006

Prof. Dr.-Ing. Michael Rachow

Hochschule Wismar



hs

s

Absolventen der Rostocker Navigations- und Seemaschinstenschule  
vor dem 1. Weltkrieg

November 2006

Prof. Dr.-Ing. Michael Rachow

Hochschule Wismar

## Entwicklung nach 1945

- Am 06. Mai 1945 wird die „Seefahrtschule Wustrow“ wieder eröffnet
- 1950 Gründung der „Ingenieurschule für Schiffstechnik“ in Franzburg
- 1952
  - Ausbildung von Seefunkoffizieren beginnt in Wustrow
  - „Fachschule für Schiffstechnik“ wird von Franzburg nach Warnemünde verlegt
- 1953 Verlegung der Seemaschinistenausbildung von Wustrow nach Warnemünde
- 1965 Verlagerung der Ausbildung von nautischen Offizieren der Hochseefischerei von Wustrow nach Warnemünde
- 1969 Vereinigung beider Einrichtungen zur „Ingenieurhochschule für Seefahrt Warnemünde - Wustrow“

hs


s

November 2006

Prof. Dr.-Ing. Michael Rachow


Hochschule Wismar

hs



Seefahrtschule Wustrow in den 70iger Jahren

S



Warnemünde Haus 1 (1955)

November 2006 Prof. Dr.-Ing. Michael Rachow Hochschule Wismar

## Die Entwicklung zur Technischen Hochschule

- ab 1969 erfolgt die Grundlagenausbildung in Wustrow, die Fachausbildung in Warnemünde
- hs
- zwei Studenten Wohnheime mit 272 (1970) bzw. 465 Plätzen (1975) werden errichtet
- 1975 erfolgt eine wesentliche Erweiterung der Laborgebäude
- 1980 erhält die Ingenieurhochschule für Seefahrt das Promotionsrecht
- 1981 Übernahme der Forschungs- und Ausbildungsschiffes „Störtebecker“
- S
- 1986 die Ingenieurhochschule für Seefahrt hat 1250 Studierende
- 1989 erhält die „Hochschule für Seefahrt“ den Status einer Technischen Hochschule mit Habilitationsrecht

hs



s

Das Ausbildungsschiff „Störtebeker“

November 2006 Prof. Dr.-Ing. Michael Rachow Hochschule Wismar

## Der Übergang zur Fachhochschule

- hs • 1990 Auflösung der Hochschule für Seefahrt und Übergang in die Universität Rostock, die die Rechtsnachfolge antritt und die immatrikulierten Studierenden bis 1996 zum universitären Abschluss führt (320).
- 1992 Gründung des Fachbereiches Seefahrt als Außenstelle der Hochschule Wismar
- s • 01.10.1992 Erlass zur Angliederung der „Fachschule für Seefahrt“ an den Fachbereich Seefahrt Warnemünde

## Geschichte der Seefahrtausbildung in M-V

	Bezeichnung	von	bis
hs	Hochschule Wismar Fachbereich Seefahrt	1992	
	Hochschule für Seefahrt	1989 – 1992	
	Ingenieurhochschule für Seefahrt Warnemünde/Wustrow	1969 – 1989	
	Zusammenschluß mit der 1950 gegründeten Ingenieurschule für Schiffstechnik Warnemünde	1969	
s	Seefahrtschule Wustrow	1949 -1969	
	Seefahrtschule Wustrow	1916 -1945	
	Großherzogliche Navigationsschule in Wustrow	1846 -1916	

November 2006

Prof. Dr.-Ing. Michael Rachow

 Hochschule Wismar

 **Ganz oben.**  
**Hochschule Wismar**  
University of Technology, Business and Design

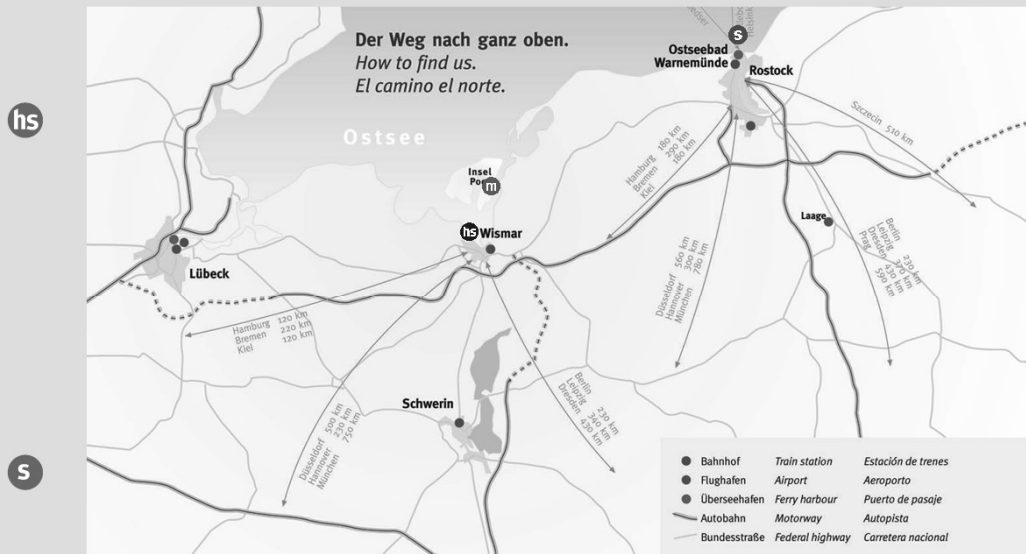
hs



hs

[www.hs-wismar.de](http://www.hs-wismar.de)

## Unsere Lage



November 2006

Prof. Dr.-Ing. Michael Rachow

Hochschule Wismar

## Hansestadt Wismar mit Campus der Hochschule Wismar



November 2006

Hochschule Wismar



## Unsere Fachbereiche

hs

**Seefahrt**  
**Maschinenbau/ Verfahrens-  
und Umwelttechnik**  
Elektrotechnik und Informatik  
Bauingenieurwesen

**Technik**

hs

**Wirtschaft**

**Wirtschaft**

**Architektur**  
**Design/Innenarchitektur**

**Gestaltung**



März 2005

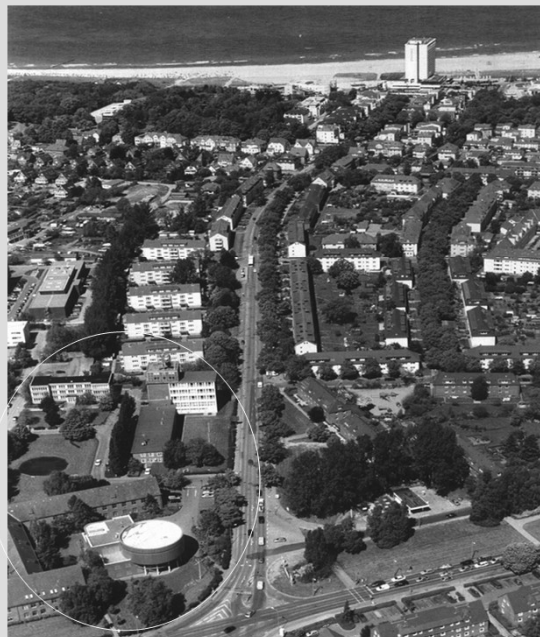
Hochschule Wismar

## Fachbereich Seefahrt



hs

S



November 2006

Prof. Dr.-Ing. Michael Rachow

Hochschule Wismar

## Der Fachbereich Seefahrt

- 1992 erstmalige Immatrikulation von FH Studenten - Diplom-Ing. (FH)
- 1998 Inbetriebnahme des Maritimen Simulationszentrum Warnemünde (MSCW)
- 2001 Zertifizierung nach DIN EN ISO 9001:2000
- 2004 Abschluß der Teil-Zielvereinbarung zwischen dem Land M-V und der HS Wismar zur Entwicklung des FB Seefahrt zum „Nationalen und Internationalen Aus- und Fortbildungszentrum für die Seefahrt“
- 2006 Abschluß der Zielvereinbarung zur weiteren Entwicklung des Fachbereiches Seefahrt
- 2006 erstmalige Immatrikulation in BSc. Studiengänge bei Einführung eines NC für den Studiengang Nautik/Verkehrsbetrieb

November 2006

Prof. Dr.-Ing. Michael Rachow

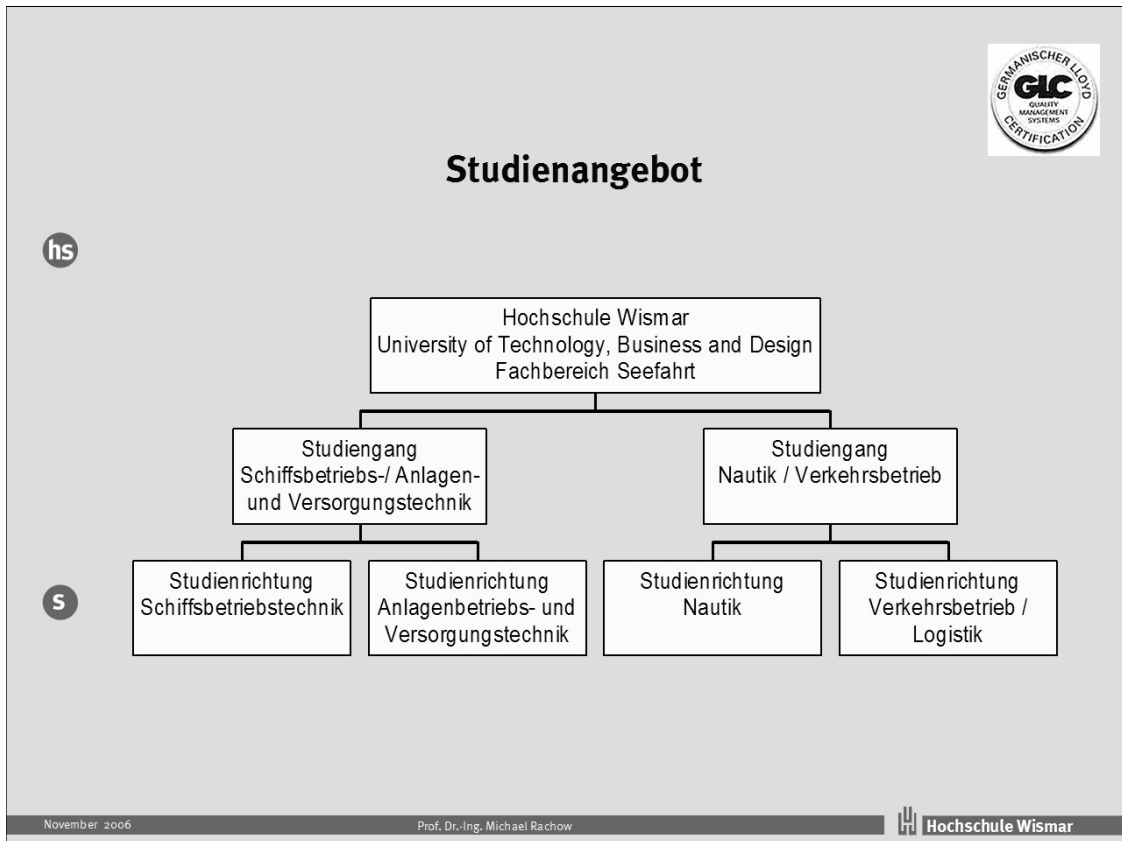
 Hochschule Wismar



November 2006

Prof. Dr.-Ing. Michael Rachow

 Hochschule Wismar

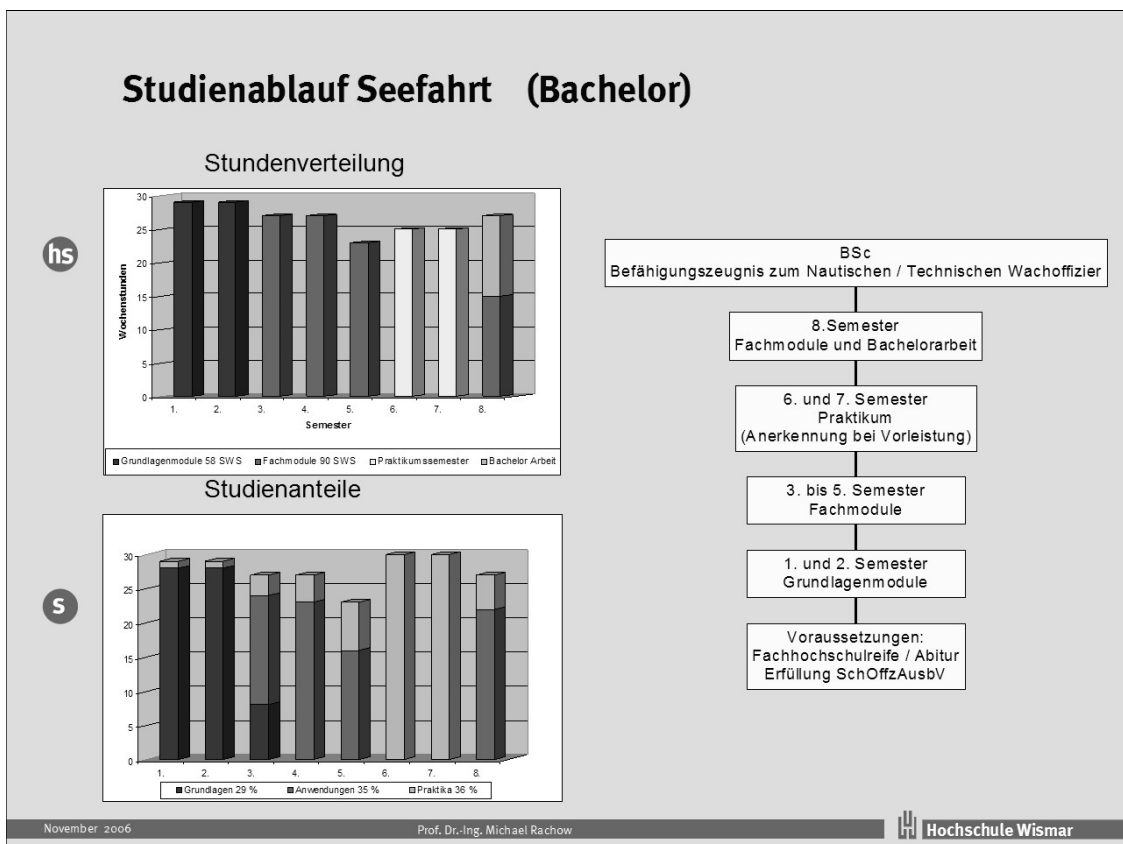
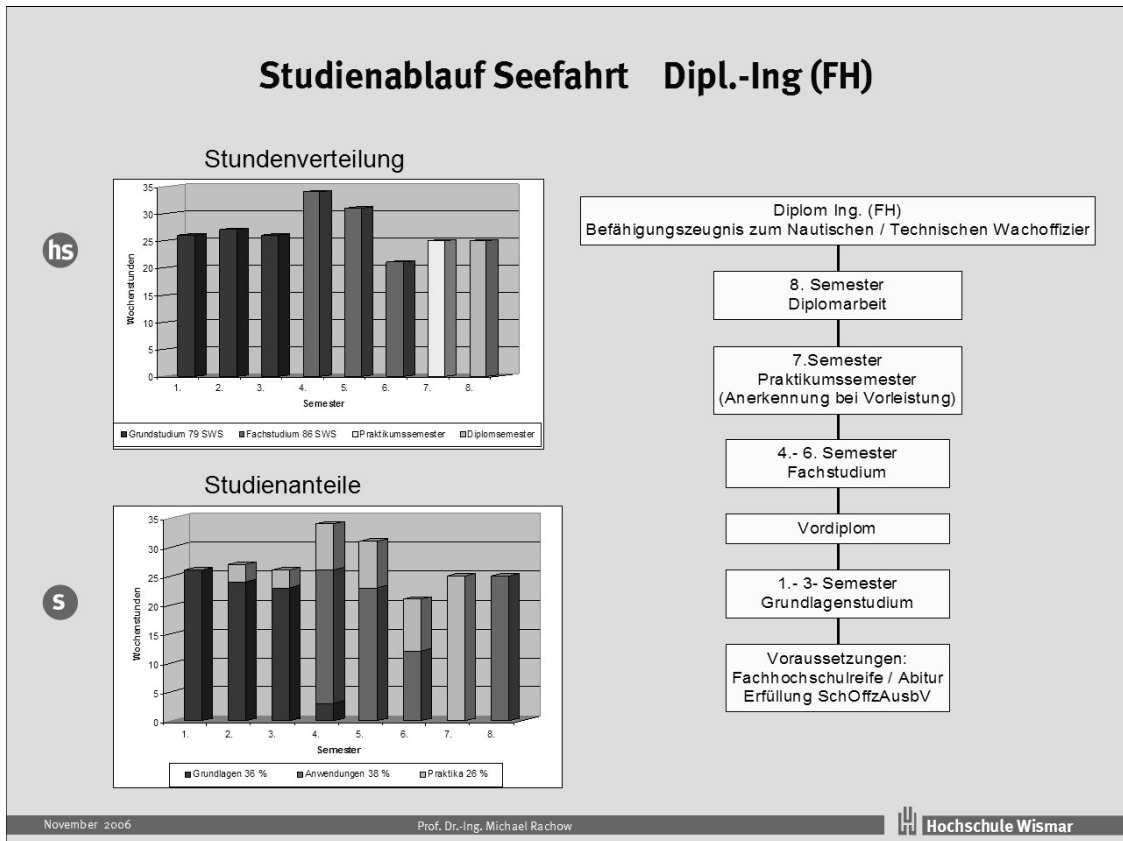


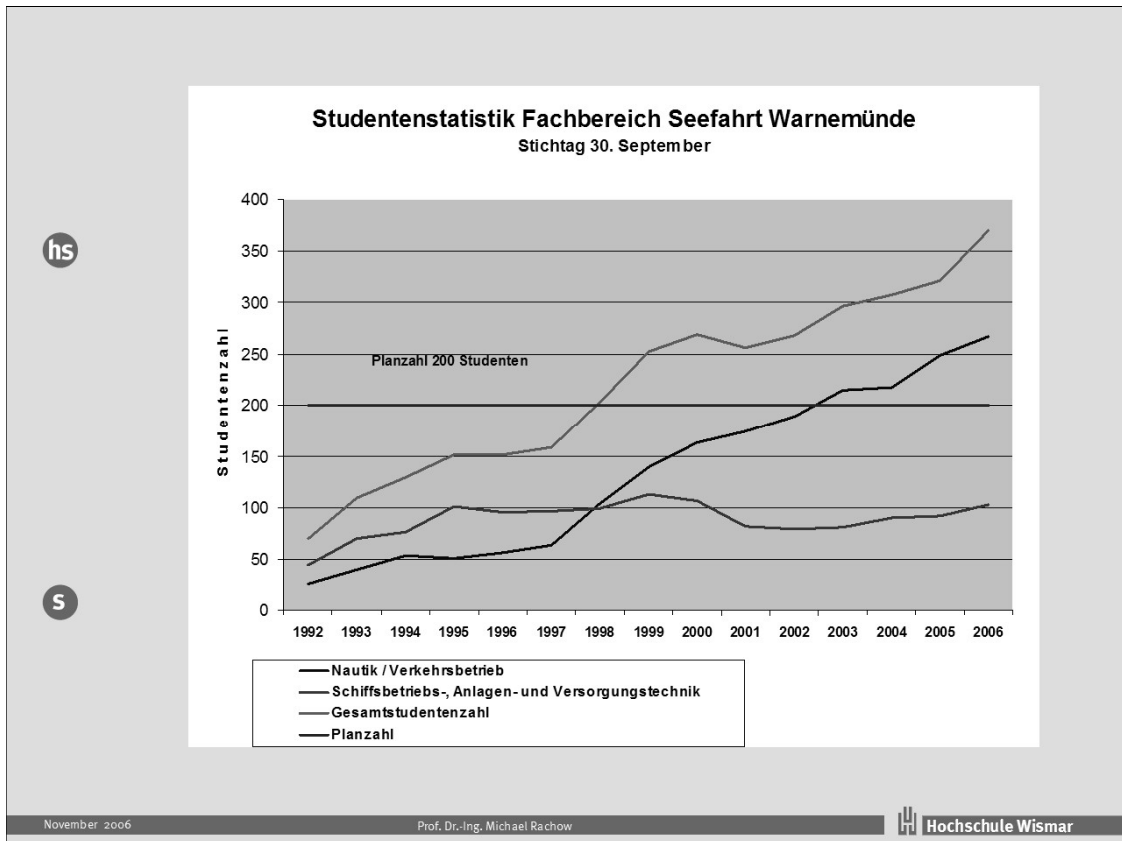
## Studieren in Warnemünde

<p><b>Studiengang Nautik Verkehrsbetrieb</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nautik mit Befähigungszeugnis zum nautischen Wachoffizier / Kapitän auf Schiffen jeder Größe</li> <li>• Verkehrsbetrieb/ Logistik</li> </ul>	<p><b>Studiengang Schiffsbetriebs-/Anlagen- und Versorgungstechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schiffsbetriebstechnik mit Befähigungszeugnis zum technischen Wachoffizier / Leiter der Maschinenanlage auf Schiffen jeder Antriebsleistung</li> <li>• Anlagenbetriebs- und Versorgungstechnik</li> </ul>
--	---

Ab Studienjahr 2006/07 BSc.

November 2006 Prof. Dr.-Ing. Michael Rachow Hochschule Wismar





## Angegliederte Bildungsgänge Fachschule

hs

### Nautik

- Staatlich geprüfter Techniker mit Befähigungszeugnis zum nautischen Wachoffizier / Kapitän auf Schiffen jeder Größe
- Befähigungszeugnis Nationale Fahrt

### Schiffsbetriebstechnik

- Staatlich geprüfter Techniker mit Befähigungszeugnis zum technischen Wachoffizier / Leiter der Maschinenanlage auf Schiffen jeder Antriebsleistung
- Befähigungszeugnis bis 750 kW

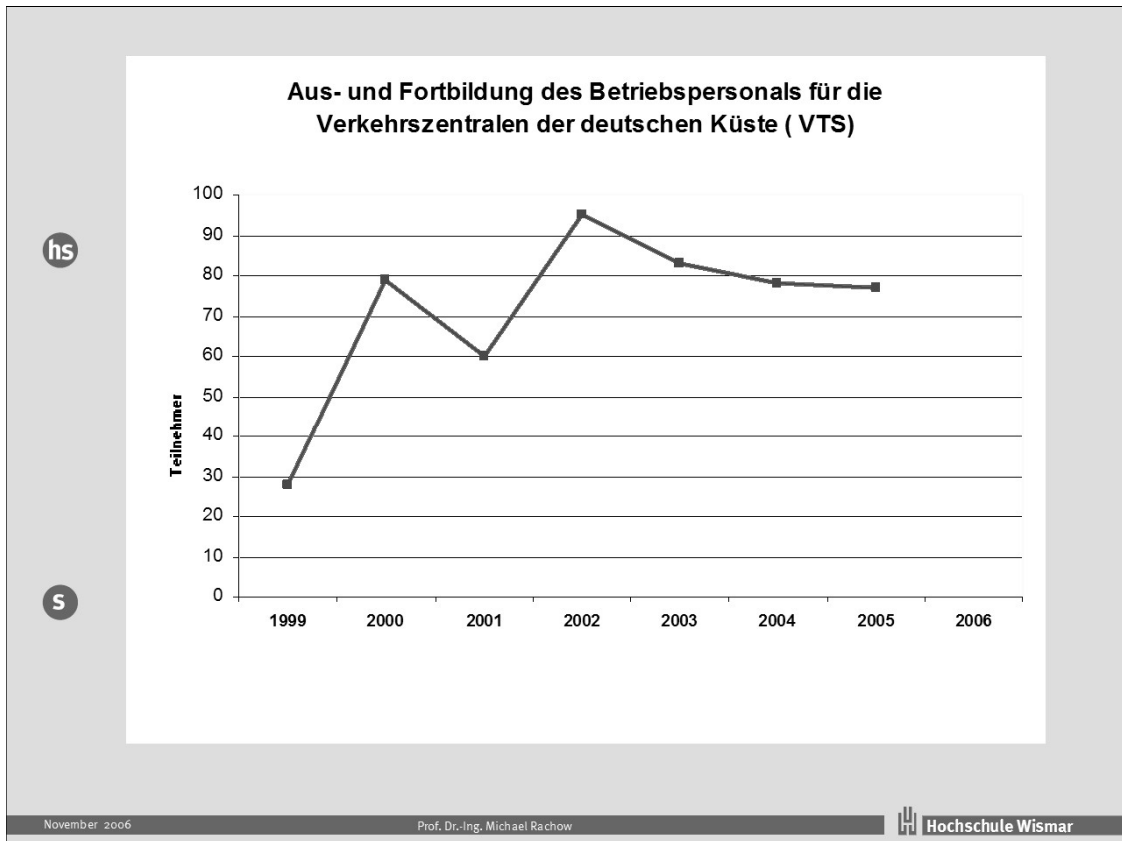
S

## Gesamtzahl der Studierenden und Fachschüler zum Wintersemester 2006/07

<b>hs</b>	Bewerber	Anfänger	Gesamtzahl
Studiengang Nautik/Verkehrsbetrieb	156	68 (NC 51)	268
Schiffsbetriebs-/Anlagen und Versorgungstechnik	32	30	105
Schiffsbetriebstechnik Fachschule (einschl. 750 kW)	82	42	64
<b>S</b> Nautik Fachschule (einschl. National e Fahrt)	109	74	107
Summe			544

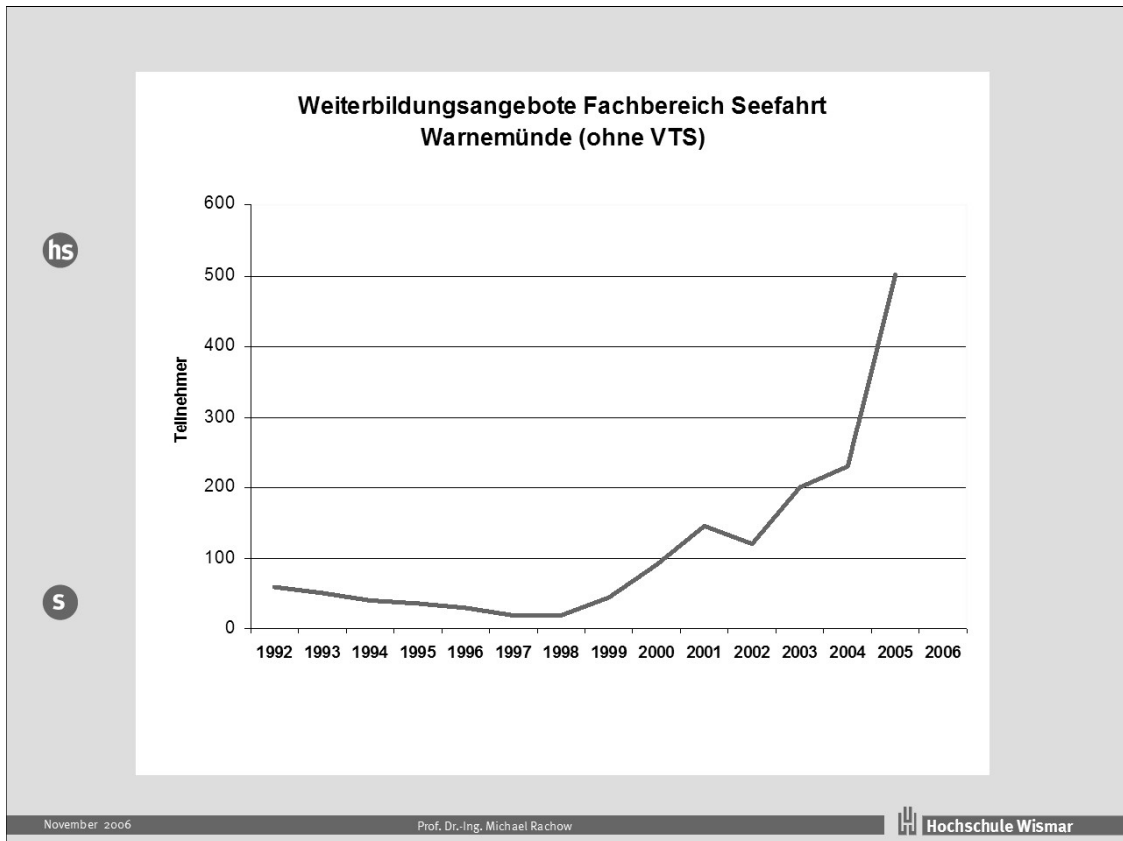
## Weiterbildung

- hs**
  - der Fachbereich Seefahrt führt als einzige Stelle in der Bundesrepublik die Aus- und Weiterbildung für VTS Operateure im Auftrage des Bundes durch
  - unterschiedliche Weiterbildungsangebote für Kapitäne, Nautisch und Technische Schiffsoffiziere
  - spezielle Weiterbildungsangebote nach dem individuellen Bedarf von Reedereien
- S**
  - Weiterbildung für ausländische Ausbilder (Train the Trainer)



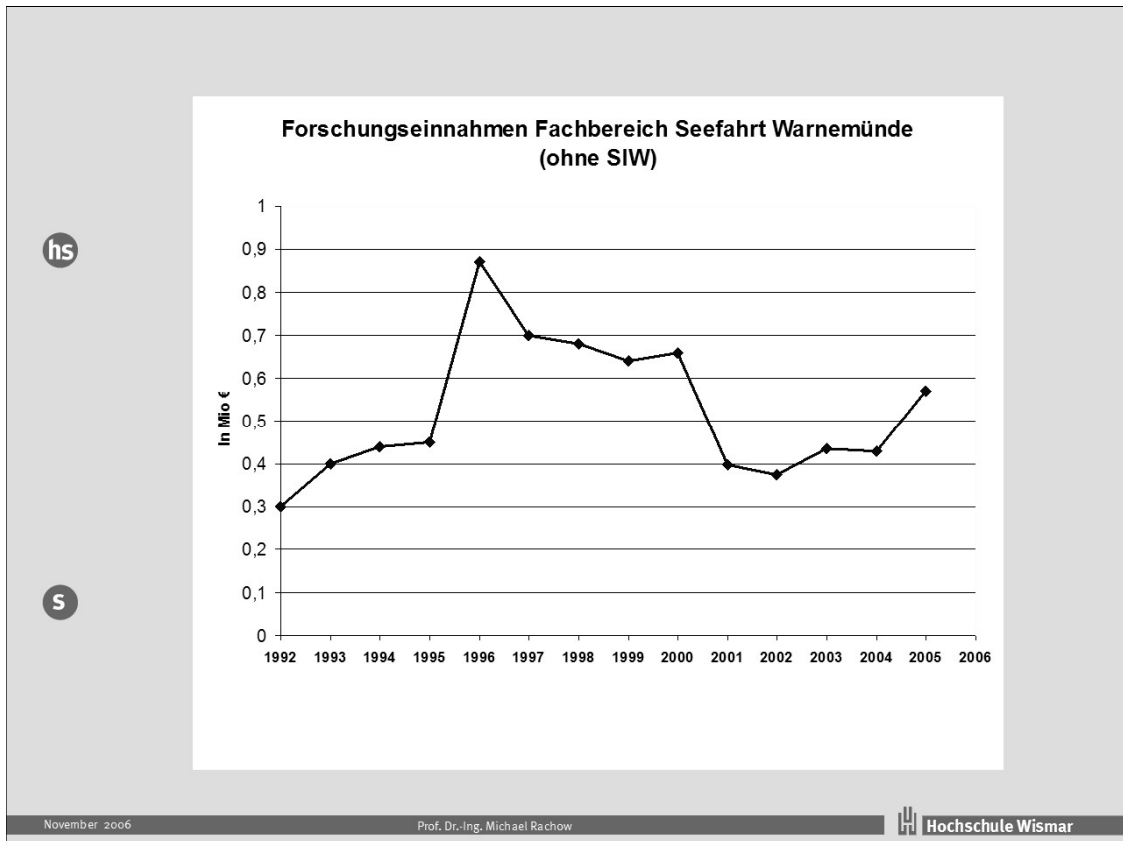
## Weiterbildung

- der Fachbereich Seefahrt führt als einzige Stelle in der Bundesrepublik die Aus- und Weiterbildung für VTS Operateure im Auftrage des Bundes durch
- unterschiedliche Weiterbildungsangebote für Kapitäne, Nautisch und Technische Schiffsoffiziere
- spezielle Weiterbildungsangebote nach dem individuellen Bedarf von Reedereien
- Weiterbildung für ausländische Ausbilder (Train the Trainer)



- ### Forschungsschwerpunkt Sicherer und effektiver Seeverkehr
- ## Forschungsleistungen
- Betrieb maritimer Systeme
  - Maritime Safety and Security
  - Simulatoruntersuchungen
  - Harmonisierung der Ausbildung von Schiffsoffizieren innerhalb Europas
  - Weiterbildung nautischer und technischer Schiffsoffiziere
- November 2006 Prof. Dr.-Ing. Michael Rachow Hochschule Wismar





## Ausblick

Entwicklung zum „Nationalen und Internationalen Aus- und Fortbildungszentrums für die Schifffahrt“

### Lehre

- Umstellung auf Bachelor und Master mit dem Schwerpunkt Betrieb und Management maritimer Systeme
- Einführung eines Dualen Bachelor-Studienganges Schiffsbetriebstechnik

### Forschung

- Konzentration auf den Forschungsschwerpunkt Sicherheit und Leichtigkeit des Seeverkehrs
- Maritime Safety and Security
- zukünftige Entwicklung von Aus- und Weiterbildung

### Weiterbildung

- Entwicklung neuer kundenorientierter Angebote
- Internationalisierung der Weiterbildungsangebote
- Schwerpunkt Maritime Sicherheit

## Vision

- **hs** Entwicklung des Fachbereiches Seefahrt zu einem Europäischen Aus- und Fortbildungszentrum für die Seefahrt
- 1000 Studierende für die Maritime Industrie in Warnemünde
- Entwicklung des Kompetenzfeldes „Maritime Sicherheit“
- **S** Anpassung der Gebäudestruktur an den Bedarf eines Europäischen Aus- und Fortbildungszentrum

## Ausbildung und Schiffsbesetzung

**Kapt. Kurt Steuer**

*Deutscher Nautischer Verein*

### Einleitung

Der AK „Nachwuchsförderung“ des DNV besteht seit Beginn der neunziger Jahre und stets war die Förderung des Nachwuchses von nautischen und technischen Schiffsoffizieren Schwerpunkt unserer Arbeit.

Bereits 1990 war erkennbar, dass ein eklatantes Nachwuchsproblem auf die Schifffahrtsbranche zukommen würde. Prognosen liefen darauf hinaus, dass mittelfristig bis zu 30.000 Schiffsoffiziere fehlen würden. Kurzfristig „half“ jedoch der Verfall der ehemaligen Ostblockflaggen, weil dadurch zunächst weltweit viele qualifizierte Seeleute freigesetzt wurden, welche den Bedarf zu diesem Zeitpunkt deckten, ohne eine nachhaltige Nachwuchsförderung und Personalpolitik betreiben zu müssen.

Folglich beschäftigten wir uns in den neunziger Jahren mit dem Umstand, dass überhaupt noch ein Minimum an qualifizierten deutschen Seeleuten beschäftigt und ausgebildet würde. Es ging u. a. darum, jungen Absolventen der Fachhochschulen und Fachschulen der seemännischen Berufe überhaupt die Möglichkeit zu geben, ihr Befähigungszeugnis auszufahren. Viele gingen schnell in Landberufe und fehlen heute als Potential, ein Fehler, welcher nicht wiederholt werden sollte.

Ende der 90er Jahre begleiteten wir die Umsetzung von STCW 95, ein wichtiges internationales Übereinkommen, um weltweit einen möglichst einheitlichen qualitativen Standard der Ausbildung und der Schiffsbesetzung zu sichern. Die Umsetzung eröffnete den Weg des Studiums mit Praktikumsemestern. Dieser Schritt erwies sich als richtig, da sonst heute in der aktuellen Mangelsituation noch weniger Schiffsoffiziere verfügbar wären.

Vor dem Hintergrund zu erwartender Altersabgänge und einer anhaltend boomenden Schifffahrt bemühen wir uns heute um die Unterstützung von Lösungen zur Abhilfe des bestehenden und absehbaren Mangels an qualifizierten Schiffsoffizieren auf dem Arbeitsmarkt.

Dieses Know-how, nämlich Ausbildung und praktische Erfahrung im Schifffahrtsberuf, ist für den gesamten Wirtschaftszweig von Bedeutung. Deshalb sind wir der Meinung:

- Es müssen dauerhaft eine ausreichende Zahl von Bordausbildungs- und schulischen Ausbildungsplätzen vorgehalten werden.
- Das aktuelle Problem des Mangels an schulischen Ausbildungsplätzen muss eine nachhaltige Lösung erfahren. Angebote, welche sich auf den EU-Arbeitsmarkt ausrichten sind aus unserer Sicht zu begrüßen, da er die Zukunft einer Schule sichern kann.
- Es muss bei den jungen Schulabsolventen für eine interessante Ausbildung und eine spannende Berufsperspektive mit abwechslungsreichen Aufgabenstellungen geworben werden.
- Es müssen dauerhaft attraktive Arbeitsbedingungen angeboten und eine nachhaltige Personalpolitik betrieben werden.

## Die maritime Verbundwirtschaft / Die Bedeutung des Wirtschaftszweiges

Die UN haben einmal festgestellt, dass die Fähigkeit zur Seefahrt, insbesondere das Eigentum an beträchtlicher Tonnage, von grundlegender Bedeutung für die Unterstützung und die Förderung des Handels eines Landes ist.

Schifffahrt ist – wie der Blick in die Vergangenheit zeigt – jedoch eine stark schwankende Industrie, die sich derzeit in einem anhaltenden, Ende der 90iger nicht vorhergesehenen, Aufschwung befindet.

Globalisierung ist das prägende Element und täglich erlebte Praxis in der Schifffahrt. Sie findet im Containerverkehr ihre stärkste Ausprägung und die deutsche Küste mit ihrer Hafen- und Verkehrswirtschaft profitiert davon. 1,5 Millionen Menschen sind im europäischen maritimen Cluster beschäftigt. Großbritannien, Deutschland und Norwegen verfügen über das größte maritime Cluster innerhalb der EU.

Trotz zyklischer Schwankungen ist die Schifffahrt eine bedeutende Industrie mit langfristigen Wachstumspotenzialen. Für das Jahr 2003 wurde für die deutsche maritime Verbundwirtschaft ein Umsatzpotential von 35,8 Mrd. EURO mit steigender Tendenz auf 43 Mrd. im Jahre 2010 ermittelt (Potentialanalyse des Wirtschaftsministeriums SH / Anhang Abb. 1).

Ende 2006 werden von deutschen Reedern 2.723 Schiffe betrieben (allerdings leider nur 580 unter deutscher Flagge lt. monatlicher Statistik des BMVBW zum Handelsschiffsbestand).

Wachsender Seehandel und die Containerisierung – insbesondere die rasant steigende Wirtschaftsnachfrage in China und Südostasien sowie der prosperierende Handel mit Osteuropa werden auch zukünftig eine deutliche Expansion des Welthandels mit sich bringen. Davon werden die deutschen Häfen besonders profitieren und erheblich weiter wachsen. Diese Entwicklung erfordert – weltweit und national/regional – sehr große Investitionen, um die Hafkapazitäten zu vergrößern. Gleichzeitig haben die Häfen wegen der Umsätze und Einnahmen in den Bereichen Dienstleistungen, Logistik, Schiffbau und Zulieferindustrie eine erhebliche wirtschaftliche Bedeutung.

Häfen mit einem hohen Containerumschlag werden überdurchschnittlich profitieren. So rechnen z. B. die Berenberg-Bank und das HWWI in ihrer jüngsten Prognose bis 2030 mit einer überproportionalen Zunahme des Güterumschlags:

- **Prognose 2030 Seehandel:**  
Das EU-25 Handelswachstum wird um jährlich 6,6 % und das EU-Handelsvolumen um 3,3 % wachsen. Das bedeutet bis 2030 eine Steigerung des Handelswachstums in der EU-25 um insgesamt 125 % bei einem jährlichen Wachstum des Handelsvolumens um 3,3 %.
- **Prognose 2030 Seeverkehr:**  
In der EU-25 gibt es 471 Seehäfen mit einem Güterumschlag pro Jahr von mehr als 1 Mio. t. Diese Häfen schlagen pro Jahr insgesamt 3,5 Mrd. t Güter um. Der Anteil des Seeverkehrs am Extra-EU-Handel beträgt etwa 72 %, davon entfallen auf den Import

77,6 % und auf den Export 22,4 %. Der Anteil des Seeverkehrs am Intra-EU-Handel beträgt 18,1 %

- **Prognose 2030 Güterverkehr:**  
In der EU-25 entfallen im Güterverkehr von/zu Häfen außerhalb der EU 90 % des Transportvolumens auf den Seeverkehr. Im Binnengüterverkehr der EU-25 entfallen 40 % des Transportvolumens auf den Seeverkehr, führend bleibt der Straßenverkehr mit gut 44 %. Bis 2020 wird ein Zuwachs des EU-Güterverkehrs um 50 % erwartet, beim Kurzstreckenseeverkehr sogar um 59 %.
- **Prognose 2030 Containerverkehr:**  
Bis 2030 wird ein Anstieg der Menge der europäischen Seetransporte in Tonnen im Containergüterverkehr um 620,6 % erwartet. Das bedeutet z. B. für den Hamburger Hafen eine Zunahme des Containerumschlags von heute 8,1 Mio. TEU auf ca. 18 Mio. TEU in 2015 und von gut 30 Mio. TEU im Jahre 2030.

Der globale seegebundene Handel wird weiter überproportional wachsen, nach 2015 allerdings mit abnehmender Geschwindigkeit konstatiert die Berenberg-Bank (diese Prognosen werden auch von anderen Instituten geteilt). Im Gegenzug ist eine stärkere Expansion des intraregionalen Warenflusses zu erwarten. Im europäischen Kontext gewinnt der baltische Raum weiter stark an Bedeutung.

Innerhalb der Transportmedien sind und bleiben Schiffe mit Anstand die energiesparendste und umweltfreundlichste Art, Waren und Menschen zu transportieren.

Vor diesem Hintergrund schafft die wachsende Seeschifffahrt sowohl für den primären (direkt mit der Besetzung von Schiffen verbundenen) als auch für den sekundären Arbeitsmarkt (außerhalb des Schiffsbetriebes in Unternehmen der Seeverkehrswirtschaft) für Schiffsoffiziere eine beträchtliche Zahl neuer Arbeitsplätze. Der Personalbedarf beider Märkte kann jedoch nicht mit Offizieren aus dem nationalen Arbeitsmarkt gedeckt werden. Dieses zeigt eine Untersuchung im Rahmen einer Diplomarbeit, welche Frau Anette Niemeyer, Absolventin Ihrer Hochschule in diesem Jahr, auf Anregung des Ständigen Fachausschuss des DNV in diesem Jahr angefertigt hat. In der Arbeit untersucht Frau Niemeyer den primären Arbeitsmarkt ebenso wie den sekundären Arbeitsmarkt.

Derzeit sind rund 400.000 Offiziere weltweit beschäftigt. Es besteht eine Unterversorgung an Schiffsoffizieren von 4 %, welche bis 2010 wohl noch auf 12 % ansteigen wird. Der weltweite Druck, für qualifizierten Nachwuchs zu sorgen, ist groß.

In diesem globalisierten Markt haben folglich auch gut qualifizierte Schiffsoffiziere – deutsche und andere EU-Bürger – eine besonders gute Beschäftigungsperspektive. So stellt sich die Entwicklung der Nachfrage für qualifiziertes Schiffsführungspersonal im primären Arbeitsmarkt für Deutschland wie folgt dar:

- Bis 2009 sollen 750 in Auftrag gegebene Neubauten in Dienst gestellt werden; dt. Schiffsoffiziere lt. See-BG im Jahre 2005: 4.310; Altersaustritt von dt. Schiffsoffizieren bis 2010: 2.120 dt. Offiziere.

Im Rahmen eines Fragebogens hat Frau Niemeyer den Sekundärmarkt für Schiffsoffiziere untersucht.

Frau Niemeyer hatte 1084 Unternehmen im Binnenland in den Bereichen Dienstleistung, Logistik, Lotswesen, Öffentlicher Dienst, Schiffbau- und Zulieferindustrie angeschrieben. Rund ein Drittel antwortete, 132 Fragebögen gaben detaillierte Auskünfte.

Der sekundäre Arbeitsmarkt ist deshalb von Bedeutung, weil die Seeschifffahrt zu allen Zeiten für Schiffsoffiziere ein Durchgangsberuf war und ist:

Dabei spielt einerseits die Möglichkeit einer (späteren) landseitigen Perspektive durchaus für die Wahl einer Karriere in der Seeschifffahrt eine Rolle.

Andererseits sind auch heute noch für die überwiegende Zahl der Unternehmen im Landbereich, welche auf Personal aus der Schifffahrt zurückgreifen, Schiffsoffiziere mit Borderfahrung von besonderer Bedeutung.

Zum Sekundärmarkt:

Der dargestellte wachsende Seegüterumschlag in den Seehäfen (seit 2003 + 12 %) bedingt ein Wachstum aller an Schifffahrt beteiligten Branchen (Logistik, Schiffbau & Zulieferer / siehe oben); die 132 Unternehmen, welche detailliert antworteten repräsentieren 22.684 Arbeitnehmer, wovon 1.443 Nautiker und 4.324 Techniker mit Borderfahrung sind; Altersaustritt hiervon bis 2010: 709 ehemalige Schiffsoffiziere.

Als Fazit ihrer Auswertung belegt Frau Niemeyer unter der Annahme, dass 2009 ca. 633 Schiffe unter deutscher Flagge fahren werden, jährlich einen Bedarf an 606 Nachwuchsoffizieren und einen Bedarf an 801 Azubis/Trainees.

Seit 1999 ist bereits eine Lücke in Höhe von rd. 5000 Offizieren entstanden, welche auch geschlossen werden muss und zur Zeit dazu führt, dass nur eingeschränkt unter die deutsche zurückgeflaggt wird, sowie Bestrebungen zu einer Ausweitung von Ausnahmeregelungen von der Besetzung mit Schiffsoffizieren und Kapitänen aus dem Bereich der EU verfolgt werden.

Ich fasse zusammen:

- Das Know-how von qualifizierten Schiffsoffizieren ist für den gesamten Wirtschaftszweig von Bedeutung.
- Es müssen dauerhaft eine ausreichende Zahl von Bordausbildungs- und schulischen Ausbildungsplätzen vorgehalten werden.
- Das aktuelle Problem des Mangels an schulischen Ausbildungsplätzen muss eine nachhaltige Lösung erfahren.
- Angebote, welche sich auf den EU-Arbeitsmarkt ausrichten sind aus unserer Sicht zu begrüßen, da er die Zukunft einer Schule sichern kann.

### **Vorhaltung von Bordausbildungs- und schulischen Ausbildungsplätzen**

Die Bordausbildungsplätze haben eine beachtliche Steigerung erfahren. Hier haben die Reeder ihren Anteil zur Förderung von Ausbildungsplätzen in den vergangenen Jahren erbracht

(eine Verdoppelung der Bordausbildungsplätze von 2003 bis 2005 auf ca. 600). Eine Steigerung der Bordausbildungsplätze auf ca. 800 hielten wir innerhalb unseres Ausschusses in Übereinstimmung mit dem VDR für erforderlich, um langfristig nachhaltig die notwendige Zahl von Nachwuchsoffizieren sicher zu stellen. Diese Zahl wird auch durch die Diplomarbeit von Frau Niemeyer bestätigt (siehe Seite 157 ihrer Diplomarbeit).

Der VDR sieht folgende Ausbildungssituation für 2006/2007 aufgrund seiner direkten Abfrage bei den Reedereien Mitte dieses Jahres:

- Insgesamt: muss mit 800 Bewerbern für Plätze an Fach- und Fachhochschulen gerechnet werden.
- Davon: entfallen ca. 120 Studenten auf den schiffbetriebstechnischen Bereich.
- Der Rest von 680 Studenten auf den nautischen Bereich.
- Die Unternehmen beabsichtigen in gleichem Verhältnis ihre Ausbildungsaktivitäten fortzuführen.

Allerdings stehen wir seit geraumer Zeit vor dem Dilemma, dass insbesondere die nautischen Ausbildungsstätten weit über die Kapazitätsgrenzen (zu 100 Prozent) hinaus ausgelastet sind. Die Fachhochschulen mussten dieses Jahr erstmalig zu dem Mittel der Zulassungsbeschränkung über den Numerus Clausus greifen und die Fachschulen haben ihre Klassenstärken voll ausgelastet. Dem vom VDR ermittelten Interesse von 800 Bewerbern stehen nur ca. 400 Studienplätze im nautischen und ca. 200 im schiffstechnischen Bereich gegenüber.

Die Mängel bei der Ausstattung aller deutschen Ausbildungsstätten für Schiffsoffiziere (technische wie nautische) mit einem qualifizierten Lehrkörper und ausreichender Sachmittel erfüllt uns mit Sorge (siehe Anhang Tabellen 2 und 3). Dieses umso mehr, als im internationalen Wettbewerb durchaus die Qualität eine Rolle spielt. Der Hinweis, dass einst die Werften nach China exportiert wurden und heute die größten Schiffe von dort zurück kommen, mag die Entwicklung vielleicht deutlich machen. Wir leben in einer Wissensgesellschaft, was Ansporn sein muss, besser zu sein. Auch in Asien entstehen oder sind bereits große Seefahrtbildungsstätten entstanden. Wir haben in den letzten zehn Jahren eine nennenswerte Qualitätsverbesserung beispielsweise chinesischer Seeleute erfahren.

Ich möchte in diesem Zusammenhang nicht vergessen zu erwähnen, dass natürlich im Rahmen unseres in der Vergangenheit erfolgreichen deutschen dualen Ausbildungssystems die Förderung der berufsschulischen Ausbildung für die Seeschifffahrt nicht vernachlässigt werden darf.

### **Schiffsbesetzung unter dem Aspekt des weltweiten Mangels an qualifizierten Schiffsoffizieren**

Natürlich können wir nicht leugnen, dass die Reeder bei einer Rückfluggung unter das deutsche Register Besetzungsprobleme mit der notwendigen Zahl an vorgeschriebenen Schiffsoffizieren aus dem Bereich der EU bekommen.

Der ermittelte Bedarf an Personal des primären und sekundären Bereiches unserer Seeverkehrswirtschaft kann bis auf weiteres (d. h. die kommenden 5 bis 10 Jahre) nicht mit

qualifizierten Fachkräften aus dem nationalen Arbeitsmarkt und auch nicht aus dem EU-Arbeitsmarkt gedeckt werden. Eine Wahrheit, welche z. Zt. als Begleiterscheinung hat, dass die Zurückfluggung unter den gegebenen gesetzlichen Bestimmungen zu stoppen scheint.

Die Mehrheit von uns begrüßt durchaus, dass allen Mitbürgern der EU die freie Arbeitsplatzwahl gewährt werden soll. Das ist eine Entwicklung auf Gegenseitigkeit, in welcher damit deutsche Staatsbürger im Gegenzug auch auf Schiffen anderer EU-Mitgliedsländer ihre Arbeit aufnehmen können sollten. Darin liegen Chancen.

Der Ausweg aus dem Dilemma wird nun anscheinend in einer Erweiterung des Potentials auf geeignete Kapitäne über die Grenzen der EU hinaus gesucht.

Auf seiner letzten Sitzung des StFA im BMVBW in Bonn im Oktober 2006 haben die Mitglieder im Beisein der zuständigen Vertreter der Verwaltung intensiv über den Einsatz von europäischen und außereuropäischen Kapitänen und Schiffsoffiziere auf Schiffen unter deutscher Flagge gesprochen. Dabei wurden insbesondere die Punkte „Lehrgang deutsches Schifffahrtsrecht“ und „Deutschkenntnisse“ des Kapitäns betrachtet.

Der StFA des DNV fordert in einem abschließend gefassten einstimmigen ad-hoc-Beschluss eindeutige deutsche Sprach- und Rechtskenntnisse von ausländischen Kapitänen zur Ausübung von Hoheitsrechten auf deutschflaggen Schiffen.

Wir möchten dringend empfehlen, dass **die Rahmenbedingungen im Interesse des maritimen Bündnisses berechenbar gestaltet** werden!

Bei der Gestaltung von Ausnahmeregelungen in Art 1 der Verordnung des BMVBW zur Umsetzung Europarechtlicher Vorschriften auf dem Gebiet der Seeschifffahrt insbesondere zu § 2b(6) ... „der Möglichkeit des Erlasses zeitlich befristeter Regelungen ...“, wenn nachweislich auf dem seemännischen Arbeitsmarkt Unionsbürger nicht verfügbar sind ...“ sollte mit Augenmaß verfahren werden.

Nach unserem Kenntnisstand wird hier bisher die Zentrale Heuerstelle tätig und stellt die Verfügbarkeit bzw. „nicht-Verfügbarkeit“ fest, wenn statistisch 5 oder weniger Bewerber auf eine offene Stelle kommen.

Bei den oben genannten Rahmenbedingungen ist solch ein Vorgehen nicht akzeptabel, da, wenn das Verfahren so beibehalten wird, dauerhaft die Voraussetzungen für die Installation von Ausnahmeregelungen gegeben ist.

Ich stelle in den Raum, ob die Investition in Ausbildungsstätten dann aus deutscher und EU-Sicht eigentlich vertretbar ist?

Ich empfehle, hier ein klares/transparenthes EU-weites Erhebungsverfahren zu installieren, die Kriterien zu überarbeiten und auch schon z. B. bei 2 Bewerbern auf eine offene Stelle von zeitlich begrenzten Ausnahmen abzusehen. (evt. ist auch eine andere Bodensatzdefinition denkbar).

Ich empfehle dieses umso dringender, als dauerhafte Ausnahmeregelungen mit allen ihren zu erwartenden Begleiterscheinungen negative Signale auf den Nachwuchs an den Seefahrtschulen haben könnte, da der aktuelle positive Trend dort seine Nachhaltigkeit nur aus den guten Beschäftigungsperspektiven für deutsche Seeleute beziehen kann.



Weitere Punkte wie die zukünftige Förderungspraxis zur Senkung der Lohnnebenkosten, die zukünftig Ausgestaltung der zusätzlichen Ausbildungsverpflichtung sowie die Neuordnung der SAO in bezug auf den Entzug von Befähigungszeugnissen im Rahmen der Umsetzung Europarechtlicher Vorschriften sind aus meiner Sicht zu hinterfragen und zu präzisieren nicht zuletzt unter dem Gesichtspunkt öffentlicher Interessen.

### **Werbung und Öffentlichkeitsarbeit**

Aufgrund der derzeit insgesamt positiven Aussichten für den nautischen Schiffsoffiziersnachwuchs muss dafür eigentlich nicht so offensiv geworben werden.

Anders sieht es bei technischem Nachwuchs in der Schifffahrt und im Schiffbau aus: hier muss der Nachwuchs durch eine intensivierete Öffentlichkeitsarbeit in allen Bereichen geworben werden.

Das 50jährige Bestehen des VDSI sollte Anlass genug sein, das Image des Schiffingenieurs positiv herauszustellen und für die vielfältigen Tätigkeitsfelder gerade in diesem Bereich zu werben.

Überhaupt ist zu unterstreichen, dass mindestens zwei Werte, welche von Jugendlichen heute nach der 14. Shell Jugendstudie favorisiert werden, Karriere und Technik, in unserem Berufsfeld durchaus abgedeckt werden. Auf Platz 1 steht das „tolle Aussehen“, weshalb es der Traumschiffskapitän in der Konkurrenz zum Schiffingenieur wohl auch nicht schwer hat.

Interessenten für den Bereich Technik mit einer gewerblichen Grundausbildung sollte ein einfacherer Quereinstieg in die Seeschifffahrt ermöglicht werden.

### **Berufsperspektive und Arbeitsbedingungen**

Für die jungen Berufseinsteiger ist die Perspektive in dem gesamten Berufsspektrum von Interesse (der Primärbereich war immer ein Durchgangsberuf – gilt nach BIMCO im Übrigen auch für Bewerber aus Drittländern – allerdings in der Vergangenheit mit einer wesentlichen längeren Verweildauer).

Wie die 14. Shellstudie darstellt, gaben 79 Prozent der befragten Jugendlichen zwischen 12 und 25 zu Inhalten der Lebensgestaltung Sicherheit als wichtig an.

Das sollte eigentlich der Hinweis für alle Verantwortlichen sein, die Fehler der Vergangenheit nicht zu wiederholen und mehr für eine langfristig angelegte Personalentwicklung und eine Verbesserung der psychosozialen Bedingungen an Bord sowie die nachhaltige soziale und finanzielle Absicherung durch solide Arbeitsverträge und zeitgemäße Fort- und Weiterbildung zu tun (ich verweise auf das Standpunktpapier des DNV für eine erfolgreiche Nachwuchsförderung aus 2004 und das Papier des Arbeitskreises „Arbeits- und Lebensbedingungen der Seeleute“ zur 65. Sitzung des Seeverkehrsbeirates).

Wir können feststellen, dass Reedereiunternehmen, welche für eine nachhaltige Personalentwicklung sorgen, in dem aktuellen Wettbewerb auch langfristig über das notwendige qualifizierte Personal verfügen. Wirtschaftlich positiv für das Gesamtsystem ist zu verbuchen, dass die Verweildauer in der Seeschifffahrt wieder wachsen wird. Eine erhöhte Zahl an neu ausgestellten Kapitänsbefähigungen in 2005 scheint diesen Trend zu bestätigen.

## **Aussichten und Schluss**

Mit den Initiativen im StFA des DNV möchten wir dazu beitragen, dass Öffentlichkeit, Politik und Verwaltung für das Thema eines ausreichenden und qualifizierten Nachwuchses in der Schifffahrt – einem anhaltend prosperierenden Wirtschaftszweig – sensibilisiert werden. Wegen dieser Aktualität konnten wir einen politischen Durchbruch auf dem 14. Nautischen Abend des DNV in Berlin am 4. April dieses Jahres feststellen, wo das Thema „seemännischer Nachwuchs“ einen positiven zentralen Stellenwert gewann.

Seitdem bemühen sich alle Beteiligten, insbesondere die zuständigen Länder, die schulischen Ausbildungsstätten mit den notwendigen Mitteln auszustatten.

Die oben genannten Eckdaten zeigen deutlich, dass es sich lohnt in diesen Wirtschaftszweig zu investieren, nicht nur in Schiffsfinanzierung sondern auch in Know-how für den Betrieb. Trotz des Durchlebens wirtschaftlicher Schwankungen darf ich unter Verweis auf meine eigenen beruflichen Erfahrungen rückblickend auf 36 Berufsjahre feststellen, dass sich die einmal in meine Person gemachten öffentlich rechtlichen Investitionen durchaus fiskalisch bezahlt gemacht haben. Jeder junge Mensch mit einem gerüttelten Maß an Motivation und Qualifikation wird trotz aller zyklischen Schwankungen seinen Weg in diesem Wirtschaftszweig zu allen Zeiten machen.

Die Wahl irgendeines Ausbildungsweges in der Seeschifffahrt verspricht stets auch immer eine Karriere in der Seeschifffahrt. Diese Aussichten möchte ich mindestens für die kommende Dekade feststellen. Ich verweise dabei auf die eingangs dargestellten langfristigen Wachstumsaussichten für diesen Wirtschaftszweig und die Tatsache, dass Personalentwicklung bis zum ausgefahrenen Befähigungszeugnis ca. sieben Jahre dauert.

Wir begrüßen sehr die privaten Initiativen seitens Reeder und Lotsen zur Unterstützung der Ausbildungsstätten beim Erhalt und zum Ausbau ihrer Kapazitäten. Trotzdem bleiben die Bundesländer in der Pflicht, sie haben die Kulturhoheit und sie müssen die internationalen Verpflichtungen nach STCW auch ausfüllen.

Die Einführung eines Numerus Clausus halten wir für ein kontraproduktives Signal in Richtung junger Berufseinsteiger, auch wenn wir natürlich nicht übersehen, dass er für den Erhalt der Qualität der Lehre notwendig ist. Langfristig muss er durch eine verbesserte Ausstattung der Schulen jedoch überflüssig werden.

Kooperationen der Küstenländer und der Ausbildungsstätten sollten ins Auge gefasst werden, um in einem EU-Maßstab sachlich und personell hervorragend ausgestattete und wettbewerbsfähige Schulen mit einem guten wissenschaftlichen Ruf zu installieren.

Alle Bemühungen müssen über einen längeren Zeitraum verstetigt werden.

Ich möchte an dieser Stelle an diesem Ort auch daran erinnern, dass im Bereich Nachwuchsförderung für die Seeschifffahrt und dem Engagement für den Erhalt einer Ausbildungsstätte ein langer Atem und Kreativität gefragt sind.

Was sonst, als die heute als Erfolg zu verbuchenden Bemühungen unseres verehrten, 1999 verstorbenen Prof. Ulrich Scharnow sind ein Beleg dafür.

### Der Arbeitskreis Nachwuchs des Ständigen Fachausschuss des DNV:

Die Mitglieder des Arbeitskreises Nachwuchs des StFA des DNV haben ausnahmslos einen langjährigen Berufshintergrund in diesem Wirtschaftszweig. Sie sind meistens zur See gefahren und sind heute in Reedereikontoren, der Hafenwirtschaft, in der Verwaltung, in der Aus- und Weiterbildung, auf Werften und in der Zulieferindustrie tätig, wir erkennen das weite Berufsfeld.

Die Ergebnisse des Arbeitskreises liegen als Positionspapiere auf der Homepage des DNV vor.

[www.dnvev.de](http://www.dnvev.de)

### Anhang Abbildungen und Tabellen

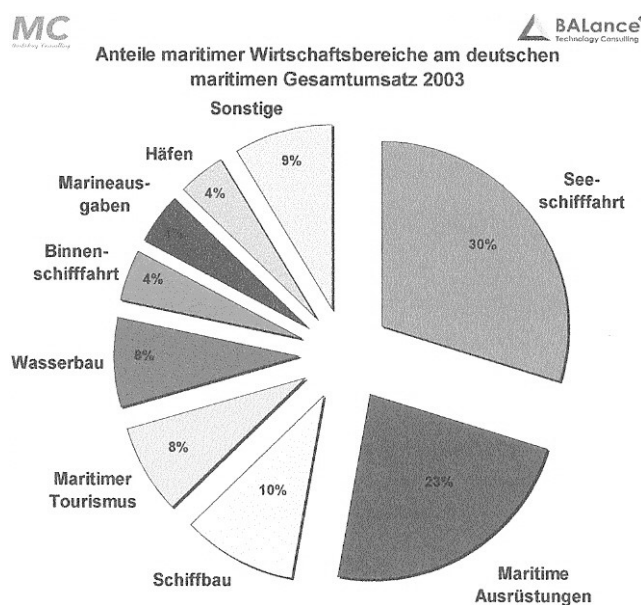


Abbildung 1

	<b>Anmeldungen für 2006</b>	<b>Anzahl der Studienplätze</b>	<b>Erforderliche personelle Investitionen</b>
<b>Fachhochschulen für nautische Ausbildung</b>			
<b>Bremen</b>	118	67	dringende Besetzung von drei vakanten Professorenstellen Studienplätzen!
<b>Elsfleth</b>	102	60	Etwa eine Lehrkraft pro 10 zusätzliche Studenten
<b>Flensburg</b>	10		Einstellung eines Professors
<b>Leer</b>	38	59	2 wissenschaftliche Mitarbeiter für den Laborbetrieb
<b>Warnemünde</b>	81	70	Ca. 1 Prof. / Lehrkraft je 10 Studierende + 1 Stelle Labor-, Technischer Mitarbeiter
<b>Fachschulen für nautische Ausbildung</b>			
<b>Cuxhaven</b>	100	60	Einstellung von min. 7 Lehrkräften zusätzlich
<b>Flensburg</b>	59	60	Einstellung von 1 Lehrkraft zusätzlich
<b>Leer</b>	17	22	
<b>Warnemünde</b>	80	30	Einstellung eines Lehrers

*Tabelle 2: Situationsanalyse der deutschen nautischen Ausbildungsstätten für die Seeschifffahrt:*

Es handelt sich um eine gekürzte Übersicht auf Grund einer Befragung durch den AK Nachwuchs bei den Ausbildungsstätten im Februar/März 2006. Neben den personellen Mitteln sind auch Sachmittel z. B. in die Investition in Labore und Simulatoren erforderlich.

	<b>Anmeldungen für 2006</b>	<b>Anzahl der Studienplätze</b>	<b>Erforderliche personelle Investitio- nen</b>
<b>Fachhochschulen für technische Ausbildung</b>			
<b>Bremerhaven</b>	14	20	2 Professoren, 1 Techn. Mitarbeiter
<b>Flensburg (Angaben vom 04.04.06)</b>	20	25	Einstellung eines technischen Mitarbei- ters
<b>Warnemünde</b>	23	40	Ca. 1 Prof. / Lehrkraft + 1 Technischer Mitarbeiter
<b>Fachschulen für technische Ausbildung</b>			
<b>Cuxhaven</b>	42	48	s. o. unter Nautik
<b>Flensburg</b>	25	40	Einstellung von 1 Lehrkraft zusätzlich
<b>Warnemünde</b>	76	25	Einstellung eines Lehrers

*Tabelle 3: Situationsanalyse der deutschen technischen Ausbildungsstätten für die Seeschifffahrt (auch handelt es sich um eine gekürzte Übersicht / siehe Bemerkung Tabelle 2):*



## Schiffssicherheit durch modifizierte Aus- und Fortbildung für Kapitäne und Schiffsoffiziere

**Artur Roth**

*Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie*



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

### **Gliederung**

- Persönliche Eignung
- praktische Ausbildung und Seefahrtzeit
- fachliche Eignung
- Erfahrungsseefahrtzeit
- Fortbildung
- Ausblick



## Persönliche Eignung

- Gültiges Seediensttauglichkeitszeugnis
- Gültiger Identitätsnachweis

ab 01.12.2006 (§8 Abs. 2 und 3 SchOffzAusbV):

- Zuverlässigkeitskriterien
- polizeiliches Führungszeugnis kann verlangt werden

Schiffssicherheit durch modifizierte  
Aus- und Fortbildung für Kapitäne und Schiffsoffiziere



## Persönliche Eignung

Unzuverlässig ist insbesondere,

- wer erheblich oder wiederholt gegen verkehrsstrafrechtliche Vorschriften im Zusammenhang mit dem Betrieb eines Schiffes verstoßen hat und deswegen rechtskräftig verurteilt worden ist.

Schiffssicherheit durch modifizierte  
Aus- und Fortbildung für Kapitäne und Schiffsoffiziere





BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

## Persönliche Eignung

Als unzuverlässig kann eine Person angesehen werden,

- die erheblich gegen verkehrsstrafrechtliche Vorschriften außerhalb des Seeschiffsverkehrs verstoßen hat und deswegen rechtskräftig verurteilt worden ist,
- bei wiederholter Geldbuße wegen Verstoß gegen Schifffahrtspolizeivorschriften
- bei bestandskräftigem Entzug eines Befähigungszeugnisses
- bei wiederholtem Fahrverbot für die Seeschifffahrt

Schiffssicherheit durch modifizierte  
Aus- und Fortbildung für Kapitäne und Schiffsoffiziere



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

## Praktische Ausbildung und Seefahrzeit

- Schiffsmechaniker

oder

- NOA / TOA / Praxissemesterausbildung gemäß  
Training Record Book for deck / engineer cadetts

oder

- SBTA / Ausbildungsberuf der Metall- oder  
Elektrotechnik und 12 Monate Seefahrzeit  
gemäß TRB

Schiffssicherheit durch modifizierte  
Aus- und Fortbildung für Kapitäne und Schiffsoffiziere



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

## Fachliche Eignung

Die Fachliche Eignung (Nautik / Schiffsbetriebs-  
technik) wird festgestellt durch vom Bund anerkannte  
landesrechtliche Ausbildungsgänge mit  
Abschlussprüfungen und Abschlüssen zum FH-  
Diplom bzw. Bachelor oder Techniker  
in Verbindung mit  
Sicherheitsausbildungen im Sinne von Safety  
Seefunk

Schiffssicherheit durch modifizierte  
Aus- und Fortbildung für Kapitäne und Schiffsoffiziere



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

## Erfahrungsseefahrzeit

Status quo bleibt erhalten:  
36 Monate Erfahrungsseefahrzeit als nautisch,  
technischer Wachoffizier bis zum Erwerb der  
Befähigungszeugnisse zum Kapitän bzw. Leiter der  
Maschinenanlage.  
Erfahrungsseefahrzeiten als Erster Offizier zählen  
doppelt, 24 Monate Erfahrungsseefahrzeit müssen  
mindestens abgeleistet werden

Schiffssicherheit durch modifizierte  
Aus- und Fortbildung für Kapitäne und Schiffsoffiziere



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

## Erfahrungsseefahrzeit

Keine Kriterien zur Anerkennung von Erfahrungsseefahrzeiten, z.B. hinsichtlich Fahrtgebiet in Verbindung mit Schiffsgröße bzw. Antriebsleistung

Schiffssicherheit durch modifizierte  
Aus- und Fortbildung für Kapitäne und Schiffsoffiziere



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

## Fortbildung

- Vorgeschriebene Fortbildungskurse
- individuelle Fortbildungskonzepte

Schiffssicherheit durch modifizierte  
Aus- und Fortbildung für Kapitäne und Schiffsoffiziere



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

## Fortbildung

Vorgeschriebene Fortbildungskurse aufgrund

- STCW-Übereinkommen in Verbindung mit EU-Richtlinien / SchOffzAusbV / SchBesV

(Tank- und Fahrgastschifffahrt / Schifffahrtsrecht für Offiziere auf Management Level bzw. Kapitäne mit europäischer Staatsbürgerschaft / ARPA, sofern Befähigungszeugnis entsprechend eingeschränkt ist / ...)

Schiffssicherheit durch modifizierte  
Aus- und Fortbildung für Kapitäne und Schiffsoffiziere



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

## Fortbildung

Weitere vorgeschriebene Fortbildungskurse aufgrund

- Krankenfürsorgeverordnung (Medizinische Fürsorge)
- SeeEigenSichV (Ship security Officer)
- UVV (Mittelspannungsanlagen)
- Gefahrgutverordnung (HAZMAT)
- ...
- Befrachter
- Hafenstaatkontrollen

Schiffssicherheit durch modifizierte  
Aus- und Fortbildung für Kapitäne und Schiffsoffiziere

## Fortbildung



- individuelle Fortbildungskonzepte sind u.a. durch die Verpflichtung der Unternehmer aufgrund des ISM-Codes bedingt vorgeschrieben
- Aufgrund individueller Anpassungsmöglichkeiten können dieser besser sein als starr vorgegebene Wiederholungskurse

Schiffssicherheit durch modifizierte  
Aus- und Fortbildung für Kapitäne und Schiffsoffiziere

## Ausblick



- Bekämpfung von Betrug und sonstigen rechtswidrigen Praktiken im Zusammenhang mit Befähigungszeugnissen (BSH)
- Entzug von Befähigungszeugnissen aufgrund vorliegender Unzuverlässigkeit (BSH)

Schiffssicherheit durch modifizierte  
Aus- und Fortbildung für Kapitäne und Schiffsoffiziere



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

## Ausblick

- Weiterentwicklung des STCW-Übereinkommens (Integration Security Ausbildung / Einführung von Mindeststandards für Arbeiter / Berücksichtigung einer kontinuierlichen Fortbildung / ...)
- Kapazitätsengpässe an den Fach-, Fachhochschulen überwinden

Schiffssicherheit durch modifizierte  
Aus- und Fortbildung für Kapitäne und Schiffsoffiziere



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

## Ausblick

- Sicherer Seeverkehr kann effektiv durchgeführt werden,  
wenn
- genügend hochqualifizierte Seeleute zur Verfügung stehen und
  - je nach Schiffstyp in ausreichender Anzahl an Bord eingesetzt werden.

Schiffssicherheit durch modifizierte  
Aus- und Fortbildung für Kapitäne und Schiffsoffiziere

## Die Verantwortung des Kapitäns unter den gegenwärtigen externen Umständen, Zwängen und Bedingungen

**Kapitän Dr.-Ing. Werner Müller** (VKS- Rostock)  
Confederation of European Shipmasters' Association (CESMA)



### Überblick über den Vortrag

- Schiffssicherheitsniveau als Basis für die Wahrnehmung der Verantwortung
- Betriebsklima der Seeschifffahrt- die „Beschuldigungskultur“ /BLAME CULTURE
- Risiken und Verantwortung des Kapitäns bei bekannten strukturelle Ursachen von Seeunfällen
- Administrative Arbeit des Kapitäns im SAFETY AND SECURITY MANAGEMENT SYSTEM



## Shipmaster „OVERRIDING AUTHORITY“

### SOLAS-C/5-R/34 Sichere Schiffsführung und Vermeidung gefährlicher Situationen

3. Der Reeder der Charterer oder das Unternehmen nach der Begriffsbestimmung in Regel IX/1, welcher oder welches das Schiff betreiben, oder irgendeine andere Person dürfen den Kapitän des Schiffes nicht daran hindern, eine Entscheidung zu treffen oder auszuführen, die nach dem fachlichen Urteil des Kapitäns für eine sichere Schiffsführung und den Schutz der Meeresumwelt erforderlich ist; der Kapitän darf in seiner diesbezüglichen Entscheidungsfreiheit nicht eingeschränkt werden.

12.11.2006

W. Müller

4



## Einflüsse auf Wahrnehmung der Verantwortung

- **Hohe Arbeitsbelastung, keine ausreichenden Ruhezeiten.**
- **Hoher externe Druck:** durch Charterer, Strafverfolgung, Öffentlichkeit, Vertrauensverlust, Misstrauen.
- **Hohe und zunehmende Verantwortung:** Menschenleben, Sachwerte, Umwelt, ökonomische Folgen.
- **Hohes persönliches Risiko:** Strafverfolgung als Privatperson.
- **Geringere praktische Erfahrung in Managementfunktion.**
- **Geringere Einflussnahmen und -möglichkeiten:** Einfluss auf sicherheitsrelevante externen Aspekte.

- **Abnehmende Rechte.**

12.11.2006

W. Müller

5





## Einflüsse auf Wahrnehmung der Verantwortung

- **Hohe Arbeitsbelastung, keine ausreichenden Ruhezeiten.**
- **Hoher externe Druck:** durch Charterer, Strafverfolgung, Öffentlichkeit, Vertrauensverlust, Misstrauen.
- **Hohe und zunehmende Verantwortung:** Menschenleben, Sachwerte, Umwelt, ökonomische Folgen.
- **Hohes persönliches Risiko:** Strafverfolgung als Privatperson.
- **Geringere praktische Erfahrung in Managementfunktion.**
- **Geringere Einflussnahmen und -möglichkeiten:** Einfluss auf sicherheitsrelevante externen Aspekte.
- **Abnehmende Rechte.**

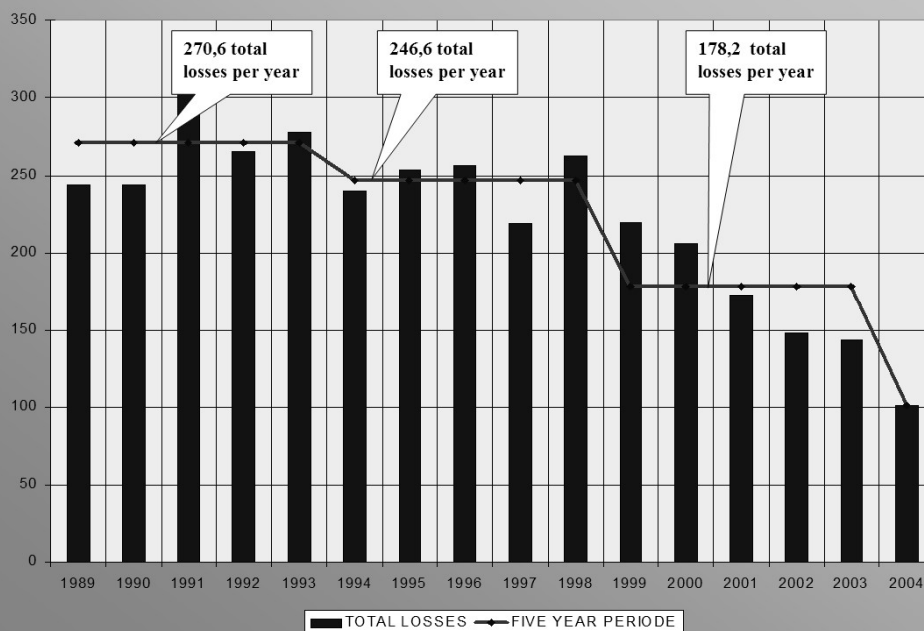
12.11.2006

W. Müller

5



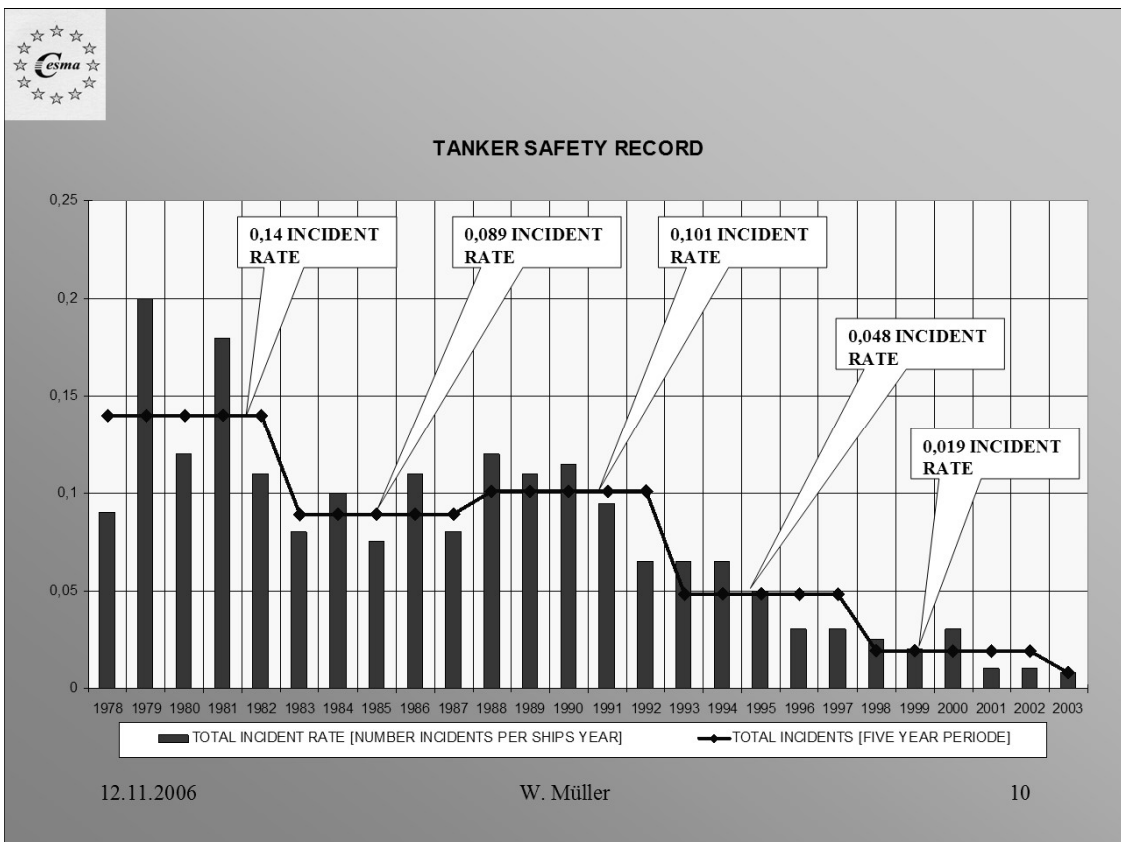
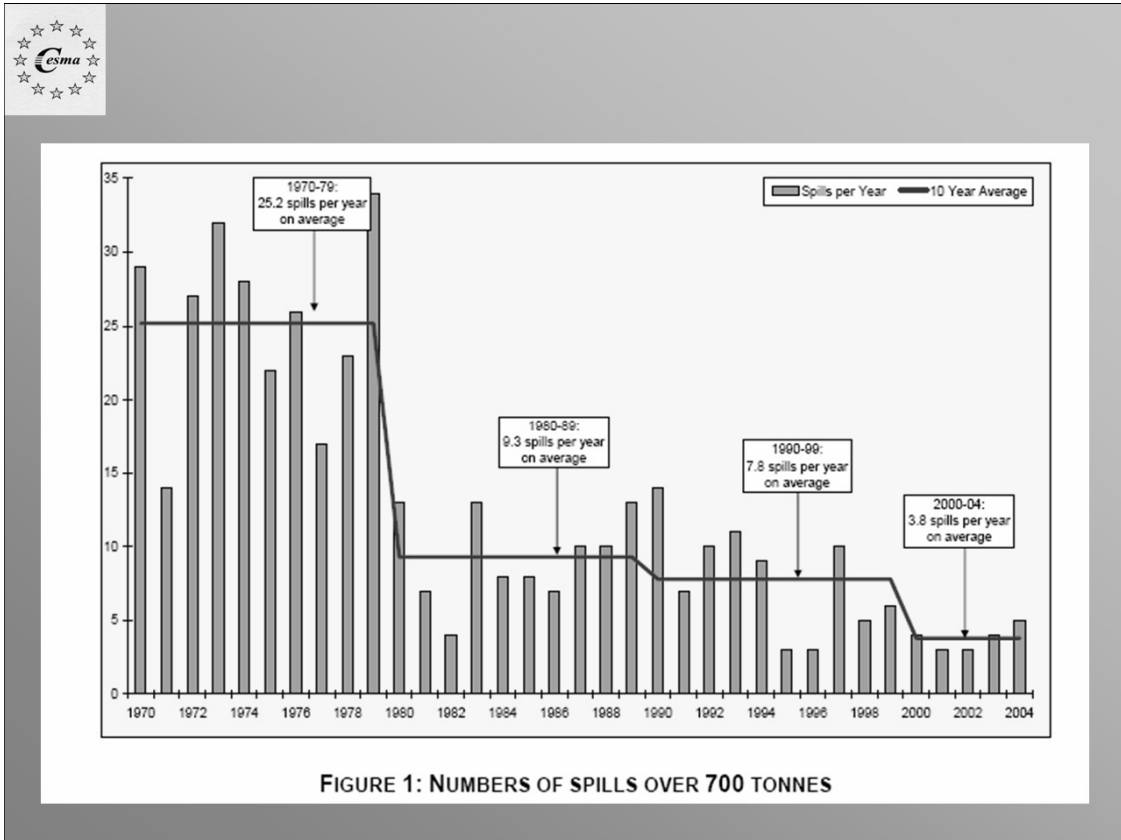
TOTAL LOSSES - IMO STATISTICS



12.11.2006

W. Müller

6





## Maritime Ereignisse -Maßnahmen-

**Vergangenheit:** wie z.B. TORRY CANYON, HARALD OF FREE ENTERPRIS

- Welche Ursachen haben zu diesem Seeunfall geführt?
- Welche Maßnahmen sind zur Vermeidung dieser zu treffen? In der Regel erfolgte eine Weiterentwicklung der Konventionen zur Beseitigung der Ursachen.

**Gegenwart:** wie z.B: ERIKA; PRESTIGE

- Suchen und präsentieren eines Schuldigen.
- Strafverfolgung mit Inhaftierung und Festhalten der Besatzungen unter

**Ignorierung internationaler maritimer Konventionen und unabhängig, ob die Handlungen ursächlich für den Seeunfall waren.**

12.11.2006

W. Müller

14



## Events change the maritime world

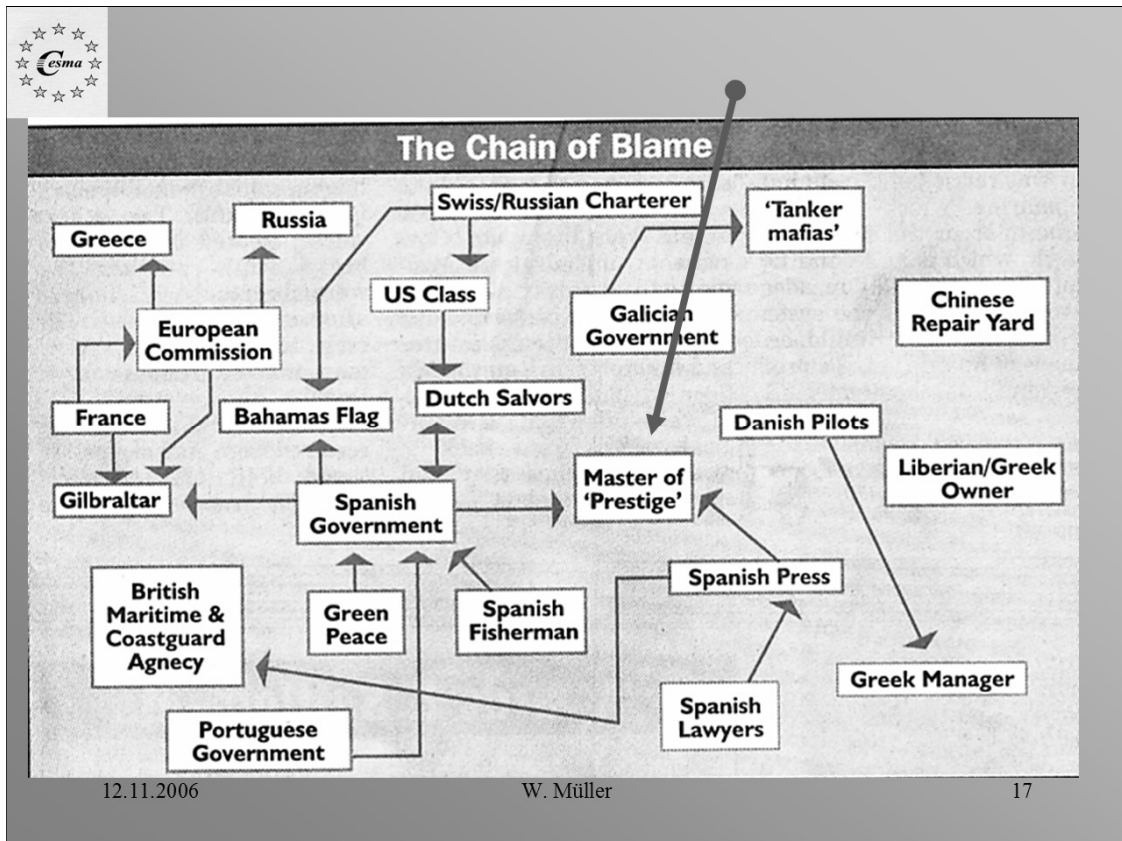
*IMO Secretary - General Capt. Mitropolous:*

„The maritime world moves from a **SAFETY CULTURE** to a **BLAME CULTURE** and seafarers are easy targets“.

12.11.2006

W. Müller

15



## Ursachen und Schwerpunkte der BLAME CULTURE

Ursachen der BLAME CULTURE

- *Mangelnde Transparenz und Wahrnehmung der Aufgaben und Verantwortung aller Beteiligten in der Verantwortungskette.*

Gegenwärtige Schwerpunkte


- *Flaggenstaaten und beauftragte Klassifikationsgesellschaften und Agencies, bei der Überwachung der Schiffsicherheit.*
- *Küstenstaaten, bei der Gewährleistung einer ausreichenden Verkehrs- und Notfallinfrastruktur*

12.11.2006 W. Müller 18

Schiffsname	Datum	Folgen	Ursachen*	Mit ursächlich
HARALD OF FREE ENTERPRISE	06.03.1987	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kentern und Sinken</li> <li>➤ 188 Tote</li> </ul>	Menschliches Versagen infolge eines übergeordneten Managementfehler der Reederei- mit Konsequenzen für den Schiffsbetrieb	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Technische Systemfehler</li> <li>➤ Managementfehler im Schiffsbetrieb.</li> </ul>
SCANDINAVIAN STAR	07.04.1990	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ausgebrannt</li> <li>➤ 158 Tote</li> </ul>	Brandstiftung	Für Ausbreitung des Brands: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Technische Mängel beim baulichen Brandschutz(Nichteinhaltung: SOLAS</li> <li>➤ Technische Mängel an Anlagen und Ausrüstung, (Nichteinhaltung SOLAS)</li> <li>➤ Mängel bei der Brandbekämpfung</li> </ul> Für große Anzahl Opfer: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Krisenmanagement der Schiffsführung</li> <li>➤ Qualifikationsmängel der Besatzung</li> </ul>
ESTONIA	28.09.1994	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kentern und Sinken</li> <li>➤ 852 Tote</li> </ul>	Versagen der Bugkonstruktion infolge Konstruktions- und Überwachungsmängel (Nichteinhaltung SOLAS)	Für Entwicklung der Folgeschäden: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nichtreduzierung der Fahrt nach Eintritt des Ereignis.</li> </ul> Hohe Verluste an Menschenleben: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mangel bei SAR - Operation</li> </ul>
BALTIC CARRIER	29.03.2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kollision</li> <li>➤ Spill ca. 2 700 t</li> </ul>	Plötzlicher technischer Ausfall der Ruderanlage Ursache: wahrscheinlich Softwarefehler	Keine
PRESTIGE	13.11.2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Durchgebrochen und Sinken</li> <li>➤ Spill ca. 63 000 t</li> </ul>	Versagen der Schiffskörperkonstruktion	Für Umweltschaden: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Krisenmanagement des Küstenstaates</li> <li>➤ Verweigerung Nothafen</li> </ul>

**Sehr schwere Seeunfälle und ihre Ursachen** \* Nach offiziellen Untersuchungsberichten

W. Müller, 2003



## Formen der „BLAME CULTURE“

- **Strafverfolgung und Kriminalisierung**
- **Vorverurteilung der Besatzungen nach Seeunfällen**
- **Zerstörung des Vertrauensgrundsatzes - Misstrauen**

12.11.2006

W. Müller

23



## Verlust des Vertrauensgrundsatz

### Beispiele für Vertrauensverlust und Misstrauen.

- Aussageverweigerung der Kapitäne bei Seeunfalluntersuchungen
- Keine Meldungen bei Ereignissen (BP Tanker, AYU SELENDANG)

12.11.2006

W. Müller

24



## Folgen der BLAME CULTURE für Seeschifffahrt und Beruf

- Zerstörung der Professionalität des Berufes
  - „Selbstschutz“ hat bei Handlungen und Entscheidungen Priorität
- Imageverlust der Seeschifffahrt und des Berufes,
  - Einfluss auf Besetzung > Nachwuchsmangel vergrößert sich
  - Einfluss auf Qualität der Besetzung > Praktische Erfahrungen in den Managementfunktionen gehen zurück

**In the current climate - Who would be a shipmaster?**

12.11.2006

W. Müller

25



## Konsequenzen der BLAME CULTURE

### Wiederherstellung der „Sicherheitskultur“

- **Positiven Leistungen der Seeleute zu würdigen.**
- **Aufgaben und Verantwortung der Kapitäne und der Besatzungen in der Verantwortungskette transparent darstellen.**
- **Auf eine reale, kritische aber faire Darstellung der Sachverhalte nach Seeunfällen Einfluss zu nehmen.**
- **Vorverurteilungen der Besatzungen nach Seeunfällen sowie Diskriminierung und Kriminalisierung des Berufsstandes entgegenzutreten.**
- **Auf eine qualitätsgerechtere Wahrnehmung der Verantwortung und Aufgaben, in allen Bereichen der Seeschifffahrt, aktiv Einfluss zu nehmen.**

12.11.2006

W. Müller

26



## Maßnahmen zur nachhaltigen Beseitigung der Ursachen von Seeunfällen und deren Folgen

- **Beseitigung der Ursachen der maritimen Umweltverschmutzung, wie z.B.**
  - Bereitstellung ausreichender Einrichtungen zur Abgabe von Schadstoffen in den Häfen zu fairen Preisen.
  - Nutzung sauberen Brennstoffs, statt Schweröl(HFO).
  - Kostenlose Abgabe der Schadstoffe- Einbeziehung der Rückgabekosten in den Bunkerpreis.
  - Transportbeschränkungen von „umweltgefährdenden“ Ladungen, wie schweres Rohöl.
  - Bau und Einsatz „robustere“ Schiffe.
  - Verbesserung technischer Einrichtungen und Ausrüstungen.
- **Entwicklung einer wirksamen Notfallinfrastruktur, wie z.B.**
  - Verbesserung des Seeunfallmanagement der Küstenstaaten.
  - Einrichtung von Nothäfen.
  - Schaffung einer Europäischen Coast Guard.
- **Verbesserung der Maritime Verkehrsinfrastruktur, wie z.B.**
  - Verkehrswegeföhrung und
  - Überwachung(VTS)

12.11.2006

W. Müller

28



## Konsequenz

**Schnelle, wirksame und umfassende Beseitigung bekannter Ursachen von Seeunfällen und ernststen maritimen Ereignissen.**

12.11.2006

W. Müller

32



### System Administration Work

- Safety and Security-

### **Grundsätzliche Feststellung - Ausgangspunkt**

Maritime Safety, Security and Environment-Protection eines Schiffes wird repräsentiert durch die vom Flaggenstaat ausgestellten Sicherheitszeugnisse und Dokumente, welche die Einhaltung der geltenden internationalen und nationalen maritimen Vorschriften bestätigen. Auf diesen basieren:

- **Die internen Aufgaben es Schiffes.**
- **Die externen Inspektionen.**

12.11.2006

W. Müller

33





**System Administration Work - Safety and Security**  
**Aufgaben auf der Grundlage sicherheitsrelevanten**  
**Zeugnisse.**

**Schiff**

- **Verwaltung der Zeugnisse und Bescheinigungen**
- **Überprüfungen technischer und organisatorischer Systeme**
- **Training und Schulungen**
- **Verwaltung der Dokumentationen und Nachweisführung**

**Neben den produktiven**  
**Aufgaben des Schiffes**

12.11.2006

W. Müller

34

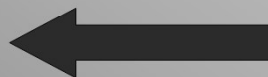


**System Administration Work - Safety and Security**  
**Aufgaben auf der Grundlage sicherheitsrelevanten**  
**Zeugnisse.**

**Schiff**

- **Verwaltung der Zeugnisse und Bescheinigungen**
- **Überprüfungen technischer und organisatorischer Systeme**
- **Training und Schulungen**
- **Verwaltung der Dokumentationen und Nachweisführung**

**Inspektion**  
**Audit**



**Flaggenstaat/**  
**Klasse**

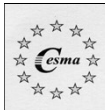
- **Statutory Survey**
- **Class Survey**
- **Flagstate Inspection**
- **ISM Audit**
- **ISPS Audit**

**Neben den produktiven Aufgaben des Schiffes**

12.11.2006

W. Müller

35

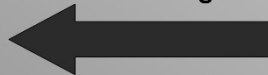


## System Administration Work - Safety and Security Aufgaben auf der Grundlage sicherheitsrelevanten Zeugnisse

### Schiff

- Verwaltung der Zeugnisse und Bescheinigungen
- Überprüfungen technischer und organisatorischer Systeme
- Training und Schulungen
- Verwaltung der Dokumentationen und Nachweisführung

Kontrollen  
Inspektionen  
Meldungen



### Hafenstaat/

### Küstenstaat

- PSC
- Immigration- und Zollinspektionen
- Sonstige spezifizierte Einzelkontrollen.
- Meldeverfahren

### Neben den produktiven Aufgaben des Schiffes

12.11.2006

W. Müller

36

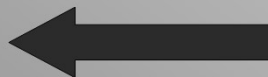


## System Administration Work - Safety and Security Aufgaben auf der Grundlage sicherheitsrelevanten Zeugnisse

### Schiff

- Verwaltung der Zeugnisse und Bescheinigungen
- Überprüfungen technischer und organisatorischer Systeme
- Training und Schulungen
- Verwaltung der Dokumentationen und Nachweisführung

Inspektionen



### Charterer/

### Operator

- Condition-Inspection
- Wetting-Inspection

### Neben den produktiven Aufgaben des Schiffes

12.11.2006

W. Müller

37

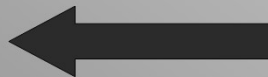


## System Administration Work - Safety and Security Aufgaben auf der Grundlage sicherheitsrelevanten Zeugnisse

### Schiff

- Verwaltung der Zeugnisse und Bescheinigungen
- Überprüfungen technischer und organisatorischer Systeme
- Training und Schulungen
- Verwaltung der Dokumentationen und Nachweisführung

Audit



### Reeder

- ISM
- ISPS

### Neben den produktiven Aufgaben des Schiffes

12.11.2006

W. Müller

38



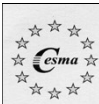
## **Mail to Master-1-**

quote "fyi, informed by uscbp all-vessels must send enoa/d 97(p) correct. according to uscbp there is no way to know what percent correct it is until uscbp call the contact person listed. regulations state that, where a passport was issued is now a mandatory field, however, on the enoad it is not mandatory. pls inform all vessel that they need to fill in this field. this is where most mistakes are. uscbp have also informed that they will start issuing fines in the amount of 5000usd per enoad sent not within the 97(p)." unquote

12.11.2006

W. Müller

39



## Mail to Master-2-

**Quote: "YOUR VESSEL IS DENIED ENTRY INTO THE CAPTAIN OF THE PORT[.] ZONE AS DEFINED IN 33 CFR 3.40-15 UNTIL THE ANOA TIME REQUIREMENT HAS BEEN FULFILLED. THE TIME REQUIRED FOR THE VESSEL'S ANOA WILL BEGIN ONCE THE NVMC HAS RECEIVED AND VERIFIED ALL REQUIRED INFORMATION. THIS CAPTAIN OF THE PORT ORDER IS ISSUED UNDER THE PORTS AND WATERWAYS SAFETY ACT (33 USC 1221 ET. SEQ.) AND THE REGULATIONS PROMULGATED THEREUNDER (33 CFR 160). FAILURE TO COMPLY WILL SUBJECT YOU TO A CIVIL PENALTY OF UP TO THIRTY-TWO THOUSAND FIVE HUNDRED DOLLARS OR A FINE OF UP TO FIVE HUNDRED THOUSAND DOLLARS AND/OR IMPRISONMENT FOR SIX YEARS." Unquote**

12.11.2006

W. Müller

40

LOGBOOK ABSTRACT	SHIP MOVEMENT	CARGO OPERATION	INSPECT. PAPERW.	REST HOUR
<b>12.mm.yy</b> 0300 heading for lightering position 0500 lightering position 0600 lightering loadmaster boarded 1000 CG pollution prevention aboard, marpol insp. 1300 completed lightering 1400 CG departed 1800 pilot aboard 2000 entered channel	2,0	7,0	4,0	3,0
<b>13.mm.yy</b> 0400 all fast at No.1 terminal 0730 local authorities/vetting inspector aboard 0830 security inspection 0900 commenced vetting inspection and disch. 1100 security inspection completed 1130 PSC 1200 discharge & vetting continued 1800 disch. cont./2nd vetting inspector aboard 1830 PSC completed 2300 completed vetting inspection	11,0	19,0	15,5	2,0
<b>14.mm.yy</b> 0300 discharge completed 0430 cargo docs. signed by master(1.5h) 0700 pilot aboard to shift ship 0830 completed unmooring 1230 all fast at No.2 terminal 1300 statutory survey by CS 1330 commenced discharge of 2nd parcel; vetting inspector aboard 1830 completed vetting inspection 2300 completed discharging 2300 CS completed 2400 cargo documents signed by master	2,0       2,5	19,5	1,5    11,5	5,0    1,0
<b>15.mm.yy</b> 0050 completed unmooring 0250 anchored for bunkering 0400 local authorities, customs, immigration(2h) 0600 completed bunkering, pilot aboard 0630 entered channel 1630 pilot left 2100 completed passage of channel 2130 heading for next port	15,5		2,0	2,0
<b>Total Time: 96 hr</b>	<b>33,0 hr</b>	<b>4 5,5 hr</b>	<b>34,5 hr</b>	<b>15,0 hr</b>

### MASTERS WORKING TIME AND REST HOUR

#### SITUATION DISCHARG VLCC -4 DAYS » 96 HR

- **1 LIGTHERING, 2 TERMINAL AND 1 BUNKER POSITION**
- **33 HR SHIPS MOVENMENTS CONDUCTED BY MASTER**
- **45,5 HR CARGO OPERATION CONDUCTED BY CHIEF OFFICER**
- **34,5 HR INSPECTION AND PAPERWORK CONDUCTED BY MASTER**
- **15 HR MASTERS REST HOUR**

41



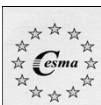
## **Erhöhung der Wirksamkeit und Effizienz des SAFETY AND SECURITY MANAGEMENT SYSTEMS**

- **Berücksichtigung administrativen „SAFETY AND SECURITY“ Aufgaben, bei der Festlegung der „Mindestbesetzung“**
  - Einbeziehung der ISM und ISPS Aufgaben.
  - Reale Führung des „Working Time Records“.
- **Verbesserung der Effektivität des SAFETY AND SECURITY MANAGEMENT SYSTEMS**
  - Doppelkontrollen ausschließen. Alle Kontrollen in die PSC integrieren.
  - Zusammenführung ISM und ISPS als komplexes SAFETY - SECURITY Board MANAGEMENT SYSTEM.
  - Verkürzung der Kontrollzeiten an Bord.
  - Vermeidung doppelter Nachweisführung und Dokumentation.
  - Bonus bei nachhaltig mängelfreien PSC über einen längeren Zeitraum.
  - Gegenseitige Anerkennung der PSC's aller regionaler MOU.
  - Revision der vorgeschriebenen Training- und Schulungseinheiten.

12.11.2006

W. Müller

43



Wenn wir nichts tun könnte folgende Frage öfters gestellt werde: [NAUTICAL INSTITUTE]

**„In the current climate -  
Who wants to be a shipmaster?“**

**Ich danke für ihre Aufmerksamkeit.**

12.11.2006

W. Müller

45



## Neue Internationale Regelungen im Arbeitsrecht der Seeleute – Das Seearbeitsübereinkommen 2006 – Maritime Labour Convention 2006 (MLC)

**Jeannette Edler**

*Ostseeinstitut für Seerecht, Umweltrecht und Infrastrukturrecht  
Universität Rostock, Juristische Fakultät*

Ostseeinstitut für Seerecht, Umweltrecht und Infrastrukturrecht

UNIVERSITÄT ROSTOCK  
Juristische Fakultät

### Übersicht

- Ziel und Bedeutung
- Die „Geburt“ des Übereinkommens
- ILO / IAO
- Inhalt
- Tragweite und Besonderheiten
- Derzeitiger Stand der Ratifizierung

Schiffahrtskolleg 2006 – RAin Jeannette Edler, LL.M.



## Ziel und Bedeutung

Wunsch nach einer einheitlichen, in sich geschlossenen Urkunde, welche soweit wie möglich

- alle aktuellen Normen der bestehenden internationalen Seearbeitsübereinkommen und Seearbeitsempfehlungen sowie
- grundlegende Prinzipien aus anderen internationalen Arbeitsübereinkommen umfasst
- Und breite Akzeptanz finden kann, leicht aktualisierbar ist sowie geeignet für wirksame Durchführung und Durchsetzung

Schiffahrtskolleg 2006 – RAin Jeannette Edler, LL.M.



## Ziel und Bedeutung

Wesentliche  
Seeverkehrs-  
Überein-  
kommen

**SOLAS**  
Schutz des  
menschlichen  
Lebens auf  
See

**MARPOL**  
Verhütung von  
Meeres-  
verschmutzung  
durch  
Schiffe

**STCW**  
Qualifikation  
von  
Seeleuten

**NEU:  
MLC  
2006**

Schiffahrtskolleg 2006 – RAin Jeannette Edler, LL.M.



Ostseeinstitut für Seerecht, Umweltrecht und Infrastrukturrecht

UNIVERSITÄT ROSTOCK  
Juristische Fakultät



## Geburt des Übereinkommens

- Seit 2001 Arbeiten an der Konsolidierung von 39 ILO-Übereinkommen und 30 ILO-Empfehlungen
- Am 23.02.2006 von der Internationalen Arbeitsorganisation in Genf auf der 94. (Seeschiffahrts-)Tagung der Internationalen Arbeitskonferenz verabschiedet
- Von über 100 Mitgliedstaaten der maritimen Konferenz ohne Gegenstimmen und bei Enthaltung durch 2 Staaten angenommen
- Ausgespart nur Übereinkommen: Ausweise für Seeleute, 2002 (Nr. 185) und Altersrenten für Schiffsleute, 1946 (Nr. 71)

Schiffahrtskolleg 2006 – RAin Jeannette Edler, LL.M.

Ostseeinstitut für Seerecht, Umweltrecht und Infrastrukturrecht

UNIVERSITÄT ROSTOCK  
Juristische Fakultät



## ILO / IAO

- \* Internationale Arbeitsorganisation (IAO) = International Labour Organization (ILO) (Gründung 1919)
- \* Sonderorganisation der Vereinten Nationen (seit 1946) mit Sitz in Genf
- \* 178 Mitgliedstaaten
- \* Beschlussorgan: Internationale Arbeitskonferenz mit einzigartiger dreigliedriger Struktur, da Vertretung der Mitgliedstaaten durch
  - Repräsentanten der Regierungen sowie Vertreter
  - für Arbeitnehmer (z.B. Ver.di) und
  - Arbeitgeber (z.B. Verband deutscher Reeder)

Schiffahrtskolleg 2006 – RAin Jeannette Edler, LL.M.

*Ostseeinstitut für Seerecht, Umweltrecht und Infrastrukturrecht*

UNIVERSITÄT ROSTOCK  
Juristische Fakultät



## Inhalt

umfassendes Regelwerk internationaler Arbeits- und Sozialstandards (= Zusammenfassung und Aktualisierung von 37 maritimen Übereinkommen und 30 Empfehlungen der ILO)

Anwendbarkeit:

Handelsschiffe (Bruttoreumgehalt von 500 Tonnen und mehr, welche für internationale Reisen oder für Fahrten von einem Hafen oder zwischen Häfen in einem anderen Land verwendet werden)

Schiffahrtskolleg 2006 – RAin Jeannette Edler, LL.M.

*Ostseeinstitut für Seerecht, Umweltrecht und Infrastrukturrecht*

UNIVERSITÄT ROSTOCK  
Juristische Fakultät



## Inhalt

Allgemeines: Artikel I – XVI, (Erläuternde Anmerkungen)

Besonderes:

Titel 1: - Mindestanforderungen an Seeleute für die Arbeit auf einem Schiff –

Gesundheit, Ausbildung, Mindestalter und Anwerbung

Titel 2: -Beschäftigungsanforderungen-

Inhalt des Beschäftigungsvertrages, Arbeitszeiten, Heuer, Urlaub, Heimschaffung, Entschädigung bei Schiffsverlust

Titel 3: -Unterkunft an Bord, Verpflegung-

Titel 4: -Sozialschutz-


Titel 5: Verantwortlichkeiten zur Durchführung des Übereinkommens

Anhänge A I-III und BI


Schiffahrtskolleg 2006 – RAin Jeannette Edler, LL.M.

Ostseeinstitut für Seerecht, Umweltrecht und Infrastrukturrecht

UNIVERSITÄT ROSTOCK  
Juristische Fakultät



# Inhalt



```
graph TD; T1[Titel 1  
Mindestanforderungen] --- R1.1[Regel 1.1.  
Mindestalter]; T1 --- R1.2[Regel 1.2.  
Ärztliches Zeugnis]; T1 --- R1.3[Regel 1.3.  
Ausbildung und Befähigungen]; T1 --- R1.4[Regel 1.4.  
Anwerbung und Arbeitsvermittlung];
```

Schiffahrtskolleg 2006 – RAin Jeannette Edler, LL.M.

Ostseeinstitut für Seerecht, Umweltrecht und Infrastrukturrecht

UNIVERSITÄT ROSTOCK  
Juristische Fakultät



# Inhalt

Aufbau des Regelwerks




```
graph TD; A[1. Artikel] --- B[2. Regel mit Zweckbestimmung]; B --- C[3. Norm A (Code)]; C --- D[4. Leitlinie B (Code)];
```

Schiffahrtskolleg 2006 – RAin Jeannette Edler, LL.M.

*Ostseeinstitut für Seerecht, Umweltrecht und Infrastrukturrecht*

UNIVERSITÄT ROSTOCK  
Juristische Fakultät




## Inhalt

- Einführung von Seearbeitszeugnis und
- Erklärung über die Erfüllung der einschlägigen Seearbeitsvorschriften
  - als Augenscheinsbeweis für Erfüllung der Anforderungen aus Übereinkommen
- Flaggenstaat stellt nach Überprüfung für Schiff ein Zeugnis aus, ob Arbeitsbedingungen an Bord der innerstaatlichen Gesetzgebung und den aus Übereinkommen resultierenden Vorschriften genügen
- Zeugnis ist vorgegebenes Verzeichnis über Vorschriften beizufügen, dient Zertifizierungssystem für Hafenstaatkontrolle

Schiffahrtskolleg 2006 – RAin Jeannette Edler, LL.M.

*Ostseeinstitut für Seerecht, Umweltrecht und Infrastrukturrecht*

UNIVERSITÄT ROSTOCK  
Juristische Fakultät



## Inhalt

- Mögliche Konsequenz:
  - Festhalterecht (derzeit nur wegen sicherheits- und umweltbezogener Mängel möglich)
- Benachteiligungsschutz der ratifizierenden Staaten:
  - Klausel, welche sicherstellt, dass Schiffe von „Nichtratifizierern“ nicht günstiger gestellt werden
  - (Zweck: Vermeidung des unlauteren Wettbewerbs und Ratifizierungsanreiz)

Schiffahrtskolleg 2006 – RAin Jeannette Edler, LL.M.

Ostseeinstitut für Seerecht, Umweltrecht und Infrastrukturrecht

UNIVERSITÄT ROSTOCK  
Juristische Fakultät



## Tragweite und Besonderheiten

Form und Stil für ILO neu !!

\*klare, einfache Sprache

\*Neue Gliederung

(Artikel, Regeln, zweiteiliger Code

(Norm A verbindlich/(Auslegungs)Leitlinie B unverbindlich))

\*beschleunigtes Änderungsverfahren für  
Aktualisierung technischer Bestimmungen

(Ad-hoc-Einrichtung:

dreigliedriger Sonderausschuss Art. XIII)

Schiffahrtskolleg 2006 – RAin Jeannette Edler, LL.M.

Ostseeinstitut für Seerecht, Umweltrecht und Infrastrukturrecht

UNIVERSITÄT ROSTOCK  
Juristische Fakultät



## Tragweite und Besonderheiten

Mindesterfordernisse für Arbeit auf einem Handelsschiff :

Bessere Beschäftigungsbedingungen

Mehr Gesundheitsschutz

Umfassendere Sozialrechte

International einheitliche Mindeststandards in den Bereichen:

\*Arbeits- und Ruhezeiten

\*Medizinische Betreuung

\*Ausbildung

\*Befähigungen

• Seeleute verstehen es als internationale Bill of Rights

Schiffahrtskolleg 2006 – RAin Jeannette Edler, LL.M.



Ostseeinstitut für Seerecht, Umweltrecht und Infrastrukturrecht

UNIVERSITÄT ROSTOCK  
Juristische Fakultät



## Tragweite und Besonderheiten

- **Charta für Arbeitnehmerrechte** für 1,2 Millionen Seefahrer (erstes allgemeines Arbeitsgesetzbuch für die Seeschifffahrt)
- Erhöhung der **Sicherheit auf Schiffen und Häfen**, aber auch Stärkung des **globalen fairen Wettbewerbs** mit angemessenen Arbeitsbedingungen
- Kann **Abwärtsspirale der Arbeitsbedingungen** durch Ausflagungen zu sog. Billigflaggen und damit sozialen Druck der Seeleute **beenden**
- **Effektives Kontroll- und Durchsetzungsinstrumentarium** durch vereinbarte Hafenstaatkontrollen auch auf **Schiffen von Drittstaaten**

Schiffahrtskolleg 2006 – RAin Jeannette Edler, LL.M.

Ostseeinstitut für Seerecht, Umweltrecht und Infrastrukturrecht

UNIVERSITÄT ROSTOCK  
Juristische Fakultät



## Derzeitiger Stand der Ratifizierungen

- \* 12 Monate nach Ratifizierung durch 30 Mitgliedstaaten, die mindestens 33 % der weltweiten Bruttotonnage vertreten (Vergleich: 27 Staaten des EWR stellen 28 % der weltweiten Flotte dar)
- \* Einzige Ratifizierungsurkunde bisher am 7.6.2006 durch Liberia eingegangen

Schiffahrtskolleg 2006 – RAin Jeannette Edler, LL.M.

## **Auswahl von Schiffsmechanikern aktiv gestalten – Ansatzpunkt für ein Personalmanagement mit Perspektive**

**Caroline Baumgärtner**

Fortbildungszentrum Hafen Hamburg FZH



### **Agenda**

**Vorüberlegungen zu einem fundierten Assessment**

**Praxisbeispiel: Assessment für die Reederei Rickmers**

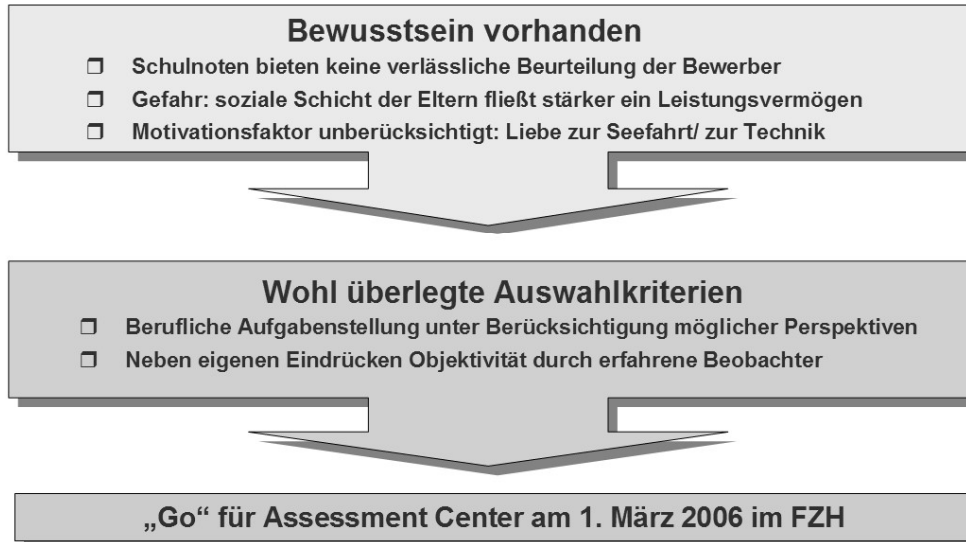
**Kriterien für die Auswahl**

**Von anderen Branchen lernen: Personalentwicklung bei Eurogate**

**Attraktivität des Berufsbilds steigern**

**Assessment für Schiffsmechaniker - macht das überhaupt Sinn?**

## Entscheidungsgrundlage für Assessment



3

## Anforderungsprofil

Agenda	Abgefragte Schlüsselqualifikationen
Auf den Punkt gebracht: „Warum will ich bei Rickmers diese Ausbildung absolvieren?“	Persönlichkeitstest: Verbales Ausdrucksvermögen + Klarheit über die Einstellung zum Unternehmen bzw. dem zukünftigen Beruf
Umgang mit der Schieblehre	Fähigkeitstest: Vorkenntnisse + logisches Denken
Kurzpräsentation Rickmers Reederei	Gedächtnisleistung
Schriftlicher Einstellungstest (Bearbeitungszeit 45 min)	Leistungstest: Berufsinteresse, technisches Verständnis, praktisch-rechnerisches Denken, räumliches Vorstellungsvermögen + Stresstoleranz
Teamübung: Brückenbau	Persönlichkeitstest: Teamfähigkeit, soziale Kompetenz + Kreativität
Englisch-Part / aktueller Artikel aus „Schiff & Hafen“ 02/2006 zusammenfassen	Fähigkeitstest: Kommunikationsfähigkeit mit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beherrschung der englischen Sprache</li> <li>• Informationen verstehen und bündeln</li> </ul>

4



## Vertiefung: Teamübung

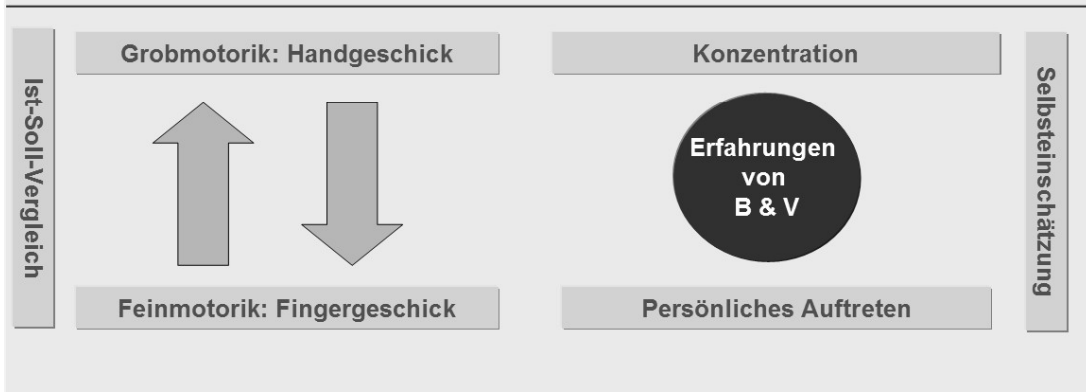


5

## Berufsspezifische Fähigkeiten



Zwei Kriterien, auf die es bei allen Testverfahren ankommt:  
Speed and Power



6

## (Informelle) Informationen

Situation: Mittagessen: gute Umgangsformen

Situation: Transfer zu Blohm & Voss: Soziales Verhalten

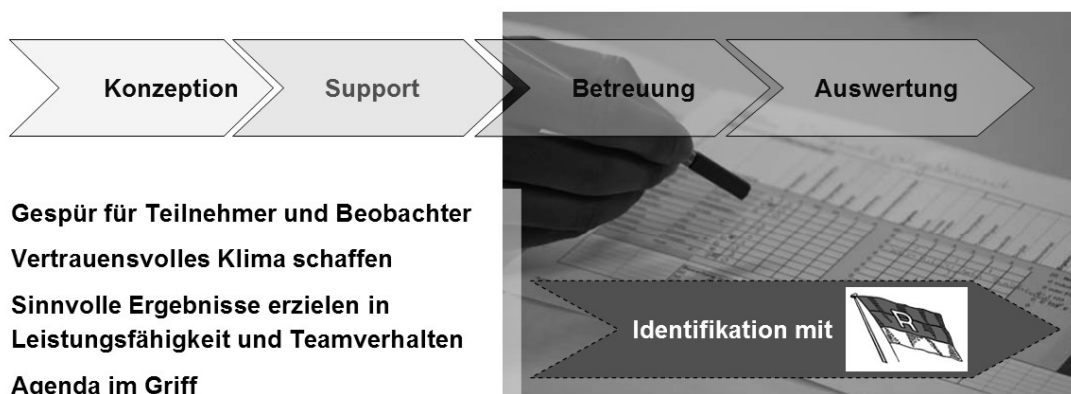
Situation: „Ellenbogeneinsatz“

Kriterium: Schrift

Kriterium: Offenheit und Lebendigkeit

7

## Verantwortlich für Erfolg: Moderator



**Gespür für Teilnehmer und Beobachter**

**Vertrauensvolles Klima schaffen**

**Sinnvolle Ergebnisse erzielen in  
Leistungsfähigkeit und Teamverhalten**

**Agenda im Griff**

**Tendenz-zur-Mitte-Effekt entgegensteuern**

**Fehleinschätzungen minimieren**

**Suche nach den am besten Geeigneten**

8

## Findungsmaßnahmen für Eurogate seit 2002



\*BWA-Wettbewerb „Beschäftigung gestalten – Unternehmen zeigen Verantwortung“

9

## Attraktivität des Berufs steigern



**Please note: Jeder Mensch wird anders motiviert!**

**Soziale und finanzielle Absicherung inkl. zeitgemäßen Fortbildungsmöglichkeiten**

**Verbesserungen der Lebens- und Arbeitsbedingungen, z. B. durch Sekretärin an Bord**

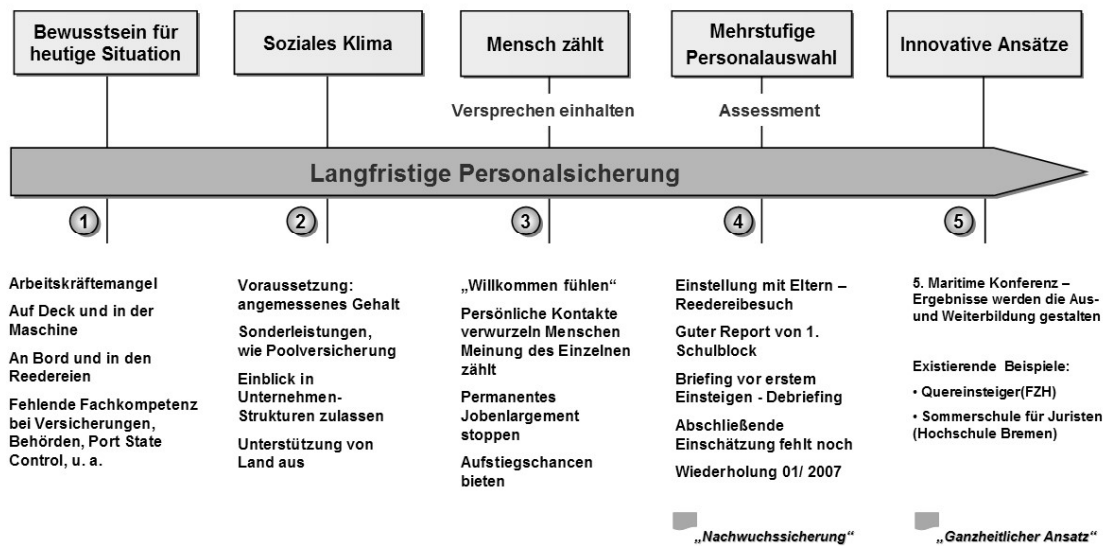
**Problemlose Kommunikationsmöglichkeiten mit Familien und Freunden**

**Verhältnis Bord- und Landzeiten**

**Perspektive, gerade in nachgelagerten Landjobs (Sekundärbereich der maritimen Wirtschaft)**

10

## Nachhaltige Personalentwicklung



## Der Einsatz der Marine gegen Terrorangriffe und Piraterie – eine rechtliche Betrachtung

**Anja Vandrey**

*Ostseeinstitut für Seerecht, Umweltrecht und Infrastrukturrecht  
Universität Rostock, Juristische Fakultät*

### I. Einführung

92 Prozent aller weltweit gehandelten Güter werden über den Seeweg transportiert. Dabei führen die Haupthandelsrouten der Weltmeere durch einige Meerengen, z. B. die Malakka Straße, denen naturgemäß erhebliches Gefahrenpotenzial hinsichtlich seeräuberischer Angriffe innewohnen. *Piratenüberfälle*<sup>1</sup> werden vom International Maritime Bureau (IMB)<sup>2</sup> systematisch in drei wesentliche Kategorien unterteilt<sup>3</sup>:

- Überfall kleinerer Banden (evt. unter Gebrauch leichter Stich-, Hieb und Schusswaffen) in Häfen oder auf Reede; meist zur Nachtzeit. Genommen werden Geld oder Wertsachen (Low-Level Armed Robbery).
- Überfall der im Vorfeld in Häfen ausgespähten Opfer durch organisierte kriminelle Banden in Küstengewässern mit schnellen Booten, automatischen Waffen und teilweise militärischem Gerät, stets verbunden mit Gewalttaten gegen die Besatzung (Medium-Level Armed Assault and Robbery).
- International operierende kriminelle Organisationen kapern ganze Schiffe mitsamt der Ladung verbunden mit der Fälschung von Papieren, Veräußerung der Ladung und des Schiffes, hierbei wird die rechtmäßige Besatzung generell sofort getötet oder auf hoher See ausgesetzt.

Hinsichtlich des maritimen Terrorismus sind ebenso eine Vielzahl von Bedrohungsszenarien vorstellbar, die auf See existieren oder von See her drohen.<sup>4</sup>

Der Fall „Achille Lauro“ – also die Geiselnahme einer Schiffsbesatzung zur Freipressung Anderer ist nur eine Variante des seegestützten Terrorismus. Darüber hinaus können Schiffe als Transportmittel von Mensch und Material zu terroristischen Zwecken benutzt werden. Eine andere weitaus gefährlichere dagegen ist die Kaperung eines Schiffes durch Selbstmordattentäter, um es auf hoher See zu versenken oder um es als Waffe gegen andere Schiffe oder Landziele zu verwenden oder um Meeresteile und Uferregionen langfristig zu verseuchen.

Grundsätzlich unterscheiden sich Piraten und Terroristen in ihrer Zielrichtung. Während Piraten auf Erlangung eigener wirtschaftlicher Vorteile abzielen, geht es Terroristen v. a. um die Darstellung und Durchsetzung ihrer religiösen und politischen Gesinnung. Denkbar sind indes

---

<sup>1</sup> Einen Überblick gibt Stehr in Piraterie 2005, Marineforum 4/2006, 4 ff.

<sup>2</sup> Der Jahresbericht des IMB zur weltweiten Piraterie ist veröffentlicht unter [www.icc-ccs.org.uk](http://www.icc-ccs.org.uk).

<sup>3</sup> <http://www.marisec.org/piracy/background.htm#Scale>.

<sup>4</sup> Einen beeindruckenden Überblick gibt Stehr, Michael, Terror auf See 2004 – Anschläge und Bedrohungsszenarien, Marineforum 11/2004, 22 ff.

auch Formen der bewussten Zusammenarbeit, so ist z. B. der Weiterverkauf eines erraubten und geplünderten Containerschiffes an Terrorgruppen durchaus vorstellbar.

Wie dargestellt entstehen durch seeräuberische bzw. terroristische Angriffe neben der akuten Bedrohung für Menschenleben und Eigentum auch Gefahren für die Meeresumwelt und die Sicherheit der Schifffahrtsstraßen. Daher bedarf es umfassender – rechtlich abgesicherter Präventivmaßnahmen, Eingriffsbefugnisse und Verfolgungsinstrumentarien, um dem Schiffsverkehr insgesamt und der Allgemeinheit ein höchstmöglichen Schutz zu gewährleisten.

## II. Einsatzmöglichkeiten der Deutschen Marine

Angesichts der Vielzahl von Bedrohungsszenarien auf und von See her, stellt sich zunächst die Frage, wer zur Gefahrenabwehr und Verfolgung der Täter zuständig ist. Dies sind in den Hoheitsgewässern primär die Wasserschutzpolizeien der Küstenländer. Seewärts des Küstenmeeres fallen diese Aufgaben in den Zuständigkeitsbereich die Bundespolizei<sup>5</sup>. Bedenken ergeben sich in der einschlägigen Literatur vor allem dahingehend, ob „die Zuständigen“ überhaupt zur entsprechenden Abwehr fähig sind<sup>6</sup>. Zweifellos besitzt die Deutsche Marine die entsprechende Eignung und Mittel seeräuberischen oder terroristischen Angriffen, gerade wenn sie weit vor der Küste stattfinden oder von erheblicher Intensität sind, zu begegnen. Fraglich ist jedoch, ob sie überhaupt mit den erforderlichen Befugnissen ausgestattet ist.

### 1. Befugnisse im Küstenmeer

Der Einsatz der Deutschen Marine im Küstenmeer richtet sich nach den in der Verfassung geregelten Kompetenzen. Gemäß Art. 87a Abs. 1 Satz 1 GG stellt der Staat Streitkräfte zur *Verteidigung* auf. Die Anforderungen an das Tatbestandsmerkmal „Verteidigung“ sind höchst umstritten<sup>7</sup>. Das liegt vor allem daran, dass das Grundgesetz selbst diesen Begriff an verschiedenen Stellen, teils mit unterschiedlicher Bedeutung einsetzt und das Bundesverfassungsgericht diesbezüglich (noch) keine Stellung bezogen hat. Zum einen wird in der rechtswissenschaftlichen Literatur „Verteidigung“ gleichgesetzt mit „Verteidigungsfall“. Letzterer ist in Art. 115 a Abs. 1 GG legal definiert als Situation, in der das Bundesgebiet mit Waffengewalt angegriffen wird oder ein solcher Angriff unmittelbar droht. Mithin begreift diese Meinung den Begriff „Verteidigung“ lediglich als Landesverteidigung. Wegen der weit reichenden Folgen, die ein etwaiger Verteidigungsfall mit sich bringt, müsse jedoch ein Angriff von einiger Erheblichkeit im Sinne einer kriegerischen Auseinandersetzung mit ausländischen Mächten vorliegen<sup>8</sup>. Zum anderen wird indes auch die Ansicht vertreten, dass Terrorismus unter Bezugnahme auf Art. 42, 43 UN-Charta und Art. 24 Abs. 2 GG „den Weltfrieden“ und die „internationale Sicherheit“ generell dem Verteidigungsauftrag unterfällt<sup>9</sup>. Die in der

---

<sup>5</sup> Gesetz über die Aufgaben des Bundes auf dem Gebiet der Seeschifffahrt (BGBl II 1965, 833) i. V. m. See-ZustBV (BGBl I 1994, 442).

<sup>6</sup> Beispielhaft sei hier nur genannt: Hoffmann, Die maritimen Aspekte deutscher Sicherheitspolitik, *Marineforum* 10/2005, S. 10 (12); Wiefelspütz, Bewaffnete Einsätze der Bundeswehr auf See, *NZWehr* 2005, S. 146 ff.

<sup>7</sup> Vgl. Baldus, in: v. Mangoldt/Klein/Starck, GG, Bd. 3, 4. Auflage, 2001, Art. 72, Rn. 38; Kokott, in: Sachs, GG, 3. Auflage 2003, Art. 87a, Rn. 18; Pieroth, in: Jarass/Pieroth, GG, 6. Auflage, 2002, Art. 87 a, Rn. 5.

<sup>8</sup> Robbers, in: Sachs, GG, 3. Auflage 2003, Art. 115a Rn. 8, Wilkesmann, Terroristische Angriffe auf die Sicherheit des Luftverkehrs, *NVwZ* 2002, 1316, 1320.

<sup>9</sup> M.w.N. Seifert/Bünker, Der Einsatz der Bundeswehr im Innern, *ThürVBl.* 2006, 49, 52.

rechtswissenschaftlichen Literatur herrschende Auffassung zählt dagegen aus Gründen der völkerrechtskonformen Auslegung des Grundgesetzes zur Verteidigung i. S. d. Art. 87a Abs. 1 GG neben der Landesverteidigung auch die „Bündnisverteidigung“ i. S. d. Art. 5 NATO-Vertrag sowie die „individuelle und kollektive Selbstverteidigung“ i. S. d. Art. 51 UN-Charta<sup>10</sup>. Mithin divergieren die Ansichten sehr, jedoch stimmen alle Meinungen zumindest dahingehend überein, dass sich „Verteidigung“ gegen einen fremden, von außen kommenden Angriff richten muss. Diesbezüglich wird zum einen das verfassungsrechtlich verankerte, strikte Trennungsprinzip zwischen Polizei und Militär angeführt. Zum anderen ergäbe sich die Voraussetzung, dass der Angriff seinen Ursprung außerhalb des Bundesgebietes haben muss, eindeutig aus dem systematischen Zusammenhang zwischen Abs. 2 und Abs. 4 des Art. 87a GG. Jedoch kann es im Einzelfall äußerst fraglich sein, ob ein Angriff von außen oder von innen droht. Gerade bei international agierenden Organisationen kann diese Abgrenzung schwer fallen, z. B. dann, wenn die Attentäter bereits längere Zeit im Land des Anschlags gelebt haben<sup>11</sup>. Hieraus resultieren erhebliche und angesichts der Bedrohung auch untragbare Unsicherheiten sowohl für die Streitkräfte als auch für die Polizei.

Darüber hinaus setzt „Verteidigung“ als Maßnahme der Äußerer Sicherheit wegen ihres militärischen Charakters voraus, dass die Terrorismusorganisation in irgendeiner Weise mit einem Staat verbunden ist<sup>12</sup>. Als unterste Grenze wird wenigstens gefordert, dass ein Staat dieser Organisation bewusst Zuflucht auf seinem Territorium bietet. Mithin reicht grenzüberschreitende Gewaltanwendung allein noch nicht aus, um eine Gefahrenlage aus dem Bereich der polizeilichen in den der militärischen Zuständigkeit zu verschieben. Da jedoch z. B. gegenwärtig der Staat Afghanistan die Organisation, der der Anschlag vom 11.9.2001 zugerechnet wird, nicht mehr unterstützt, wäre die Abwehr eines vergleichbaren Angriffs von dieser Organisation nur mit Mühe als Verteidigung anzusehen mit der Folge, dass ihm nicht militärisch begegnet werden könnte. Im Ergebnis ist es jedenfalls problematisch, singuläre Terrorangriffe unter Art. 87a Abs. 1 GG zu fassen, da erhebliche Unsicherheiten hinsichtlich der einzelnen Tatbestandsvoraussetzungen bestehen.

Nichtsdestotrotz verlangt eine effektive Terrorismusbekämpfung auch die Möglichkeit zum Eingreifen in Situationen, die nicht als „Verteidigung“ verstanden werden können. Außer zur Verteidigung dürfen Streitkräfte nur eingesetzt werden, wenn das Grundgesetz dies ausdrücklich zulässt (Art. 87a Abs. 2 GG).

Das GG kennt vier Einsatzmöglichkeiten der Bundeswehr im Innern (Küstenmeer): Art. 87a Abs. 3 GG (Verteidigungs- und Spannungsfall), Art. 87a Abs. 4 GG (innerer Notstand), Art. 35 Abs. 2 GG (regionaler Katastrophennotstand) und Art. 35 Abs. 3 (überregionaler Katastrophennotstand). Als weitere Befugnisnorm gegen terroristische Angriffe kommt nur Art. 35 Abs. 2 GG in Betracht, der die Möglichkeit vorsieht, dass Streitkräfte bei einer

---

<sup>10</sup> Baldus, in von Mangoldt/Klein/Starck, Art. 87a, Rn. 35 ff; Pieroth, in: Jarass/Pieroth, Art. 87a Rn. 9.

<sup>11</sup> Näheres dazu Sattler, Terrorabwehr durch die Streitkräfte nicht ohne Grundgesetzänderung, NVwZ 2004, 1286.

<sup>12</sup> Wolff, Der verfassungsrechtliche Rahmen für den Einsatz der Bundeswehr im Innern zur Terrorismusbekämpfung und zum Schutz ziviler Objekte, ThürVBl. 2003, 176, 176; a. A. Krings/Burkiczak, Bedingt abwehrbereit?, DÖV 2002, 501, 505; Wiefelspütz, Sicherheit vor den Gefahren des internationalen Terrorismus durch den Einsatz der Streitkräfte?, NZWehr 2003, 45, 55 f.

Naturkatastrophe oder bei einem besonders schweren Unglücksfall zur Unterstützung der Polizei angefordert werden können. Während es sich bei Naturkatastrophen um Großschadensereignisse natürlichen Ursprungs handelt, beruhen besonders schwere Unglücksfälle (i. S. d. Art. 35 Abs. 2 GG) auf menschlichem Fehlverhalten oder technischem Versagen<sup>13</sup>. In seiner diesjährigen Entscheidung zum Luftsicherheitsgesetz hat das BVerfG<sup>14</sup> klargestellt, dass auch absichtlich herbeigeführte Unglücksfälle, also auch terroristisch verursachte Großschadensereignisse, unter den Anwendungsbereich des „regionalen Katastrophennotstandes“ fallen und einen Einsatz der Streitkräfte rechtfertigen können. Jedoch haben die Karlsruher Richter diese Befugnis unter Bezugnahme auf den Wortlaut, den Zweck und die Entstehungsgeschichte des Art. 35 Abs. 2 GG insoweit eingeschränkt, als der Bundeswehr nach dieser Vorschrift nur solche Eingriffe erlaubt seien, zu denen auch die Polizei nach den Landespolizeigesetzen befugt wäre. Deshalb könnten die Streitkräften auch nur polizeiliche Waffen gebrauchen. Diese Rechtsprechung wirkt freilich schädlich, will man der Marine gerade aufgrund ihrer besseren Ausstattung Zuständigkeiten einräumen. Hier ist es erforderlich, de lege ferenda zu ermöglichen, dass die Marine ihre z. T. bei den Polizeikräften nicht abgebildeten Fähigkeiten zur Bekämpfung des internationalen Terrorismus einbringen kann.

## 2. Befugnisse auf hoher See

Für den Fall eines Angriffs auf ein deutsches (Handels)Schiff in internationalen Gewässern kommt wiederum Art. 87a Abs. 1 GG in Betracht. Hier ist zwar stets unproblematisch die Voraussetzung des Angriffs „von außen“ erfüllt, jedoch ist es dann immer noch fraglich, ob er auch die erforderliche „Staatlichkeit“ aufweist<sup>15</sup>. Militärische Einsätze auf hoher See außer zur Verteidigung sind wiederum in der rechtswissenschaftlichen Literatur heftig umstritten. Die Auffassungen reichen von „das SRÜ sei ein kollektives Sicherheitssystem globaler Reichweite, deshalb sei die Marine über Art. 24 Abs. 2 GG ermächtigt“ über „eine Verwendung der Streitkräfte komme in analoger Anwendung des Art. 35 Abs. 2 und 3 zur Katastrophenhilfe in Betracht“ bis „Maßnahmen der Marine auf hoher See seien mangels ausdrücklicher grundgesetzlicher Zulassung i. S. d. Art. 87a Abs. 2 GG verfassungsrechtlich nicht zulässig“<sup>16</sup>. Dies verdeutlicht erhebliche Unsicherheiten bei der staatsrechtlichen Beurteilung bewaffneter Einsätze deutscher Streitkräfte im Ausland. Die Rechtsprechung hat eine Ausweitung der grundgesetzlichen Streitkräfteaufgaben auf Auslandseinsätze bislang nur im Rahmen von Systemen gegenseitiger kollektiver Sicherheit unter Berufung auf Artikel 24 Abs. 2 des Grundgesetzes bejaht. Das Bundesverfassungsgericht argumentierte in seinem Urteil zu Militäreinsätzen „Out of Area“ zur Befriedung von Bürgerkriegsgebieten mit den Verpflichtungen, die sich aus dem Beitritt zu Organisationen wie UNO und NATO ergäben. Jedoch erscheint es schon von vornherein fragwürdig, ob völkerrechtliche Übereinkommen wie das SRÜ oder SUA als Systeme in diesem Sinne verstanden werden können, da ihnen schon die vom BVerfG geforderte, eigene Organisation fehlt, wenngleich die Voraussetzungen für das

---

<sup>13</sup> Pieroth, in: Jarass/Pieroth, Art. 35 Rn. 7; Jochum, Der Einsatz der Streitkräfte im Innern, JuS 2006, 513.

<sup>14</sup> BVerfG, Urteil vom 15.2.2006 (1 BvR 357/05), NJW 2006, 751.

<sup>15</sup> Stehr, Konfliktpotenzial Seeraub, Marineforum 4/2000, S. 18 (20).

<sup>16</sup> Umfassend zum Streitstand siehe Wiefelspütz, Bewaffnete Einsätze der Bundeswehr auf See, NZWehrr 2005, 146, 157 ff.



Vorliegen eines Systems gegenseitiger kollektiver Sicherheit im Schrifttum immer noch kontrovers geführt wird.<sup>17</sup>

### **3. Befugnisse in fremden Hoheitsgewässern**

In fremden Küstengewässern, resp. fremden Hoheitsgebieten, hat in erster Linie der betreffende Küstenstaat, die Befugnis einzuschreiten und durch Piraterie oder Terrorismus ausgelöste Gefahren abzuwehren. Mithin können nach gegenwärtiger Gesetzeslage illegale Gewaltakte gegen ein privates Schiff dort theoretisch nur verfolgt werden, wenn das entsprechende nationale Recht dies so vorsieht und dann auch nur in dem vorgegebenen Rahmen.

Darüber hinaus ist zu beachten, dass angestoßen durch das BVerfG und nunmehr gesetzlich verankert in § 2 Parlamentsbeteiligungsgesetz jeder Einsatz der Marine im Ausland einer konstitutiven Beteiligung des Deutschen Bundestages bedarf. Auch diesbezüglich besteht Kritik und wird diskutiert, ob generell alle Einsätze der Bundeswehr unter diesen sog. Parlamentsvorbehalt fallen oder ob zwischen militärischen und polizeilichen Charakter unterschieden werden muss, mit der Folge, dass Letzteres, d.h. beim Schutz deutscher Handelsschiffe gegen kriminelle Angriffe unterhalb der Grenze des erforderlichen Ausmaßes, Bedeutung und Intensität keiner Zustimmung bedarf.<sup>18</sup>

### **III. Fazit**

Ein gewisser Nachbesserungsbedarf zugunsten der rechtlichen Handlungsmöglichkeiten der Marine vor allem im Hinblick auf ihren Einsatz im Küstenmeer ist im Ergebnis also zweifelsohne vorhanden. Anbieten würde sich vor allem die Anpassung bzw. Klarstellung der Zuständigkeiten im Grundgesetz. Die Forderung nach einer entsprechenden Verfassungsänderung ist nicht so zu verstehen, dass bestehende Kompetenzen aberkannt oder die Polizei militarisiert werden sollte(n). Vielmehr wäre angesichts der dargestellten Unsicherheiten die Schaffung von Rechtssicherheit und Rechtsklarheit bezüglich der Zuständigkeitszuordnung von Streitkräften und Polizei bei seeräuberischen und terroristischen Angriffen zur Gewährleistung eines bestmöglichen Schutzes der Allgemeinheit und der Seeschifffahrt vordergründig.

---

<sup>17</sup> M.w.N. Wiefelspütz, Bewaffnete Einsätze der Bundeswehr auf See, NZWehrr 2005, 146, 160.

<sup>18</sup> So z. B. Wiefelspütz, Bewaffnete Einsätze der Bundeswehr auf See, NZWehrr 2005, 146, 163.



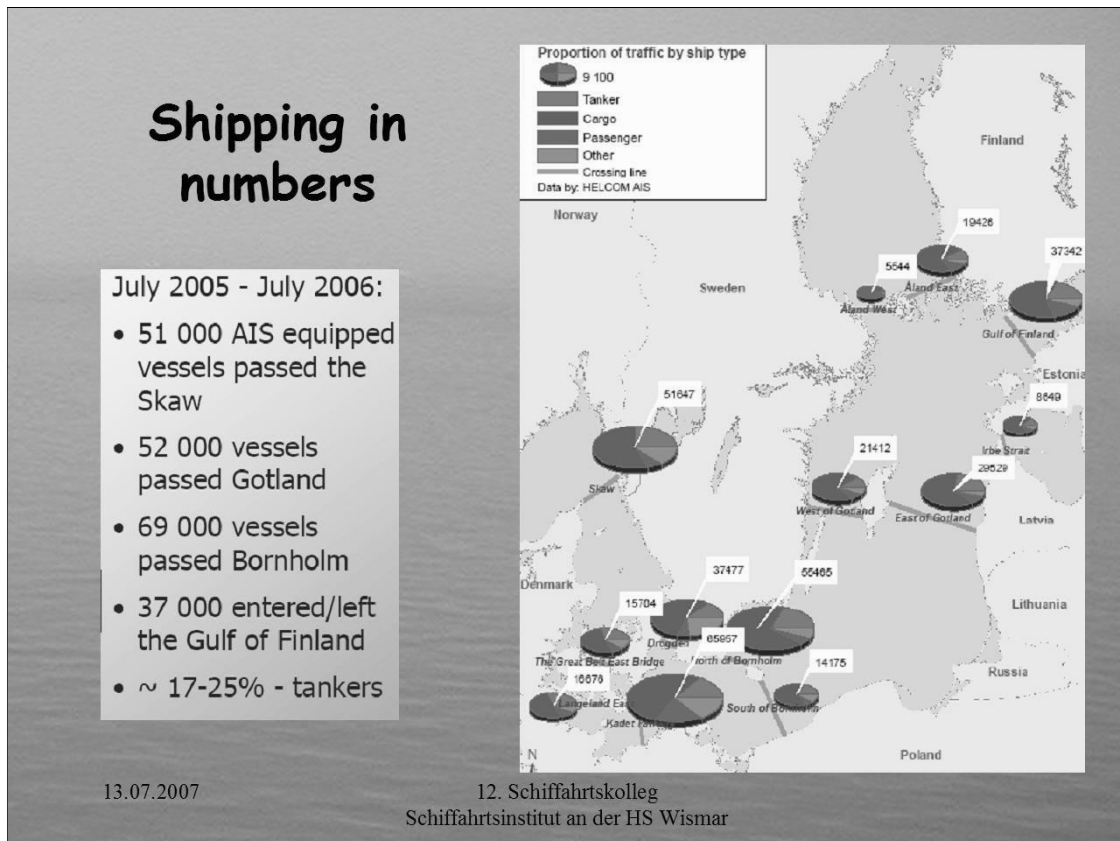
**Nautik**



## Sicherer und effektiver Seeverkehr – Grußwort

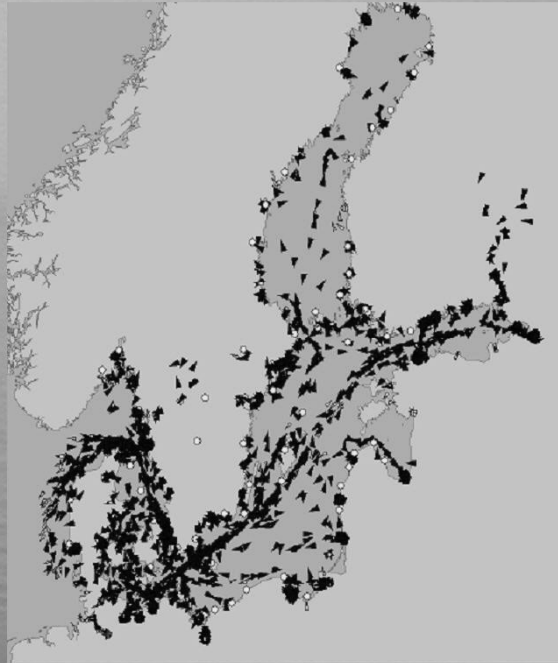
**Uwe Dombrowsky**

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern, Abteilung Wasser und Boden



### Ship traffic

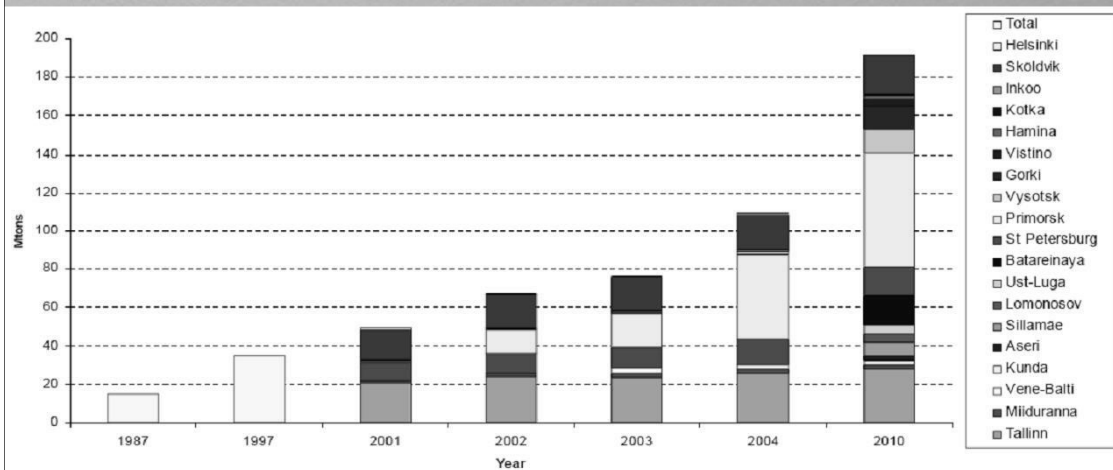
- ~ 2000 AIS equipped vessels at any time
- increasing oil transportation:
  - GoF 2,5 times
  - Danish straits ~1,8 times (since 2000)
- Growing number and size of ships



13.07.2007

12. Schiffahrtskolleg  
Schiffahrtsinstitut an der HS Wismar

### Öltransporte im Golf von Finnland reale Transporte 1987 bis 2004 Prognose für 2010

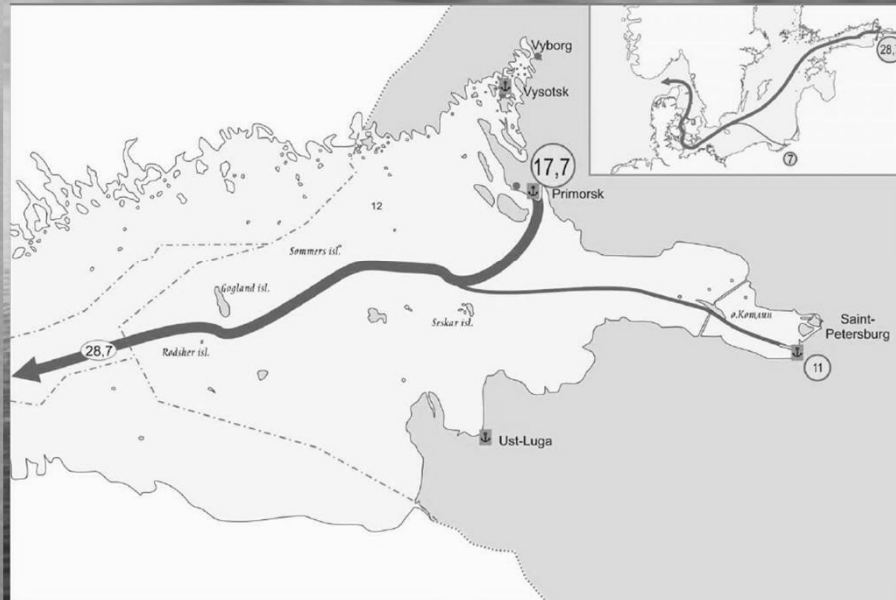


13.07.2007

12. Schiffahrtskolleg  
Schiffahrtsinstitut an der HS Wismar

## Entwicklung Öltransporte von Russland

Oil export from Russian Baltic ports in 2003 was 35.7 mln. ton.  
In 2004 increased up to 67.7 mln. ton. (+ 90%)

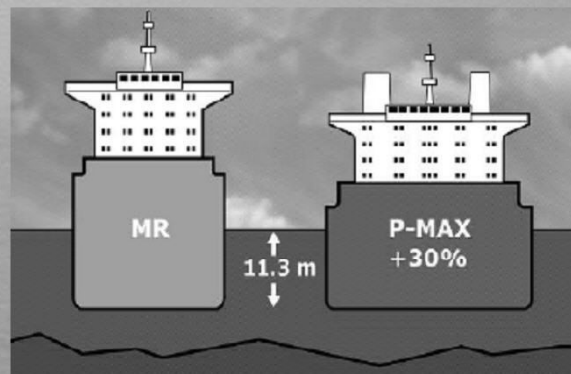


13.07.2007

12. Schiffahrtskolleg  
Schiffahrtsinstitut an der HS Wismar

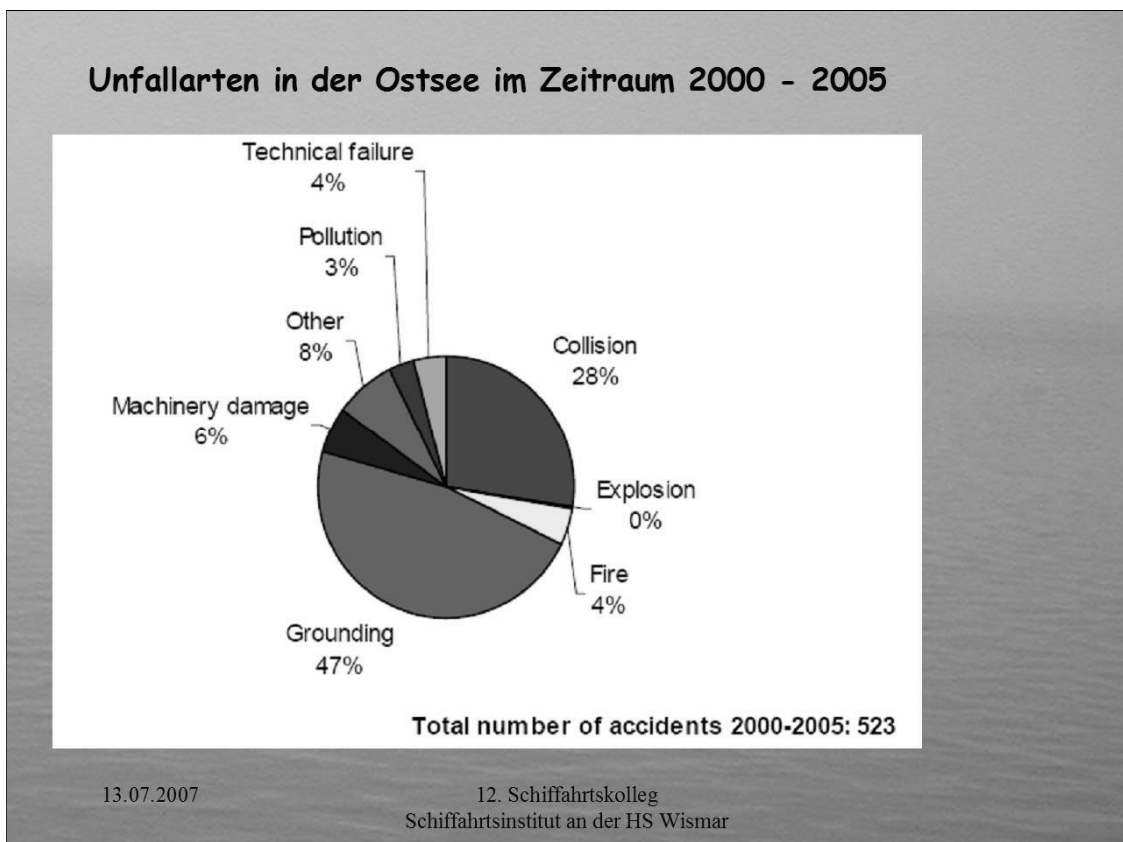
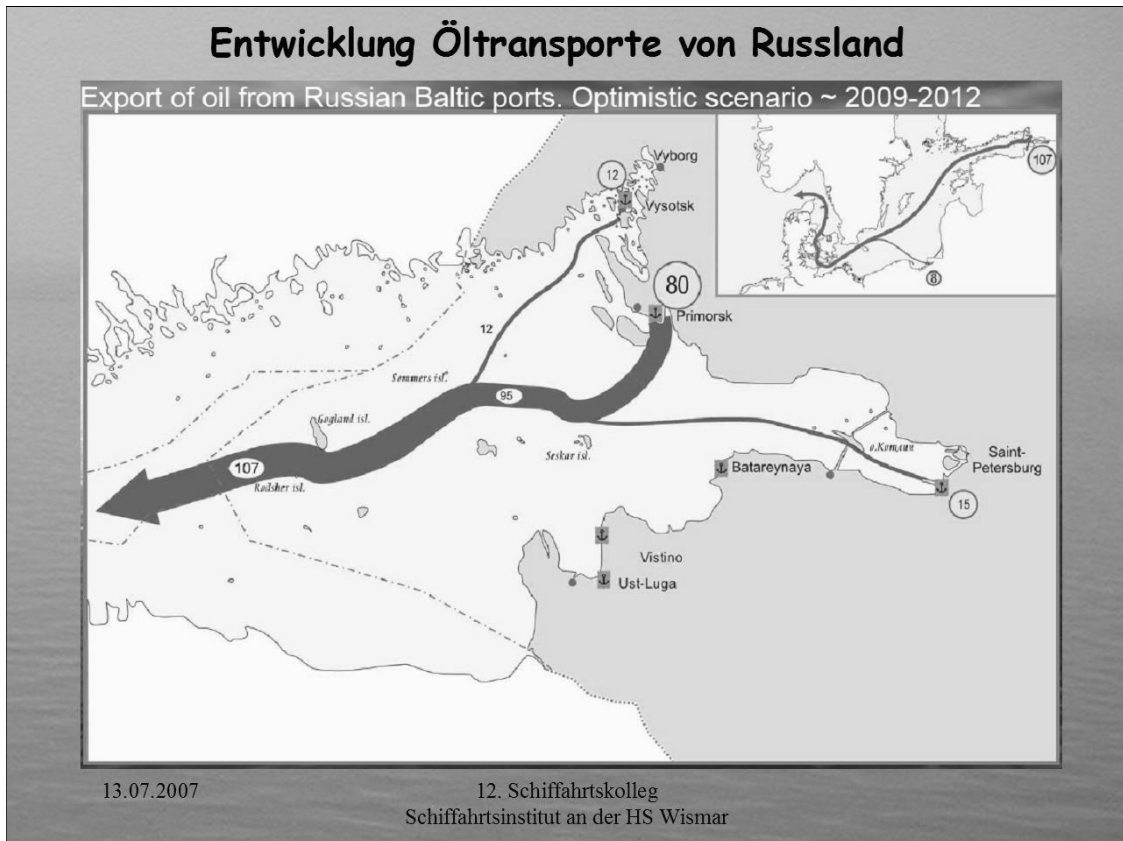
## Entwicklung Öltransporte von Russland Tankergrößen

- **Vessel (Proposed by Stena Bulk):**
- 195-200,000 dwt on 15.4 m - design - Baltic
- 240-250,000 dwt on 18.0 m – scantling – Black Sea
- LOA 299 m
- Beam 66.5 m
- Double hull
- Twin skeg - Redundant propulsion
- High Manoeuverability
- Ice Class – 1C (or higher)



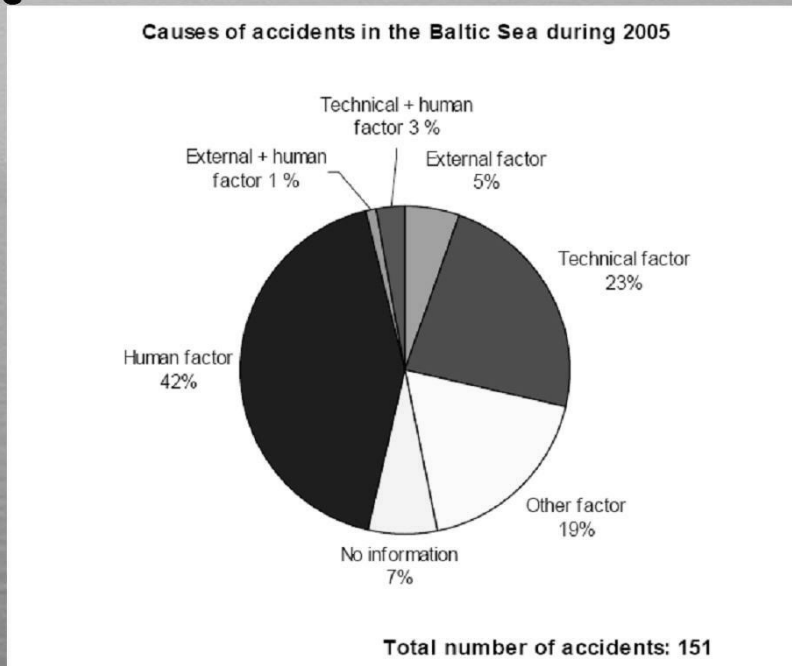
13.07.2007

12. Schiffahrtskolleg  
Schiffahrtsinstitut an der HS Wismar





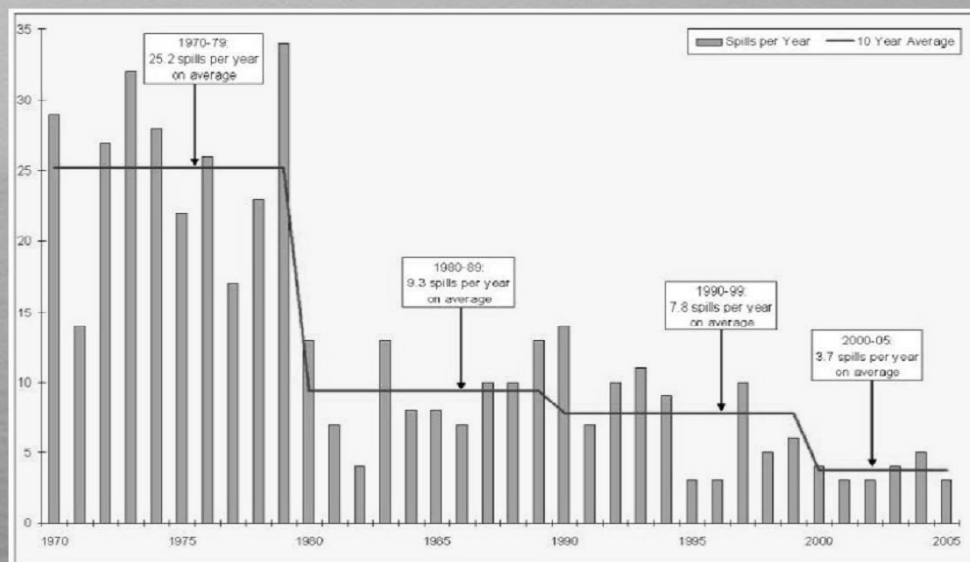
## Unfälle in der Ostsee Gründe



13.07.2007

12. Schiffahrtskolleg  
Schiffahrtsinstitut an der HS Wismar

## Maßnahmen zur Risikokontrolle verringern die Unfallhäufigkeit



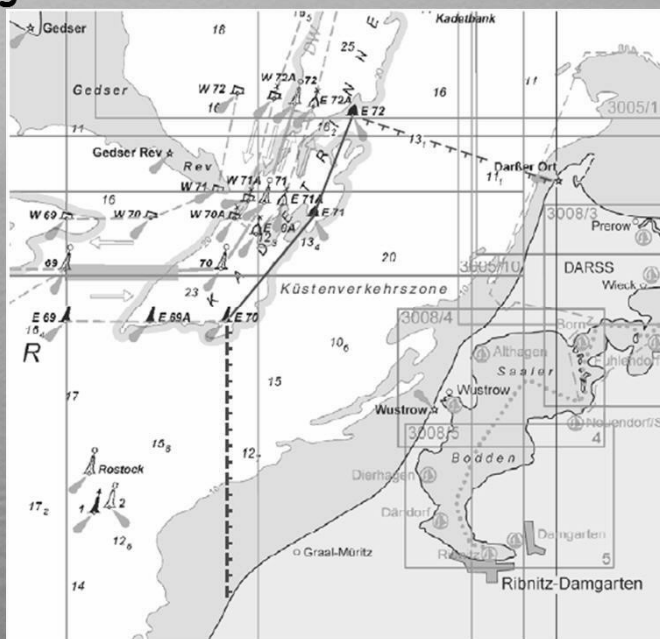
ITOPF, Anzahl der Ölfreisetzungen über 700 Tonnen

13.07.2007

12. Schiffahrtskolleg  
Schiffahrtsinstitut an der HS Wismar

## Maßnahmen zur Erhöhung der Schiffssicherheit Verkehrsführung

Neue Verkehrswegeföhrung  
Kadettrinne ab 01.07.2006

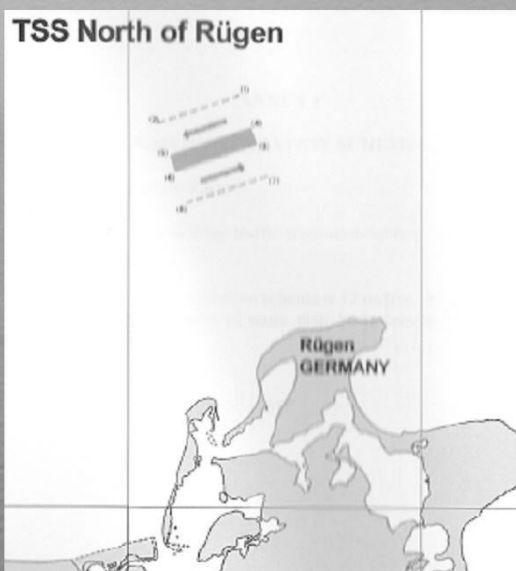


13.07.2007

12. Schiffahrtskolleg  
Schiffahrtsinstitut an der HS Wismar

## Maßnahmen zur Erhöhung der Schiffssicherheit Verkehrsföhrung

Neue Verkehrswegeföhrung  
nördlich von Rügen ab 02/06

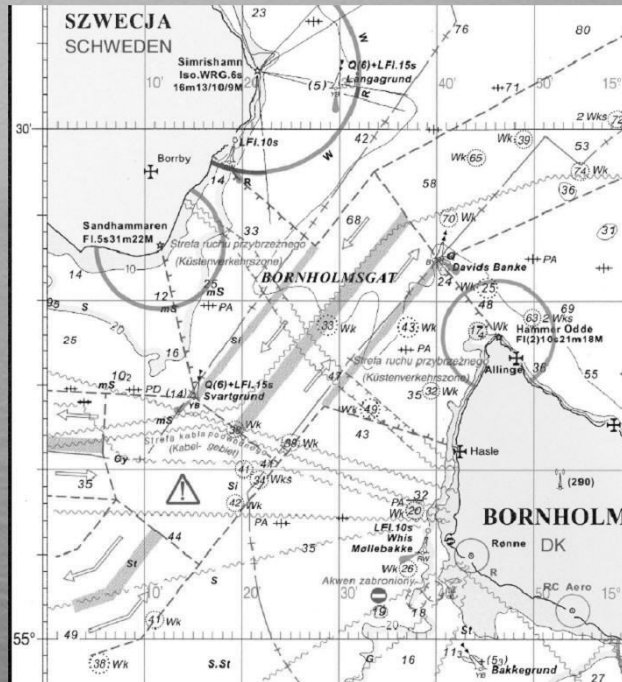


13.07.2007

12. Schiffahrtskolleg  
Schiffahrtsinstitut an der HS Wismar

## Maßnahmen zur Erhöhung der Schiffssicherheit Verkehrsführung

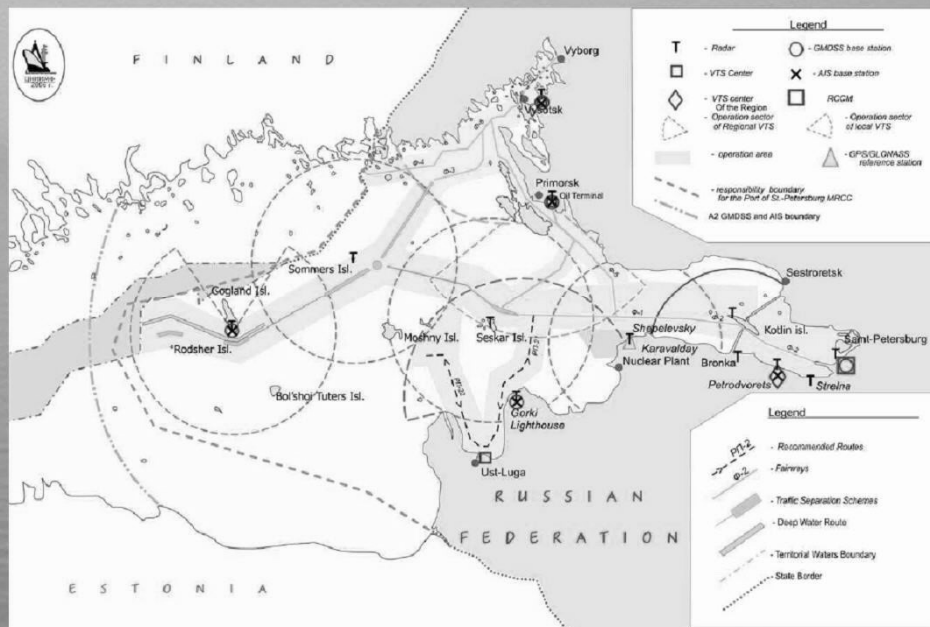
Neue Verkehrswegeführung  
nördlich Bornholm ab 07/06



13.07.2007

12. Schiffahrtskolleg  
Schiffahrtsinstitut an der HS Wismar

## Maßnahmen zur Erhöhung der Schiffssicherheit Verkehrsführung und Überwachung im östl. Golf von Finnland



13.07.2007

12. Schiffahrtskolleg  
Schiffahrtsinstitut an der HS Wismar

**Maßnahmen zur Erhöhung der Schiffssicherheit**  
Verkehrsführung und Überwachung im östl. Golf von Finnland



**Regional VTS centre  
in the Petrodvorets**

13.07.2007

12. Schiffahrtskolleg  
Schiffahrtsinstitut an der HS Wismar

**Maßnahmen zur Erhöhung der Schiffssicherheit**  
Verkehrsführung und Überwachung im östl. Golf von Finnland

Unbemannte Station auf  
Kotlin Island



13.07.2007

12. Schiffahrtskolleg  
Schiffahrtsinstitut an der HS Wismar

## Unfälle in der Ostsee

1979  
„Antonio Gramski“ 5500t  
1981 „Glob Asimi“ 16000t  
1990 „Volgoneft“ 700-800t  
2001  
„Baltic Carrier“ 2700t  
2003 „Fu Shan Hai“ 1200t



13.07.2007

12. Schiffahrtskolleg  
Schiffahrtsinstitut an der HS Wismar

## Unfälle in der Ostsee



13.07.2007

12. Schiffahrtskolleg  
Schiffahrtsinstitut an der HS Wismar



## Die Auswirkungen



13.07.2007

12. Schiffahrtskolleg  
Schiffahrtsinstitut an der HS Wismar

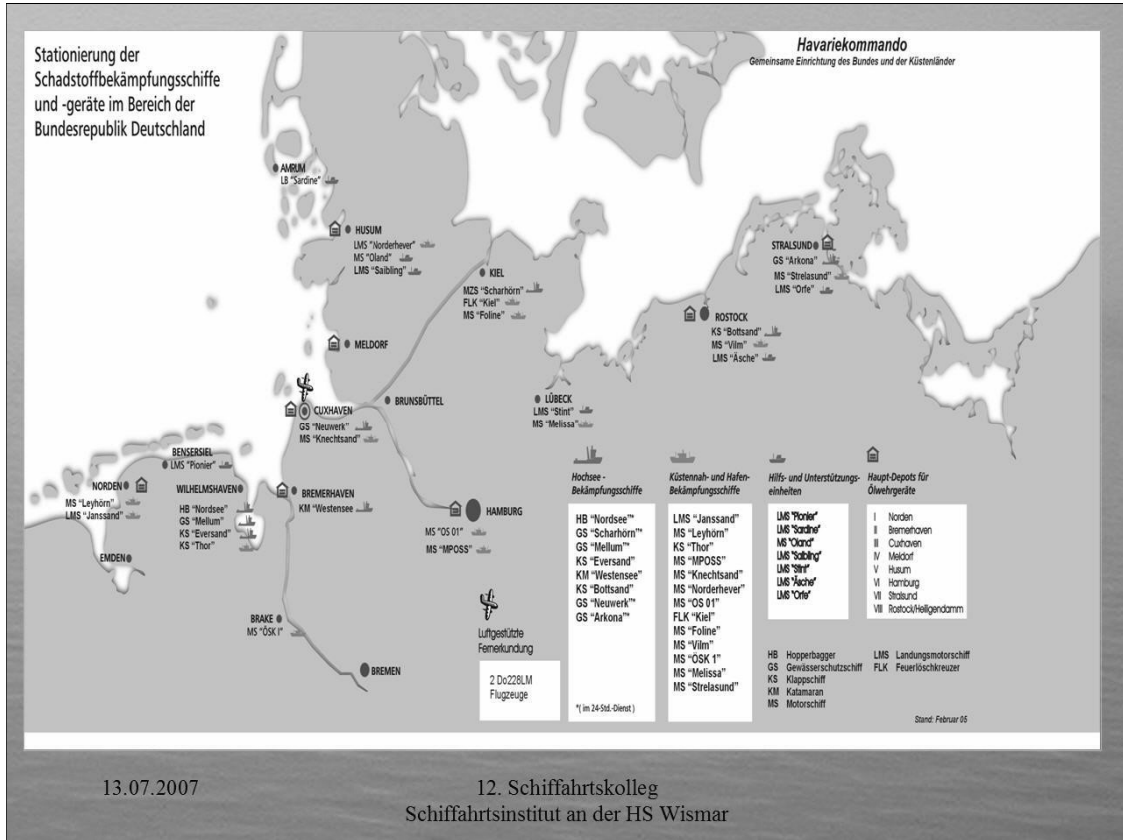
## Bekämpfungskapazitäten in der Ostsee

- ~30 Notschlepper mit 50t Pfahlzug oder mehr
- ~ 40 seegängige Bekämpfungsschiffe



13.07.2007

12. Schiffahrtskolleg  
Schiffahrtsinstitut an der HS Wismar



## Internationale Übung BALEX Delta vor Warnemünde: „Bottsand“ und „Vilm“



13.07.2007

12. Schiffahrtskolleg  
Schiffahrtsinstitut an der HS Wismar

## Internationale Übung BALEX Delta vor Warnemünde



13.07.2007

12. Schiffahrtskolleg  
Schiffahrtsinstitut an der HS Wismar



## Internationale Übung BALEX Delta vor Warnemünde



13.07.2007

12. Schiffahrtskolleg  
Schiffahrtsinstitut an der HS Wismar

## Internationale Übung BALEX Delta vor Warnemünde



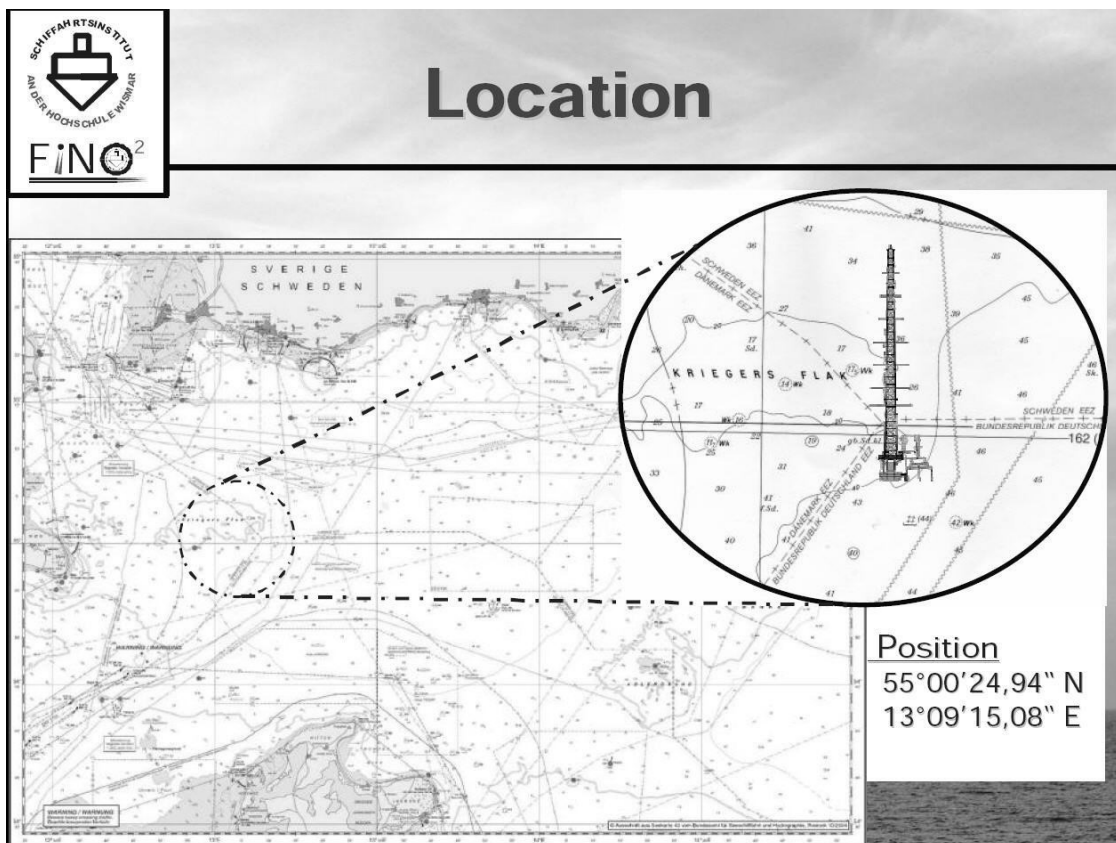
13.07.2007

12. Schiffahrtskolleg  
Schiffahrtsinstitut an der HS Wismar



## Temporäre Navigationsunterstützung im ausgewählten Seegebiet Kriegers Flak

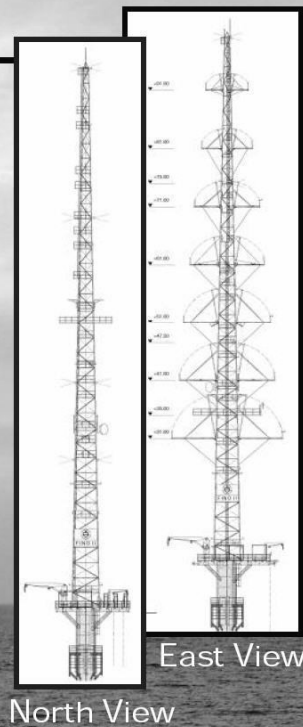
*Prof. Reinhard Müller, Dr. Anke Zölder*  
Schiffahrtsinstitut Warnemünde e.V.





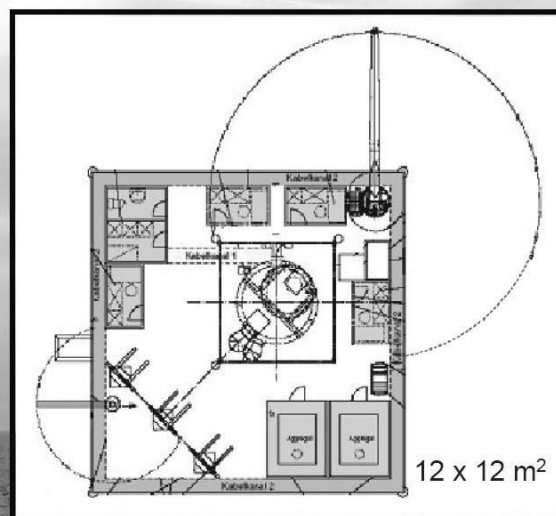
## Construction

- Steel lattice mast 100 m high as monopile structure
- Working deck with 150 m<sup>2</sup> for operation
- Fitted out with fixed and hinged platforms in various levels



## Working Deck

- Air-conditioned containers for technical equipment, communication, standby set
- Electric power station
- Automatic Monitoring
- Lifting jack





## Supply for scientists and engineers

- **Measurement Sessions**
- **Offshore Investigation Support**
- **Data Communication Support**
- **Wind Farm Areas Protection**
- **Shuttle Service**



## Measurement Sessions

- Measurements below, above and on the water line
- Using comfortable hinged arms for sensor installation in various mast highs
- Pre-installed cable ducts and switchboards
- Data collecting and –storing in a special server aboard
- Protected electric power supply
- Continuous or interrupted Data transfer ashore



## Offshore Investigation Support

- Installation of user's own sensor techniques
- Energy supply for user's own sensors
- Transfer of sensor data via communication channel
- Management of measurement, monitoring and observation tasks
- Measurement campaigns on user's demand



## Wind Farm Areas Protection

- Offshore Vessel Traffic Support
- Observation and monitoring of traffic inside and around the wind farms
- Information Service (weather, traffic)
- Navigational Assistance Service
- Development of traffic safety concepts for Offshore wind farms owners

## **Der neue Simulator Safety and Security Trainer mars<sup>2</sup> von Rheinmetall Defence Electronics und die Verwendung in der Ausbildung**

**Alexandra Oesterle**

*Maritime Simulation Rheinmetall Defence Electronics GmbH*

### **1 Einleitung**

RDE hat in Zusammenarbeit mit der Firma MARSIG und mit fachlicher Beratung durch die Fachhochschule Flensburg einen neuen Simulator mars<sup>2</sup> entwickelt, der hier kurz vorgestellt werden soll.

Mars<sup>2</sup> steht für Maritime Safety and Security Trainer. Dieser Simulator wurde als Managementtrainer für Notfallmanagement konzipiert.

Ich möchte die Vorstellung mit einem Ausspruch beginnen:

You do things right

Because you have experience!

You have experience

Because you did things wrong!

Diese zwei Sätze verdeutlichen die jetzige Ausbildung in Bezug auf Notfallmanagement in weiten Teilen der Welt. Doch was früher vielleicht noch möglich war, ist aufgrund der geänderten Situationen und des gestiegenen Sicherheitsbewusstseins heute nicht mehr praktikabel. Das Thema Sicherheit gewinnt heute in der Seeschifffahrt zunehmend an Bedeutung. Hierbei kommt der Ausbildung mit Simulationsgeräten eine größere Bedeutung zu. Auf diese Anforderung hat das Haus RDE mit der Entwicklung der neuen Simulatorfamilie reagiert.

#### **Was ist mars<sup>2</sup>?**

**mars<sup>2</sup> ist das erste Simulatorkonzept mit dem das Notfallmanagement auf dem kompletten Schiff im Teamtraining ganzheitlich trainiert werden kann.**

Doch was ist das Besondere an unserem neuen Simulator. Bisher wurde die Ausbildung für Notfallmanagement in die reguläre Simulatorenausbildung integriert. Aspekte aus dem Bereich der Schiffsführung werden an Schiffsführungssimulatoren trainiert. Notfälle im Bereich der Maschine mit dem Schiffsmaschinensimulator Das gleiche gilt mit einem Liquid Cargo Simulator für den Bereich der Be- und Entladung eines Tankers.

Doch mit den bisherigen Simulatoren wird zwar Spezial Training durchgeführt, aber der ganzheitliche Trainingsgedanke für das Training der gesamten Crew für das Verhalten bei Notfällen stand bisher nicht im Vordergrund.

Der Ausbildungsstand im Bereich der Seefahrt in Bezug auf Notfallmanagement beinhaltet 2 große Blöcke Basistraining und die Ausbildung zum Wachoffizier.



Im Basistraining wird die praktische Handhabung und Benutzung von Feuerlöschern und Atemschutzausrüstungen, die Bedienung der Sicherheitseinrichtungen sowie die Bedienung des Rettungsbootes trainiert. Ebenfalls sind die Überlebensregeln ein wichtiger Bestandteil dieser Ausbildung.

Diese Kenntnisse werden im praktischen Training und durch Berufserfahrung vermittelt.

Für die Ausbildung zum Wachoffizier kommen weitere Themenschwerpunkte hinzu. Kenntnisse über Stabilität, Schiffssicherheit und das Verhalten bei Notfällen gehört hier ebenso zur Ausbildung wie die Kenntnisse der STCW, ISM und ISPS Vorschriften.

Diese Kenntnisse werden in der theoretischen Ausbildung und im Simulatortraining vermittelt.

Welche Übungen müssen heute im Bereich Notfallmanagement an Bord durchgeführt werden?

Dort sind als erstes die persönlichen Übungen, die bei Bedarf bei neuen Besatzungsmitgliedern oder bei neuen Aufgaben durchgeführt werden. Dies sind im Einzelnen die Belehrungen über Sicherheitseinrichtung, über gefährliche Ladung und die persönlichen Übungen nach ISPS.

Als nächstes kommen die Übungen für einzelne Gruppen. Hier sind Übungen mit Checklisten für den Bereich Deck, Ladung und Maschine zu sehen. Neu hinzugekommen sind Übungen entsprechend ISPS und Ship Security Plan.

Als Übungen für die komplette Crew sind dann noch Feuerübungen, Übungen zum Verlassen des Schiffes sowie Rettungsübungen zu sehen.

Kombinierte Übungen mit Rettungs-, Feuer- und Verlassen des Schiffes bilden für die gesamte Crew die höchste Ausbaustufe. Alle die vorgenannten Übungen sind in einem Intervall von wöchentlich bis zu einem Intervall von 6 Monaten durchzuführen. Wie leicht zu ersehen ist, bilden diese Übungen einen großen Zeit- und Kostenfaktor.

Je nach Flaggenstaat können hierbei zwischen 78 und 130 Übungen im Jahr von der Crew durchgeführt werden müssen. Hier kann ein Simulatortraining unterstützen und die Ausbildung verbessern.

Einer der Kernpunkte der Übungen ist das Training einer guten Kommunikation.

In einem Notfall stellt nur eine reibungslose Kommunikation ein effektives Notfallmanagement sicher. Hierbei stellt die Führungsgruppe bestehend aus dem Kapitän, dem Chief Engineer und den Offizieren die Kerngruppe dar. Diese Gruppe stellt sicher, dass bei der Kommunikation mit externen Stellen wie zum Beispiel bei der Unterstützung durch Einheiten von Land, beim Medizinischen Service oder bei der Rettung auf See eine reibungslose Kommunikation sichergestellt ist. Doch auch die interne Kommunikation zum Beispiel zum Feuertrupp Deck oder Maschine muss in einem Notfall sicher funktionieren. An Bord befindliche Passagiere oder andere Personen müssen ebenfalls angemessen informiert werden.



## Was sind die typischen Schwierigkeiten im Notfallmanagement und in der Gefahrenabwehr heute

- Der Wissensstand und die Erfahrungen für eine „optimales Notfallmanagement“ ist bedingt durch schnellen Personalwechsel nur noch zum Teil oder gar nicht mehr vorhanden
- Multilinguale Crews haben Schwierigkeiten mit der Kommunikation in Notfallsituationen
- Durch die immer stärker werdende Reduktion der Besatzungsmitglieder fehlt die Zeit für ausführliche Trainings an Bord
- Neue gesetzliche Anforderungen (ISM/ISPS) erfordern die Umsetzung in Bezug auf das Notfallmanagement

Mit einem Simulatortraining kann hier der Ausbildungsstand der Besatzung verbessert werden.

## 2 Mars<sup>2</sup> Safety and Security Trainer

Welche Ausbildungsschwerpunkte können nun mit unserem neuen Simulator trainiert werden?

### Safety

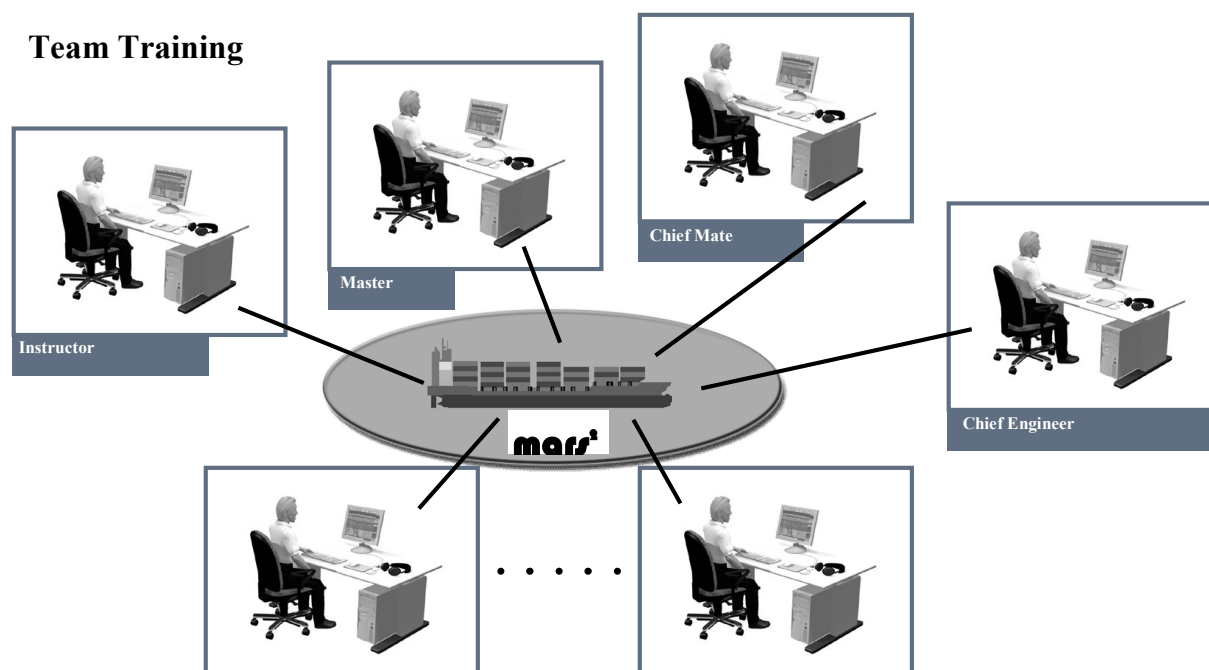
- Wassereinbruch
- Feuer an Bord
- Kollision
- Auf Grund laufen
- SAR Operationen
- Maschinenstörungen
- Evakuierungen

### Security

- unerlaubter Zugang / blinder Passagier
- Beschädigung / Untergang des Schiffes
- Verhalten bei Piraterie
- ISPS Training Szenarios
- Personenunfälle

## 2.1 Allgemeiner Aufbau des Simulators

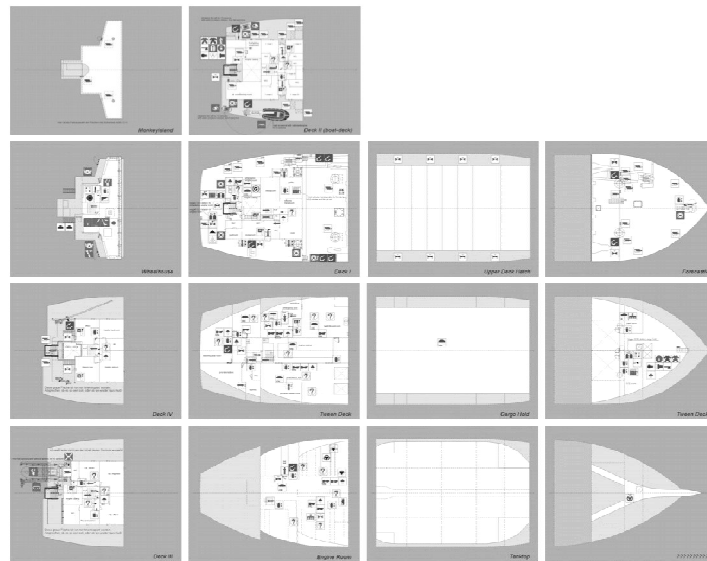
Der Simulator ist als Teamtrainer aufgebaut. Je nach verfügbarer Ausbaustufe ist hier je ein PC Arbeitsplatz einer Person bzw. Funktion zugeordnet. Alle Teilnehmer befinden sich auf einem gemeinsamen Schiff. Aktionen eines Trainee haben die entsprechenden Konsequenzen bei den anderen Teilnehmern. Hierbei kann der Instruktor als zusätzliches Besatzungsmitglied, als Passagier oder als Landstation fungieren. Im Gegensatz zu den anderen Simulatoren wie Ship Handling oder Ship Engine ist hier jeder Station keine feste Funktion wie zum Beispiel eines Navigationsgeräts sondern der jeweiligen Person zugeordnet. Der Trainee steuert seine Person mit Hilfe der Maus durch das Schiff und führt die erforderlichen Aktionen aus.



Wie schon eingangs erwähnt, ist eine reibungslose Kommunikation ein Schwerpunkt des erfolgreichen Notfallmanagements. Der mars<sup>2</sup> Simulator ist für eine realitätsnahe Kommunikation ausgelegt. Zum Beispiel können Personen nur miteinander sprechen wenn sie sich im gleichen Raum befinden. Befinden sich die Personen an getrennten Orten, so ist genau wie an Bord eine Kommunikation nur über entsprechende Geräte wie Sprechfunkgeräte oder Telefone möglich.

## 2.2 Grundkonzept des Simulators

Der gesamte Simulator basiert auf dem hinterlegten Sicherheitsplan des entsprechenden Schiffes. In diesem Plan sind alle Sicherheitseinrichtungen verzeichnet. Diese Sicherheitseinrichtungen sind im Simulator nachgebildet und können vom Trainee benutzt werden.



*Hier wurde als Schiffsmodell ein Küstenmotorschiff verwendet.*

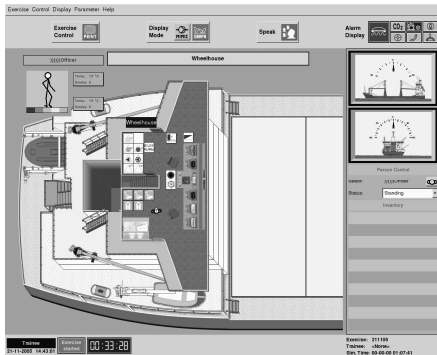
### 2.3 Bedienung des mars<sup>2</sup>

Jedem Arbeitsplatz sind 2 Monitore mit der Bezeichnung Action Monitor und Situation Monitor zugeordnet.

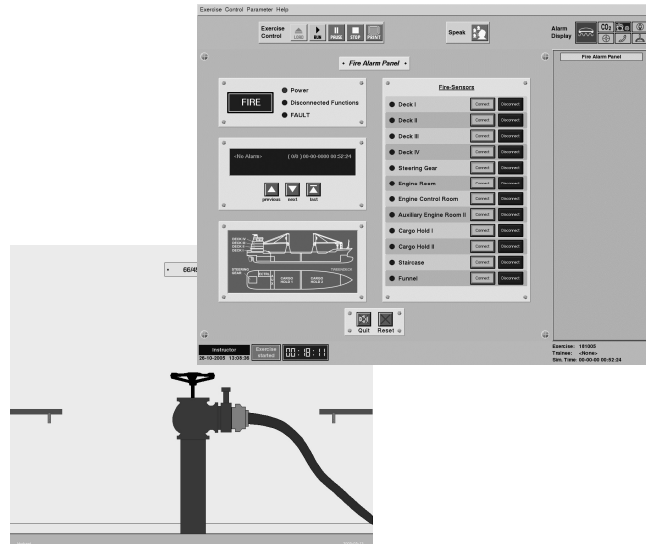
Auf dem Situation Monitor kann der Trainee seine Position im Schiff sehen. Hier kann er mit seiner Person durch das Schiff manövrieren. Ebenfalls werden die verfügbaren Sicherheitseinrichtungen ausgewählt.

Auf dem Action Monitor werden die ausgewählten Sicherheitseinrichtungen dargestellt und können bedient werden.

## Situation Monitor



## Action Monitor



## 2.4 Hauptfunktionen des Simulators

Die wesentlichen Funktionen des Simulators beinhalten:

- Ausbruch und Bekämpfung eines Feuers
  - im Wohnbereich
  - in der Maschine
  - in sonstigen Betriebsräumen
- Ruderausfall und Einsatz der Notsteuerung
- Wassereintrich im Schiff
  - Maschinenraum
  - Maschinenkontrollraum
  - Hilfsmaschinenraum
  - Laderäume
- Piraterie und Einschleicher

Übungen mit allen diesen Funktionen werden mit Hilfe des Replay aufgezeichnet und können so beim Debriefing den Teilnehmern für die Manöverkritik wieder vorgeführt werden.

Um den Stresspegel bei den Übungen noch weiter zu erhöhen, können auch alle Szenarien miteinander kombiniert werden oder durch vom Instruktor gesetzte Malfunctions erschwert werden.

### 2.4.1 Szenario Brand auf dem Schiff

Für die Notfallübung Feuer sind im Simulator verschiedene Sicherheitseinrichtungen implementiert. Als Beispiel sind hier zu nennen:

- Rauchmelder
- Feuer Alarm Melder
- Handfeuerlöscher
- Hydranten mit Schlauch
- Hitzeschutzanzüge
- Atemschutzgeräte

usw. ...



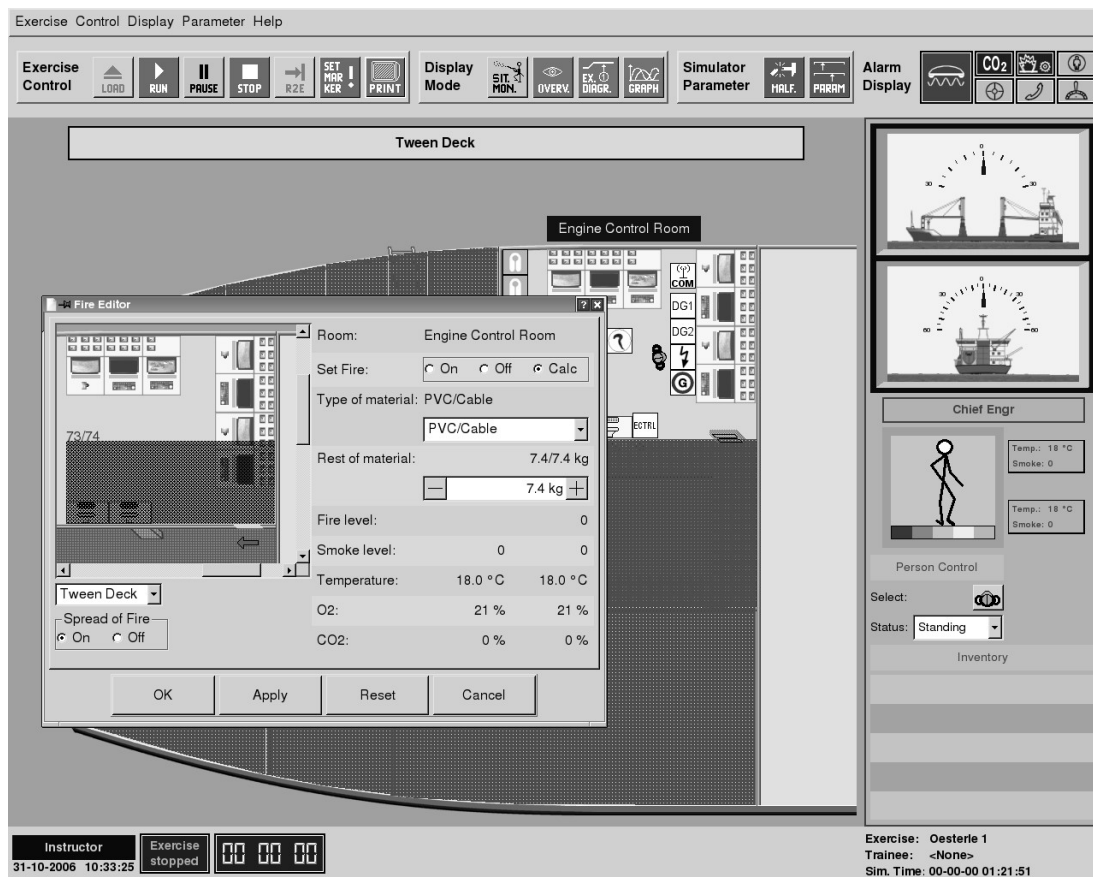
*Beispiele von Sicherheitseinrichtungen*

Zielrichtung des Trainings ist nicht das ordnungsgemäße Bedienen eines Gerätes (hier ist auf jeden Fall das Training am Original notwendig), sondern das Managementtraining wann setze ich das Gerät ein, wie viele Personen werden zum Notfallort geschickt, was macht die Crew wenn die Geräte defekt oder nicht ausreichend vorhanden sind.

## 2.4.2 Fire Editor

Der Instruktor kann bei der Übungsvorbereitung mit Hilfe eines so genannten Fire Editors ein Feuer setzen.

Der Simulator ist so konfiguriert, dass das gesamte Schiff in Brandzellen unterteilt ist. Eine Brandzelle kann einen Raum oder auch nur einen Teilbereich hiervon darstellen. Zusätzlich ist jeder Raum auch in der Höhe in 2 Schichten aufgeteilt, um die unterschiedliche Rauchverteilung darzustellen. Im Editor können nun verschiedenen Brandmaterialien sowie die Menge des brennbaren Materials eingegeben werden.



## 2.4.3 Physikalische Modelle für die Brandbekämpfung

- Rauch, Temperatur und Flammen Sensoren
- Feuerausbreitungsmodelle unter Berücksichtigung von Materialmengen, Sauerstoffgehalt und Temperaturen
- Flash over und Back Draft von Feuer
- Rauch Schichtenmodell
- Verschiedene Löschmittel wie Wasser ,Schaum und CO<sup>2</sup>
- Alarmhandling und Monitoring von der Brücke
- Personenmodell mit Gesundheitsmonitoring

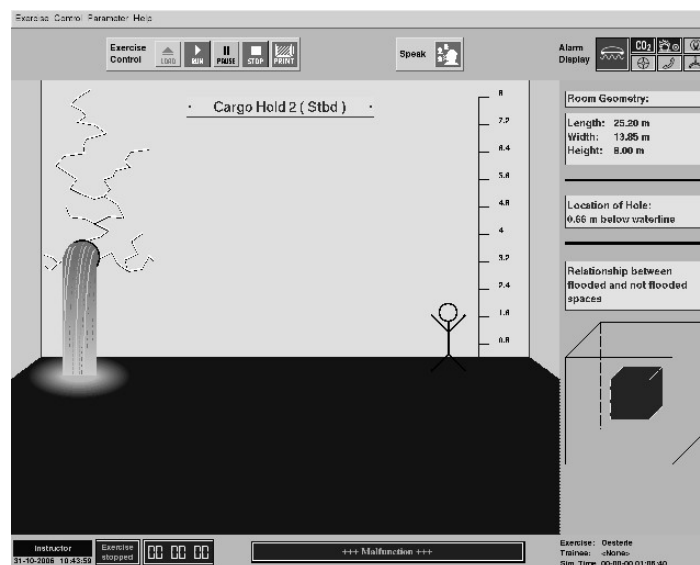
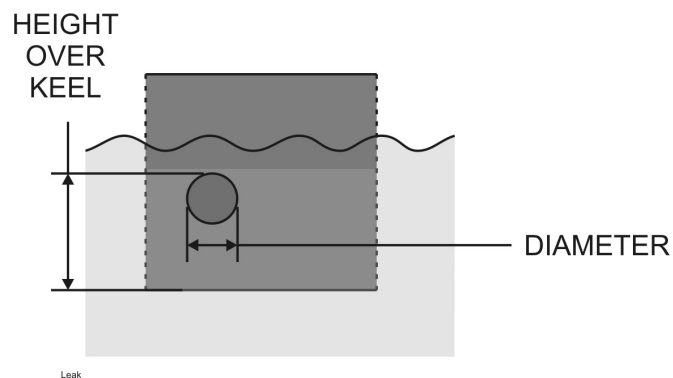
## 2.4.4 Szenario: Wassereintrich

Als weiteres großes Notfallszenario kann ein Wassereintrich simuliert werden.

Hierbei können vom Instruktor Parameter wie die Wassermenge und der Eintrittsort bei der Generierung der Übung gesetzt werden.

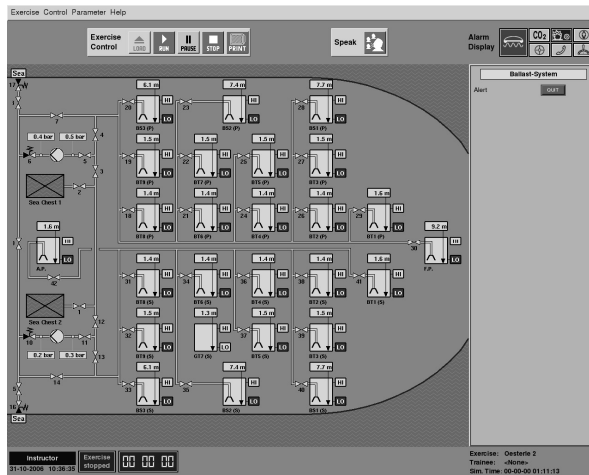
Wassereintrich kann im Schiff und auch im Simulator passieren durch:

- Kollision
- Rohrbruch
- Löschwasser

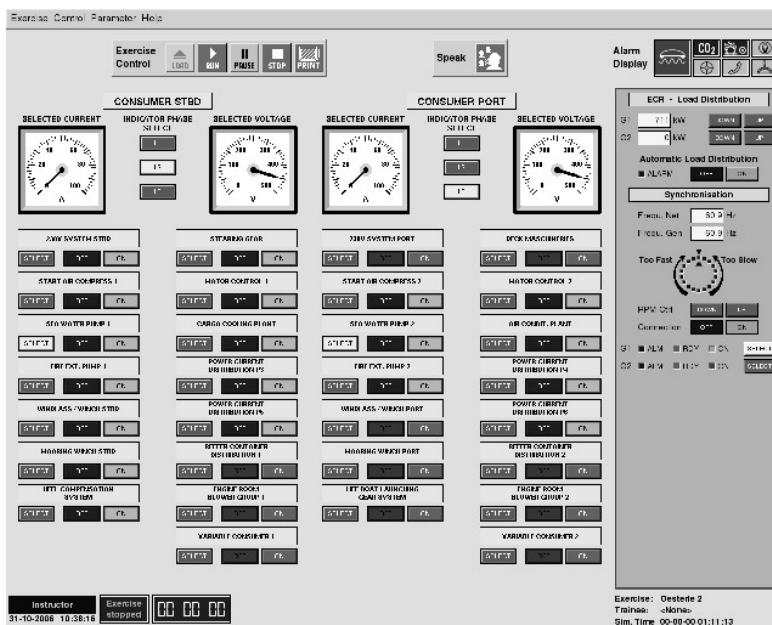


Verfügbare Hilfsmittel für den Wassereintrich

- Bilge und Ballastpumpen
- Wasserstandsmessungen
- Load Calculator
- Tiefgangs-, Trimm und Krängungsanzeigen



Beispiel eines Mimic Bildes für die Bedienung der Ballastpumpen



Beispiel eines Mimic Bildes für die Bedienung der elektrischen Verbraucher

Die simulierten Sicherheitseinrichtungen und technischen Systeme sind aus den Ship Handling und Schiffmaschinensimulatoren übernommen und für den Einsatz im Notfallmanagement Trainer konfiguriert worden.

Für die Verdeutlichung der Funktionen soll hier ein kleines Beispiel angeführt werden. Im Falle eines Feuers, welches mit dem Löschmittel Wasser gelöscht werden soll, muss vom Trainee sichergestellt werden, dass die entsprechenden Feuerlöschpumpen in Funktion sind. Hierfür muss die elektrische Versorgung mit Hilfe des Generators oder des Notgenerators sichergestellt werden. Erst dann können die Pumpen eingeschaltet werden.

Der Instruktor hat hier wie auch bei vielen anderen Parametern die Möglichkeit durch vordefinierte Malfunctions den Schwierigkeitsgrad und den Stress für die Trainees noch zu erhöhen.



### **2.4.5 Scenario: Security**

Für die Trainingsmöglichkeiten im Bereich Security können mit dem Simulator im Wesentlichen die Bereiche

- Gangway Kontrolle
- Sicherheitsrelevante Bereiche
- Alarmierung
- Durchsuchungsmethoden gegen Einschleicher

genannt werden.

## **2.5 Allgemeines**

Der Simulator wurde 2006 vom GL zertifiziert. Die DNV Zertifizierung ist in Arbeit.



## **Selektion optimaler Manöverräume für das Positionieren großer Schiffe**

**Prof. Dr.-Ing. Reinhard Müller**

*Hochschule Wismar, Bereich Seefahrt*

**Dipl.-Math. Michaela Demuth**

*Schiffahrtsinstitut Warnemünde e.V.*

Abstrakt:

Das Manövrieren und Positionieren großer Schiffe sind komplexe Prozesse und hängen von vielen Einflussfaktoren ab. Besonders in räumlich eingeschränkten Revieren kommt der Wahl des optimalen Manöverraums große Bedeutung hinsichtlich der Komfortabilität und Effizienz des Manövrierens zu. Während das menschliche Auge schnell zusammenhängende und geeignete Manöverflächen aus Seekarten identifizieren kann, bleibt die Auswahl des Besseren im Ermessen des Nautikers und hängt stark vom Grad seiner Erfahrung und Vertrautheit mit der Umgebung ab.

Im folgenden Papier wird ein Verfahren zur automatischen Selektion optimaler Manöverräume beliebiger, definierter Reviere für das Positionieren und Manövrieren großer Schiffe vorgestellt.

### **1 Motivation**

Das Manövrieren und Positionieren großer Schiffe sind komplexe Prozesse und hängen von vielen Einflussfaktoren ab. Zur Bewältigung der Manöveraufgabe sind dem Nautiker an Bord eines Schiffes vielfältig technische Hilfsmittel zur Verfügung gestellt. Neben Radar, ECDIS und Positionssystemen stehen dem Nautiker Autopiloten für Bahn-, Geschwindigkeits- und Kursregelungen zur Verfügung. Diese Pilotsysteme ermöglichen das automatisierte Abfahren vorgegebener Routen, wobei die manuell bestimmten Passierpunkte der Route vom System auf ihre Gültigkeit und Erreichbarkeit geprüft und bewertet werden. Dabei werden Tiefenlinien des Seegebietes ebenso berücksichtigt wie der Winkel zwischen drei aufeinander folgende Passagepunkte hinsichtlich Tiefgang und Drehkreisradius des Eigenschiffes.

Für das (teilautomatisierte) Manövrieren in begrenzten Revieren sind diese Systeme nicht einsetzbar, da sie ausschließlich die vorausgerichtete Fahrt des Eigenschiffes berücksichtigen. Im Verbundprojekt ADANAV (Adaptive Navigation) werden hierzu wissenschaftliche Untersuchungen und Entwicklungen durchgeführt, die großen Schiffen mit modernen und konventionellen Antrieben ein automatisches Manövrieren in eng begrenzten Navigationsräumen ermöglichen sollen. Innerhalb des Teilprojektes SEPMAN des Schiffahrtsinstitutes ist der Focus der Untersuchungen auf das automatische Generieren optimierter Bahnen zur Lösung einer Manöveraufgabe im eingeschränkten Revier gelegt.

Daraus resultierte die Untersuchung und Selektion eines besten Manöverraumes für das Positionieren großer Schiffe.

## 2 Einführung

Betrachtet wird ein beliebiges Manövergebiet. Wie *sieht* dieses aus? Was für das menschliche Auge und Gehirn eine Trainingsaufgabe darstellt, muss einem blinden technischen Algorithmus beschrieben werden.

Das menschliche Auge erfasst mit einem Blick auf die Seekarte die komplexe Charakteristik eines Seegebietes. Landkonturen, Tiefenlinien und Sperrgebiete werden schnell als dimensionierte Flächen wahrgenommen. Bedürfnisabhängig erfolgt eine Bewertung der verfügbaren Flächen; zu eng, zu schmal, ausreichend weiträumig. Alternativ vorhandene Flächen werden gegeneinander abgewogen und einem Ranking unterzogen. Dabei spielen Erfahrung und Erfordernis eine ausschlaggebende Rolle.

Wenn, wie vorausgesetzt, das Manövergebiet durch Polygone beschrieben werden, müssen demzufolge für die technische Automatisierung dieses Prozesses zusammenhängende Flächen des betreffenden Manövergebietes identifiziert, charakterisiert und beurteilt werden.

Wie ist aus aneinander gereihten Strichen die Dimension des Manövergebietes zu ermitteln und in sinnige Teilflächen zu gliedern? Wie sind die Teilflächen zu bewerten? Welche Abwägungen sind zum Priorisieren der Teilflächen notwendig?

## 3 Lösungsansatz

### 3.1 Zellulare Automaten

Zellulare Automaten sind Berechnungsmodelle, die zum Beschreiben von komplexen Zuständen herangezogen werden. Ein zellulärer Automat besteht aus einem zwei oder mehrdimensionalen Feld, dessen Zellen lokal miteinander verbunden sind.

Jede Zelle besitzt zwei Eigenschaften: einen Anfangszustand und eine definierte Nachbarschaft zu anderen Zellen (vgl. Abb. 1). Die Nachbarschaftsbeziehung ist bidirektional.

Der Anfangszustand einer Zelle entwickelt sich durch eine auf alle Zellen gleichsam wirkende Vorschrift generativ weiter. Dabei wird der neue Zustand durch die aktuellen Zustände seiner Nachbarzellen und des eigenen Zustandes beeinflusst.

Die Entwicklungsvorschrift ist in Regeln beschrieben. Bei einem nichttrivialen Ansatz ist der Endzustand nicht vorhersehbar.

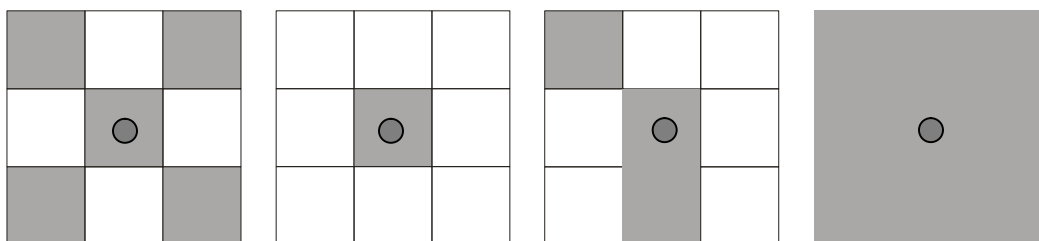


Abb. 1: Beispiele für Nachbarschaftsdefinitionen bzgl. der rot markierten Zelle

### 3.2 Zellulare Automaten zur Identifikation von Manörräumen

Das durch ein Polygon beschriebene Manövergebiet ist durch einen Zellularen Automaten vollständig überdeckt. Der Anfangszustand einer Zelle ist Eins, wenn die Zelle kein Polygon enthält, ansonsten Null.

$$z_0(i) = \begin{cases} 0, & \text{wenn Polygon enthalten} \\ 1, & \text{sonst} \end{cases}$$

Durch rekursives Anwenden einer definierten Entwicklungsvorschrift und einer Moore-Neighborhood ändern sich die Zustände der Zellen derart, dass ein Wertegebirge entsteht (vgl. Abb. 2(a) – (c)).

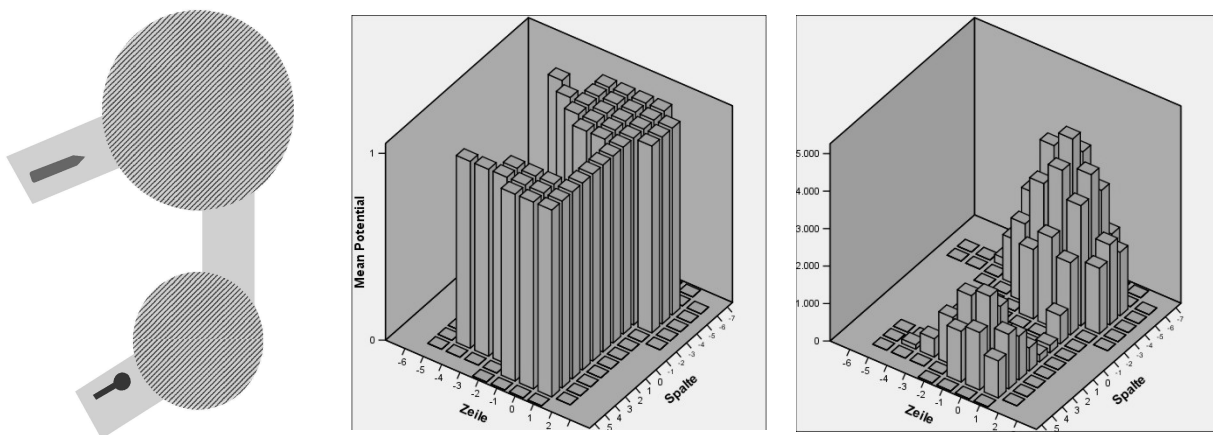


Abb. 2: (a) Manövergebiet mit Manöveraufgabe, (b) Initialisierung der Zellen, (c) generativer Endzustand der Zellen

Das in Abb. 2c ersichtliche dreidimensionale Gebirge beschreibt in jedem Balken eine Zelle des Zellularen Automaten, dem ein metrischer Wert zugeordnet ist. Diese Werte korrespondieren direkt mit der verfügbaren Teilfläche des Manövergebietes. Ein kleiner Wert beschreibt eine kleine Fläche, ein großer Wert eine Große. Wann ein Wert als groß oder klein gilt, ist in Abhängigkeit des zu manövrierenden Schiffes zu definieren. Berücksichtigt werden müssen die Dimensionen des Schiffes und seine Manövrierfähigkeit, die durch Antriebsart und Querstrahlruder bestimmt ist.

Die für ein signifikantes Ergebnis notwendige Anzahl der entwickelten Generationen, wurde empirisch ermittelt. Nach mehreren Testdurchläufen mit modifizierten Zellen des Automaten ist eine Sättigung des Gradientenzuwachses erkennbar (vgl. Abb. 3).

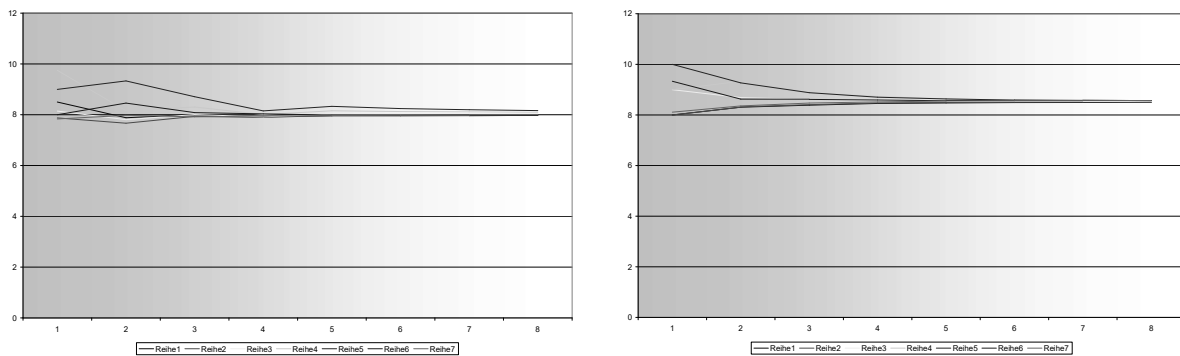


Abb. 3: Empirisch ermittelte Generationenzahl

D.h. nach bereits 5 Generationen ist die Charakteristik des implementierten Zellularen Automaten erreicht. Die Entwicklungen die nach weiteren Generationen bewirkt werden, stellen keinen wesentlichen Unterschied im Ergebnis dar.

## Überblick

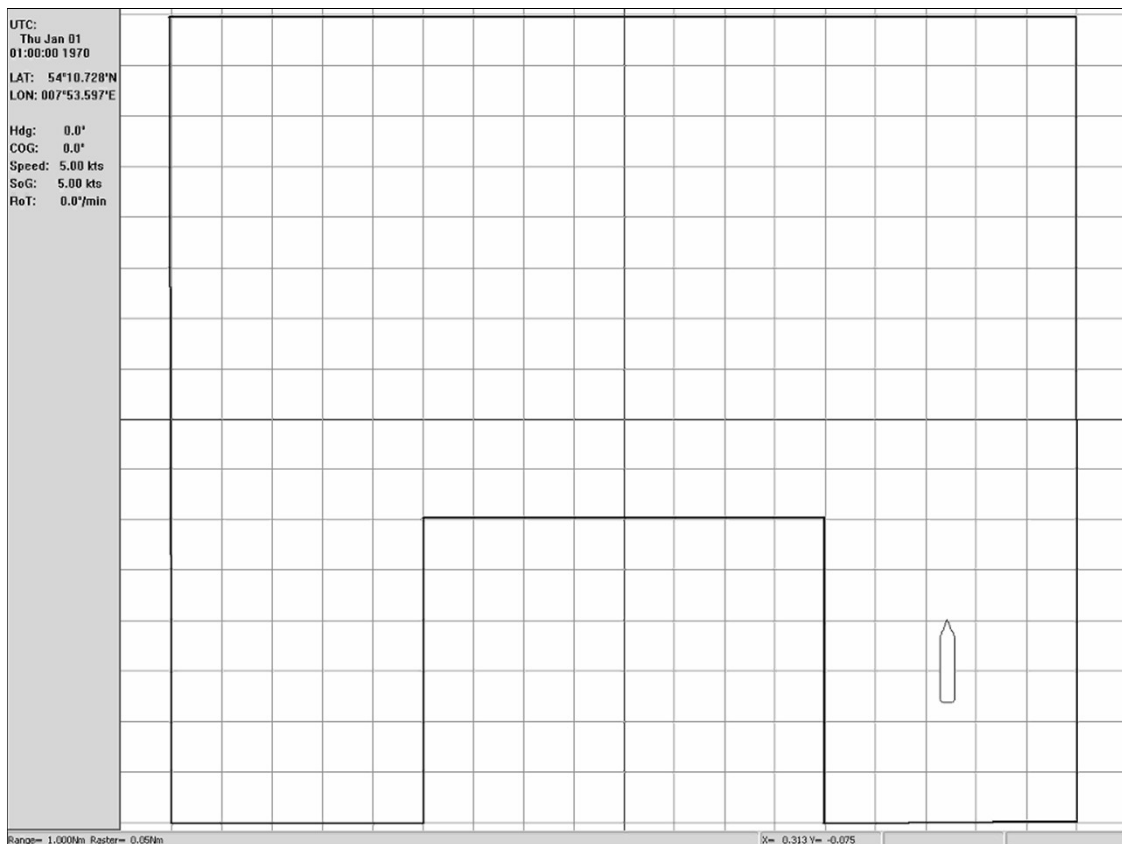
- ◆ Einführung und Motivation
- ◆ Methodik der Problemlösung
- ◆ Identifikation möglicher Manövrierräume
- ◆ Auswahl des besten Manövrierraums
- ◆ Ergebnisse

# Einführung und Motivation (1)

- ▶ Forschungsarbeit im Bereich der automatischen Bahnplanung zum Manövrieren großer Schiffe in engen Revieren
- ▶ Betrachten von Revieren mit beliebigen Konturen des Navigationsraumes
- ▶ Entscheidungsfindung bei mehrdimensionaler Problemstellung
- ▶ Optimieren durch Mittel – Ziel – Analyse

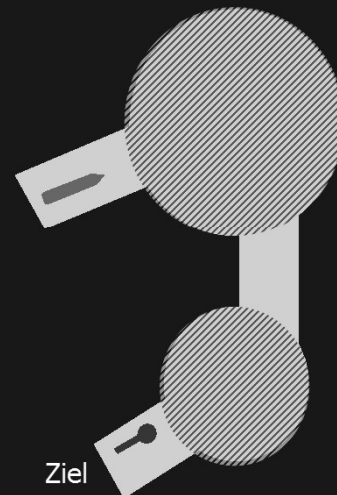
Schiffahrtskolleg, Warnemünde  
November 2006

Selektion optimaler Manörräume für das Positionieren großer Schiffe



## Einführung und Motivation (2)

- ◆ Abstrahiertes Beispiel:
- ◆ Bestimmen von MRF
- ◆ Auswahl des „Besseren“ durch Bewerten der Erreichbarkeit
  - Manöveraufgabe
  - Manövrierfähigkeit des Schiffes
  - Energie / Zeit / Weglänge



## Methodik der Problemlösung

- ◆ Anwenden der Zellularen Automaten
  - Game of Life (Conway, 1970)
- ◆ Definition von Nachbarschaftsbeziehungen

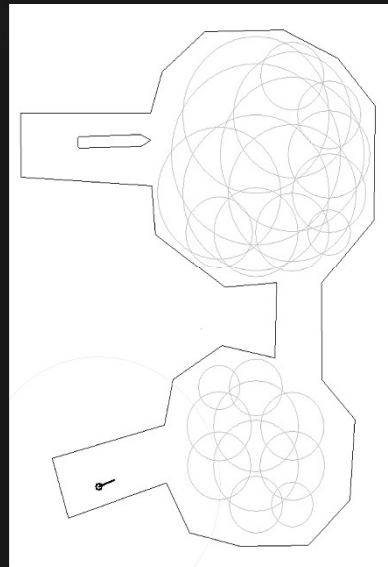
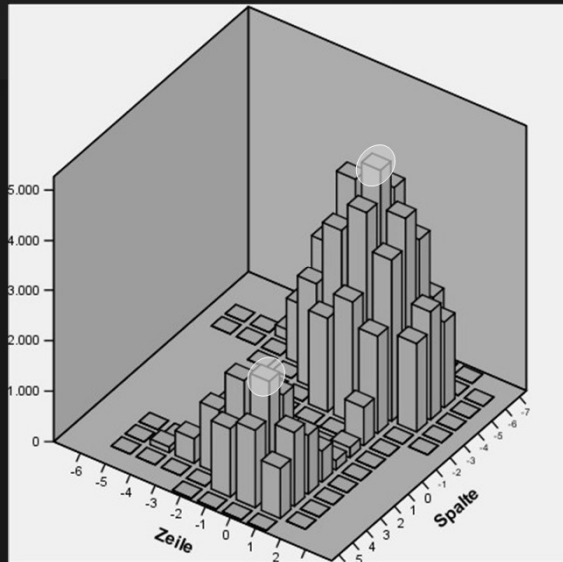


- ◆ Überlagern des Navigationsraumes mit ZA





## Identifikation möglicher MR



Schiffahrtskolleg, Warnemünde  
November 2006

Selektion optimaler Manörräume für das Positionieren  
großer Schiffe



## Auswahl des besten MR

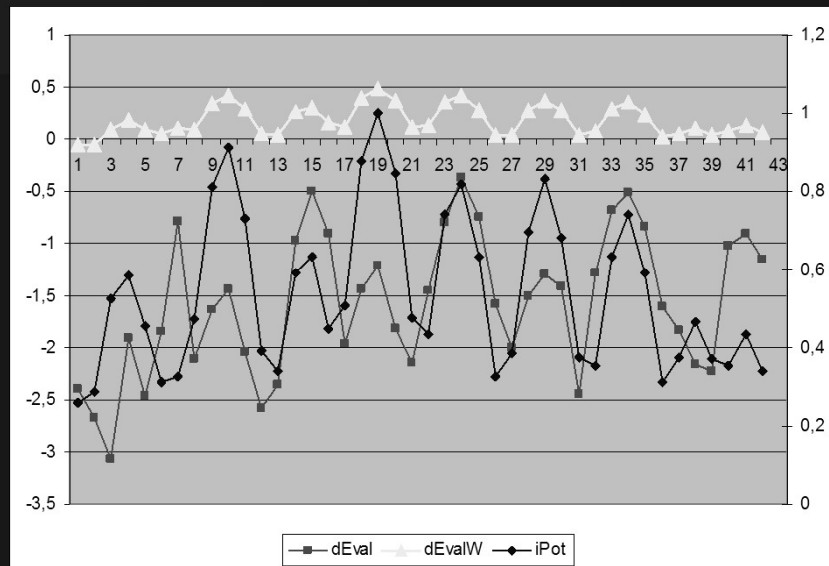
- Definition eines Schwellwertes
  - Schiffsparameter
  - Normiert auf globales Maximum
- Vorauswahl potentiellen MR
- Analyse der Zielumgebung
  - Lage, Abstände, Erreichbarkeit

Schiffahrtskolleg, Warnemünde  
November 2006

Selektion optimaler Manörräume für das Positionieren  
großer Schiffe



## Ergebnisse (1)



Schiffahrtskolleg, Warnemünde  
November 2006

Selektion optimaler Manövräume für das Positionieren  
großer Schiffe



## Ergebnisse (2)

$$eval = \sum_{i=0}^n a_i \cdot \|C_i\| \longrightarrow \text{Max}$$

$C_i$  – i-tes Bewertungskriterium

$a_i$  – i-tes Gewicht  $\sum_{i=0}^n |a_i| = 1$

Schiffahrtskolleg, Warnemünde  
November 2006

Selektion optimaler Manövräume für das Positionieren  
großer Schiffe



# Schlussfolgerungen

- ◆ Zellulare Automaten als effektives Hilfsmittel zur Beschreibung von Manövräumen
  - Schnell, einfach zu implementieren
- ◆ Prozessoptimierung der automatischen Bahnplanung für das Manövrieren in engen Revieren
  - Verlagern des Problems
- ◆ Identifikation von Schwerpunkten
  - Statische und dynamische Rahmenbedingungen





## **Technische Zuverlässigkeit von AIS – Durchführung und Ergebnisse einer Szenariostudie**

**Dr. Michael Baldauf, Prof. Dr. Knud. Benedict,  
Dipl.-Ing. Sandro Fischer, Dipl.-Ing. Frank Hartmann**  
*Hochschule Wismar, Bereich Seefahrt*

### **1. Einführung**

Dieser Beitrag ordnet sich in die globale Thematik der technischen und operationellen Integration neuer Systeme in die operative Schiffsführung ein. Es werden ausgewählte Aspekte der Zuverlässigkeit des Datenaustausches im spezifischen Prozess der Kollisionsverhütung betrachtet und Ergebnisse einer Szenariostudie vorgestellt und diskutiert. Die Untersuchungen gehören zu dem vom Directorate General for Energy and Transport innerhalb des 6. Forschungsrahmenprogramms der Europäischen Union geförderten Verbundprojekt MarNIS (Maritime Navigation and Information Services).

Nach den von Loyds Marine Intelligence Unit (LMIU) veröffentlichten Statistiken hat sich das weltweite Unfallgeschehen in der Schifffahrt in der jüngsten Vergangenheit weiter verschärft. Während die Anzahl registrierter unfallbedingter Totalverluste von Schiffen (größer als 500 BRZ) auf weniger als 100 jährlich abnahm und nur geringen Schwankungen unterlag, nahm die Anzahl gemeldeter schwerer Schiffsunfälle insgesamt von rund 500 im Jahr 2005 auf fast 700 im Jahr 2006 drastisch zu. Die Anzahl schwerer Schiffsunfälle hat sich damit im Vergleich zum absoluten Tiefstand 1998 (weniger als 250) in den letzten neun Jahren nahezu verdreifacht. Gleichzeitig stieg der Anteil an Kollisionen als Ursache aller gemeldeten schweren Schiffsunfälle und Totalverluste von rund 17 % (1997–2001) auf aktuell 22 % (2002–2006). Diese Tendenz wird auch durch die Angaben der Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung (BSU) bestätigt. Sie konstatiert in ihrem aktuellen Jahresbericht für die letzten drei Jahre ein kontinuierliches Ansteigen der absoluten Anzahl gemeldeter und untersuchter Schiffsunfälle. Etwa ein Drittel aller untersuchten Fälle machten Kollisionen zwischen Schiffen bzw. zwischen Schiffen und Objekten aus.

Als Ursache für das Eintreten eines Schadensereignisses werden häufig Kategorien wie „menschliches Versagen“, „menschliches Fehlverhalten“, der „Human Factor“ oder auch „Human Error“ angeführt. Seit BLANDING (1987) in einer Veröffentlichung zur Schiffsautomatisierung und dem menschlichen Faktor unter Bezug auf eine Statistik der U.S. Coast Guard angab, dass der Anteil der durch den Human Factor verursachten Seeunfälle bei 85 % liege, wurde diese Aussage aus dem Zusammenhang gerissen und mit z. T. geringen Abweichungen oft zitiert, um auf den menschlichen Faktor als Hauptursache von Schiffsunfällen hinzuweisen. Mit Verweis auf andere Datenquellen wurde die Aussage scheinbar belegt (siehe dazu u. a. zusammenfassend ROTHBLUM (2000) oder BAKER & MCCAFFERTY (2005)). Allerdings wurde bei den Untersuchungen selbst in der Regel auch darauf verwiesen, dass es sich um verschiedene Kategorien menschlicher Fehler handelt. LÜTZHÖFT (2004) weist in diesem Zusammenhang verstärkt darauf hin, dass die Einordnung von Unfallursachen in die Kategorie „Human Factor“ viel zu pauschal ist. Die oft zitierte 85 %-Aussage ist schon deshalb anzuzweifeln, weil in ihr die Suggestion enthalten ist, dass es sich nur um Fehler der

Schiffsführer handeln würde. Zur objektiveren und fundierteren Bestimmung von Seeunfallursachen regten u.a LÜTZHÖFT & HEDENSKOG (2006) eine detailliertere Untergliederung dieser Kategorie an.

Gegenstand dieses Beitrags ist jedoch nicht das menschliche Verhalten. In diesem Beitrag werden viel mehr ausgewählte Aspekte eines Gegenstücks des menschlichen Faktors, nämlich der technischen Zuverlässigkeit untersucht. Die Betrachtungen werden anhand des Beispiels des neu in die Schifffahrt eingeführten automatischen Identifizierungssystems AIS angestellt. AIS soll dem Schiffsführer zusätzliche und redundante Informationen zu den Objekten in seiner Umgebung zur Verfügung stellen. Gemäß der international festgelegten Leistungsanforderungen (IMO (1998)) soll AIS zur Verbesserung bei der Kollisionsverhütung beitragen. Diese Wirkung soll insbesondere durch die Kopplung von AIS mit bzw. seiner Integration in bereits an Bord installierte Navigationssysteme wie z. B. Radar oder ECDIS erreicht werden (IMO (2004)). Damit ist AIS eines der wichtigsten Elemente der gegenwärtigen Integrationsprozesse und Weiterentwicklungskonzepte.

Bisherige Betrachtungen zu AIS widmeten sich zunächst der Vorstellung der technischen Funktionsweise und den vielfältigen Applikationspotentialen des Systems an Bord und an Land. Später folgten zunehmend Untersuchungen zu den operationellen Aspekten und zur Nutzerakzeptanz. Eine zusammenfassende ausführliche und kritische Betrachtung zu diesen Aspekten der AIS-Einführung lieferte z. B. NORRIS (2007). Als einen wesentlichen Mangel führte er u. a. das Fehlen eines verbindlichen AIS-Trainingskurses vor Beginn der Ausrüstungspflicht an, reflektierte aber ebenso negative Nutzererfahrungen, welche hauptsächlich auf fehler- oder zweifelhaften Dateninhalten beruhten. Ähnliche Zusammenfassungen wurden auch im Rahmen nationaler Initiativen (DNV (2005) oder UI-NK (2007)) erstellt. Erste systematische Untersuchungen zur technischen Zuverlässigkeit von AIS wurden mit dem Beginn der Einführungspflicht angestellt und fokussierten anfangs auf die Plausibilität der Dateninhalte. Bei den u. a. in europäischen Forschungsprojekten angestellten Untersuchungen wurden detaillierte Betrachtungen zu den mit AIS ausgetauschten statischen und reisebezogenen Daten angestellt. VAN DER HEJDEN et al (2004) lieferte umfangreiche Beispielsammlungen fehlerhafter Daten, während BALDAUF & HARTMANN (2004) mittels Stichprobenerhebungen auch statistische Aussagen zur Zuverlässigkeit von ETA-, Bestimmungshafen- und Tiefgangs-Informationen gewannen. Nachfolgend werden diese Untersuchungen mit aktuellen Betrachtungen zur Zuverlässigkeit der dynamischen AIS-Daten ergänzt.

## **2. Untersuchungsmethodik**

### **2.1 Datenerfassung zur Erhebung einer Stichprobe**

Zur Untersuchung der Zuverlässigkeit des AIS-Datenaustausches im realen Betrieb und der potentiellen Nutzung von AIS-Daten für den bordgestützten Kollisionsverhütungsprozess wird eine Fallstudie durchgeführt. Dazu wurde aus dem ununterbrochen aufgezeichneten AIS-Datenaustausch im Seegebiet der südlichen Ostsee mit einem Radius von 25 sm (siehe Abbildung 1) eine zufällige Stichprobe erhoben.

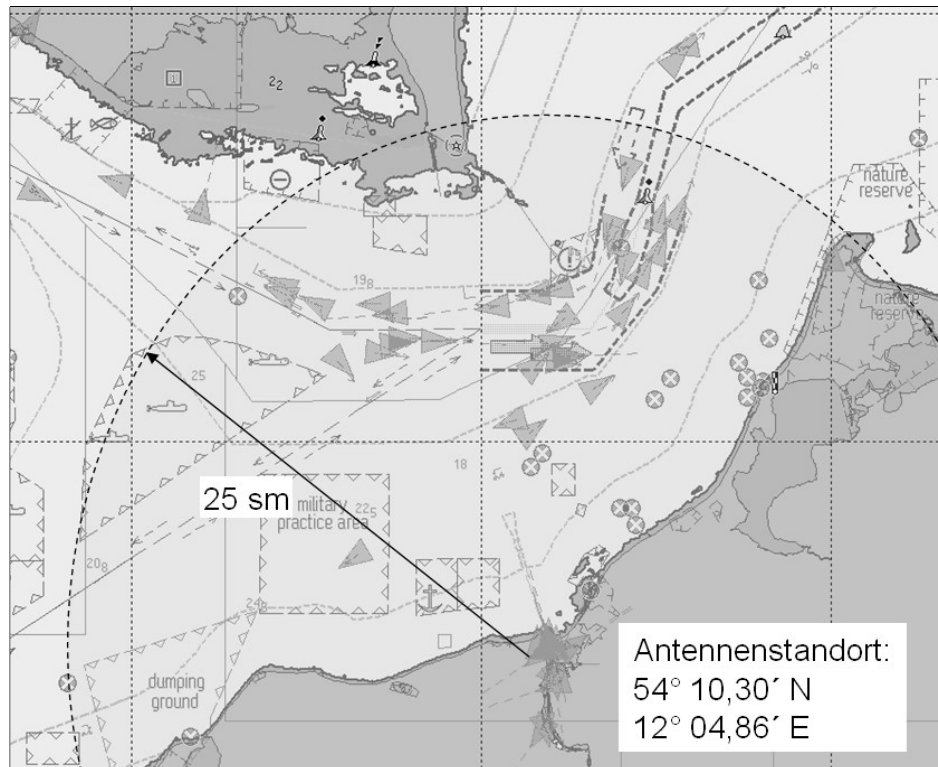


Abbildung 1: ECDIS-Kartenausschnitt mit skizziertem Beobachtungsgebiet und Darstellung der AIS-Positionen der Gesamtverkehrssituation zu Szenariobeginn

Das mit der Stichprobe aufgenommene Verkehrsszenario enthält auch den Verlauf einer realen Kollisionssituation, welche für die Fallstudie ausgewählt wurde. Die Bewertung der Zuverlässigkeit des Datenaustausches soll durch vergleichende Betrachtungen des realen zum geforderten Datenaustausch hinsichtlich der Datenerneuerungsraten und hinsichtlich der Plausibilität der empfangenen Dateninhalte erfolgen.

Für das in der Fallstudie betrachtete Unfallszenario lagen eigene mit einem handelsüblichen, zugelassenen mobilen AIS-Empfänger aufgezeichnete Daten sowie die Ergebnisse der Seeunfalluntersuchung [15] vor. Eine Beschreibung des Aufbaus der Versuchsanordnung enthält [2]. Die Entfernung vom Antennenstandort mit einer Höhe von 25,5 m zur Position der betrachteten Verkehrssituation betrug rund 14 sm. Die optische Sicht in Richtung der betrachteten Situation war nicht eingeschränkt. Zum Zeitpunkt der betrachteten Situation herrschten gute Sichtbedingungen bei schwachem südwestlichen Wind (6–8 m/s) und ruhige See mit Wellenhöhen um 0,5m.

Aus der kontinuierlichen Aufzeichnung von AIS-Rohdaten (u. a. MÜLLER, HARTMANN, ZÖLDER (2005)) wurden die Daten einer zwanzigminütigen Beobachtungsperiode entnommen. Von diesem wurden die AIS-Datensätze der vier am Unfallszenario beteiligten Fahrzeuge extrahiert und zum Zweck exemplarischer statistischer Auswertungen aufbereitet. Der Fokus der Betrachtungen lag hauptsächlich auf den dynamischen Daten, der über AIS-Kanal A und B empfangenen Positionsreports (AIS-Message 1 und 3 gem. ITU-Definition in [7]). Zur Komplettierung der Fallbetrachtungen wurden zusätzlich auch die statischen reisebezogenen Daten (AIS-Message 5 gem. ITU-Definition) ausgewertet.

## 2.2 Datenaufbereitung und Verifizierung

Die Grundgesamtheit aller vorliegenden Datensätze der Stichprobe des betrachteten zwanzigminütigen Zeitintervalls umfasst 11.160 binär codierte Datensätze von insgesamt 62 AIS-Mobilstationen und drei landgestützten AIS-Basisstationen. Die aus dieser Grundgesamtheit für die Stichprobenbetrachtung entnommenen relevanten Datensätze wurden in NMEA- bzw. ASCII-Format konvertiert. Die Identifikation dieser Datensätze erfolgte mittels der in den Positionsreports enthaltenen MMSI-Nummern. Für die Szenariostudie standen nach diesem Filterungsprozess insgesamt 832 AIS-Nachrichten zur Verfügung. Die Analysen erfolgten mit selbstentwickelten, teilweise ECDIS-basierten Softwaremodulen nach der Verifizierung der Vollständigkeit der Stichprobe.

Da die Vollständigkeit der Daten nicht direkt nachgewiesen werden kann, musste die Prüfung, ob tatsächlich alle gesendeten AIS-Meldungen empfangen wurden, auf indirektem Weg über die Gewinnung anderer, die Plausibilität stützender Aussagen erfolgen. Die dazu im ersten Schritt durchgeführte Analyse der Rohdatenaufzeichnung enthält zunächst kontinuierlich empfangene AIS-Nachrichten unterschiedlicher Meldungstypen. In jeder Zeiteinheit (Sekunde) wurden Nachrichten empfangen. Daraus wird geschlossen, dass der verwendete Empfänger technisch in der Lage war, ununterbrochen AIS-Nachrichten zu empfangen und störungsfrei arbeitete.

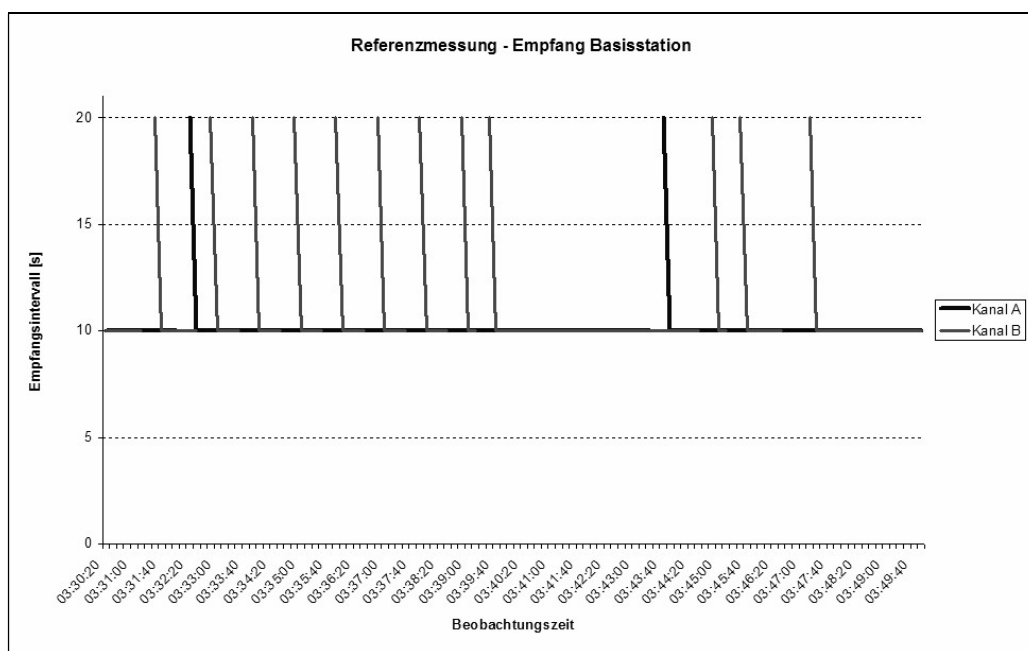


Abbildung 2: Referenzmessung – Empfangsintervalle (Kanal A und B) einer benachbarten Basisstation

Im zweiten Schritt wurde der kontinuierliche Empfang anderer im Empfangsbereich liegender fester und navigierender Ziele als Referenzmessung analysiert. Dazu wurde der Empfang einer benachbarten AIS-Basisstation hinsichtlich Anzahl, Erneuerungsintervall und Dateninhalt herangezogen (siehe Abbildung 2). Die Meldungen dieser Basisstation wurden im gesamten Beobachtungszeitraum vollständig und regelmäßig in den vorgeschriebenen Zeitintervallen empfangen. Als Besonderheit wurde dabei registriert, dass diese Basisstation ihre Nachrichten



gleichzeitig jeweils auf Kanal A und Kanal B sendete. Während auf Kanal A nur in zwei Fällen der Empfang um je ein Intervall überschritten wurde (Periode zwischen zwei empfangenen Meldungen 20 s anstatt 10 s), wurden auf Kanal B 13 zum Kanal A zeitlich versetzte Ausfälle registriert. Bezogen auf die einzelnen Kanäle betrug die Fehlerrate 1,7 % bzw. 10,8 %.

Weiterhin wurde der Empfang zweier beliebiger dynamischer Ziele in der Nähe der betrachteten Situation als Referenzobjekte analysiert. Die ermittelten Empfangsintervalle sind in den Diagrammen der folgenden Abbildung zusammengefasst.

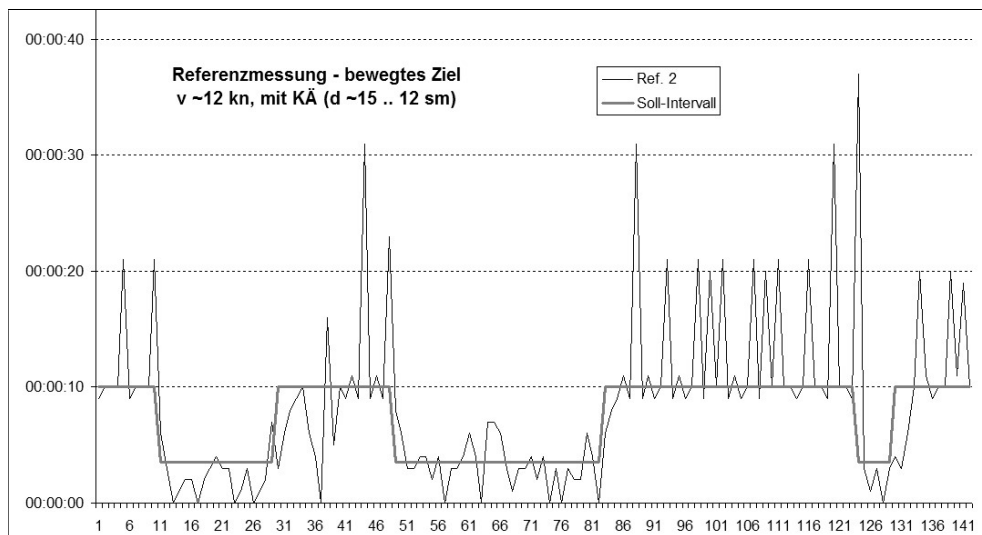
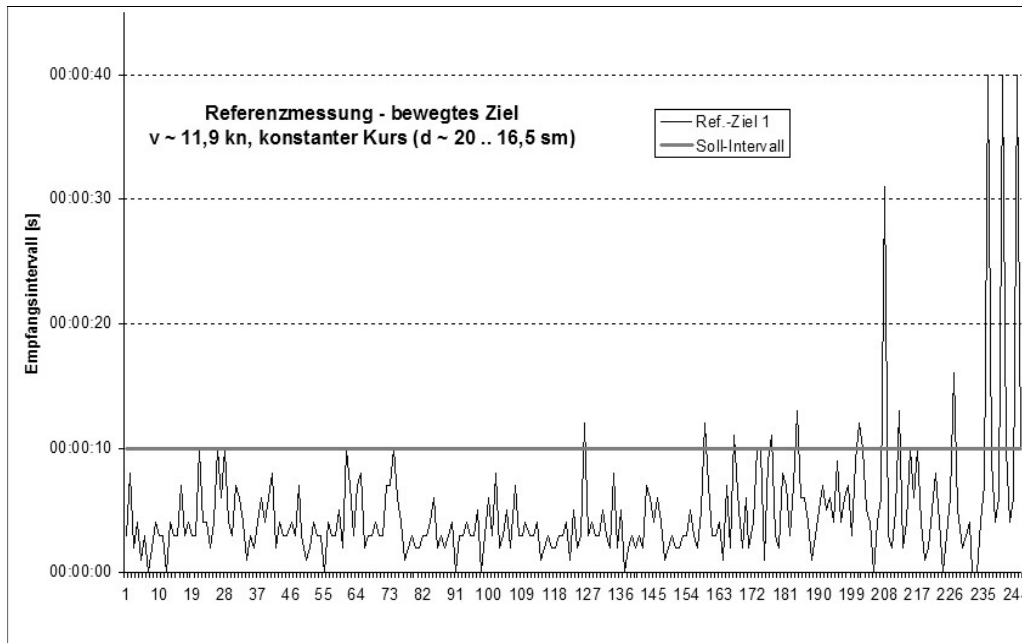


Abbildung 3: Empfangsintervalle dynamischer Referenzziele  
 (oben: Fahrzeug in konstanter Fahrt; unten: Fahrzeug in Fahrt  $v \sim 12 \text{ kn}$  mit Kursänderungen)

Das in Abbildung 3 oben dargestellte Diagramm bezieht sich auf ein Fahrzeug (RoRo-Passagierfähre L/B: 177 m; 26 m) in Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit von rund 12 kn und konstantem Kurs. Die Entfernung dieses Referenzzieles zum AIS-Empfänger betrug abnehmend von anfänglich 20 sm bis 16,5 sm am Ende der Beobachtungsperiode. Im betrachteten Zeitraum lagen zehn Werte (4,1 % aller empfangenen Meldungen dieses Zieles) mehr als eine Sekunde über dem gemäß Standard geforderten Sendeintervall von 10 s (im Diagramm rot gekennzeichnet). Die Mehrheit der Zeitintervalle zwischen den empfangenen Nachrichten lag unterhalb des geforderten Sendeintervalls.

Im unteren Diagramm ist das Ergebnis für ein Referenzziel dargestellt, welches bei ebenfalls etwa 12 kn Fahrt zeitweise Kursänderungsmanöver ausführte (RoRo-Passagierfähre L/B: 200 m; 30 m). Für dieses Ziel lagen die Sendeintervalle von 21 empfangenen Meldungen (14,7 % aller empfangenen Meldungen) um mehr als eine Sekunde über den jeweils laut Standard geforderten Intervallen (Entfernungsbereich 15–12 sm).

Ausgehend von diesen Betrachtungen wurde unterstellt, dass in den Messergebnissen gegebenenfalls auftretende Störungen nicht auf technische Fehler des verwendeten AIS-Empfängers zurückzuführen sind und von anderen Mobilstationen ausgesendete Meldungen tatsächlich empfangen hat. Nachfolgend werden die Analyseergebnisse separat vorgestellt.

### 3. Ausgewählte Ergebnisse

#### 3.1 Allgemeine Aussagen zur Gesamtsituation

Wie eingangs angegeben, wurden im Beobachtungsgebiet im betrachteten Zeitraum 62 Mobilstationen registriert, von denen inklusive teilweise wiederholten Positionsreports insgesamt 7.449 Meldungen empfangen wurden.

Aus der Analyse der im AIS-Telegramm enthaltenen Schiffstypinformation wurde die in Abbildung 4 dargestellte Verteilung ermittelt. Die in der Kategorie „unbekannt“ zusammengefassten neun registrierten Elemente sind Mobilstationen, von denen im Beobachtungszeitraum keine Typinformationen empfangen wurden, das entsprechende Datenfeld leer (Wert = 00) oder der Inhalt nicht gemäß Standard codiert war (z. B. „08“ = nicht definiert).

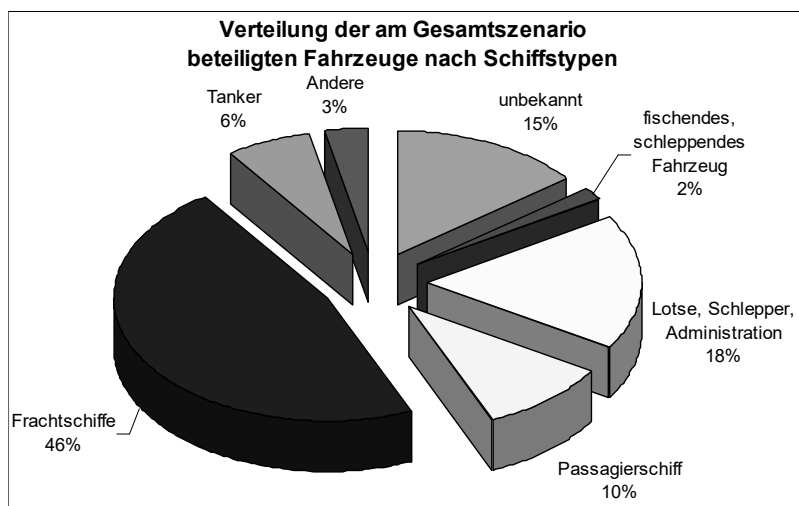


Abbildung 4: Schiffstypverteilung der 62 in der Stichprobe registrierten Mobilstationen (gem. Codierung in den AIS-Nachrichten)

Nach Auswertung der AIS-Geschwindigkeits- und Navigationsstatusinformationen sowie deren Zuordnung zu MMSI-Nummern der empfangenen Meldungen befanden sich 13 Objekte fest oder vor Anker ununterbrochen im Hafen, alle übrigen Objekte waren Fahrzeuge in Fahrt.

Während nur eine einzige aller ausgewerteten AIS-Nachrichten einmalig für ein Fahrzeug ungültige Werte für die Informationen Position, Kurs und Geschwindigkeit über Grund enthielt, wurden von insgesamt zehn Zielen (über 16 % der Stichprobe) ungültige Lageinformationen und von einer weiteren, ebenfalls zehn Ziele umfassenden, aber anders zusammengesetzten Menge, ungültige Informationen zur Drehrate registriert.

### 3.2 Szenariostudie einer Kollisionssituation

#### 3.2.1 Situationsbezogene Detailanalyse

In Abbildung 6 ist der für die Szenariostudie ausgewählte Situationsverlauf anhand der aus den AIS-Aufzeichnungen extrahierten Bahnverläufe in einer elektronischen Seekarte für den Zeitraum von 03:30 bis 03:50 Uhr dargestellt. Die wichtigsten Angaben zu den Zielen sowie die relevanten Bewegungsparameter zu Situationsbeginn sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Ziel-Bez.	Länge [m]	Breite [m]	Tiefgang [m]	Kurs über Grund	Lage (Heading)	Geschwindigkeit über Grund [kn]	Bestimmungshafen
„A“	190	30	6,5	88°	73°	14,3	Skt. Petersburg
„B“	157	24	6,8	50°	50°	18,0	Malmö
„C“	81	12	4,3	89,8°	87°	9,6	Szczecin
„D“	199	28	6,8	94,4°	95°	13,4	Ventspils

Tabelle 1: Zielinformationen der in der Szenariostudie betrachteten Fahrzeuge

Die betrachtete Situation ereignete sich nahe dem östlichen Ende des südlichen Einbahnweges des eingerichteten Verkehrstrennungsgebietes.

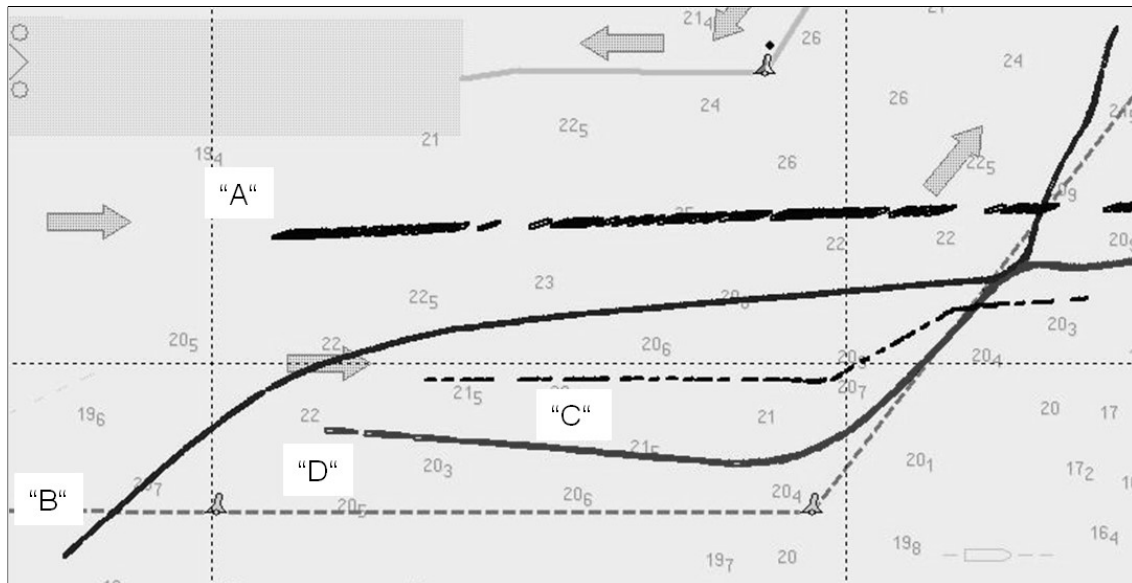


Abbildung 5: Anfangspositionen und Bahnverläufe der vier in der Szenariostudie betrachteten Fahrzeuge

Nachdem sich Fahrzeug „B“ von Süden kommend in den nach Osten gerichteten Verkehrsstrom eingeordnet hatte, liefen die vier beteiligten Fahrzeuge innerhalb des Einbahnweges zunächst auf nahezu parallelen Kursen zueinander. Fahrzeug „B“ hatte die höchste Geschwindigkeit. Der von West nach Ost führende Einbahnweg verläuft dann südöstlich einer Untiefe in nordöstlicher Richtung. Nach den Angaben im Unfalluntersuchungsbericht [15] wollten aber nur „B“ und „D“ dem Verlauf des Verkehrstrennungsgebietes folgen, während die anderen Fahrzeuge das Verkehrstrennungsgebiet auf östlichen Kursen verlassen wollten. Im Situationsverlauf kam es zwischen den Fahrzeugen „B“ und „D“ zu einer Kollision. Sie ereignete sich gegen 03:46 Uhr nach einer von Fahrzeug „D“ gegen 03:38 Uhr eingeleiteten Kursänderung nach Backbord von  $94^\circ$  auf  $45^\circ$ . Das von „B“ etwa 45 Sekunden vor der Kollision eingeleitete Hart Backbord!-Manöver kam zu spät, um die drohende Kollision noch zu vermeiden.

Alle folgenden Betrachtungen und dargestellten Ergebnisse zum AIS-Datenaustausch beziehen sich auf die vier an dieser Situation beteiligten Schiffe. Eine Situationsanalyse hinsichtlich notwendiger Handlungen nach den internationalen Kollisionsverhütungsregeln ist jedoch nicht Gegenstand der Betrachtungen.

### 3.2.2 Untersuchung des Senderegimes

#### 3.2.2.1 Sendeintervalle gemäß Forderungen der ITU

Dynamische Daten eines mit AIS ausgerüsteten Fahrzeugs werden mittels der so genannten Positionsreports ausgetauscht. Für die Aktualisierung der Datensätze sind in den Standards Zeitintervalle in Abhängigkeit von Geschwindigkeit und der Durchführung von Kursänderungen festgelegt und deren Auslegung in den weiterführenden Standards technisch spezifiziert. Tabelle 2 enthält die Forderungen für das Senderegime der mit Class-A Transpondern auszurüstenden und unter die SOLAS-Konvention fallenden Schiffe.

Dynamische Bedingungen	Nominale Sendeintervalle
Vor Anker oder festgemacht und $v < 3$ kn	3 min
Vor Anker oder festgemacht und $v > 3$ kn	10 s
Schiff mit Geschwindigkeit 0–14 kn	10 s
Schiff mit Geschwindigkeit 0–14 kn und Kursänderung	3 1/3 s
Schiff mit Geschwindigkeit 14–23 kn	6 s
Schiff mit Geschwindigkeit 14–23 kn und Kursänderung	2 s
Schiff mit Geschwindigkeit größer 23 kn	2 s
Schiff mit Geschwindigkeit größer 23 kn und Kursänderung	2 s

Tabelle 2: Datenerneuerungsraten für mit Class-A Transpondern ausgerüstete Schiffe

Im betrachteten Zeitraum der Unfallsituation liefen die vier Fahrzeuge zunächst mit nahezu konstanten Geschwindigkeiten. Nach den aus relevanten Standards entnommenen vorgeschriebenen Sendeintervallen waren für die betrachteten Fahrzeuge beim Fahren mit konstanter Geschwindigkeit und konstantem Kurs Intervalle von 10 s bzw. 6 s zu erwarten. Bei Durchführung von Kursänderungen sollten sich die Datenerneuerungsraten automatisch auf 3 1/3 s bzw. 2 s erhöhen. Als Schwellwert für eine Kursänderung ist in ITU (2001) festgelegt, dass aus den Lageinformationen (Kreiselkurs) der letzten 30 s der Mittelwert berechnet und mit dem aktuellen Kreiselkurswert verglichen werden soll. Ist diese Differenz größer als 5°, soll sich die Aussendung der dynamischen Daten entsprechend erhöhen.

### 3.2.2.2 Ergebnisse – beobachtete Sendeintervalle

Zur Einschätzung des Senderegimes und der Zuverlässigkeit des AIS-Datenaustausches hinsichtlich der Erneuerungsraten wurden die Zeitintervalle zwischen empfangenen Positionsnachrichten auf beiden Empfangskanälen ermittelt. Nicht berücksichtigt wurden dabei die wiederholt empfangenen inhaltsgleichen Nachrichten.

Tabelle 3 enthält eine Zusammenfassung der wichtigsten Analyseergebnisse für die vier am betrachteten Unfallszenario beteiligten Schiffe. Ersichtlich wird, dass die Anzahl der empfangenen AIS-Positionsreports (Message-Id. 1 und 3) nicht mit der sich aus den Standard-Senderaten ergebenden Anzahl zu erwartender Meldungen übereinstimmt. Werden von der Menge der empfangenen Nachrichten noch jene eliminiert, welche inhaltsgleich waren (Anzahl Positionsreports ohne Wiederholungen), entstehen signifikante Defizite der Erneuerungsraten.

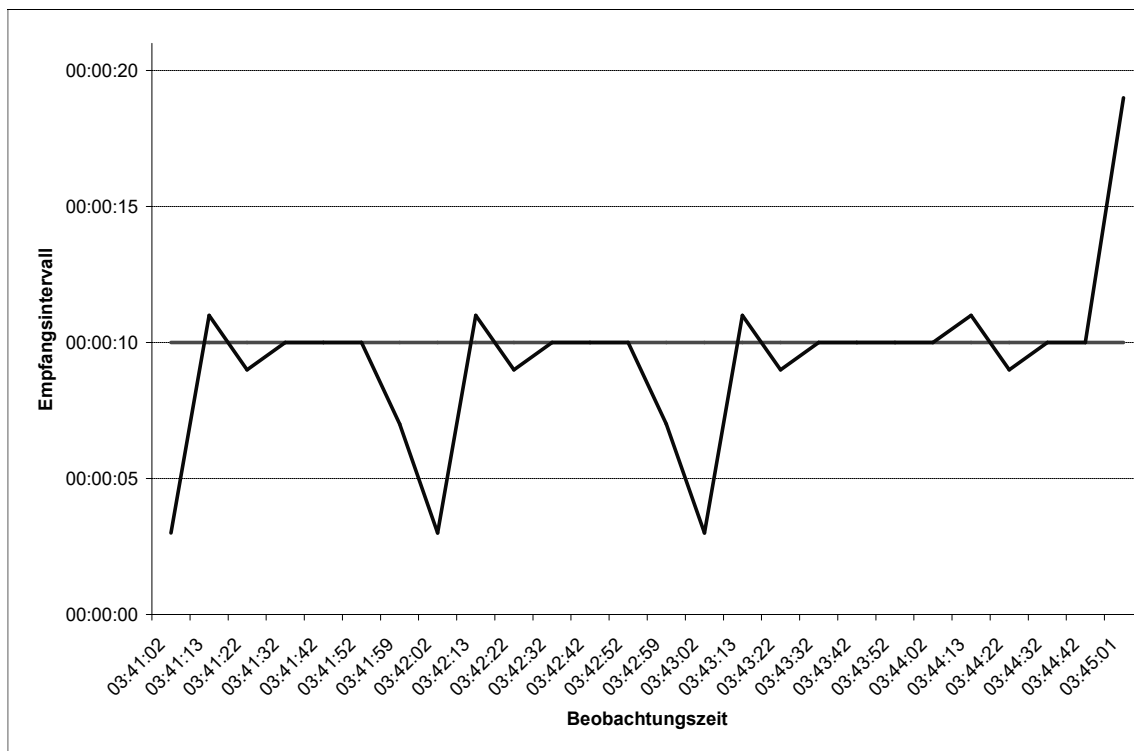
Die in der Spalte „fehlerhafte Empfangsintervalle“ angegebenen Werte beziehen sich auf Sendeintervalle, die um mehr als 2 s über den geforderten Sendeintervallen lagen. Während diese Werte je Ziel absolut nur wenig variieren, ist ihr relativer Anteil zur Anzahl der empfangenen Nachrichten (SOLL und IST) sehr hoch. So ist fast die Hälfte (48 %) aller vom Ziel „C“ empfangenen Nachrichten im Vergleich zum Standardintervall verspätet. In Relation zur Menge der empfangenen, nicht wiederholten Positionsnachrichten waren sogar zwei Drittel dieser Positionsreports gegenüber dem vorangegangenen Empfang verspätet. Die größte detektierte Periode zwischen zwei aufeinander folgenden Positionsnachrichten eines Ziels lag bei über einer Minute (Ziel „A“ – 1:22 min). Die zielspezifischen Maxima traten zu voneinander verschiedenen Zeitpunkten innerhalb der betrachteten Periode auf.

Fzg.	Positionreports (Msg.-Id. 1 und/oder 3)			fehlerhafte Empfangs- intervalle	Empfangsintervall	
	IST gesamt	IST ohne Wdhlg.	SOLL		Mittelwerte	Maxima
„A“	115	101	200	42	9,34 s	01:22 min
„B“	286	178	280	47	4,27 s	22 s
„C“	90	62	165	43	13,42 s	56 s
„D“	153	101	215	41	7,78 s	30 s

Tabelle 3: Zusammenfassung der Analyseergebnisse zum AIS-Senderegime des betrachteten Szenarios

### 3.2.2.3 Empfangsintervalle bei konstanter Fahrt

Für das betrachtete Szenario entsprachen die ermittelten durchschnittlichen Empfangsintervalle bei Fahrt ohne Kursänderung von 7 s bzw. 11 s für die vier Schiffe prinzipiell den Standardanforderungen von 6 s und 10 s. Die Detailbetrachtungen weisen aber zum Teil erhebliche Abweichungen auf.



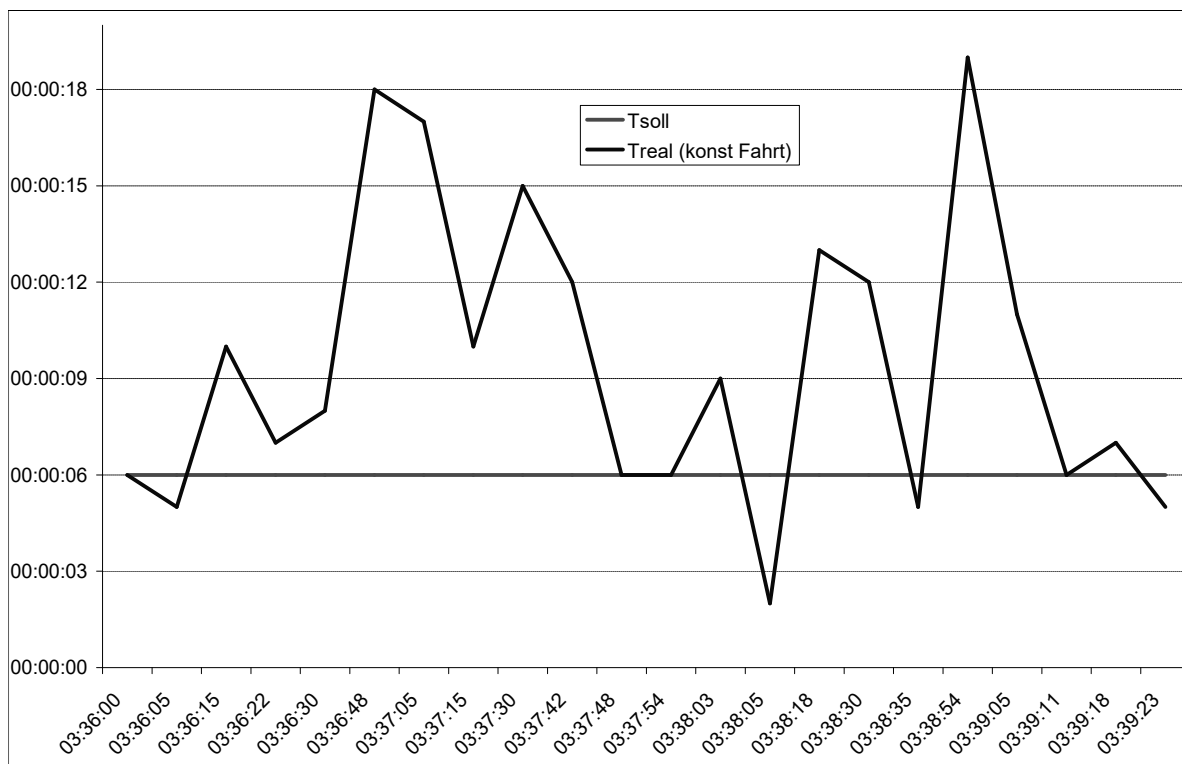


Abbildung 6: Ausschnitte-Empfangsintervalle für Ziele auf konstanter Fahrt  
(oben Ziel „D“ SOG = 12,6 kn; unten Ziel „A“ SOG = 14,2 kn)

Die in Abbildung 8 beispielhaft dargestellten Ausschnitte verdeutlichen das Schwanken der Empfangsintervalle um den geforderten Sollwert. Während das Unterschreiten des Sollintervalls (in den Diagrammen in rot) hinsichtlich der Verwendung von AIS-Daten für den Schiffsführungsprozess als unkritisch angesehen werden kann, müssen größere Zeitabschnitte zur Aktualisierung der dynamischen Zielinformationen in jedem Fall kritisch gewertet werden. Das in der Abbildung unten dargestellte Beispiel zeigt die in der Stichprobe enthaltenen im Vergleich zu den geforderten Zeiten (im konkreten Beispiel 6 s) doppelt und dreifach größeren Empfangsintervalle (Maxima des Bsp. 19 s). Die teilweise registrierten sehr großen Ausfälle sind auch in Abbildung 6 als Lücken in den dargestellten Bahnverläufen, insbesondere bei Ziel „A“ und „C“ zu erkennen. Im praktischen Betrieb an Bord ist bei derart langen Ausfällen mit Zielverlustmeldungen am AIS-Anzeigegerät zu rechnen.

Vergleichende Betrachtungen zugelassener Gerätetypen verschiedener Hersteller ergaben diesbezüglich allerdings, dass die Zertifizierung hinsichtlich des Zeitfensters bis zur Ausgabe von Zielverlustmeldungen noch nicht harmonisiert erfolgt und daher unterschiedliche Lösungen in der Praxis anzutreffen sind.

### 3.2.2.4 Empfangsintervalle bei Kursänderungen

Drei der vier an der Situation beteiligten Ziele führten innerhalb des Beobachtungszeitraums insgesamt fünf Kursänderungsmanöver aus. Die geforderte Änderung der Erneuerungsrate konnte allerdings nur in zwei Fällen anhand der entsprechend erhöhten Frequenz empfangener Positionsnachrichten registriert werden. Insbesondere das Backbord-Manöver des am

südlichen Rand des Einbahnweges laufenden Fahrzeuges, welches für den Unfallverlauf von großer Bedeutung war, ging nicht mit einer höheren Sendefrequenz von AIS-Nachrichten einher.

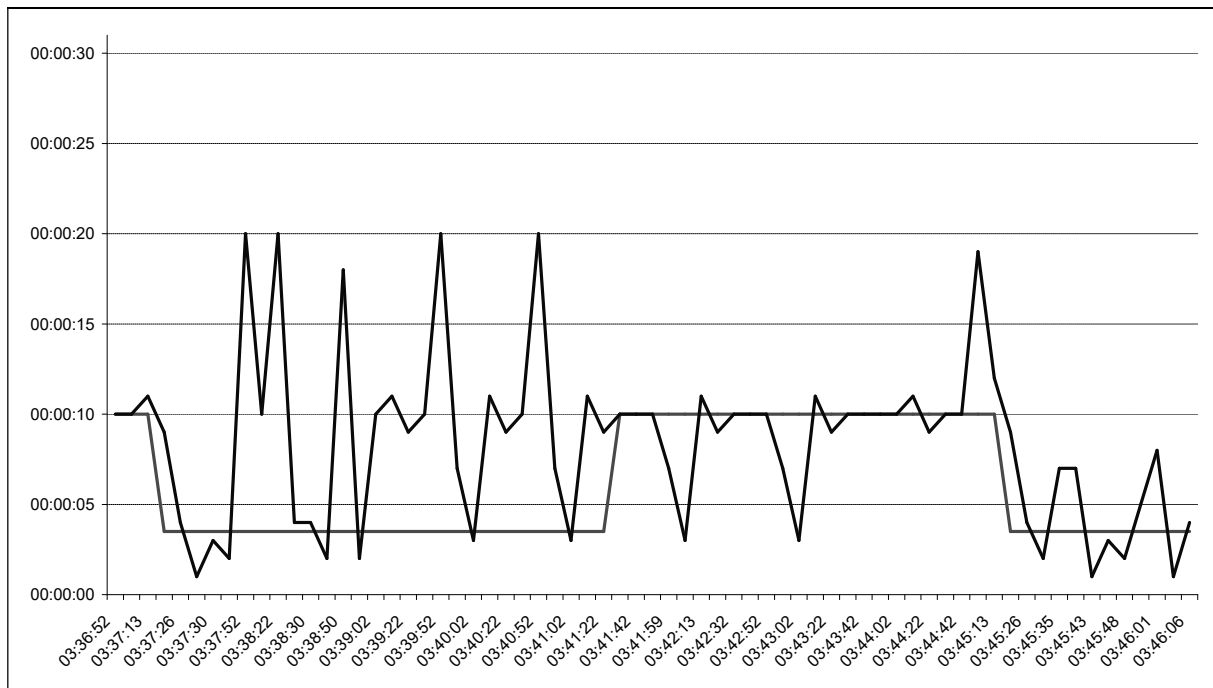


Abb. 7: Empfangsintervalle (Ausschnitt) für Ziel in Fahrt mit Kursänderung (Bsp. Ziel „D“ SOG = 13,2 – 11,8 kn, erste Kursänderung von 95° auf 45° und zweite Kursänderung von 45° auf 90°)

Das in Abb. 9 dargestellte Beispiel zeigt den Verlauf der Empfangsintervalle für das Ziel „D“ während der beiden durchgeführten Kursänderungsmanöver. Beim ersten Manöver liegen die Empfangsintervalle im Vergleich zum Referenzziel 2 (Abbildung 3 unten) nur stochastisch in der Nähe oder unterhalb des geforderten höheren Zeitwertes ( $3 \frac{1}{3}$  s). In der anschließenden Phase der unbeschleunigten Fahrt liegt die Empfangsrate im geforderten Standardbereich. Beim zweiten Manöver ist im Vergleich zum ersten Manöver zumindest eine deutliche Erhöhung der Empfangsrate erkennbar.

Bei den in der Szenariostudie betrachteten Kursänderungen ist bei positiver Registrierung einer Kursänderung eine Phasenverschiebung zwischen erhöhter Drehrate und Erhöhung des Sende- bzw. Empfangsintervalls, ähnlich dem hier dargestellten Beispiel, aufgetreten.

### 3.2.3 Lage und Kurs-über-Grund-Informationen

Eine Auswertung aller empfangenen Lage (Heading)-Informationen und deren Vergleich mit den Kursdaten (CoG) zeigt für Ziel „A“ (am nördlichen Rand des Einbahnweges) über den gesamten Beobachtungszeitraum eine konstante Differenz von 13° bis 15°. Da diese große Abweichung ausschließlich bei diesem Schiff beobachtet wurde, kann ein beabsichtigter Vorhaltewinkel infolge Wind- oder Strömungseinfluss als unwahrscheinlich angesehen werden. Es wird angenommen, dass die große Differenz mit hoher Wahrscheinlichkeit auf einen Installations-, Geräte- oder Datenübertragungsfehler zurückzuführen ist.



### 3.2.4 Drehraten (Rate of Turn, RoT)-Information

Von den vier an der Situation beteiligten Fahrzeugen hatte offenbar nur Fahrzeug „C“ einen angeschlossenen RoT-Indikator. Die Positionsreports dieses Fahrzeugs enthielten sowohl Richtungsinformationen als auch numerische Angaben zur Drehrate. Die Analyse dieser empfangenen Daten war von nahezu permanenten und relativ starken Schwankungen der Drehratenwerte gekennzeichnet. Wird von störungsfreiem Empfang ausgegangen, könnte z. B. auf einen sehr empfindlich eingestellten Rate-of-Turn-Sensor geschlossen werden, der selbst bei Fahrt auf konstantem Kurs über Grund und stabilen Headingwerten für minimale Drehbewegungen des Schiffes große Drehraten ermittelte..

Von „A“ und „B“ wurden RoT-Informationen, welche nur die Richtungsangaben „Backbord“ bzw. „Steuerbord“ enthielten, empfangen. Das vierte Fahrzeug „D“ sendete über den gesamten Beobachtungszeitraum gar keine Rate-of-Turn-Information. Das entsprechende Datenfeld war mit der Standard-Default-Einstellung 'not available' belegt.

Dieses Ergebnis ist zumindest untypisch, da die AIS-Standards auch die Eingabe von Rate-of-Turn-Informationen direkt aus einem angeschlossenen Kreiselkompass bzw. sogar die Ausendung der RoT-Information als AIS-interne Ableitung aus den Kreiselskurs-Daten erlauben.

### 3.3 Ergänzende Betrachtungen zu den statischen reisebezogenen Daten

Die statischen reisebezogenen Daten werden mit der AIS-Nachricht (Message Id. 5) versendet und enthalten u. a. folgende Daten:

- Schiffsname, IMO-Nummer, Rufzeichen
- ETA und Bestimmungshafen
- Schiffstyp, Tiefgang und Referenzposition.

Dieser Nachrichtentyp wird prinzipiell seltener (nur alle 6 min) gesendet.

Im Gesamtszenario wurden von insgesamt 46 Fahrzeugen 271 Nachrichten mit ungültigen Inhalten registriert. Von fünf verschiedenen Zielen wurden keine oder ungültige ETA-Informationen empfangen, von zwei Zielen wurden ungültige Tiefgangsdaten empfangen. Ungültig bedeutet in diesem Zusammenhang, dass das betreffende Feld des Datensatzes keine oder ungültige Zeichen enthielt. Gültige Datensätze bedeuten andererseits nicht, dass die Dateninhalte „wahr“ sind. Ein gesendetes datentechnisch gültiges ETA-Datum kann z. B. in der Vergangenheit liegen, wie es in der situationsbezogenen Detailanalyse für Ziel „A“ festgestellt wurde. Ziel „A“ sendete sowohl ein falsches ETA als auch eine offenbar falsche Destination. Die entsprechenden Datensätze waren vermutlich nicht aktualisiert worden, denn das angegebene ETA lag in der Vergangenheit und der Bestimmungshafen korrelierte nicht mit den Kursdaten und war zudem der letzte Abgangshafen.

Keines der vier Fahrzeuge kodierte den Bestimmungshafen nach der von der IMO empfohlenen Methode, dem UN/LOCODE (z. B. Malmö = SE MMA).

### 3.4 Annäherungswarnungen durch AIS

Unter dem Aspekt der von der IMO gewünschten Verbesserung bei der Kollisionsverhütung wurde eine Betrachtung zur ergänzenden Nutzung der AIS-Informationen für die Generierung

potentieller Annäherungswarnungen auf Grundlage empfangener AIS-Daten angestellt. Dazu wurden eigene Berechnungen der CPA/TCPA-Werte für die betreffenden Fahrzeuge durchgeführt. Bei diesen Berechnungen ergaben sich insbesondere für die Zeitbereiche mit TCPA < 10 min sehr kleine CPA-Werte (0,5 sm und deutlich kleiner). Wird die entsprechende Konfiguration der Annäherungswarnung, die bei einigen Herstellern als Default-Einstellung implementiert ist, sowie deren Aktivierung unterstellt, wäre auf der Grundlage der über AIS ausgesendeten und empfangenen Daten (Kurs und Geschwindigkeit über Grund) die Auslösung eines Aufmerksamkeitssignals für die jeweiligen Schiffsführungen prinzipiell möglich gewesen. Die nachträglich aus den AIS-Standards wieder eliminierte Forderung nicht abschaltbarer AIS-gestützter CPA/TCPA-Annäherungswarnung wird unter diesem Gesichtspunkt zumindest als ungünstig angesehen.

#### **4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen**

Das Automatische Identifizierungssystem in der Schifffahrt soll zur Verbesserung der Kollisionsverhütung beitragen. Eine wichtige Voraussetzung dafür ist, dass sich der verantwortliche Wachoffizier auf der Brücke auf die durch dieses System bereitgestellten Informationen verlassen kann. Auch die Integration und Kopplung von AIS mit anderen Navigationssystemen setzt gesicherte, aktuelle Dateninhalte voraus, um das optimale Wirken des Mensch-Maschine-Systems gewährleisten zu können.

Zur Betrachtung der technischen Zuverlässigkeit des Systems wurde eine Szenariostudie durchgeführt. Gegenstand und Ziel der Untersuchungen war die Gewinnung von Aussagen zur Zuverlässigkeit des Austausches der dynamischen Zielinformationen hinsichtlich der Aktualisierung der Datensätze und der Plausibilität empfangener Dateninhalte.

Zur Durchführung dieser Betrachtungen wurde eine zwanzigminütige Stichprobe erhoben, welche eine reale Kollisionssituation enthielt. Die Stichprobe wurde aus einer kontinuierlichen Aufzeichnung der codierten Datensätze des realen Funkverkehrs mit einer zugelassenen AIS-Mobilstation entnommen, die Datensätze in lesbare Formate konvertiert und mit selbst entwickelten Softwaremodulen analysiert. Neben globalen statistischen Aussagen zur beobachteten Verkehrssituation mit insgesamt 62 AIS-Zielen im Seegebiet der südlichen Ostsee, wurde eine situationsspezifische Detailanalyse für die Kollisionssituation durchgeführt.

Die Untersuchung hinsichtlich des Senderegimes zur Datenaktualisierung erfolgte durch den situationsbezogenen Vergleich der ermittelten tatsächlichen Empfangsintervalle zu den laut der internationalen Standards vorgegebenen Sendeintervallen. Die Plausibilität der Dateninhalte wurde stichprobenartig durch Vergleich mit anderen Datenquellen überprüft. Die wichtigsten Ergebnisse sind:

- Der AIS-Datenaustausch weist sowohl nach oben als auch nach unten große Abweichungen zum geforderten Senderegime auf.
- In der Stichprobe lag die Anzahl empfangener Nachrichten prinzipiell unterhalb der Gesamtsumme, die gemäß Standard hätte ausgesendet werden müssen.
- In der erhobenen Stichprobe wurden Empfangsintervalle registriert, welche um ein Vielfaches über den geforderten Sendeintervallen lagen. Zielspezifisch betrug der Anteil der mit vergrößerten Zeitintervallen empfangenen Nachrichten bis zu 67 %.
- Der Anteil wiederholt empfangener inhaltsgleicher Positionsnachrichten ist sehr hoch, er betrug zielspezifisch über 35 %.

- Nur bei drei von fünf in der Szenariostudie enthaltenen und analysierten Kursänderungssituationen konnte die geforderte Erhöhung der jeweiligen Empfangsintervalle festgestellt werden.
- Die geforderte Erhöhung der Sendeintervalle bei Kursänderungen verläuft verspätet mit geringen Phasenverschiebungen zur Erhöhung der Drehrate.
- Der Anteil an AIS-Zielen, von denen ungültige Lageinformationen empfangen wurden, ist unverändert hoch. Er lag in der betrachteten Gesamtverkehrssituation mit 62 AIS-Zielen bei 16 %.
- In der situationsbezogenen Detailanalyse wurden bei einem AIS-Ziel zweifelhafte Lageinformationen registriert (Abweichung zwischen Lage und COG-Information über 15°, dieser Driftwinkel ist für diese Situation unwahrscheinlich).
- Auch die statischen, reisebezogenen Daten sind nach wie vor fehlerbehaftet oder oft ungültig. Der Bestimmungshafen wird in der Regel nicht gemäß IMO-Empfehlung codiert.

Die empfohlene Methode ist möglicherweise unpraktisch oder die Empfehlung noch nicht in der Praxis angekommen.

Unter dem globalen Aspekt der bordgestützten Kollisionsverhütung muss zusammenfassend festgestellt werden, dass dem vorangestellten menschlichen Faktor in sicherheitskritischen Situationen zweifelsohne oft eine dominierende Rolle zukommt. Wie die hier vorgestellten Ergebnisse zeigen, darf jedoch die Zuverlässigkeit der technischen Systeme, welche den Menschen gerade in solchen Situationen wirksam unterstützen sollten, nicht außer Acht gelassen werden.

Die Studie zeigt einerseits sehr deutlich, dass die technische Zuverlässigkeit des eingeführten AIS längst noch nicht den Stand erreicht hat, der notwendig wäre, um zu einer signifikanten Reduzierung von gefährlichen Annäherung und Kollisionen im Schiffsverkehr beitragen zu können. Die Situation ist eher dadurch gekennzeichnet, dass der Schiffsführer zum Überwacher der installierten technischen Systeme wird, anstatt den Schiffsführungsprozess mit Hilfe der installierten Technik sicher zu steuern wie es SHERWOOD JONES et al (2006) kritisiert.

Wenn andererseits die in dieser Stichprobe festgestellten Erscheinungen als übliche nachrichtentechnische Systemeigenschaften zu akzeptieren wären, dann müsste mit Blick auf die Kollisionsverhütung festgestellt werden, dass AIS nicht viel mehr, aber ausdrücklich auch nicht weniger als eine Ergänzung zu den anderen Instrumentarien der Kollisionsverhütung ist. Die beginnende Entwicklung AIS-gestützter Applikationen für die Kollisionsverhütung bzw. die Integration von AIS-Daten in Systeme zur Entscheidungsunterstützung und Beratung des Schiffsführers scheint eine Erhöhung der Zuverlässigkeit dieser Eingangsdaten unumgänglich zu machen.

Notwendig ist ein optimales Zusammenspiel, ein vernünftiges aufeinander Abstimmen der technischen Möglichkeiten auf die Kenntnisse und Fähigkeiten des menschlichen Operators. Schiffsführer müssen einerseits durch ihre Ausbildung in die Lage versetzt werden, technische Hilfsmittel sinnvoll und effektiv einzusetzen und neben den Möglichkeiten auch die Grenzen und Nachteile der genutzten technischen Systeme jederzeit ausreichend zu berücksichtigen. Die Weiterentwicklung und Integration technischer Systeme muss Informationen

bzw. Vorschläge in den Displays ihrer Beratungs- oder Überwachungssysteme durch die Erhöhung der Zuverlässigkeit der Eingangsdaten signifikant verbessern.

## 5. Literatur und Referenzen

- [1] Baker, C.C., McCafferty, D. B. (2005):  
Accident database review of human element concerns: What do the results mean for classification? in: Proceedings of the International Conference on Human Factors in Ship Design and Operation. London: RINA, 2005.
- [2] Baldauf, M.; Hartmann, F. (2004):  
Investigations into the use of AIS voyage related AIS data. In: Proceedings – International Symposium “Information on Ships – ISIS 2004”, Hamburg, September 2004
- [3] Blanding, H. C. (1987):  
Automation of ships and the human factor. Paper presented at the Ship technology and research symposium of the society of naval architects and marine engineers, Philadelphia, PA.
- [4] DNV (2005):  
Einsatzerfahrungen mit AIS an Bord. Praxisbericht nach ca. 2 Jahren Nutzungszeit seit Beginn der Ausrüstungspflicht. Deutscher Nautischer Verein, Ständiger Fachausschuss, AK Manövrieren/Technische Ausrüstung, Bremen
- [5] IMO (1998):  
Resolution MSC.74(69) Annex 3: Recommendations on Performance Standards for a universal Shipborne Automatic Identification System (AIS). London
- [6] IMO (2004):  
Resolution MSC.192(79) Annex 34: Adoption of revised Performance Standards for Radar Equipment. London.
- [7] ITU (2001):  
Recommendation ITU-R M.1371 – Technical characteristics for a universal shipborne automatic identification system using time division multiple access in the VHF maritime mobile band. Genua
- [8] Lützhöft, M. (2004):  
The technology is great when it works: Maritime Technology and Human Integration on the Ship's Bridge. Dissertation Nr. 907 Linköping: Linköping Studies in Science and Technology. University of Linköping.
- [9] Lützhöft, M. & Hedenskog, A. (2006):  
Turning Safely through the wind: Systems view on shipping safety. In: R. Dauer, A. de la Pena, J. Puig (editors): International Congress on Maritime Technological Innovations and Research – Proceedings. SCI UPC, Barcelona, ISBN 84-7653-861-8.
- [10] Müller, R.; Hartmann, F.; Zölder, A. (2003):  
Historical AIS data use for Navigational Aids. HANSA Hamburg, Januar 2005
- [11] NI-UK (2007):  
AIS-Forum – Reported Problems. <http://www.nautinst.org/ais/reportedProbs.htm>, August 2007
- [12] Norris, A. (2007):  
AIS Implementation – Success or Failure? The Journal of Navigation, 60, (S. 1–10), London, Januar 2007

- [13] Rothblum, A.R. (2000):  
Human error and marine safety. Paper presented at the National Safety Council Congress and Expo, Orlando, FL.
- [14] Sherwood Jones, B.M., Earthy, J.V.; Fort, E.; Gould, D. (2006):  
Improving the design and management of alarm systems. Proceedings of the World Maritime Technology Conference, London, March 2006
- [15] SMSI (Swedish Maritime Safety Inspectorate):  
Sjöfartsverkets rapportserie B 2006-7. Swedish Maritime Administration, Norrköping, März 2006
- [16] Van der Heijden, W., Glansdorp, C., Sage, B., Trant, G., Veldhuyzen, W., Degré, T. (2004):  
EMBARC WP3: Tracking and Tracing; SWP3.2: Monitoring High-Risk-Vessels at medium and long ranges, version2, April 2004, Contract no. GRD1-2000-25500.



## **Avoidance of Roll Resonance or Wave Impact in Weather Routing (Vermeidung von Rollresonanz und Seegangseinfluss in der Wetterrouting)**

**Prof. Dr. Knud. Benedict, Dipl.-Ing. Michael Kirchhoff, Dr. Michael Baldauf**  
*Hochschule Wismar, Bereich Seefahrt*  
**Dr. Thomas Weber**  
*Applied Weather Technology (Europe) Ltd.*

### **Kurzfassung**

Mit der Zunahme des Einsatzes immer größerer Containerschiffe häuften sich in den letzten Jahren Schiffsunfälle und Berichte über Schäden, die durch schwere Seegangseffekte verursacht wurden. Untersuchungen haben gezeigt, dass diese Effekte auf synchroner bzw. parametrischer Rollresonanz basieren mit dabei auftretenden, heftigen Schiffsbewegungen. Zusätzlich können noch Gefahren durch Verminderung der Stabilität bei Fahrt auf Wellenberg von Wellengruppen und des Surfridings bei achterlicher See auftreten.

Die IMO hat eine Guideline publiziert "Guidance to the master for avoiding dangerous situations in following and quartering seas" um die Schiffsbesatzung zu unterstützen. Die SeeBG hat 2003/04 eine zusätzliche Richtlinie als Anleitung zur Begegnung solcher Gefahren herausgegeben.

Die Autoren haben eine vereinfachte Methode entworfen und das Programm ARROW entwickelt, um die potentiellen Gefahren durch Resonanzeffekte und Einfluss hoher Wellen für Schiffe im Seegang zu berechnen und effektiv darzustellen. Der Vorteil besteht darin, dass nur eine geringe Menge an Daten des Schiffes und des Seeganges benötigt werden um qualitative Resultate zur Identifizierung potentieller Probleme zu erzielen. Dieses Tool erlaubt auch die schnelle Variation der relevanten Parameter um Tendenzen zu erkennen und Gegenmaßnahmen abzuleiten. Das Programm kann einerseits separat eingesetzt werden und hat sich bewährt. Neu entwickelt wurde ein ARROW-Interface zu dem Wetterroutingprogramm "BonVoyage" von Applied Weather Technology / AWT, das den Zugriff auf den kompletten Reiseplan erlaubt. Damit können schon während der Reiseplanung ein Überblick in einem geeigneten Vorhersagezeitraum gewonnen und ggf. Gegenmaßnahmen wie Routen- oder Beladungs/Stabilitätsänderung getroffen werden.

### **Abstract**

Over the last years a series of accidents and heavy damages occurred due to heavy sea state effects, specifically for new container vessels. Investigations have shown that these effects were based on phenomena known as synchronous and parametric roll resonance. Moreover, there can be additional dangers by reduction of intact stability caused by riding on the wave crest on successive high wave attacks or dangers of surf-riding/broaching-to in following seas.

The IMO has published a "Guidance to the master for avoiding dangerous situations in following and quartering seas", to put emphasis on the phenomena and to give some support to

the ships crew. The German authority has provided an additional guidance in 2003 to specify these effects more detailed.

The authors have developed a simplified method to estimate the conditions of potential dangers due to resonance effects for ships in waves. The program ARROW (Avoidance of Roll Resonance Or Wave Impact) was developed as a software tool to estimate and display the potential dangerous conditions of rolling resonances or high wave impacts on ships due to specific wave encounter situations. The advantage of the method presented is that only a small amount of data on ship and waves are needed to provide qualitative results in a way to identify potential problems and tendencies in order to derive countermeasures. The tool also allows for quick variation of the relevant parameters.

Apart from the use as a very helpful stand alone version, an interface has been implemented into the ARROW software that allows for the access to the detailed voyage plan created by the on board routing system “Bon Voyage” by Applied Weather Technology (AWT). This allows for a more enhanced overview for potential dangerous situations within a reasonable time frame and decisions for countermeasures like changes of the route or loading/stability throughout the voyage plan.

### Introduction and aim of this paper

Over the last few years several vessels have experienced the dangerous effects of rolling resonance. Investigations have shown that these effects are based on phenomena known as synchronous and parametric roll resonance [1][2]. Moreover, there can be additional dangers by reduction of intact stability caused by riding on the wave crest on successive high wave attacks or dangers of surf-riding and broaching in following seas. The phenomena described in Table 1 can occur when a ship is affected by high sea state, either separately or combined.

Phenomena	Occurrence		Effect
	Direction	Periods/Encounter	
1. Synchronous rolling motion	All directions possible	Natural rolling period of a ship coincides with the encounter wave period.	Heavy oscillations with high amplitude
2. Parametric rolling motion	Specifically for head and stern wave conditions	Wave encounter period is approximately equal to half of the natural roll period of the ship	Heavy oscillations with high amplitude
3. Reduction of stability riding on the wave crests of high wave groups	Following and quartering seas	Wave length larger than 0.8 x ship length and significant wave height is larger than 0.04 x ship length	Large roll angle and capsizing
4. Surf-riding and broaching-to	Following and quartering seas	The critical wave speed is considered to be about $1.8\sqrt{L} \sim 3.0\sqrt{L}$ with respect to ships' length	Course deviation and capsizing

Table 1: Overview on dangerous phenomena in high sea state, occurrence and effects



Over the last decade there have been many investigations and recommendations into this phenomena and publications can be found on how to calculate some of these effects but either they do not cover all the effects which are mentioned above or they were not designed to support the ship's crew in order to give effective guidance for the operation of ships. The IMO 1995 has published guidelines to the master for avoiding dangerous situations in following and quartering seas to be aware of several effects due to sea state [3][4]. In 2003 a draft of a new German guideline for stability on board ships was published [7] and some of its aspects were given to the IMO where a review of the IMO guideline is currently taking place [5][8]. Summarizing all these methods, the current methods are lacking a simplified, user friendly approach for the calculation of the effects, necessary for education and training, for use on board and an overall approach for presentation of all effects in one diagram related to the actual ship and wave conditions.

This paper describes briefly how to effectively find out the potentially dangerous situations. Simplified calculation methods are given which were developed to manually calculate a polar diagram presentation e.g. on RADAR Plotting Sheets. The software program ARROW will be described as a tool to estimate and display the potential dangerous conditions of rolling resonances or high wave impacts on ships due to complex wave encounter situations e.g. for long range voyage planning in co-operation with a weather routing program.

## Description of effects and methods

### Ships' motion and ship natural rolling periods

The ships' motion can be generally subdivided into 6 degrees of freedom. For the problems handled within this paper we will mainly focus on rolling motion and the surge/sway and yawing motion for the surf riding and broaching. To calculate the rolling period  $Tr$  of a ship one can apply the so called WEISS-Formula. For small roll angles up to  $\Phi \approx 5^\circ$  or even to  $\Phi \approx 10^\circ$  it reveals:

$$Tr(10^\circ) = \frac{Cr \cdot B}{\sqrt{GM}} \quad \text{where:}$$

- $GM$  – Initial stability, metacentric height [m],  $B$  – ship's beam [m];  
 $Lpp$  – length [m]
- $Cr$  – the inertia coefficient for rolling motion, e.g. according to IMO – Guidelines as to  $Cr = 2 \cdot c$  with  
 $c = 0.373 + 0.023(B/d) - 0.043(Lpp/100)$  with  $d$  – draft[m].

For large roll angle amplitudes up to  $\Phi \approx 40^\circ$  or more the roll period can change, compared to the period  $Tr(10^\circ)$  for small angles. The magnitude of the difference is according to the type of the stability curve. There are three types of curves:

- Strong over-proportional increase of the up-righting lever, compared to the tangent according to  $GM$  indicated by the dotted line in Figure 3, i.e.  $Tr(10^\circ) > Tr(40^\circ)$ , as it can be seen from the values for  $Tr(10^\circ)$  and  $Tr(40^\circ)$  in that figure (left part),
- Nearly linear gradient up to the maximum, proportional to the tangent according to  $GM$  (i.e.  $Tr(10^\circ) = Tr(40^\circ)$ ),

- Strong under-proportional decreased curve, i.e.  $Tr(10^\circ) < Tr(40^\circ)$ .
- To calculate the rolling period  $Tr(40^\circ)$  for rolling angles  $\Phi$  up to  $40^\circ$  a formula can be used (according [6][9]).

### Sea state and encounter period to waves

The sea state is approximated by a regular wave system with one characteristic direction, average wave height, described by average wave period  $T_w$ , wave length  $L_w$  and wave speed  $C_w$ . The wave period  $T_w$  is the period a fixed observer would time between the passing of two consecutive wave crests or two consecutive wave troughs. The wave period directly corresponds to the wavelength  $L_w$ . The following relation holds between the wave length and wave speed for harmonic waves:

$$L_w = k \cdot T_w^2 \quad \text{and} \quad C_w = k \cdot T_w \quad \text{where:}$$

- $k$  denotes the coefficient for the wave system (wave number), which is according to the types of wave systems ( $k = 1.56$  for full developed swell, long crested;  $k = 1.3$  for heavy seas not fully developed in intermediate conditions;  $k = 1.04$  for wind sea, short crested with new developing sea waves).
- $L_w$ : wavelength [m];  $T_w$ : wave period [s];  $C_w$ : Wave speed / celerity [m/s]

The encounter situation between ship and waves is very important for the wave impact: The ship will be forced into oscillation excited by the encounter period  $TE$  between ship and sea. For general encounter situation the encounter period  $TE$  can be calculated as to:

$$TE = \frac{k \cdot T_w^2}{k \cdot T_w + 0,514 \cdot V \cdot \cos \gamma} \quad \text{With:}$$

- $V$  – ship's speed vector [kn] and component  $V \cdot \cos(\gamma)$  – For conditions where the ship is overtaking the waves the wave speed has to be considered as negative
- $\gamma$  – encounter angle ( $\gamma = 0^\circ$  for head sea;  $\gamma = 180^\circ$  for following sea)

Generally for a given encounter period  $TE$  and wave period the speed can be calculated to:

$$V_{TE} = \frac{k \cdot T_w}{0,514 \cdot \cos \gamma} \cdot \left( \frac{T_w}{T_E} - 1 \right)$$

### Conditions for synchronous and parametric rolling resonance

Resonance develops when the ship's natural rolling period coincides with the excitation period of the waves (the encounter period). The rolling amplitudes of the ship may be stimulated depending on the ratio between the ships' natural rolling period  $Tr$  and encounter period  $TE$ . There are two significant types of resonance:

Synchronous resonance occurs when the ships' natural period  $T_r$  and the encounter period  $T_E$  have nearly the same value. There is Direct Resonance at  $T_r = T_E$  or  $T_r / T_E = 1.0$  where the maximum amplitudes are to be expected and in the range  $0.8 \leq T_r / T_E \leq 1.1$  where still up to about 50 % higher amplitudes occur. In the resulting polar diagram (Figure 1) synchronous resonance conditions are to be seen as red stripes whereas specifically the Direct Resonance condition is represented as a line (also seen in Figure 2) nearly in the middle of the stripes and the conditions for 50 % lower amplitudes are at the outer border lines.

Parametric Resonance occurs specifically in head or stern seas when the ships natural period  $T$  and the encounter period  $T_E$  have nearly double or half values. There is Direct Parametric Rolling Resonance: for  $T_r = 2 * T_E$  or  $T_r / T_E = 2.0$ ; and range  $1.8 \leq T_r / T_E \leq 2.1$  with still up to 50 % higher amplitudes. In the resulting polar diagram (Figure 1) they are to be seen as red sector segments in head or stern seas where the Direct Resonance conditions are represented as a line (seen also in Figure 2) nearly in the middle of the segment and the conditions for 50 % lower amplitudes are at the outer border lines. These conditions are represented in the polar diagram as sector segments  $\pm 30^\circ$  off the wave direction. This type of rolling can occur in head and bow seas where the wave encounter period is exiting the ship preferably by the effects due to the stability change when on wave crest or in wave trough. Therefore the excitation is high specifically for those types of vessels with large stability differences at the respective wave positions as for instance modern container vessels with a "pontoon" stern shape and tremendous bow flare.

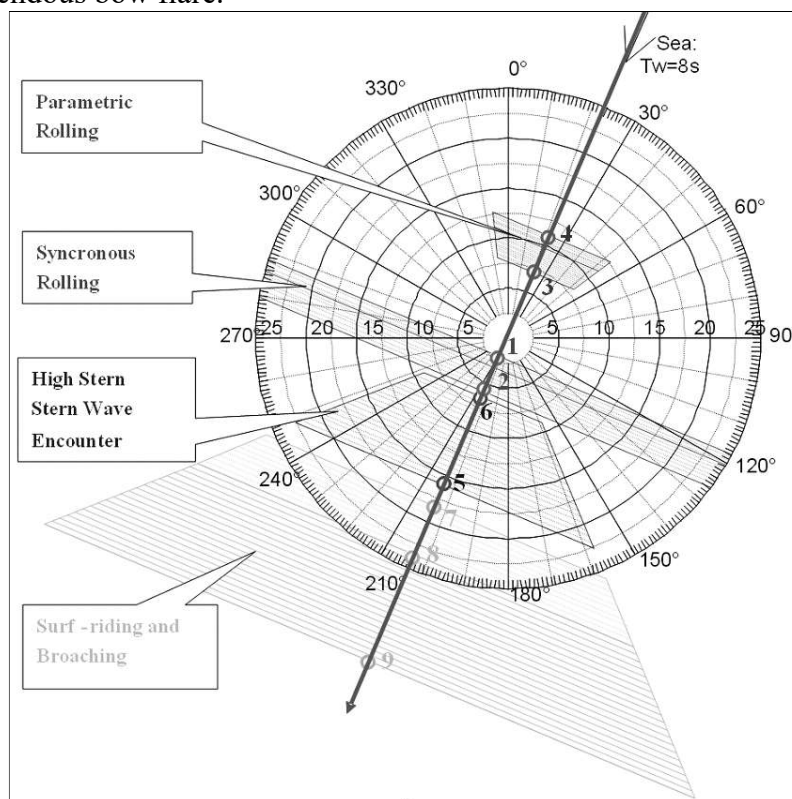


Figure 1: Resulting Polar diagram with dangerous course and speed vectors based on the example ship and calculated with the respective formulas from Table 2 indicated by coloured circles (Example-Ship:  $L_{pp} = 113$  m,  $B = 17.6$  m; rolling coefficient  $C_r = 0.74$ ; i.e.  $T_r = T_r(10^\circ) = 10$  s; Sea from  $23^\circ$  with  $T_w = 8$  s in Wind sea ( $k = 1.04$ ))

## **Dangerous stern wave encounter**

During high wave groups' encounter and when a ship is riding on the wave crest, the intact stability will be decreased substantially according to the ship shape. The amount of stability reduction is nearly proportional to the wave height and the ship may lose the stability when the wave length is one to two times of ship length and wave height is large. This situation is especially dangerous in following and quartering seas, because the duration of riding on wave crest, i.e. the time of inferior stability, becomes longer. Besides the danger of reduction of stability when the ship is riding on the wave crest for a long time there is also an exciting effect of waves in Head/Stern Sea when the waves are travelling along the ships hull periodically – this will yield potential for parametric rolling. This leads to extreme dangerous situation when several high waves will trigger the ship coming as a group.

The IMO 1995 has given in the guidelines a diagram highlighting the potential occurrence of high wave group encounters; however, the information is given in a dimensionless format only by a ratio of ships speed  $V$  and wave period  $T_w$ . Here the new polar presentation can have its benefit by relating the data to the current values of ships speed and wave period/direction with the potential of High wave group encounter as for example is given in Figure 1: The segment for direct following and quartering seas  $\pm 45^\circ$  is shown as blue dot and dash area.

## **Surfriding and broaching-to**

Surf-riding and broaching occurs if the ship speed is so high that its component in the wave direction approaches to the phase velocity of waves. Then the ship will be accelerated to reach surf-riding and broaching condition. That means the ships will be lifted by a following wave at the stern and accelerated; if then the ship is affected by small course change a yawing/swaying motion can occur followed by large heel angles up to capsizing. The critical speed for the occurrence of surf-riding considered to be  $1.8\sqrt{L}$  (kn), where  $L$  is ship length. It should be noted that there is a marginal zone ( $1.4\sqrt{L} \sim 1.8\sqrt{L}$ ) below the critical speed. Here a new polar diagram can have its benefit by relating the data to the current values of ships speed and length as well as wave direction. For the example in Figure 1 the potential of surf riding/broaching-to for direct following and quartering seas is given for the green segment in the lower part of the figure.

## **Summary of effects and formulars**

The method presented here briefly (a complete description is published in [9]) allows for calculating and plotting a polar diagram for ship operation in a very simplified way as indicated in Figure 1 and with formulas given in Table 2. Using a Radar Plotting sheet (with speed values at the axis instead of distances) the only task is to draw a line in the direction of the wave propagation and to calculate the encounter speed values  $V$  (indicated by small circles and numbered according to the numbers of the formulas in Table 2) on courses with direct head sea ( $V$  positive) or following sea ( $V$  negative). The Table 2 summarizes the effects and formulas for calculating the circles with the respective numbers of the formula in the table.

Phenomena	Direction/Sector/Area	Equations to Calculate the speed values as basis for the Diagram Elements	
1. Synchronous rolling motion	Stripe segments over diagram; All directions possible	1. for TE = Tr / 0.8: $V_{0.8} = \frac{k \cdot T_w}{0,514} \cdot \left( \frac{T_w}{Tr/0.8} - 1 \right)$	2. for TE = Tr / 1.1: $V_{1.1} = \frac{k \cdot T_w}{0,514} \cdot \left( \frac{T_w}{Tr/1.1} - 1 \right)$
2. Parametric rolling motion	Segment for direct head and stern wave conditions $\pm 30^\circ$	3. for TE = Tr / 1.8: $V_{1.8} = \frac{k \cdot T_w}{0,514} \cdot \left( \frac{T_w}{Tr/1.8} - 1 \right)$	4. for TE = Tr / 2.1: $V_{2.1} = \frac{k \cdot T_w}{0,514} \cdot \left( \frac{T_w}{Tr/2.1} - 1 \right)$
3. Reduction of stability riding on the wave crest of wave groups	Segment for direct Following and quartering seas $\pm 45^\circ$	5. $V_{DWaveGr_{0.8}} = -0,8 * T_w$ 6. $V_{DWaveGr_{2.0}} = -2,0 * T_w$	
4. Surf-riding and broaching-to	Segment for direct following and quartering seas $\pm 45^\circ$	7. $V_{surf_{1.4}} = -1,4 * \sqrt{Lpp}$ (marginale Zone) 8. $V_{surf_{1.8}} = -1,8 * \sqrt{Lpp}$ 9. $V_{surf_{3.0}} = -3,0 * \sqrt{Lpp}$	

Table 2: Summary of effects and formulas for calculation of basic polar diagram values

The results will be used to draw specific shapes of areas with potential danger in a Polar Diagram taking the speed values (in the circles) as a basis for the diagram elements:

A synchronous resonance area will be drawn as a red stripe over the whole angle area of the polar diagram, orthogonal to the sea direction. The parametric excitation will be drawn in the same way but only for a red sector segment of  $\pm 30^\circ$  around the direction of stern sea or against the sea respectively. Additionally the areas for surf-riding (green) and encounter of wave groups (blue) in zones of  $\pm 45^\circ$  around stern sea directions will be drawn.

By means of the polar diagram an assessment of situation or estimation of countermeasures can easily be done to find out suitable values of the ships' speed and course or measures to change stability and likewise the ships roll time period T avoid resonance – either by means of that diagram manually created as in Figure 1 or more convenient by using the computer software ARROW described in the following chapter.

## Arrow-Software program

### Overview

The ARROW program is a software tool to estimate and display the potential conditions and countermeasures to Avoid Rolling Resonances Or Wave impacts on ships due to specific wave encounter situations. By means of the Main user interfaces (Figure 2) the a small amount of data is needed to be entered into the areas of the Ship Parameter Input (top left

side) and Wave Parameter Input (lower left side) to provide the qualitative results in the Result Display Area (right hand side):

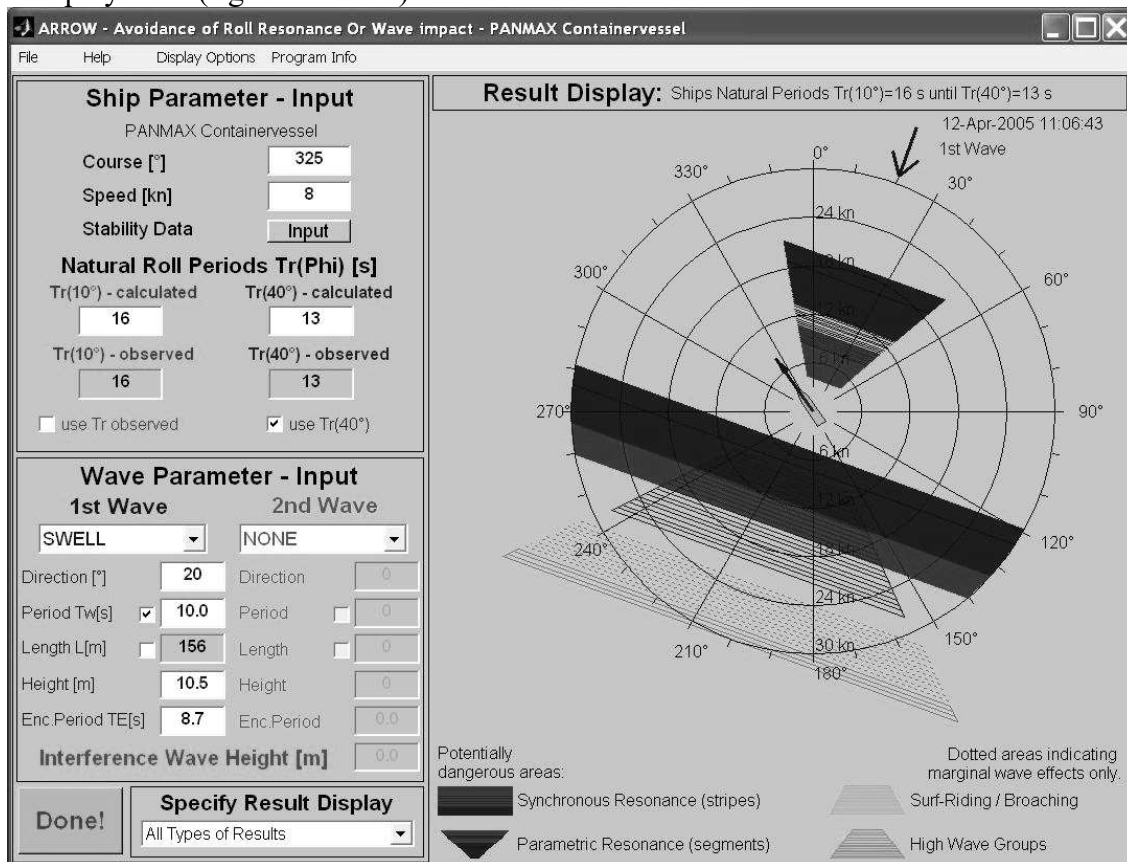


Figure 2: ARROW program window – overview on main user interface elements

## Parameter input

Ships course and speed can be entered in the respective data fields. The heading direction of the ships contour and speed vector in the Result Display will immediately change according to changes in the data fields. Alternatively these values can be set by mouse click (right button) into the ARROW-Result Display Area.

Natural Roll periods of the ship can be either calculated (a) by using stability data or alternatively (b) by entering observed roll periods directly:

(a) Using Stability Data Input the data can be entered into the respective input fields of ARROW-Stability Data Window. The input of these Stability Data can be checked in the plot of the GM and  $GZ_{\text{max}}$  values versus roll angle (Figure 3 left). To compare the  $GZ_{\text{max}}$ -values with the initial stability GM a tangent is drawn (dotted line) from 0 to the GM value at roll angle  $\Phi = 57.3^\circ$ . The ships' natural roll periods  $Tr$  will be immediately calculated and shown in the left side of the ship parameter input area (s. Figure 2) parallel to the stability data input. The  $Tr$  values are displayed both for small (up to  $10^\circ$ ) and large (up to  $40^\circ$ ) roll angles. Corresponding to the draft input the inertia coefficient  $Cr$  for rolling motion is shown (s. Figure 3 right) in the field below the draft input field from the ships hydrostatic tables.

(b) Using Alternatively the Direct Input of Natural roll period from Observations it is possible to use ob-erved ships roll periods instead – for this purpose a checkbox is available to change between “calculated” and “observed” roll periods. In this case the respective Cr value is high-lighted according to the GM value.

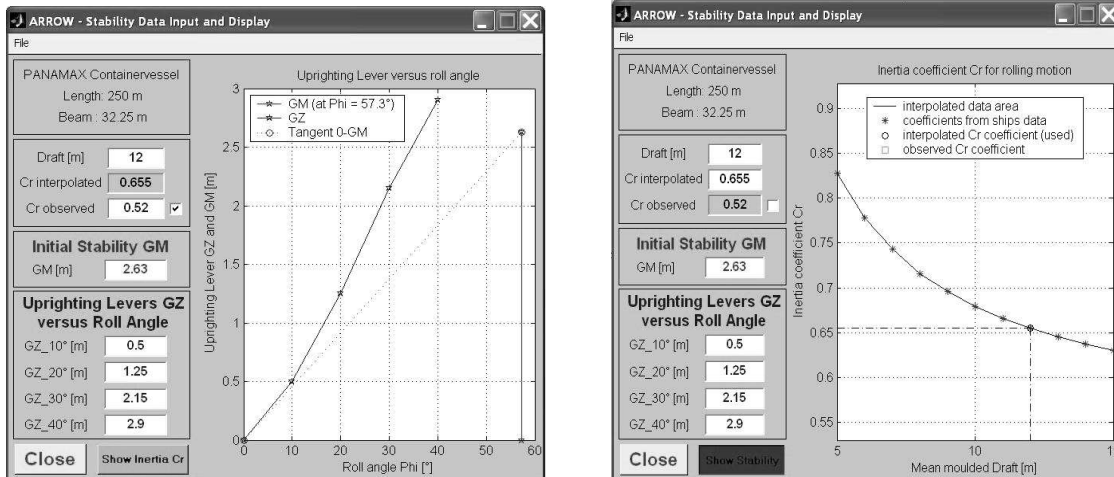


Figure 3: Stability Data Window – Graph of up righting lever versus roll angle Phi and GM tangent (left) and Graph of Inertia coefficient Cr and respective Cr value due to draft input (right)

For Wave Parameter Input the ARROW program accepts the input of two different wave systems. The 1st Wave area (left side) is designated for the input of the dominant wave system interacting with the ship. Only a few wave input parameters, taken either from observations on the ship or from weather reports and forecasts, have to be entered in the respective fields. The input for the 2nd Wave system is identical to the 1st Wave. The direction of the first wave system is drawn as a blue arrow outside of the polar diagram in the ARROW-Display Area (s. Figure 2), the second system as green arrow. Another arrow shows the direction of the interference wave.

### Result display area and measures to avoid problems due to wave effects

The polar diagram provides the critical course and speed ranges resulting in resonance areas by stripes and sectors of high wave impact according to IMO guidelines. All types of resonance and wave impacts are drawn with different colours and shapes to distinguish between them. Even for large amplitude rolling periods the potential resonance conditions can be shown in brown colour next to the red areas for small rolling amplitudes displayed in parallel. Beneath the polar diagram a legend is drawn to clarify the relation of the different colours and shapes with respect to the different types of resonance and wave impacts. If the point of the ships' arrow (ships speed vector) is within one (or even more) of the dangerous areas the ships conditions are potentially unsafe. In this case the ships speed and course have to be changed to bring the arrow top out of those areas. Alternatively the ships rolling period could be varied by changing the stability parameters (GM or GZ\_-values) in order to avoid resonances as shown in Figure 4. All of these countermeasures can be checked by trial variations using the ARROW program modules.

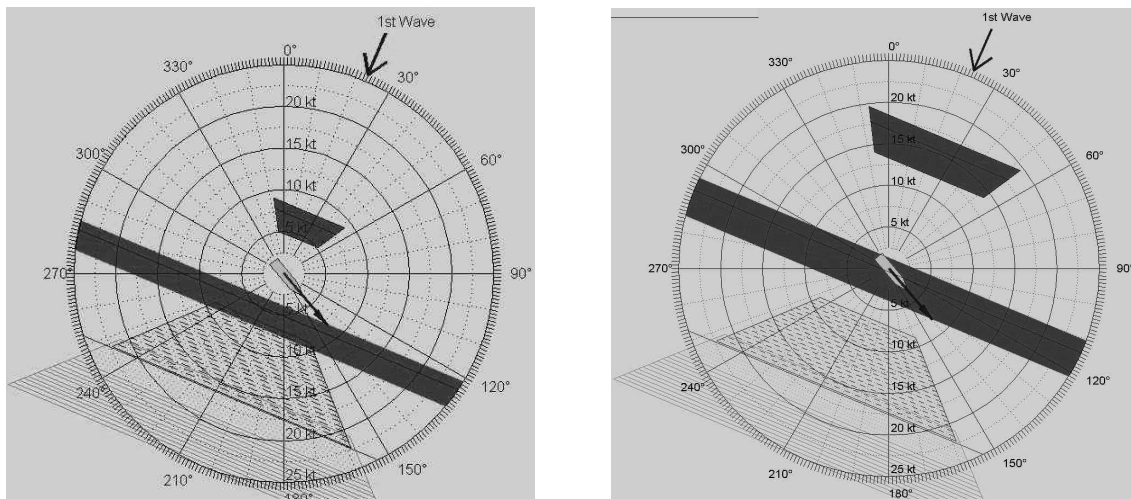


Figure 4: Shifted resonance areas after changes of rolling period due to change of GM: Results for  $Tr(10^\circ) = 11.3 \text{ s}$   $GM = 1.32 \text{ m}$  (left) and for  $Tr(10^\circ) = 8.24 \text{ s}$   $GM = 2.50 \text{ m}$  (right)

### Arrow: Versions and use Training institute version

There are two version of the ARROW software in existence. One is for Education and lecturing of Wave Effects at Seafaring Training Institutions. For this reason several different vessels and encounter situations can be prepared and loaded for demonstrations according to the specific training needs. An encounter situation consist of ship information on speed, course and own rolling period and of wave information (direction, period, height) of two wave systems. Figure 5 show the procedure of loading an encounter situation from a list of several different situations.

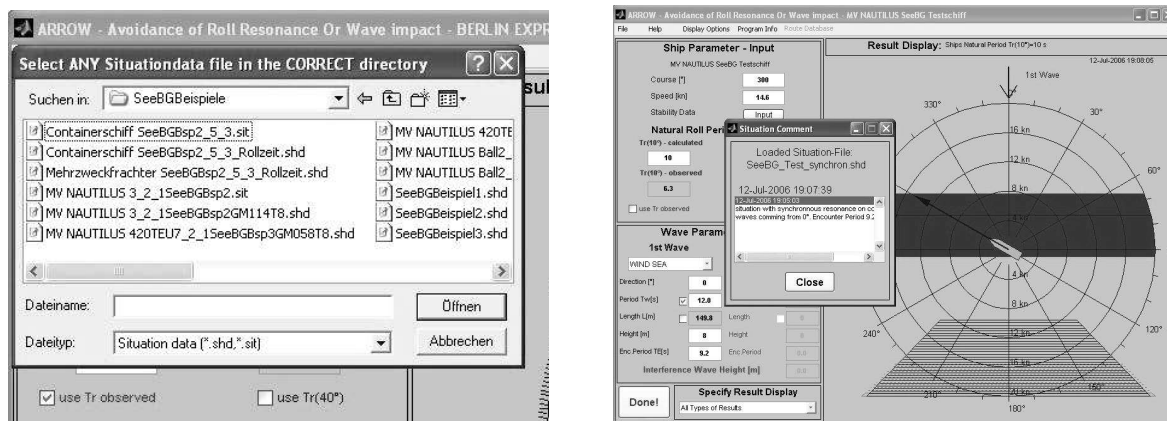


Figure 5: Procedure to selection of different stored encounter situations for education

After selecting a situation the data will be loaded and a previously stored comment will be shown explaining the encounter situation.



## Use of Arrow software together with ships routing program “Bon Voyage”

The second version of the ARROW software is the onboard version. The basic version is specifically designed and database adjusted to quickly calculate and display all wave effects for one specific vessel. A permanent storage of a special wave encounter situation is possible. The enhanced version of the ARROW software establishes a link to an onboard weather routing system (see Figure 6).

When using the onboard routing system Bon Voyage from Applied Weather Technology AWT the most recently edited route can be imported (top menu: “Route Database/Load Route Database”) and viewed in the ARROW route list table. ARROW will instantly analyse the route points of this route in terms of the formerly described risks.

The status of a route point can be viewed (see Figure 6) in both, the ARROW route list table and the Result Display / Wave Parameter-Input section:

- If any line in the ARROW route list table has been highlighted red then there is a potential risk, if orange then a marginal risk may have been left.
- By clicking on the corresponding line in the ARROW route list table (e.g. middle row of table left below) the ARROW main interfaces pops up to display the respective situation highlighting potential dangerous conditions and allows the check whether the ships’ speed vector is within or out of these conditions (top left of Figure 6).

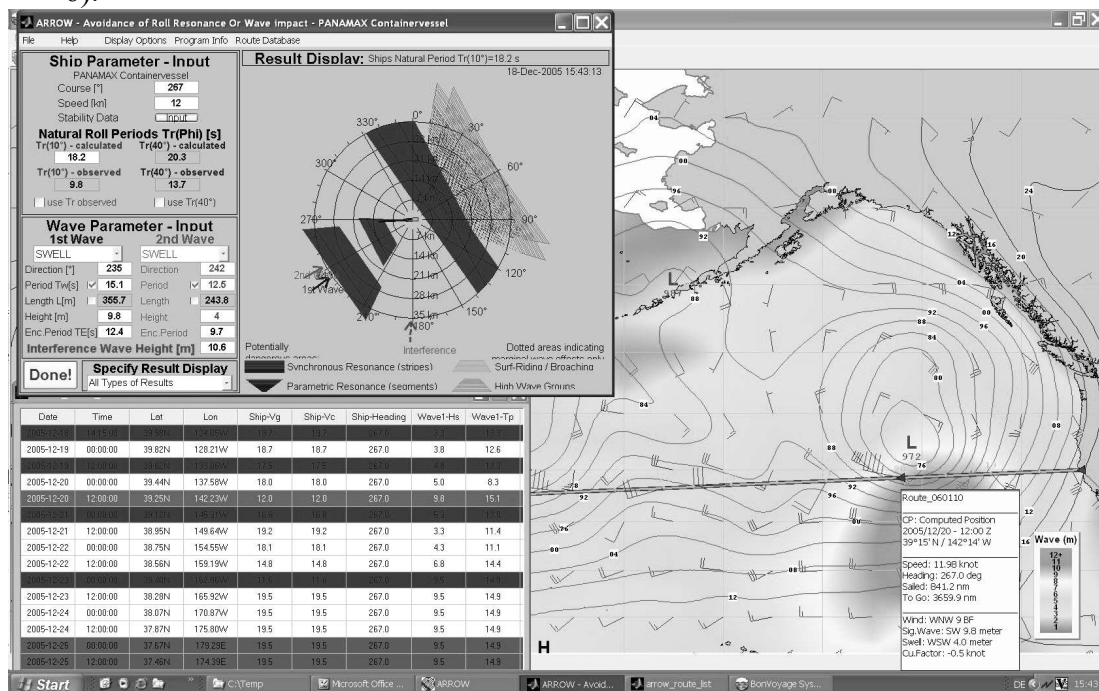


Figure 6: Use of ARROW program together with onboard routing system “Bon Voyage” (AWT): Sea chart with weather information along the planned route on rhumb line (right) and ship with rolling period  $Tr = 18.2$  s at a specific position (Triangle), ARROW main interface (top left) with information for that respective position/situation, ARROW route list table (left below) with information overview for all waypoints

In order to avoid potential resonance conditions

- either the ships natural rolling period could be adjusted by GM corrections in the ARROW interface(see Figure 7).
- or the route can be changed in the Bon Voyage system (course or speed respectively, see Figure 8)

Both options can be used to find suitable conditions by simple trail and error methods.

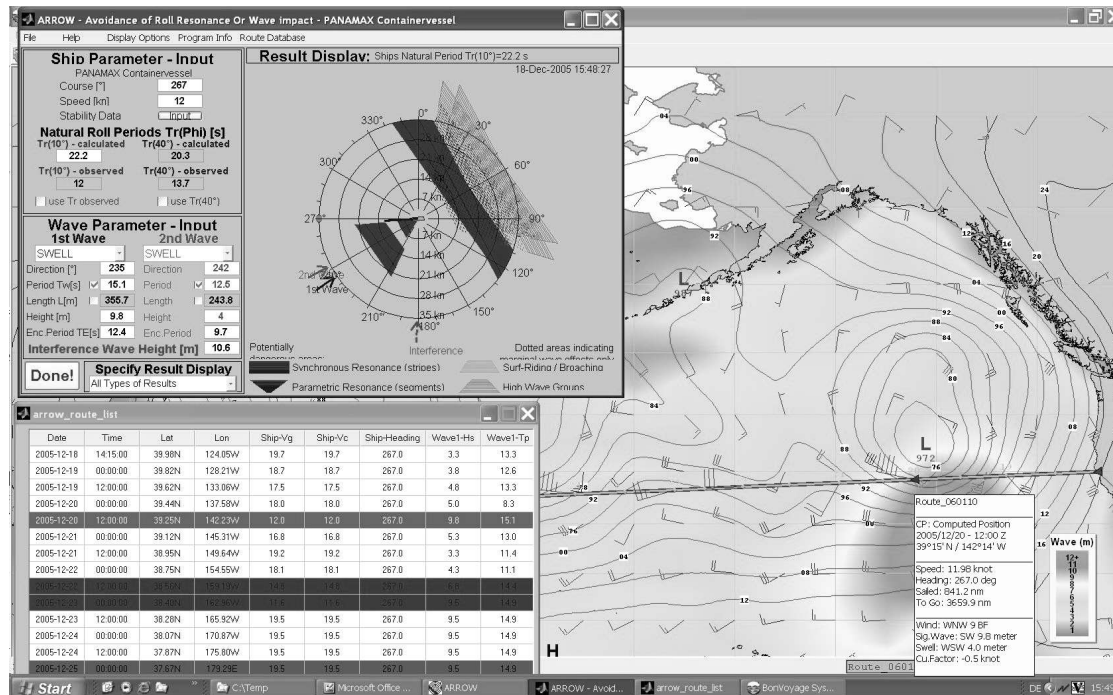


Figure 7: Use of ARROW program together with onboard routing system "Bon Voyage" (AWT): Avoiding Resonance by Changing Stability from rolling period  $Tr = 18.2 s$  to  $Tr = 22.2 s$

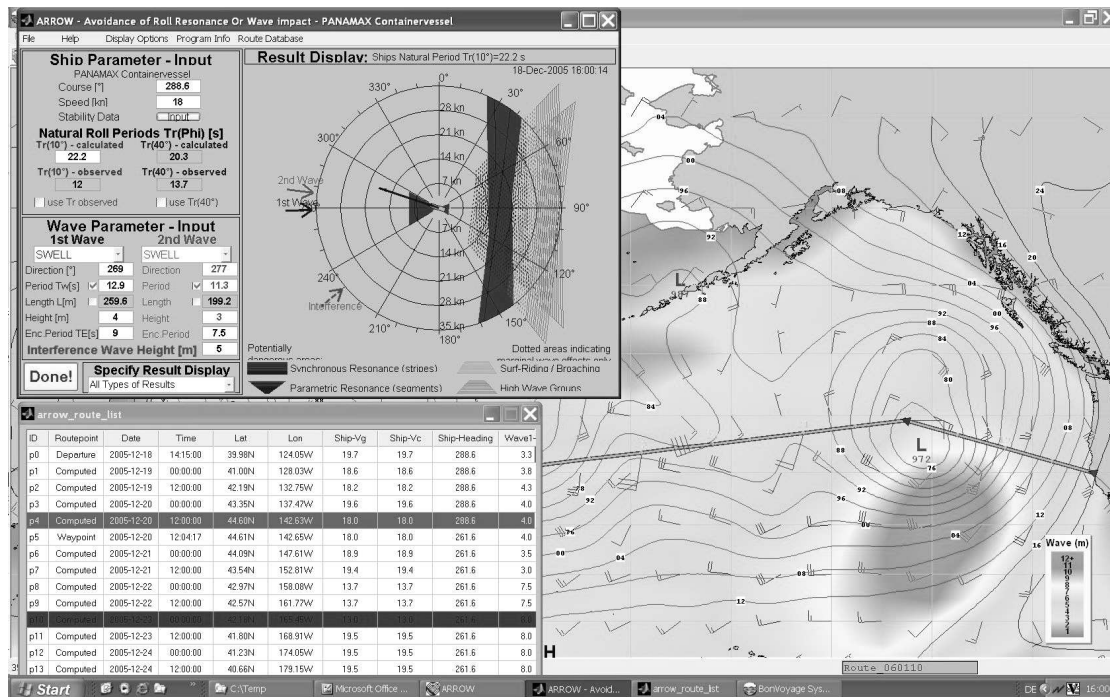


Figure 8: Use of ARROW program together with onboard routing system "Bon Voyage" (AWT): Avoiding Resonance due to change of the ships route by shifting of one waypoint on Rhumb line

## Conclusions

In the paper a simplified but robust method is shown to estimate the potential danger of wave impact in order to support the work of the ships' officers. It is based on the comparison of the ships natural rolling period and the period of wave encounter and allows preparing a polar diagram for synchronous and parametric resonance and other wave effects from basic data of the ship and the sea state, even by manual calculation. It is also possible to include the potential danger of high wave group encounter or Surf-riding and broaching respectively. A computer program ARROW – Avoidance of Roll Resonance and Wave impact was developed to display the potential dangerous conditions of rolling resonances or other high wave impacts on ships due to specific wave encounter situations. The tool allows for quick variation of the relevant parameters to find out safe conditions by trial and error methods and to see the tendency of changes in the parameters. The ARROW Program was implemented as a module into a ship weather routing program in order to analyse all the route points and segments in terms of the described risks and to give an overview in the ARROW route list table.

## References

- [1] France & William a.o. 2001. An Investigation of Head-Sea Parametric Rolling and its Influence on Container Lashing Systems. SNAME, Annual Meeting 2001.
- [2] Scharnow, U. 1987. Ship and Manoeuvre – Seamanship Vol. 3 (in German: Schiff und Manöver – Seemannschaft Bd. 3), Berlin: Transpress.
- [3] IMO 1993. Code on Intact stability for all types of ships, Resolution. A.749 (18) Nov 1993
- [4] IMO 1995. Guidance to the master for avoiding dangerous situations in following and quartering seas, MSC circular 707, adopted on 19. October 1995.
- [5] IMO 2005. Paper: REVISION OF THE CODE ON INTACT STABILITY, Proposed revision of MSC/Circ.707: SLF 48/4/8, 10 June 2005 (Submitted by Germany)
- [6] Ammersdorffer, R. 1998. Parametric excited Rolling Motion in bow and head seas (in German: Parametrisch erregte Rollbewegungen in längslaufendem Seegang). Schiff & Hafen Heft 10–12, 1998.
- [7] BMVBS /See-BG 2004 – German Ministry of Transport: Guidance for Monitoring Ship's Stability. Verkehrsblatt-Document Nr. B 8011; Release 2004
- [8] Cramer, H. & Krueger, S. 2001. Numerical capsizing simulations and consequences for ship design, JSTG 2001, Springer.
- [9] Benedict, K., Baldauf, M, Kirchhoff, M. 2004. Estimating Potential Danger of Roll Resonance for Ship Operation. Schiffahrtskolleg 2004, Proceedings Vol. 5, p. 67–93, Rostock 2004

## Meeresinformationen für die Sicherheit in der Seeschifffahrt

**Dr. Jürgen Holfort**

*Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie*



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

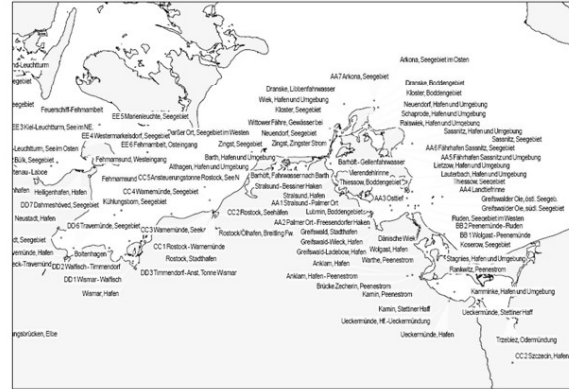
### **Inhalt**

- Eisdienst, Vorgehen und Produkte
- Wasserstandsdienst
- Operationelle Modelle
- Ausblick

# Eisstationen an der deutschen Küste



BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE

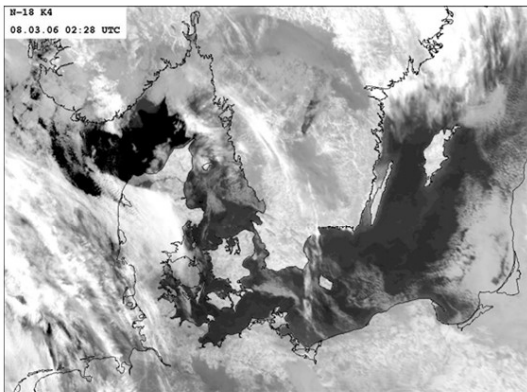


Lieferrn tägliche Information über Eisbedeckung, Eisarten, Eisdicke, etc.

# Satellitendaten

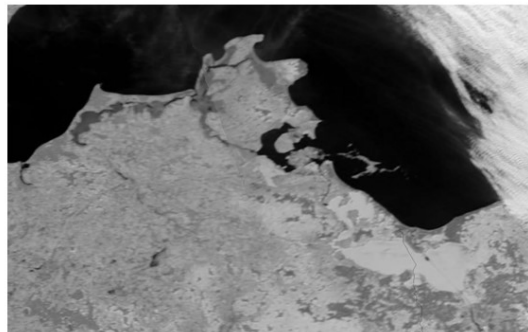


BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE



NOAA Daten, eigener direkter Empfang, Auflösung ~1km

Modis Daten 45. Tag in 2006, 250m Auflösung, Falschfarben



# Satellitendaten



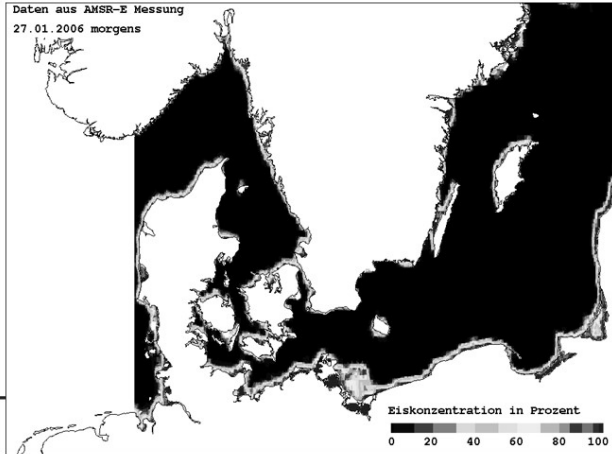
BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE



**RADARSAT**  
ScanSAR wide beam,  
Gulf of St.-Lawrence.  
2. März 1996, Auflösung 250m

**Auflösungen**  
Bestmögliche 8m (50x50km)  
Standard 25m (100\*100km)  
Wide 100m (500x500km)

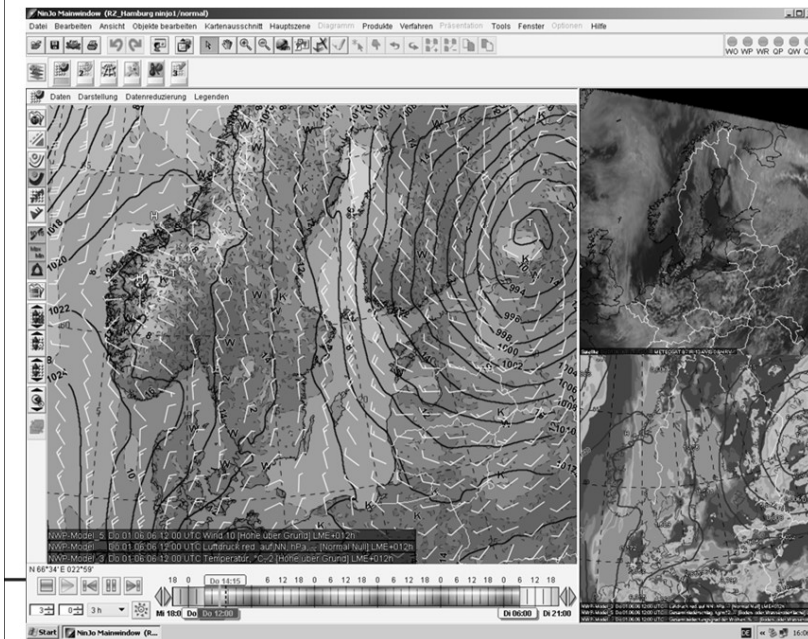
Advanced Microwave Scanning Radiometer



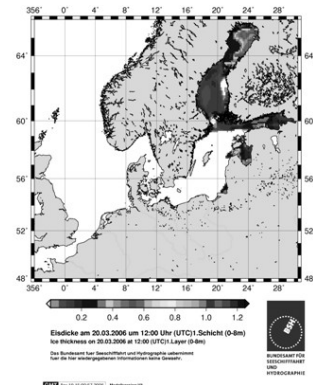
# Wettervorhersage



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE



Liefert Informationen über  
die zukünftige Entwicklung,  
ebenso wie operationelle  
Ozean-Modelle



# Eisprodukte deutsche Küste



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

German Ice Report - No. 6  
2006-01-25

AA	14322 24121 46121 54111 72000
BB	16121 24322
CC	12000 22001 31000
EE	21000
FF	12000 40/0
GG	41000
HH	13101 23101

At light to moderate frost ice formation in the German coastal waters has further continued. New ice, formed in the Pomeranian Bay, is drifting northwards.

#### North Sea coast

On the Northfriesian coast thin ice or new ice. In harbour Tönning very close thin ice. In the harbour of Cuxhaven some brash ice is drifting, the entrance is ice-free. In the Nord-Ostsee-Channel some new ice occurs in places. On Elbe, between Harburg and Brunsbüttel open thin ice or new ice.

#### Western Baltic Sea

In the Schlei there is 10-15 cm thick level ice and open thin ice. In harbours Flensburg, Eckernförde, Heiligenhafen, Neustadt and Wismar as well as on Unterwarnow and in the sea harbours of Rostock there is thin ice or new ice. The city harbour of Rostock is covered by 5-10 cm thick ice. The Bodden waters south of Darß and Zingst are covered with 10-20 cm thick fast ice.

#### Southern Baltic Sea

The inner Bodden waters are mostly covered with 15-20 cm thick fast ice. In the harbour of Stralsund and in Stralsund there is consolidated, 15-20 cm thick ice, fairways are broken. The Greifswalder Bodden is covered with 10-20 cm thick fast ice. In the harbour Greifswald-Ladebow about 15 cm level ice. East of Greifswalder Oie there is consolidated, partly compacted 5-15 cm thick ice. The Landtiefenlinie is covered with compact ca. 10 cm thick ice. In the harbours of Sassnitz and Mukran new ice and close thin ice occurs. Off Rügen and Usedom new ice is forming close to the coasts. In the Pomeranian Bay new ice or thin ice is drifting. In the harbour of Wolgast and on the Peenestrom farther northwards to Penemünde 10-15 cm thick fast and very close brash ice, then to Ruden close up to 15 cm thick drift ice. The southern Peenestrom and Kleines Haff are covered by 15-20 cm thick fast ice.

Icebreakers: ARKONA, RANZOW and GÖRMITZ work in Greifswalder Bodden, in the eastern approach to Stralsund and on the northern Peenestrom. ROSENORT and FAIRPLAY-26 work in the fairways of Rostock.

The northern approach to Stralsund, southern Peenestrom and Kleines Haff are closed for navigation.

During the next two days, ice formation will stagnate in the inner waters of the western Baltic. No essential ice increase is to be expected in the eastern coastal waters. New ice, formed in the Pomeranian Bight, will drift southwards due to freshening northeasterly winds on Thursday. A new decrease of air temperatures and ice formation or ice growth is to be expected from Friday.

BSH - Ice Service

## German Ice Report

Bei Eis an der deutschen Küste täglich um etwa 9:30.

Verteilung an Eisdienste anderer Nationen und weitere Interessierte (auch auf [www.bsh.de](http://www.bsh.de)).

### Inhalt:

- \* Eismeldungen der internationalen Schifffahrtswege
- \* Kurze Beschreibung der Eissituation
- \* Information über Eisbrechereinsatz und Schifffahrtbegrenzungen
- \* Kurzfrist-Vorhersage

# Eisprodukte deutsche Küste



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE  
Eisbericht Nr. 44 vom 20.03.2006  
für die deutsche Ostseeküste

**Wetter:** Unsere Küstengebiete liegen im Einflussbereich eines Tiefs über Finnland. Die Temperaturen lagen heute früh zwischen -1°C und +1°C. Wind: Schwach bis mäßig, überwiegend aus südwestlichen Richtungen.

#### Hauptfahrwasser

##### Fahrwasser nach Schleswig: Eisfrei.

**Fahrwasser nach Stralsund:** Der Stralsunder Hafen ist überwiegend eisfrei. Im Fahrwasser vom Stralsunder Hafen bis Palmer Ort treibt etwa 10 cm dickes lockeres Trümmereis, das stellenweise bis 15-20 cm zusammengeschoben ist. Weiter im Fahrwasser bis Freesendorfer Haken und in der Landtiefenlinie kommt offenes Wasser vor. **Nordzufahrt nach Stralsund:** Im Fahrwasser tritt lockeres 5-10 cm dickes Eis und größere Flächen mit Schneeschlamm auf. Das Eis ist ständig in Bewegung.

#### Boddenngewässer

**Bodden südlich vom Darß und Zingst:** 10-24 cm dicke Eisdicke mit einigen offenen Stellen; die Fahrwinne nach Barth ist aufgebrochen. Zingster Strom ist eisfrei.

**Bodden zwischen Rügen und Hiddensee:** Nördlich von Neuendorf kommt etwa 12 cm dickes Randeis vor. Südlich Neuendorf/Schaprode liegt geschlossene und bis zu 50 cm zusammengeschobene Eisdicke, die Fahrwinne zwischen Neuendorf und Schaprode ist eisfrei.

**Greifswalder Bodden:** Der Hafen Greifswald-Wieck ist eisfrei. Die Dänische Wieck ist bis auf eine große offene Stelle vor der Häfeninfahrt mit 18 cm dickem Eis bedeckt, das Fahrwasser ist stellenweise eisfrei. Im Hafen Greifswald-Ladebow kommt dichtes 10-15 cm dickes Eis vor. Im nördlichen Uferbereich des Greifswalder Boddens liegt etwa 10 cm dickes Randeis, im westlichsten Teil kommt etwa 10 cm dickes Eis vor. Sonst treibt im Greifswalder Bodden lockeres Trümmereis mit unterschiedlichen Eisdicken vom Westen kommend ostwärts.

**Peenestrom:** Der nördliche Peenestrom ist eisfrei. Von Wolgast südwärts bis zum Kleinen Haff kommt meist dünnes Randeis und offenes Wasser vor. Im Achterwasser und in den geschützten Buchten liegt noch etwa 20 cm dicke Eisdicke.

**Stettiner Haff:** 10-25 cm dicke Eisdicke. Bei Kamin und vor der Ueckermündung kommen größere offene Stellen vor. - **Polnische Küste:** Im Hafen Szczecin lockeres 10-15 cm dickes Trümmereis, Swinojskie ist eisfrei. Im Fahrwasser Szczecin - Swinojskie lockeres, etwa 20-25 cm dickes Trümmereis.

**Eisbrecher:** RANZOW, ARKONA und GÖRMITZ arbeiten in den Stralsunder Fahrwasser.

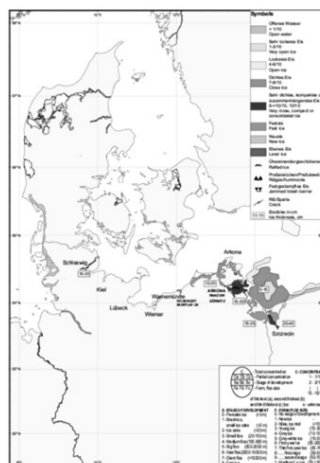
**Achtung:** Der südliche Peenestrom und das Kleine Haff sind für die Schifffahrt geschlossen.

#### Aussichten bis 24.03.2006:

Die Lufttemperaturen erreichen tagsüber die Werte zwischen 0 und 5°C, nachts um -2°C. **Wind:** Schwach bis mäßig, aus nordwestlichen bis westlichen Richtungen.

In den Boddenngewässern der Küste Mecklenburg-Vorpommerns wird sich der langsame Eistrückgang fortsetzen.

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie  
**EISKARTE**  
Jahrgang 79  
Nr. 2  
Rostock, 27.01.2006



## Ostseebericht

Ausführlicher als  
German Ice Report

Auf deutsch

Montag-Freitag,  
Karten nicht täglich  
sondern nach Bedarf

Auf [www.bsh.de](http://www.bsh.de)  
verfügbar.



# Internationaler Austausch

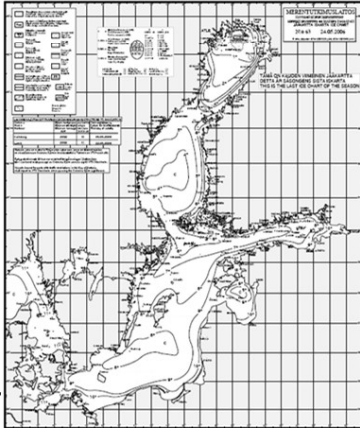
www.bsis-ice.de



BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE

Ähnlich mit dem German Ice Report liefern auch die anderen Ostseeanrainer (und auch die Niederlande) tägliche Eisreports.

Einige hiervon sind nicht öffentlich, aber die meisten kann man im WWW finden (so z.B. der schwedische), ebenso wie tägliche Karten (z.B. die finnische).



SVENSK ISRAPPORT

2006-04-20

**BOTTENVIKEN:** I de norra skärgårdarna ligger 45-70 cm fast is, i den södra 30-50 cm. Till sjöss i norra och mellersta Bottenviken finns 20-50 cm sammanhängande drivis med en del kraftiga vallar. Ost om linjen Norströmsgrund – Björklubb finns ett stort område med 30-50 cm sammanhängande is med kraftiga vallar. Längs finska kusten från Brahestad sydvärt till Valsjöarna finns en 5-15 nautiska mil bred råk med mestadels öppet vatten. Grova flak spårar deivis vid Ulkokalla, och Tankar. På den svenska sidan i södra Bottenviken finns 20-30 cm mycket tät drivis med en del sprickor och mörda vallar.

**NORRA KVÄRIVEN:** I skärgårdarna finns 30-55 cm fast is. I Nordvalenpassagen samt nord om linjen – Odelgrund - Bonden och vidare sydvärt närmast svenska kusten finns 15-30 cm mycket tät drivis med omväxlande stora och små flak, i övrigt är det öppet vatten.

**BOTTENHAVET:** I de svenska skärgårdarna och på Ångermanälven finns 15-30 cm deivis uppruten is. Närmast svenska kusten sydvärt till Åstholmssude finns en 5-10 nautiska mil bred bälte med 10-25 cm tät eller mycket tät drivis med en del vallar och isbulingar. I inre Gävlebukten förekommer mycket spridd rutten is. I övrigt till sjöss är det öppet vatten.

**SKÄRGÅRDHAVET OCH MÅLAREN:** Större delen täckt av 10-30 cm rutande is. I huvudfarterna förekommer endast spridd drivis.

**VÄNERN:** I de norra skärgårdarna ligger 15-30 cm rutande is. Till sjöss är det öppet vatten men utanför Åmål finns ett bälte med tät is.

**FINSKA VIKEN:** Till Vyborg och St. Petersburg finns 35-60 cm fast is, vidare ut till Högland 30-50 cm sammanhängande drivis med vallar. Därutöver i den norra delen finns 10-30 cm tät eller mycket tät drivis med en del vallar. Utanför estniska kusten är det öppet vatten. Isgränsen går Jussaro - nord Porkkala - Gråhara - Kalbäckgrund - Vigrund.

**RIGABUKTEN:** Till Pärnu finns 20-40 cm fast is, i Moonson 20-30 cm. Till sjöss i den nordöstra delen finns 15-35 cm kompakt drivis med vallar. I den södra delen öppet vatten.

ISSN 0013-2705



## Eisbericht Nr. 115 Amtsblatt des BSH

Jahrgang 79 | Nr. 115 | Dienstag, den 23.05.2006 | 1

**Übersicht**  
Das Eis in der Bottnik treibt langsam N-wärts und nimmt weiter ab.

**Overview**  
The ice in the Bay of Bothnia is slowly drifting northwards and further on decreasing.

**Bottnik**  
Finsische Küste: Offenes Wasser in den nördlichen Schären. Außerhalb davon treibt bis zur Breite von Halluoto 10-40 cm dickes sehr lockeres moches Eis. Stellenweise kommen große Schollen aus arktis- presstem Eis vor. Das vorsichtige Navigieren ist weiterhin erforderlich. Weiter südwärts eisfrei.

**Swedish Coast:** In the northern part open water in the archipelago. North of the latitude of Halluoto there is 10-40 cm thick very open and rotten drift ice. In places there are large floes of edged ice. In places there are large floes of edged ice. Navigation should be further on carefully. Farther south ice-free.

**Northern Swedish Coast:** In the northern part of the archipelago still some minor areas of open or very open rotten ice exist. At sea northwest of the line Kemi 1 – Norströmsgrund there are areas with open to very open rotten ice, but also with 10-40 cm of lockers and very lockers moches Eis. östlich kommen aber auch Bereiche mit 10-40 cm dicken und harten Eisschollen und Eisblöcken vor, das vorsichtige Navigieren ist weiterhin erforderlich.

**Northern Swedish Coast:** In the northern part of the archipelago still some minor areas of open or very open rotten ice exist. At sea northwest of the line Kemi 1 – Norströmsgrund there are areas with open to very open rotten ice, but also with 10-40 cm of lockers and very lockers moches Eis. östlich kommen aber auch Bereiche mit 10-40 cm dicken und harten Eisschollen und Eisblöcken vor, das vorsichtige Navigieren ist weiterhin erforderlich.

**Voraussichtliche Eisentwicklung**  
Bei weiterhin S bis SE-lichen Winden und milden Temperaturen wird sich der rasche Eisrückgang in der N-lichen Bottnik fortsetzen.

**Expected ice Development**  
With continuing south to south-easterly winds and mild temperatures the rapid ice retreat in the northern Bay of Bothnia will continue.

**- Das vorsichtige Navigieren ist wegen einzelner harter Eisschollen oder Eisblöcke vor allem in den Nachtstunden und bei schlechten Sichtverhältnissen weiterhin erforderlich.**

**- Because of the occurrence of single hard floes and floes navigation should still be carefully particularly during the nighttime and in poor visibility.**

Im Auftrag  
Dr. Schmelzer

By order  
Dr. Schmelzer

**Eisankünfte / Ice Information**  
Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)  
Niedrigallee 5 20095 Rostock  
Telefon: +49 (0) 391 4503-100 / Telefax: +49 (0) 391 4503-949  
E-Mail: info@bsh.de  
www.bsh.de/de/Informationen/Service/Service/Eis/Eisberichte/115  
© BSH - All rights reserved  
Reproduction in whole or in part prohibited

**Herstellung und Vertrieb**  
Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)  
Postfach 30 120 20 20095 Rostock  
Telefon: +49 (0) 391 4503-2000  
Telefax: +49 (0) 391 4503-2002  
www.bsh.de/de/Informationen/Service/Service/Eis/Eisberichte/115  
© BSH - All rights reserved  
Reproduction in whole or in part prohibited



BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE

## Der Eisbericht

Beschreibt die Eissituation von Nordsee und Ostsee.

Auf Deutsch und Englisch.

Regional unterteilt mit einer Übersicht und einer Vorhersage.

Montag bis Freitag etwa um 13:00 Uhr.

# Eisbericht



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

Jahrgang 79 Nr. 115 Dienstag, den 23.05.2006 2

### Restrictions to Navigation

Sweden	Harbour/District	All least draft (m)	Ice Class	Begin
	Karlsborg	2000 dwt	IB	08.05.06
	Luleå	2000 dwt	IC	22.05.06

### Information of the Icebreaker Services

Sweden  
Increased alertness is recommended in the dark and with poor visibility due to the presence of large floes/bergs which can be found at sea in the northern Bay of Bothnia.  
Only vessels suitable for winter navigation can expect governmental icebreaker assistance.  
River vessels and tugs with barge can not expect governmental icebreaker assistance.  
Vessels with destination to all harbours with traffic restrictions in the Bay of Bothnia are requested to report name, nationality, destination, ETA and speed to VTS Stockholm on VHF channel 94, via coastal radio or telephone direct +46 8 606 66 22, when passing lighthouse Svenska Björn (latitude 59°33' N).  
Icebreaker: ATLE assists in the northern Bay of Bothnia.

Jahrgang 79 Nr. 115 Dienstag, den 23.05.2006 3

### Schlüssel für die Meldungen der Eis- und Schifffahrtsverhältnisse

<p><b>Erste Zahl:</b> A<sub>6</sub> Menge und Anordnung des Meereses 0) Isloschmelze 1) Unreines Meeres - Bedeckungsgrad kleiner 1/10 2) Sehr lockeres Eis - Bedeckungsgrad 1/10 bis 3/10 3) Lockeres Eis - Bedeckungsgrad 3/10 bis 5/10 4) Lockeres Eis - Bedeckungsgrad 5/10 bis 9/10 5) Sehr dichtes Eis - Bedeckungsgrad 9/10 bis 9/10 6) Zusammengeschohenes oder zusammenhängendes Eis - Bedeckungsgrad 10/10 7) Eis außerhalb der Festekarte 8) Festes Eis 9) Eis in sehr dichtem oder zusammengeschobenem Eis oder entlang der Festekarte 7) Aukstunde zu melden</p> <p><b>Linie Zahl:</b> A<sub>6</sub> Topographie oder Form des Eises 0) Planisches Eis 1) Innummerierte - Liniennummer unter 200 m 1) Kleine bis mittlere Liniennummer 200 bis 500 m 2) Große Eisflächen - Durchmesser 500 bis 2000 m 3) Sehr große oder niedrig große bis mittlere Liniennummer über 2000 m oder ebene Eis 4) Unregelmäßig geschobenes Eis 5) Kompakte Schneise oder kompakte Eistreckchen oder Kompakte Inseln 6) Aufgeschichtetes Eis (in Form von Hügel und Wällen) 7) Aufgeschichtetes Eis (in Form von Hügel und Wällen) 8) Aufgeschichtetes Eis (in Form von Hügel und Wällen) 9) Aufgeschichtetes Eis (in Form von Hügel und Wällen) 7) Keine Information oder Aukstunde zu melden</p>	<p><b>Zweite Zahl:</b> S<sub>6</sub> Ertrocknungsstatus des Eises 0) Neues oder dünneres Eis (weniger als 5 cm dick) 1) Reiferes Eis (5 bis 10 cm dick) oder abgebaut 2) Grobes Eis (10 bis 15 cm dick) 3) Unreifes Eis (5 bis 10 cm dick) 4) Weiches Eis: 1) Stadiumpol (bis zu 10 cm dick) 2) Weiches Eis: 2) Stadium 20 (bis 70 cm dick) 3) Weiches Eis: 3) Stadium 30 (bis 100 cm dick) 7) Eis, das überwiegend dünner als 10 cm ist, mit etwas dickerem Eis 8) Eis, das überwiegend 15 bis 30 cm dick ist, mit etwas dickerem Eis 9) Eis, das überwiegend dicker als 30 cm ist, mit etwas dünnerem Eis 7) Keine Information oder Aukstunde zu melden</p> <p><b>Dritte Zahl:</b> A<sub>6</sub> Schifffahrtsverhältnisse im Eis 0) Schifffahrt unbehindert 1) Nur Holzschiffe ohne Zusatzschutz schwierig oder gefährlich. 2) Schifffahrt für nicht-eisstarre Schiffe oder für Stanzschiffe mit niedriger Maschinenleistung schwierig. 3) Große Eisflächen oder mit Eischar nicht regeln. 4) Unreife Eisfläche nur für stark gebaute und für die Eisfahrt geeignete Schiffe mit hoher Maschinenleistung möglich. 5) Schifffahrt verläuft in einer Rinne oder in einem aufgetauten 1. Jahreslauf ohne Eisunterstützung. 6) Eisunterstützung kann nur für die Eisfahrt geeigneten Schiffe von bestimmter Größe (BWL) gegeben werden. 7) Eisunterstützung kann nur für die Eisfahrt geeigneten Schiffe von bestimmter Größe (BWL) gegeben werden. 8) Eisunterstützung nur nach Sondergenehmigung. 9) Schifffahrt vollständig eingestellt. 7) Unbekannt</p>
--	--

Mit Informationen über Schifffahrtsbeschränkungen und Eisbrechereinsatz.

Und den Eismeldungen der internationalen Fahrwasser

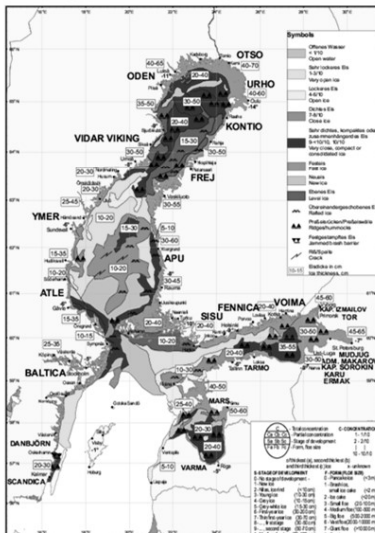
Finland, 23.05.2006	1/0
Kemi 2 - Kemi 1	2991
Kemi 1, Seegebiet im SW	2991
Offene See N-ich Breite Marjaniemi	2991
Sweden, 23.05.2006	1290
Karlsborg - Malören	3070
Malören, Seegebiet außerhalb	3070
Sandgrönn Fahrwasser	1290

# Eisbericht



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie EISÜBERSICHTSKARTE Nr. 29 Jahrgang 79 Rostock, 20.03.2006



Zweimal in der Woche ist eine Karte beigelegt.

# Wasserstand



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

## Warum ist die Wasserstandsvorhersage wichtig?

1. Wegen der Sicherheit und Leichtigkeit im Schiffsverkehr

immer größer werdende Tiefgänge  
wasserstandsabhängiger Fährverkehr  
Zeitproblem  
Ladung

2. Wegen der wirtschaftlichen Aspekte

Ein- und Auslaufzeiten  
Be- und Entladung  
Wasserbauliche Maßnahmen (Küstenschutz)  
Tourismus  
Vermeidung von Schäden

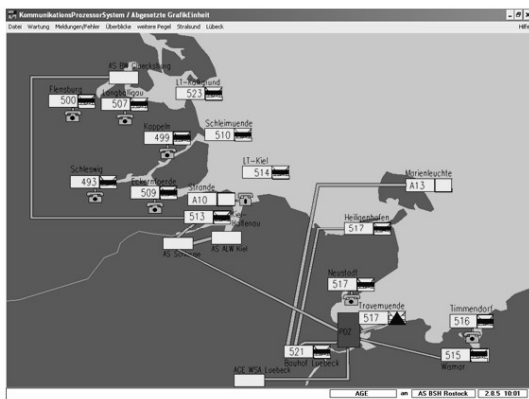
3. Wegen der Informationen und Warnungen für die Öffentlichkeit

bei erhöhten oder erniedrigten Wasserständen  
Sportschifffahrt  
bei Sturmfluten/ Niedrigwasser

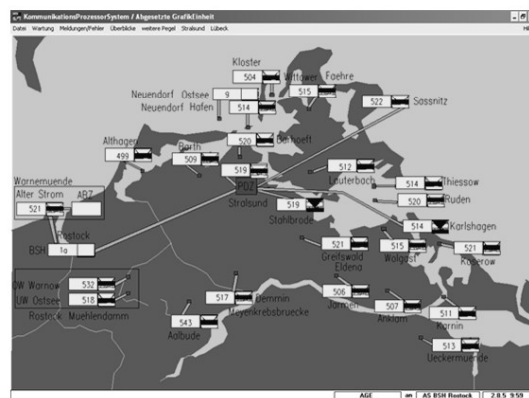
# Wasserstand

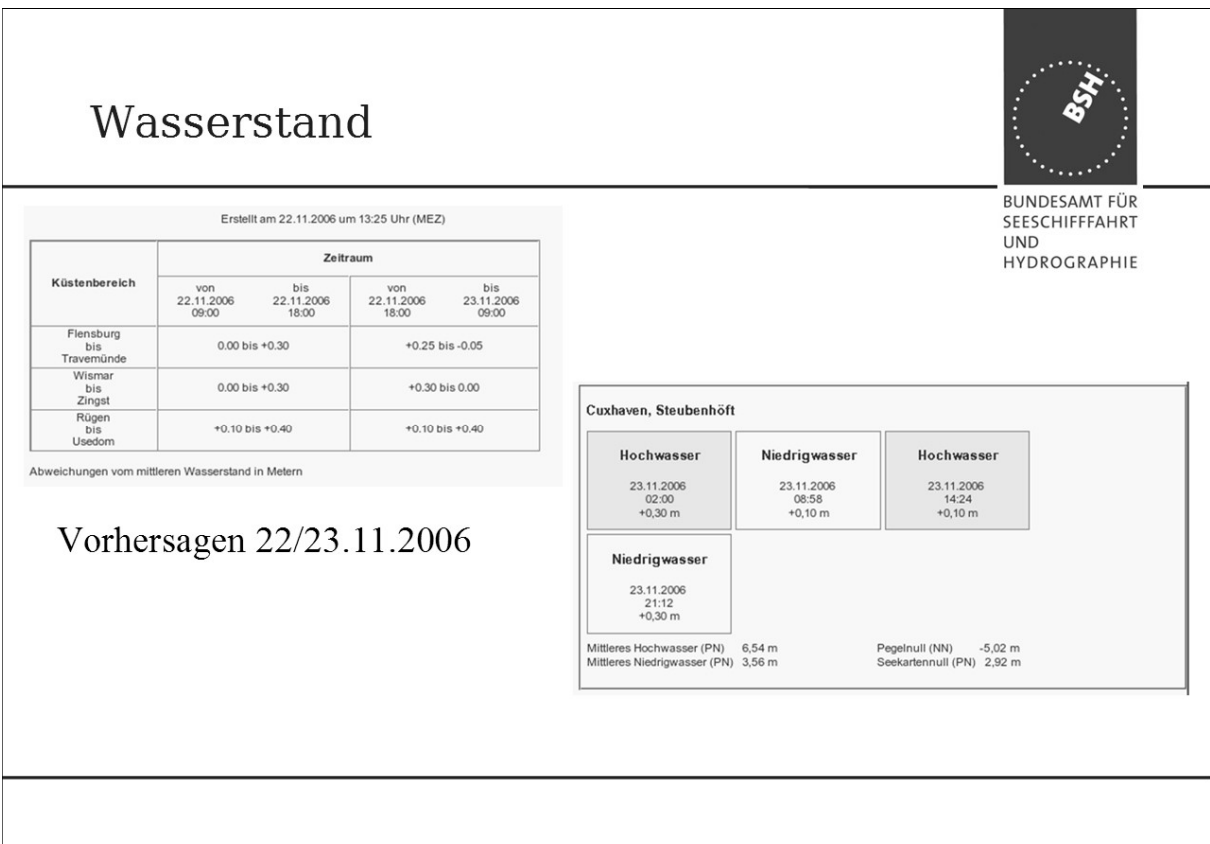
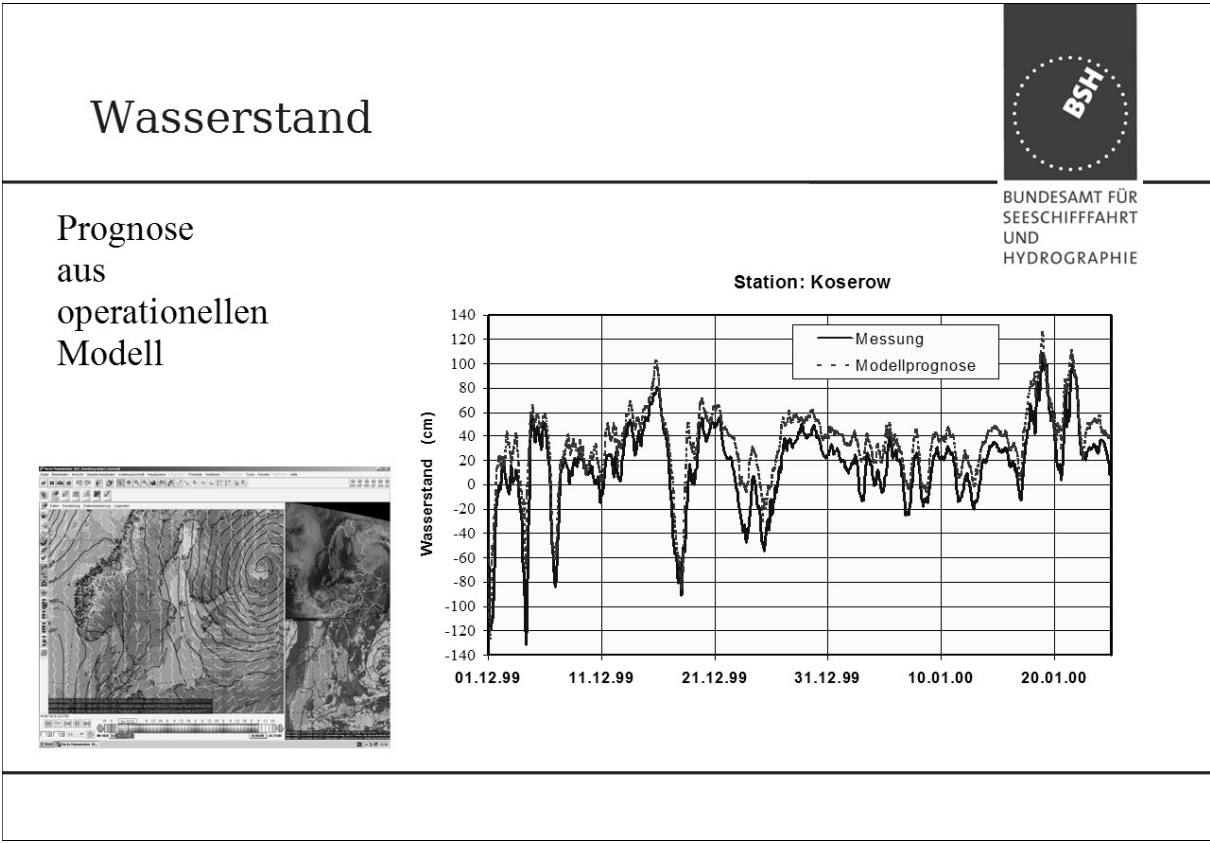


BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE



Aktuelle Pegelstände



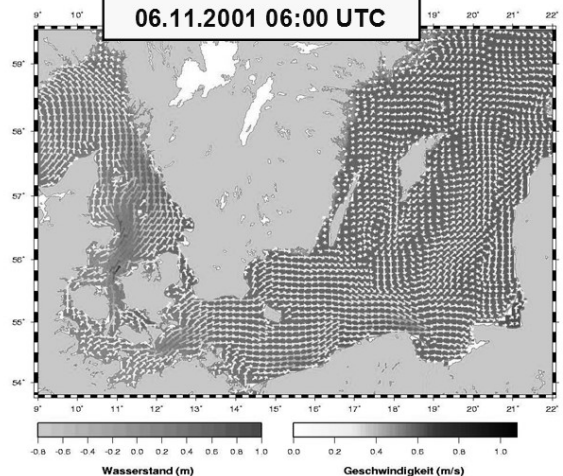


# Wasserstand, operationelle Modelle

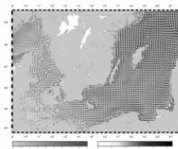


BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

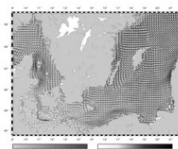
**Oberflächenströmungen  
und Wasserstände  
06.11.2001 06:00 UTC**



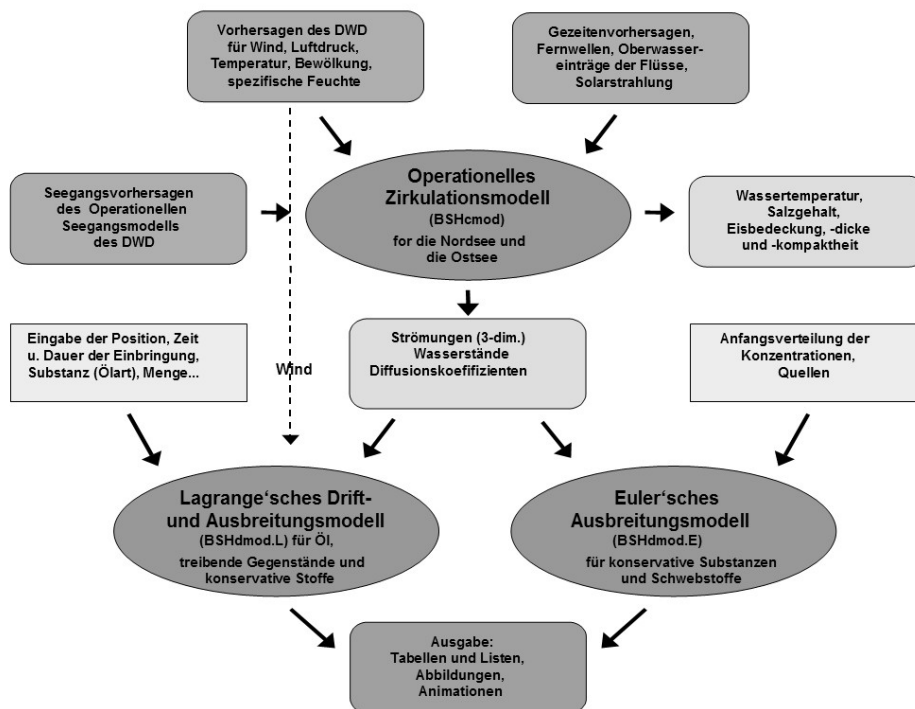
**Oberflächenströmungen  
und Wasserstände  
06.11.2001 12:00 UTC**



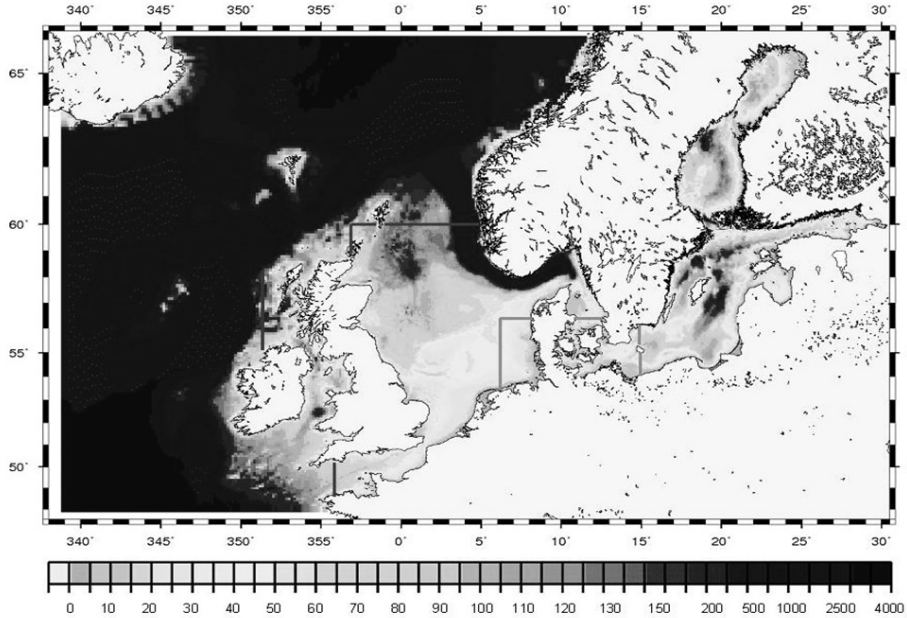
**Oberflächenströmungen  
und Wasserstände  
06.11.2001 18:00 UTC**



## Das Operationelle Modellsystem des BSH

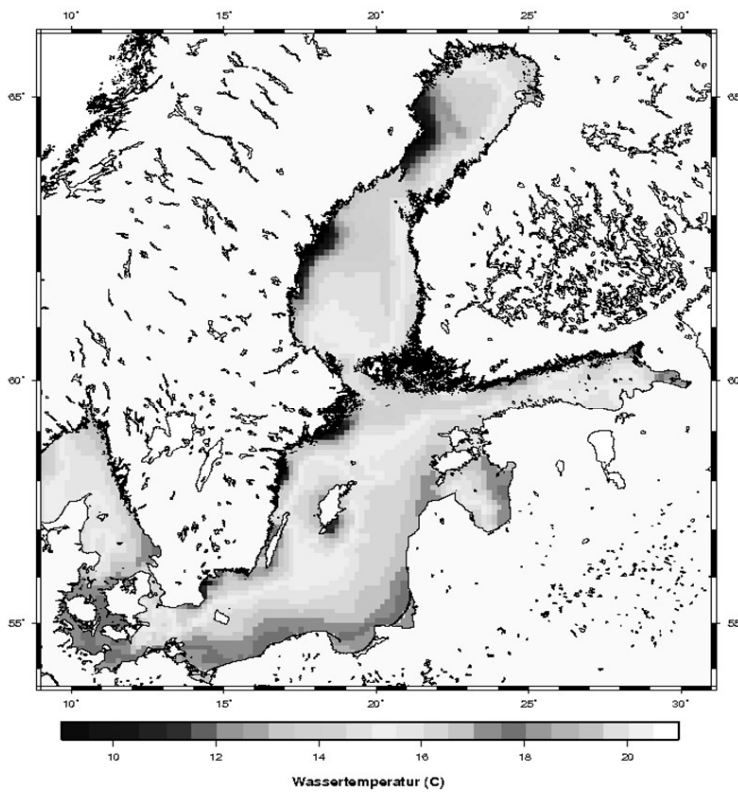


## Operational BSH Model, Version 4



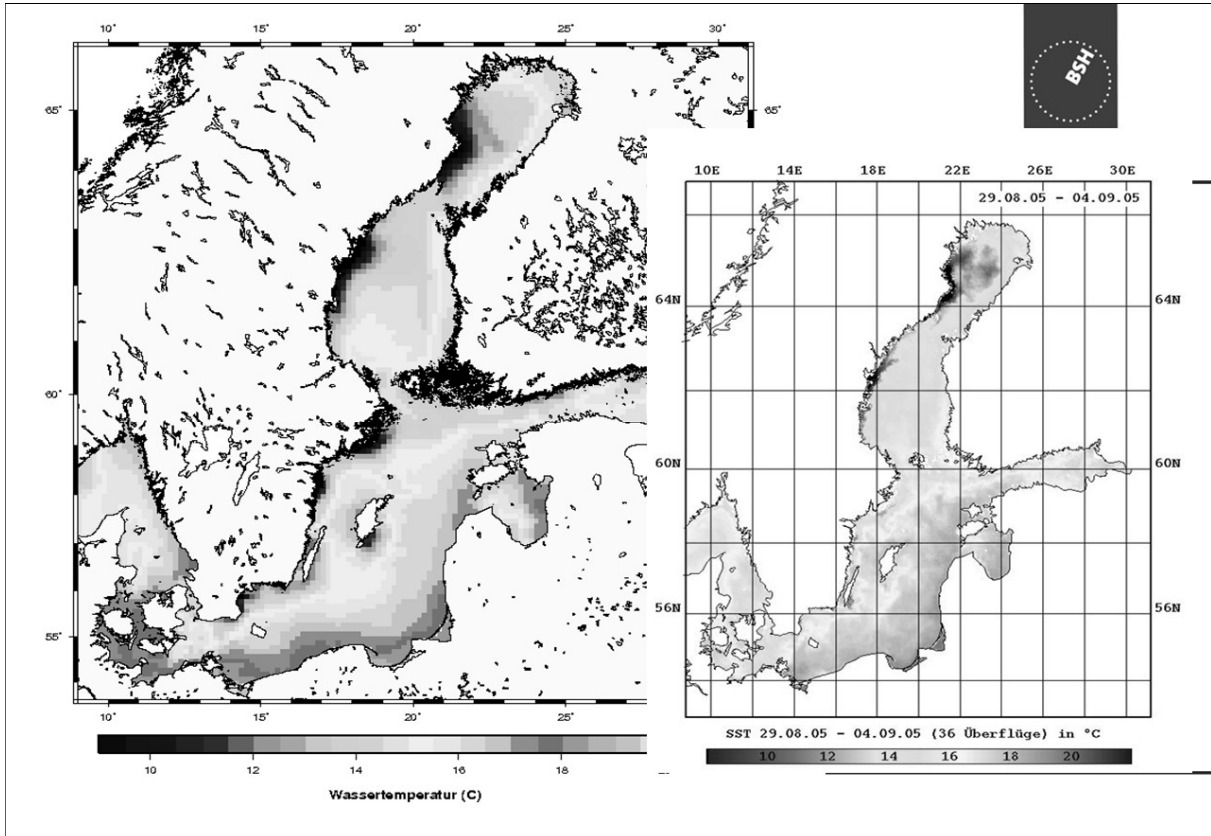
### Gitternetze:

- 10 km - Gitter
- 5 km - Gitter
- 900 m - Gitter



### Das Operationelle Zirkulationsmodell

Berechnete  
Oberflächen-  
temperaturen am  
01.09.2005 00 Uhr



## Drift- und Ausbreitungsrechnungen BSHdmod.L



Simulationen möglich für:

- 1.) Öl
- 2.) wasserlösliche Chemikalien  
(konservative Stoffe)



- 3.) treibende Personen oder  
Gegenstände
- 4.) Rück-  
rechnungen



Operationelle Modelle beim BSH

# Drift- und Ausbreitungssimulationen

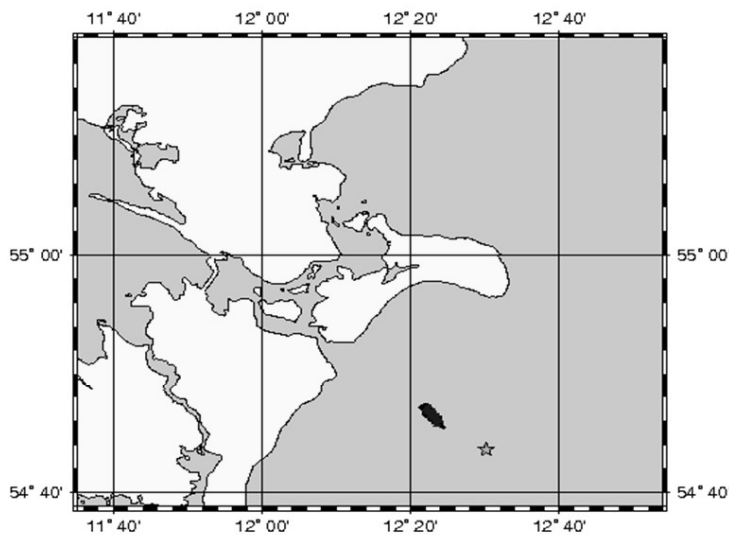
## Havarie der 'Baltic Carrier'



29. März 2001



### Tod im Öl



### Havarie der 'Baltic Carrier'

Berechnete Verteilung nach 5,5 Stunden

Verteilung des Öls am 29.03.2001 06:00 MESZ

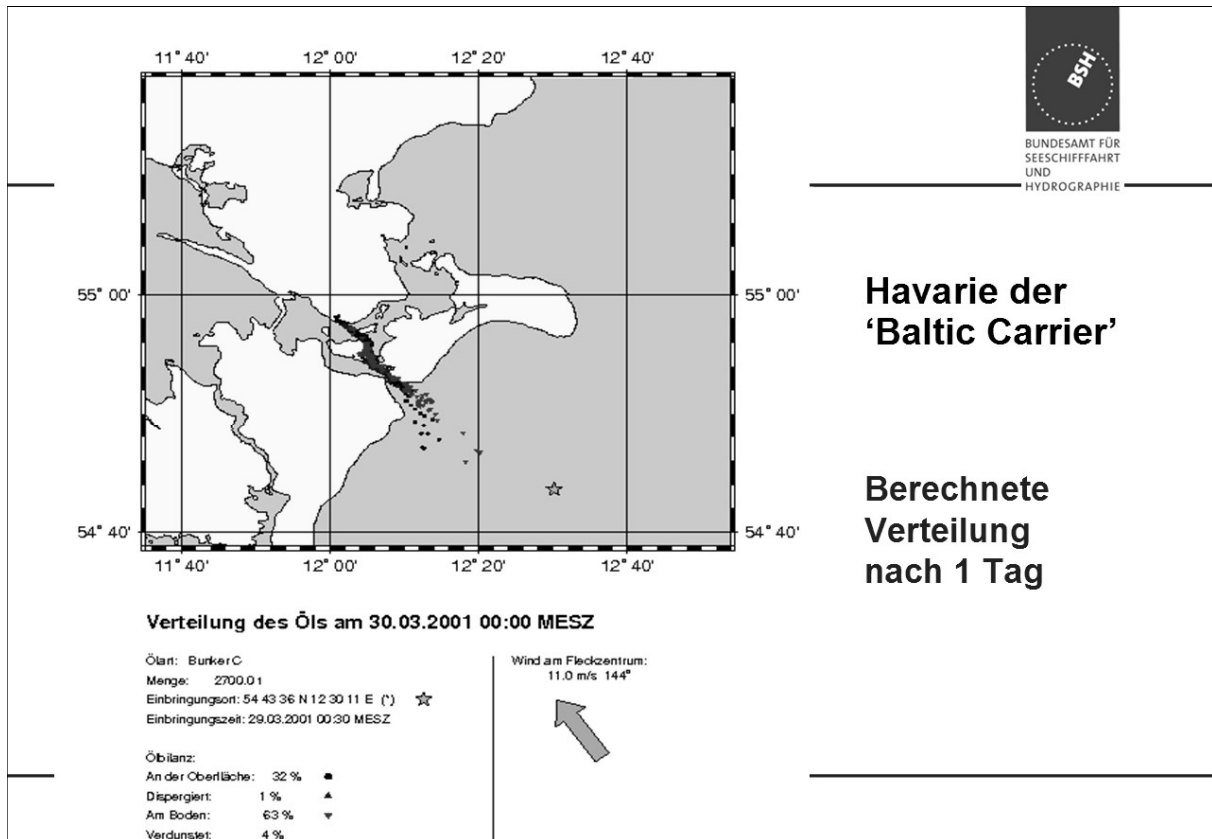
Ölart: BurkerC  
Menge: 2700,0 t  
Einbringungsort: 54 43 36 N 12 30 11 E (\*) ☆  
Einbringungszeit: 29.03.2001 00:30 MESZ

Öbilanz:  
An der Oberfläche: 94 % ●  
Dispergiert: 5 % ▲  
Am Boden: 0 % ▼  
Verdunstet: 1 % ○

Wind am Fleckzentrum:  
14,9 m/s 138°







## Operationelle Modelle / Ausblick

### Weiterentwicklung:

- **Verbesserung des Zirkulationsmodells => Version 4**
- **Betrieb eines operationellen Seegangmodells (5km-Raster)**
- **Verbesserung des Eismodells**
- **Verbesserung der Ausbreitungsmodelle**  
 => Übernahme von SeaTrack Web (mit AIS-Daten)  
 => Verbesserung des Schwebstofftransportmodells
- **Betrieb eines operationellen ökologischen Modells**

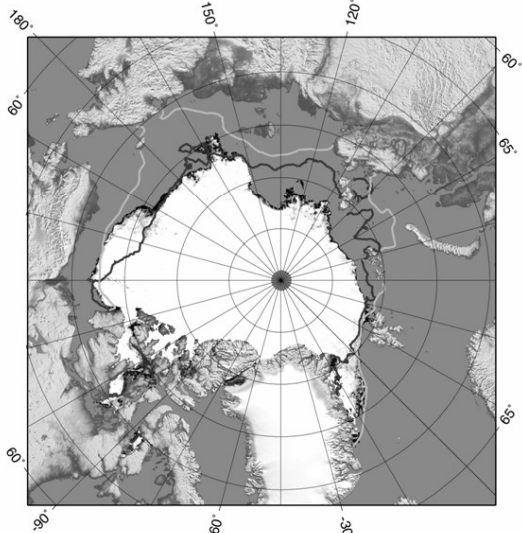
Operationelle Modelle beim BSH

# Ausblick Nördlicher Seeweg



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

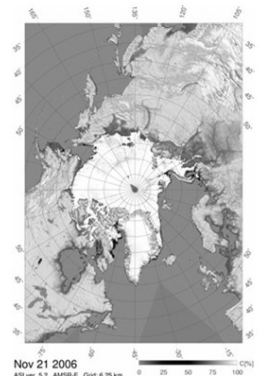
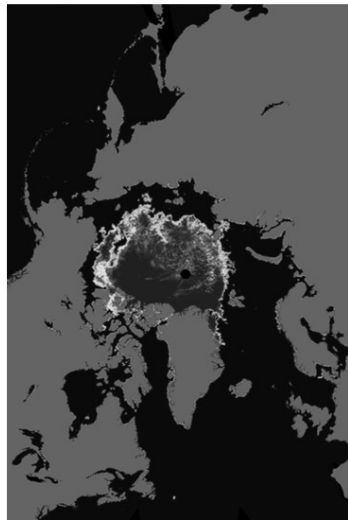
2005 Minimum Sea Ice Extent



AMSR-E ASI 2005-09-22  
red: Sep 2002-2005 AMSR-E ASI 50% ice conc.  
green: Sep 1979-1982 SMMR Bootstrap 50% ice conc.

Ice Concentration


1. Sept. 2006




Nov 21 2006  
MSR vs. S1, AMSR-E, GMS 6.25 km

## Automatisches Manövrieren mit AdaNav (Adaptives Navigationssystem)

*M. Kurowski, H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte*  
*Universität Rostock, Center for Marine Information Systems (CeMarIS)*



Automatisches Manövrieren mit AdaNav


12.Schiffahrtskolleg, 23.11.2006 

---

### Überblick

1. Einleitung
2. Problemstellung
3. Schiffsregelung heute
4. Regelungskonzepte in AdaNav
5. Experimentierumgebung
6. Test in der Passage Puttgarden
7. Zusammenfassung und Ausblick

---

M. Kurowski, H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte 



## 1. Einleitung

- Einsatz moderner Antriebs- und Steuerorgane wie POD's oder Strahlruder erhöhen die Manövrierfähigkeit
  - Verwendung der zusätzlichen Steuerorgane bisher lediglich zum An- und Ablegen
  - Azimut-Propeller und POD's werden als Hauptantriebsorgan während der normalen Fahrt eingesetzt
  - Einbinden der Organe in eine optimale Regelung erfordert neue Regelungskonzepte
- ➔ MIMO-Regelung (Multi Input Multi Output)



## 2. Problemstellung



- Fährschiff:  
Prins Richard
- Zusammenstoß mit der Ostmole beim Einlaufen in Puttgarden
- Grund:  
ein nichtabschaltbarer Track Pilot

Laien-Foto kurz nach der Kollision.  
Quelle: Internet

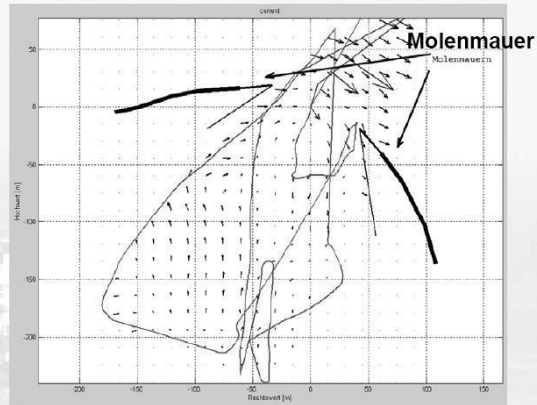




## Strömungssituation in Puttgarden



Messungen zur Stromfeldermittlung mit dem MESSIN im Vorgängerprojekt MAPSYS

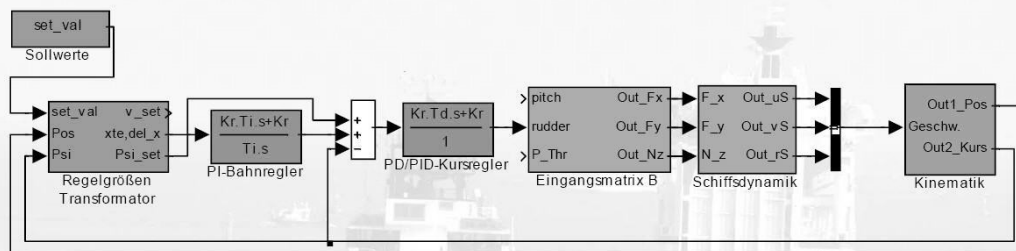


Modellbasiertes, messwertgestütztes Stromfeld vor der Hafeneinfahrt Puttgarden

M. Kurowski, H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte



## 3. Schiffsregelung heute



Kaskadierte Bahnregelung, wie sie in gegenwärtigen Bahnführungssystemen verwendet wird, z. B. auch NACOS.

*Vorteil:* relativ robust für verschiedene Steuer- und Messkonzepte

*Nachteil:* langsame Regelung der Bahn ist nachteilig für hohe Genauigkeitsforderung

M. Kurowski, H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte



Automatisches Manövrieren mit AdaNav

12.Schiffahrtskolleg, 23.11.2006

## Störgrößenaufschaltung

- Einfügen einer Korrektur zur Kompensation der aktuellen Störauswirkung
- Bessere Bahneinhaltung zu Lasten der Manöverfreiheit in der Passage

M. Kurowski, H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte

Automatisches Manövrieren mit AdaNav

12.Schiffahrtskolleg, 23.11.2006

## 4. Regelungskonzepte in AdaNav

**1.Stufe des Projektes AdaNav:**  
MIMO - Geschwindigkeitsregelung mit herkömmlich kaskadierter Bahnregelung

*Vorteil:* alle verfügbaren Stellgrößen werden angesprochen  
Strecke wird stabiler gegen Parameterabweichungen  
altes Bahnregelungsmodul kann verwendet werden

*Nachteil:* Die Bahnregelung bleibt vorerst unangetastet

M. Kurowski, H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte

Automatisches Manövrieren mit AdaNav

12.Schiffahrtskolleg, 23.11.2006

## Vollständige MIMO - Regelung

Kaskadierte Mehrgrößenregelung, die alle verfügbaren Stellmöglichkeiten einbezieht.

**Vorteil:** hohe Genauigkeit bei realisierbaren Manövern aller Fahrtstufen

**Nachteil:** erhöhter Messaufwand und schwierige Parametrierung sowie situationsbedingte Gewichtung der Teilregler

M. Kurowski, H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte

Automatisches Manövrieren mit AdaNav

12.Schiffahrtskolleg, 23.11.2006

## Prinzip der Sammelsteuerung

- Mit steigender Zahl der möglichen Stellgrößen können die Aggregate im Handbetrieb nicht optimal eingesetzt werden.
- Bündelung der Stellauswirkung nach Verfügbarkeit und verschiedenen Optimierungsprinzipien mit Hilfe von komplexen Steuerungen.

M. Kurowski, H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte



## Übergang zu neuem Steuerungskonzept

z.B.



Simrad Kongsberg Steuersystem mit Handrad für Drehmoment- und Joystick für Kraftsteuerung.



## 5. Experimentierumgebung

Hardwareseitig



NACOS - Anlage

Schiffssimulator ANS5000





**ADANAV** Automatisches Manövrieren mit AdaNav 12.Schiffahrtskolleg, 23.11.2006

**Softwareseitig**

The screenshot displays three main windows. On the left is the RT-Lab interface with a block diagram of the 'ADANAV - Controller' and 'IPC-ADANAV' components. The top right window shows an electronic chart display (ECDIS) with a planned route through a narrow channel. The bottom right window shows a detailed control panel with various parameters and a 'Full Scale' plot.

Transformation der Matlab/Simulink Entwicklung mit RT-Lab auf ein QNX - Target.

Elektronische Seekarte zur Anzeige und Bahnplanung

M. Kurowski, H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte

**ADANAV** Automatisches Manövrieren mit AdaNav 12.Schiffahrtskolleg, 23.11.2006

## 6. Test in der Passage Puttgarden

The screenshot shows the electronic chart display with a planned route through the Puttgarden passage. The chart includes depth contours, navigational aids, and a planned path. A control panel on the right side of the chart shows various parameters for the test scenario.

- Einlaufen Hafen Puttgarden mit 5 kn Fahrt und MIMO - Regelung
- Strömungsbedingungen: Strom: 1 kn Richtung: 100°

M. Kurowski, H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte

Automatisches Manövrieren mit AdaNav

12.Schiffahrtskolleg, 23.11.2006

➤ Einlaufen Hafen Puttgarden mit 5 kn Fahrt und MIMO - Regelung

➤ Bahneinhaltung durch das MIMO – Regelungskonzept gewährleistet

M. Kurowski, H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte

Automatisches Manövrieren mit AdaNav

12.Schiffahrtskolleg, 23.11.2006

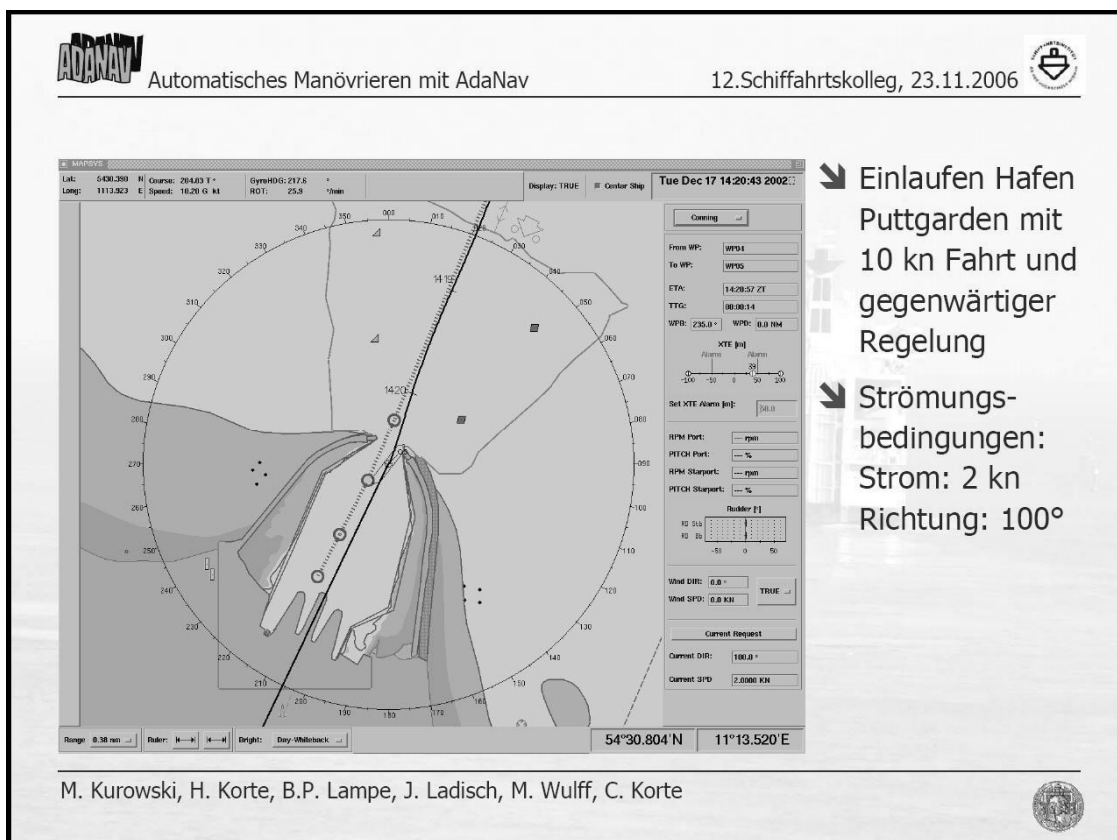
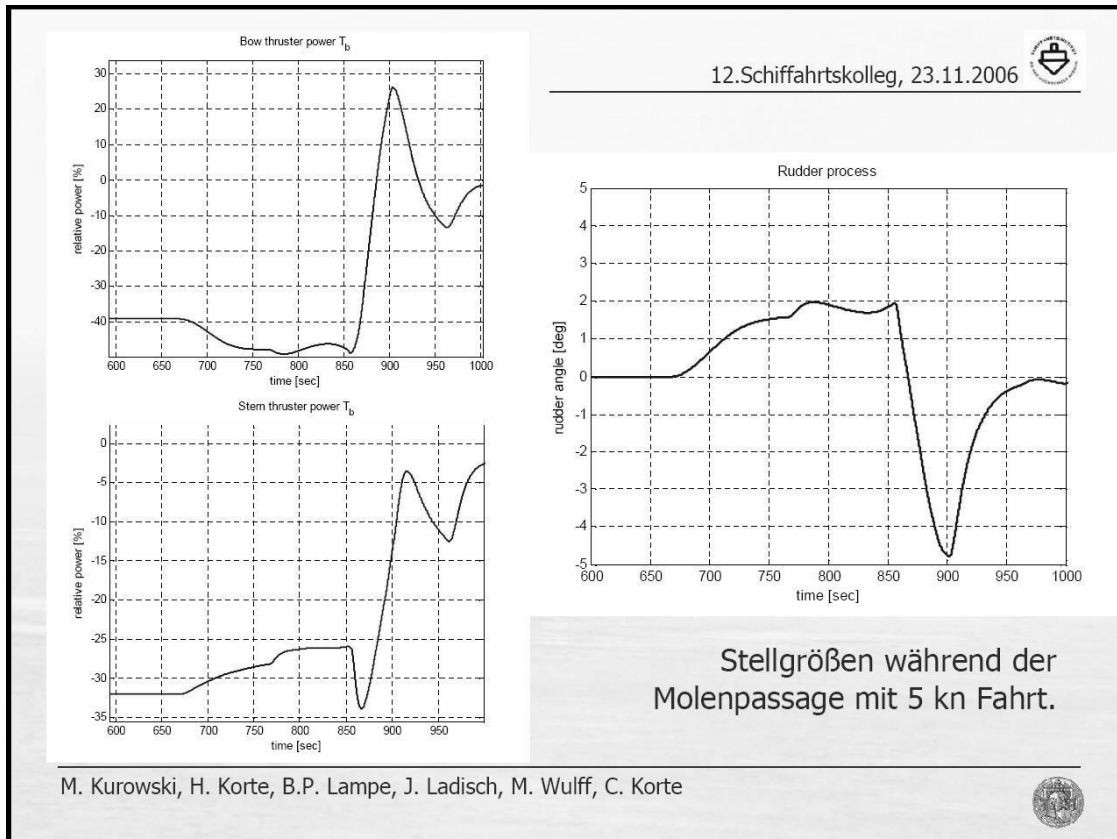
## Ergebnisse

Yawing moment  $N_z$

Lateral force  $F_y$

Aufzubringendes Drehmoment und Querkraft während der Molenpassage mit 5 kn Fahrt.

M. Kurowski, H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte





## **7. Zusammenfassung und Ausblick**

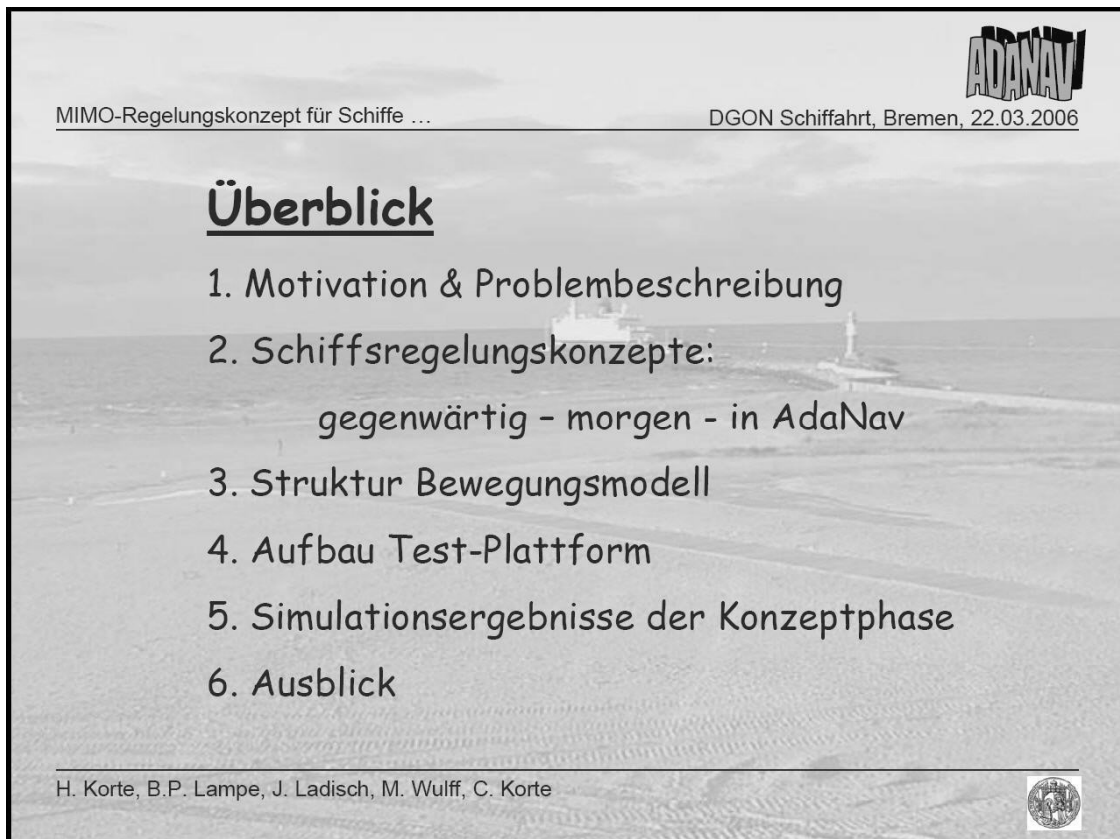
- Gegenwärtige Bahnregler können moderne Schiffe nicht optimal in engen Revieren führen
- MIMO - Regelungsstruktur löst das Problem (größerer Messaufwand und genauere Prozesskenntnis erforderlich)
- Aufbau einer Parameter - Datenbank für die Erstparametrierung der Reglerstrukturen ausgewählter Versuchsschiffe
- Entwicklung der Verteiler - Matrix basierend auf a-priori Modellen und Expertenwissen
- Definition von Szenarien für Funktionstests und erforderlicher Regelgüten



## Ermittlung von Manöverkennwerten traversierfähiger Schiffe

**H. Korte, M. Kurowski, B.P. Lampe**

Universität Rostock Center for Marine Information Systems (CeMarIS)




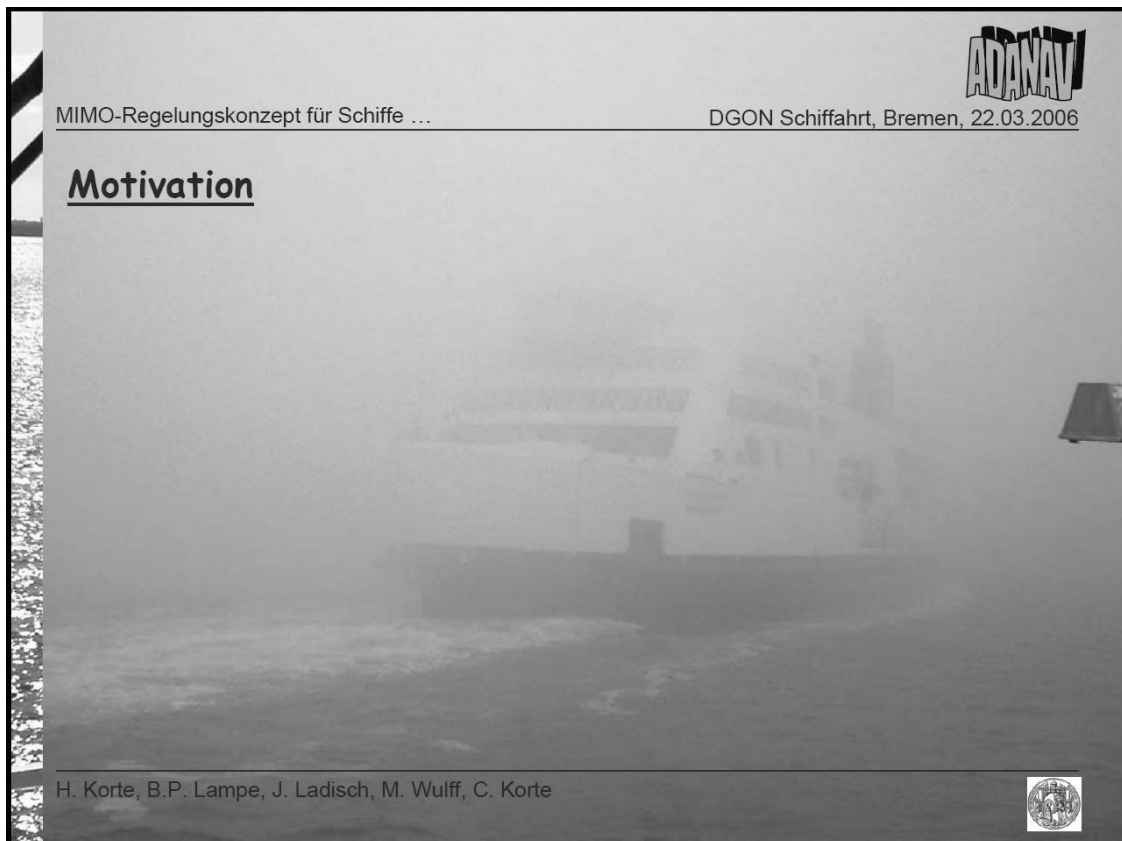
MIMO-Regelungskonzept für Schiffe ... DGON Schifffahrt, Bremen, 22.03.2006

**ADANAV**

### Überblick


1. Motivation & Problembeschreibung
2. Schiffsregelungskonzepte:  
    *gegenwärtig - morgen - in AdaNav*
3. Struktur Bewegungsmodell
4. Aufbau Test-Plattform
5. Simulationsergebnisse der Konzeptphase
6. Ausblick

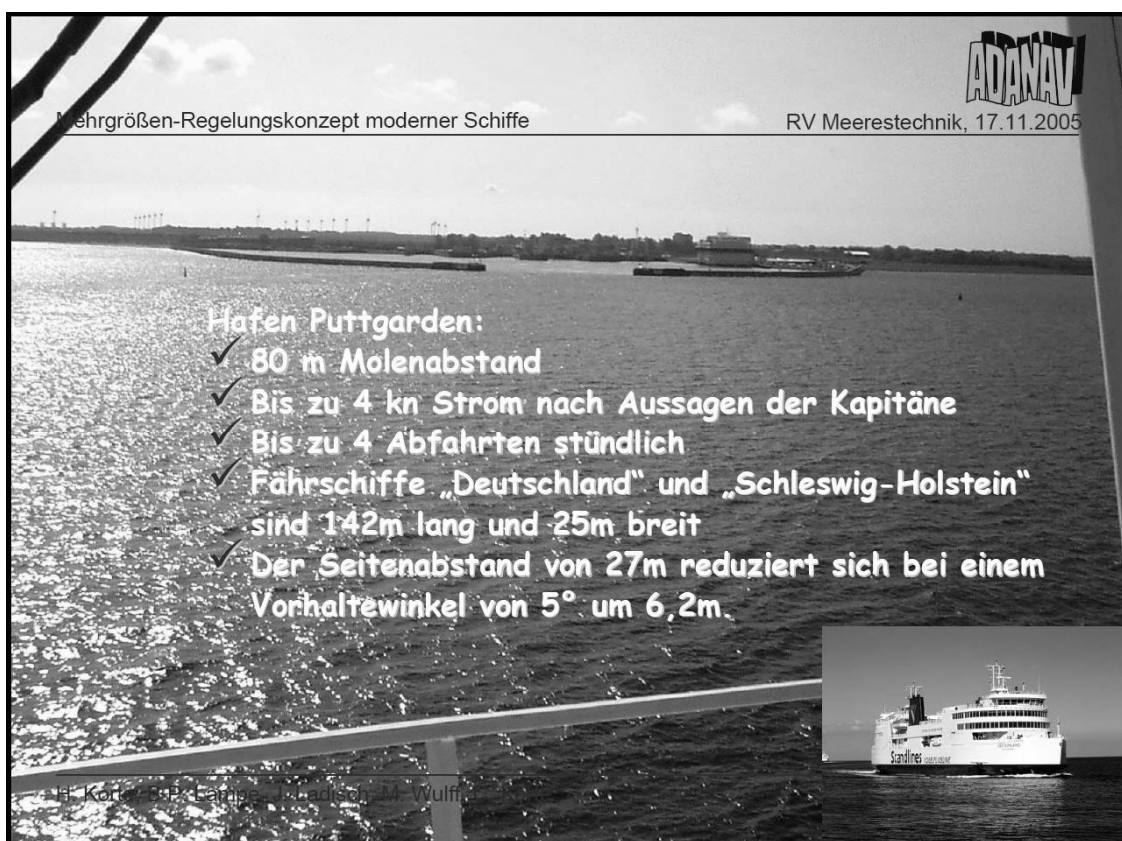
H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte 



MIMO-Regelungskonzept für Schiffe ... ADANAV  
DGON Schifffahrt, Bremen, 22.03.2006

## Motivation


H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte 



Mehrgrößen-Regelungskonzept moderner Schiffe ADANAV  
RV Meerestechnik, 17.11.2005

**Hafen Puttgarden:**

- ✓ 80 m Molenabstand
- ✓ Bis zu 4 kn Strom nach Aussagen der Kapitäne
- ✓ Bis zu 4 Abfahrten stündlich
- ✓ Fährschiffe „Deutschland“ und „Schleswig-Holstein“ sind 142m lang und 25m breit
- ✓ Der Seitenabstand von 27m reduziert sich bei einem Vorhaltewinkel von 5° um 6,2m.



H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff

MIMO-Regelungskonzept für Schiffe ... DGON Schifffahrt, Bremen, 22.03.2006

**ADANAV**

## Durchfahrt Herrenbrücke mit MS „Transeuropa“


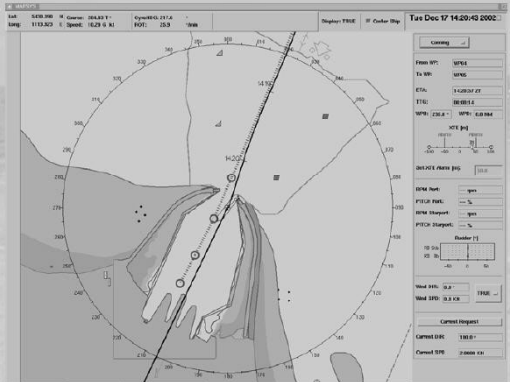


H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte

MIMO-Regelungskonzept für Schiffe ... DGON Schifffahrt, Bremen, 22.03.2006

**ADANAV**

## Kollision der Fähre „Prins Richard“ am 19.06.2001




Simulation mit MAPSYS für 2kn Strom bei herkömmlicher Regelung.

Laien-Foto kurz nach der Kollision.  
Quelle: Internet


H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte



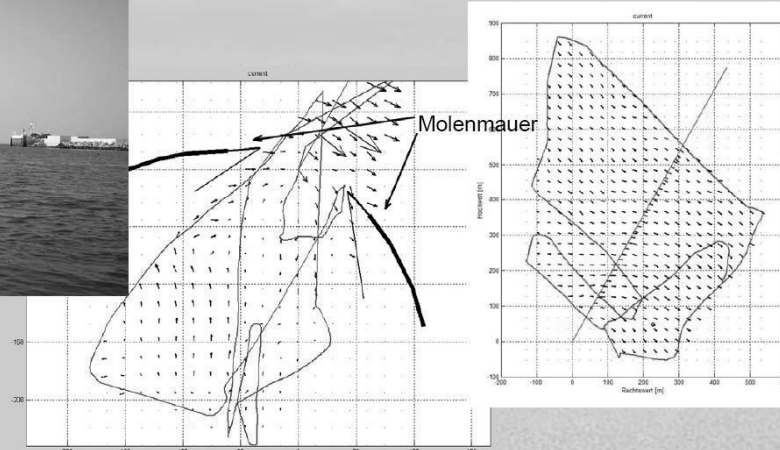


MIMO-Regelungskonzept für Schiffe ... DGON Schifffahrt, Bremen, 22.03.2006

## Strömungssituation in Puttgarden





Messungen zur Stromfeldermittlung mit MESSIN



Modellbasiertes, messwertgestütztes Stromfeld vor der Hafeneinfahrt Puttgarden

H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte

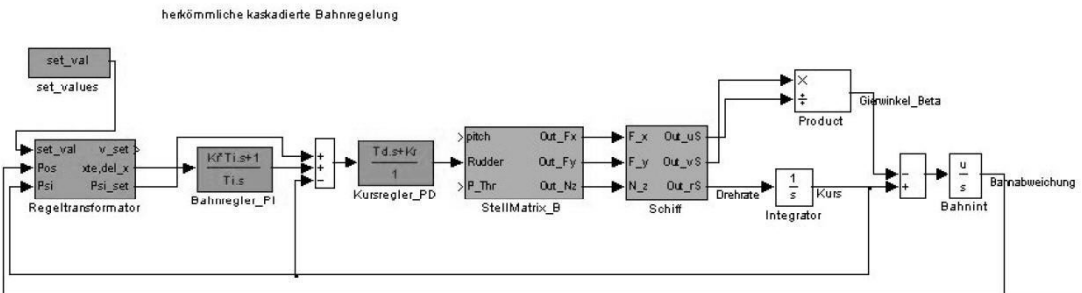




MIMO-Regelungskonzept für Schiffe ... DGON Schifffahrt, Bremen, 22.03.2006

## Herkömmliche Regelung


herkömmliche kaskadierte Bahnregelung



Kaskadierte Bahnregelung, wie sie in gegenwärtigen Bahnführungssystemen verwendet wird, z. B. auch NACOS.

*Vorteil:* relativ robust für verschiedene Steuer- und Messkonzepte  
*Nachteil:* langsame Regelung der Bahn ist nachteilig für hohe Genauigkeitsforderung

H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte

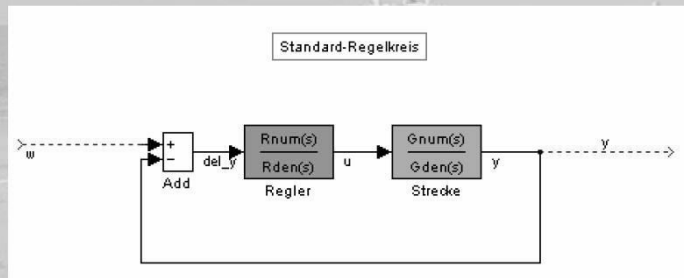






## Prinzip des Reglerentwurfs

Aus gegebenem dynamischen Streckenverhalten (hier Schiff) und gewünschtem Sollverhalten kann die erforderliche Dynamik des Reglers berechnet werden.

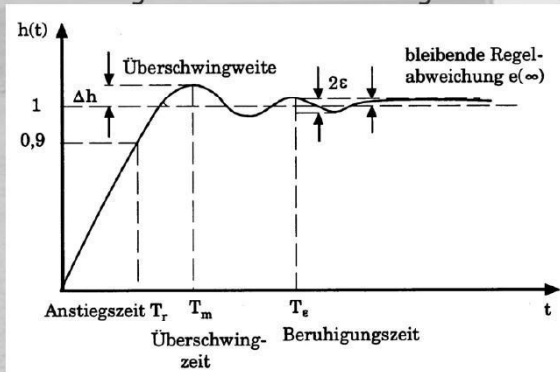


$$G_w(s) = \frac{y(s)}{w(s)} = \frac{G(s)R(s)}{1 + G(s)R(s)}$$

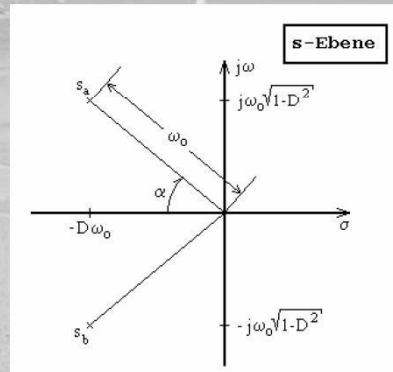


## Polvorgabeverfahren

Aus gewünschtem Sollverhalten wird die Lage der dominierenden Pole in der s-Ebene bestimmt. Je nach Dringlichkeit wird diese aus der Anstiegszeit, Überschwingweite oder Einschwingzeit berechnet.



Normiertes Einschwingverhalten




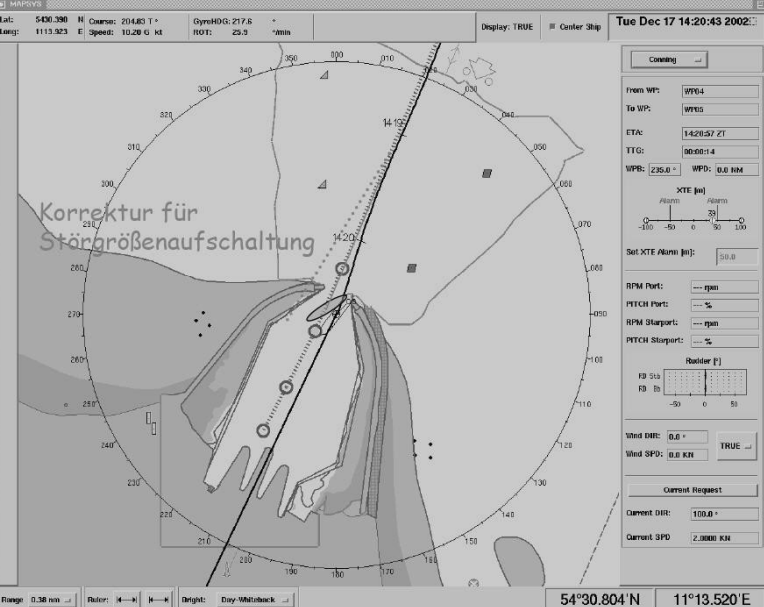
Polpaar in der s-Ebene



MIMO-Regelungskonzept für Schiffe ...

DGON Schifffahrt, Bremen, 22.03.2006






### Störaufschaltung

- ✓ Einfügung einer Korrektur für Kompensation der Störauswirkung
- ✓ Bessere Bahneinhaltung zu Lasten der Manöverfreiheit in der Passage

H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte



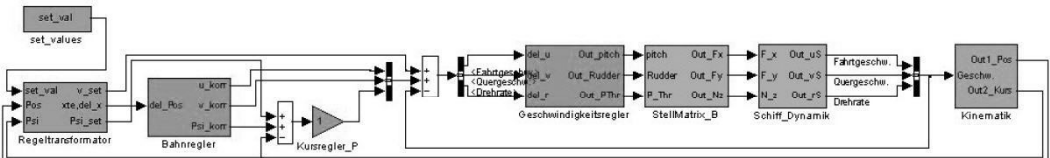
MIMO-Regelungskonzept für Schiffe ...

DGON Schifffahrt, Bremen, 22.03.2006



## Vollständige MIMO-Regelung

MIMO Schifffreglung





Kaskadierte Mehrgrößenregelung, die alle verfügbaren Stellmöglichkeiten einbezieht.

*Vorteil:* hohe Genauigkeit bei realisierbaren Manövern aller Fahrtstufen

*Nachteil:* erhöhter Messaufwand und schwierige Parametrierung sowie situationsbedingte Gewichtung der Teilregler

H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte

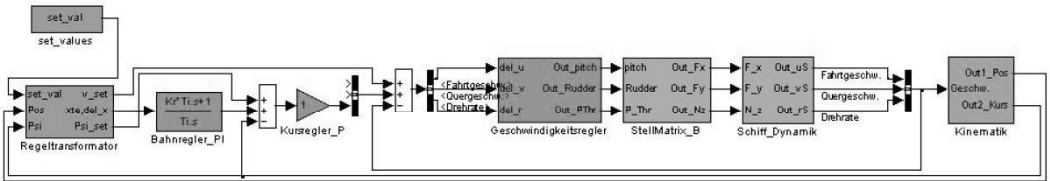




MIMO-Regelungskonzept für Schiffe ... DGON Schifffahrt, Bremen, 22.03.2006

## MIMO-Geschwindigkeitsregelung für AdaNav


MIMO Geschwindigkeitsregelung + kaskadierte Bahnregelung




MIMO-Geschwindigkeitsregelung mit kaskadierter Bahnregelung, wie sie als 1. Stufe für das Projekt realistisch erscheint.

**Vorteil:** alle verfügbaren Stellgrößen werden angesprochen  
Strecke wird stabiler gegen Parameterabweichungen  
altes Bahnregelungsmodul kann verwendet werden

**Nachteil:** Die Bahnregelung bleibt vorerst unangetastet

H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte 



MIMO-Regelungskonzept für Schiffe ... DGON Schifffahrt, Bremen, 22.03.2006

## 3-Freiheitsgrade-Bewegung


*Längskraftgleichung:*  $m_x \dot{u} - m_y vr = X$

*Querkraftgleichung:*  $m_y \dot{v} + m_x ur = Y$

*Drehmomentgleichung:*  $J_{zz} \dot{r} = N$

Polynomiale Darstellung der äußeren Kräfte nach Oltmann am Beispiel der Querkraft:

$$\begin{aligned}
 Y = & b_1 u^2 + b_2 u \Delta u + b_3 uv + b_4 v^2 + b_5 v^2 u^{-1} + b_6 vr^2 u^{-1} + b_7 uv \delta^2 + b_8 v \Delta u + b_9 v (\Delta u)^2 u^{-1} + b_{10} ur \\
 & + b_{11} r^2 + b_{12} r^3 u^{-1} + b_{13} v^2 r u^{-1} + b_{14} ur \delta^2 + b_{15} r \Delta u + b_{16} r (\Delta u)^2 u^{-1} + b_{17} u^2 \delta + b_{18} u^2 \delta^2 \\
 & + b_{18} u^2 \delta^3 + b_{20} v^2 \delta + b_{21} r^2 \delta + b_{22} u \delta \Delta u + b_{23} \delta (\Delta u)^2 + b_{24} vr \delta + b_{25} uv \delta + b_{26} v \delta \Delta u \\
 & + b_{27} ur \delta + b_{28} r \delta \Delta u + b_{29} vr + b_{30} v |v| + b_{31} r |r| + b_{32} v |r| + b_{33} r |v| + b_{34} u^2 \delta^4 + b_{35} u^2 \delta^5 \\
 & + b_{36} u \delta^2 \Delta u + b_{37} u \delta^3 \Delta u + b_{38} u \delta^5 \Delta u + b_{39} u \delta^2 (\Delta u)^2 + b_{40} u \delta^4 (\Delta u)^2 + b_{41} u \delta |v| + b_{42} u \delta |r| \\
 & + b_{43} uv |\delta| + b_{44} ur |\delta|
 \end{aligned}$$

H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte 



## Linearisierung des Modells

Längskraftgleichung:

$$u = u_0 = \text{const.}$$

Querkraftgleichung:

$$m_y \dot{v} + m_x u r = Y$$

Drehmomentgleichung:

$$J_{zz} \dot{r} = N$$

- ✓ Unter praktischen Bedingungen ist die Bestimmung der Polynomparameter von X, Y und N nur schwer möglich.
- ✓ Viele Anwendungen rechtfertigen nicht diesen Aufwand, weil nur kleine Abweichungen gegenüber einem stationären Zustand eingenommen werden.

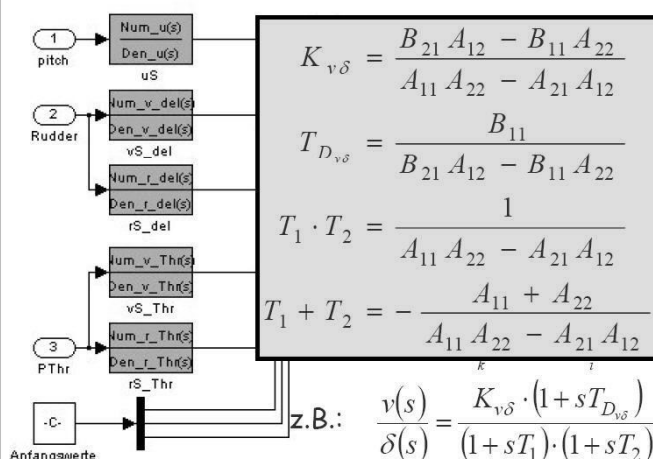
$$\text{Modell für Richtungssteuerung: } Y = \frac{\partial Y}{\partial v} v + \frac{\partial Y}{\partial r} r + \sum_k \frac{\partial Y}{\partial \delta_k} \delta_k + \sum_i \frac{\partial Y}{\partial T_i} T_i$$

$$N = \frac{\partial N}{\partial v} v + \frac{\partial N}{\partial r} r + \sum_k \frac{\partial N}{\partial \delta_k} \delta_k + \sum_i \frac{\partial N}{\partial T_i} T_i$$



## Nomoto basierte Modellierung

Nomoto basierte Schiffsdynamik



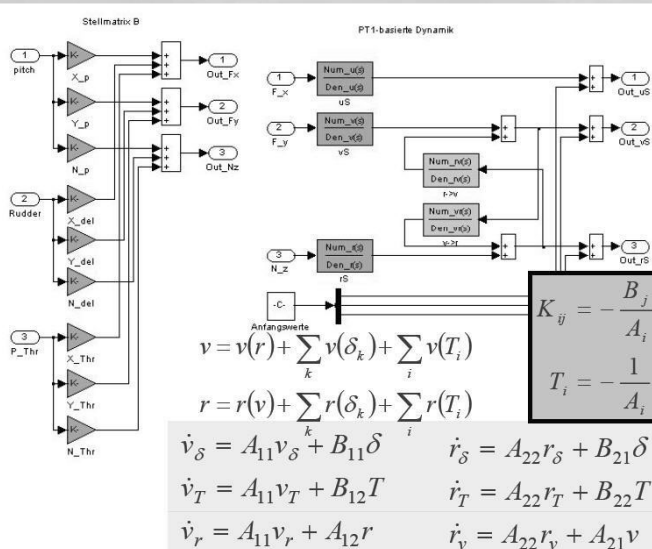
Lineares Steuermodell des Schiffes führt nach Überführung in den Laplace-Bereich und Entkopplung der Gleichungen zu bekannten Nomoto-Übertragungsverhalten 2. Ordnung für die Geschwindigkeitskomponenten der Steuerbewegung.

- Vorteil:** entkoppeltes Stellverhalten, großer Erfahrungsschatz
- Nachteil:** schlechte Identifizierbarkeit wegen kompensierender Zeitkonstanten





## Modell-Modifikation



Spaltung der Geschwindigkeitskomponenten führt zu  $PT_1$ -Verhalten mit 2 Zeitkonstanten für das Steuerverhalten. Koppelglieder sollen als Störung aufgefasst werden und ermöglichen so robusten Reglerentwurf.

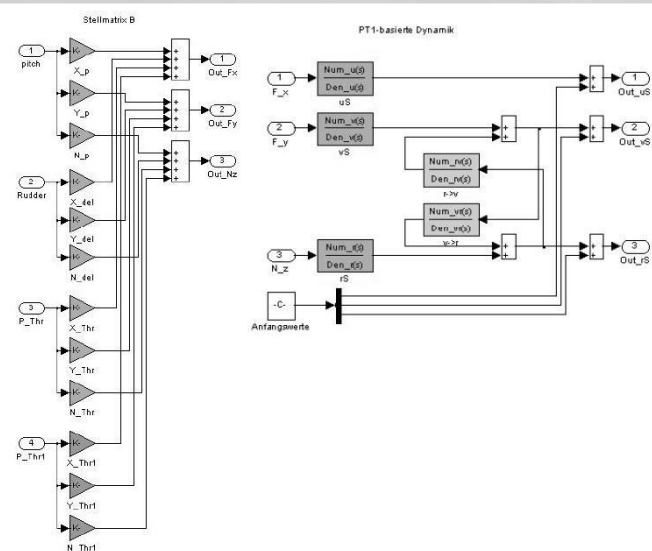
**Vorteil:** leichtere Parameterbestimmung, robuster gegen Störungen

**Nachteil:** erhöhter Mess- und Regelaufwand

H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte



## Konzeptänderung der Steuerung



Das Hinzufügen weiterer Stellaggregate verändert nicht das Dynamik-Modell des Schiffsrumpfes.

Bekannte Zeitkonstanten der  $PT_1$ -Modelle für bestimmte Beladungszustände und Geschwindigkeiten bleiben erhalten.

H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte



MIMO-Regelungskonzept für Schiffe ...
DGON Schifffahrt, Bremen, 22.03.2006



## Steuerung auf SUBS „Arkona“



Steuerstand Bb-Nock.




Bb.-POD



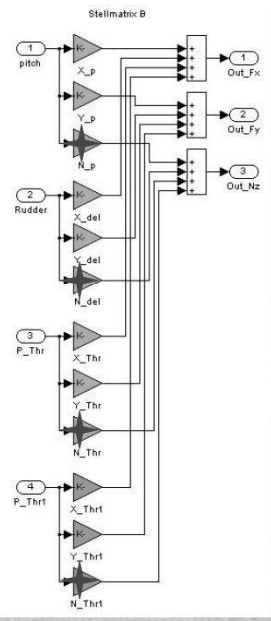
Inbetriebnahme des Schadstoff- und Unfallbekämpfungsschiffes MS „Arkona“ des WSA Stralsund im April 2005 mit 2 POD-Antrieben und einem Pump-Jet.

H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte



MIMO-Regelungskonzept für Schiffe ...
DGON Schifffahrt, Bremen, 22.03.2006




## Prinzip der Sammelsteuerung



- ✓ Mit steigender Zahl der möglichen Stellgrößen können die Aggregate im Handbetrieb nicht optimal eingesetzt werden.
- ✓ Bündelung der Stellauswirkung nach Verfügbarkeit und verschiedenen Optimierungsprinzipien mithilfe von komplexen Steuerungen.



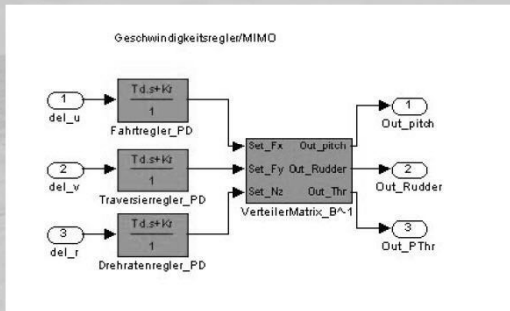
Simrad Kongsberg Steuersystem mit Handrad für Drehmoment- und Joystick für Kraftsteuerung.

H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte






## MIMO-Geschwindigkeitsregler für AdaNav



Das neue Regelungskonzept benötigt 3 Geschwindigkeitsregler im Entwurf. Aus der bekannten Steuerstruktur und den Systemanforderungen lassen sich die Regler-Parameter von R und H berechnen.

Die Dimensionierung von B erfolgt im Schiffsentwurf und ist festgelegt. Damit lässt sich auch die Verteilermatrix  $B^{-1}$  bestimmen.

$$H = B \cdot R \Leftrightarrow B^{-1} = R \cdot H^{-1}$$




## Test-Plattform Hardware



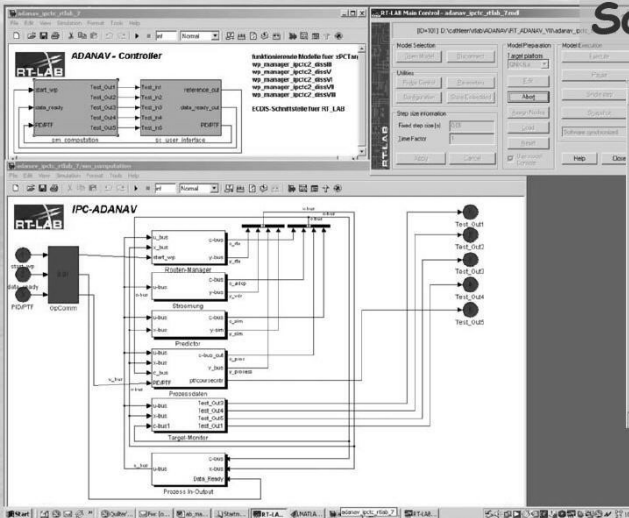
ANS5000 und NACOS im Labor Schiffsautomatisierung.

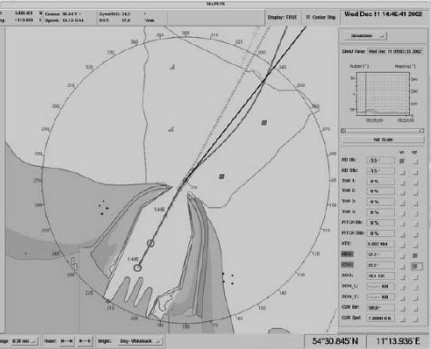


MIMO-Regelungskonzept für Schiffe ...
DGON Schifffahrt, Bremen, 22.03.2006




Software Technologie






Transformation der Matlab/Simulink Entwicklung mit RT-Lab auf einen QNX-Rechner. Die Umsetzung von MAPSYS bestätigt die Leistungsfähigkeit der Technologie.

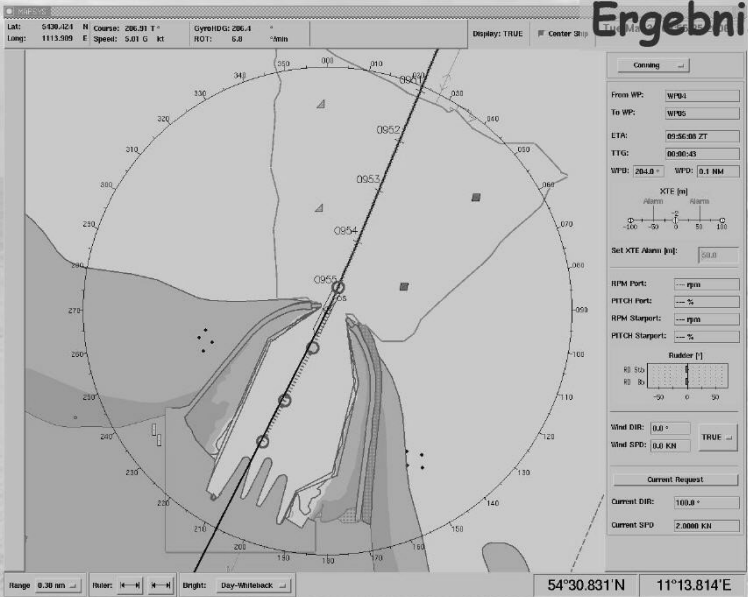
H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte




MIMO-Regelungskonzept für Schiffe ...
DGON Schifffahrt, Bremen, 22.03.2006




Ergebnis Konzeptphase



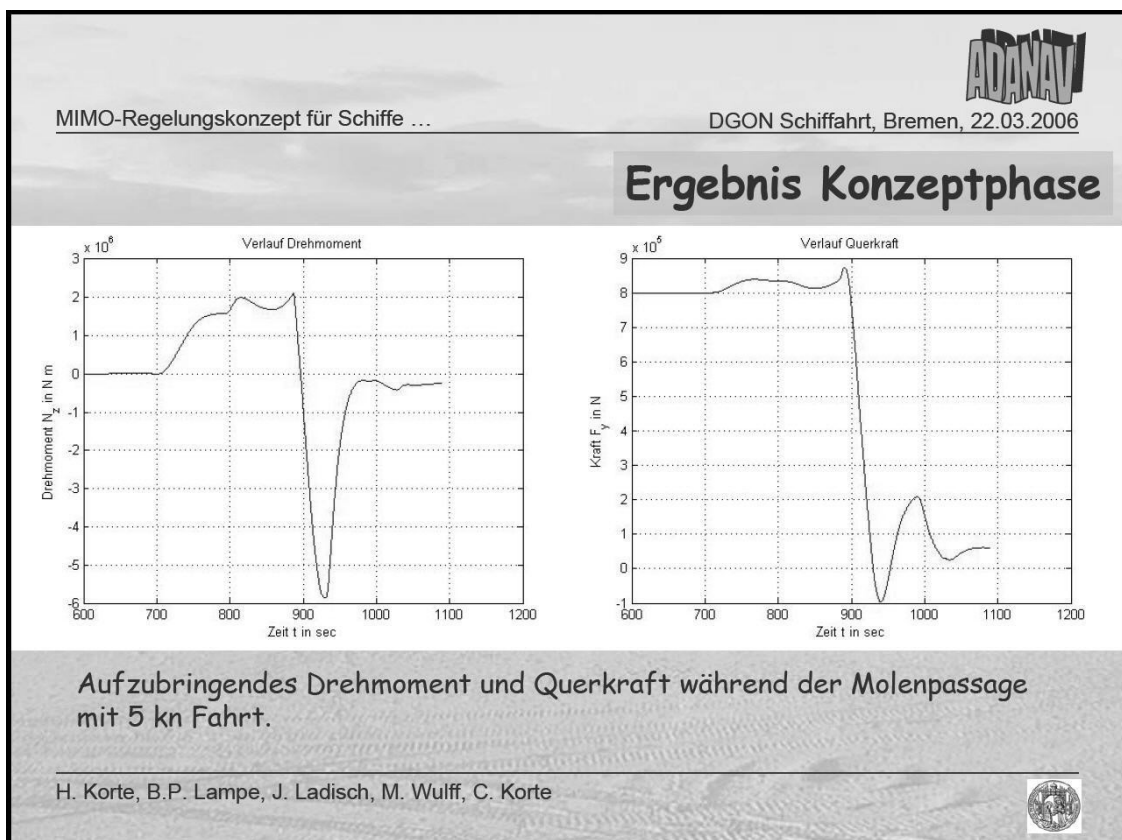
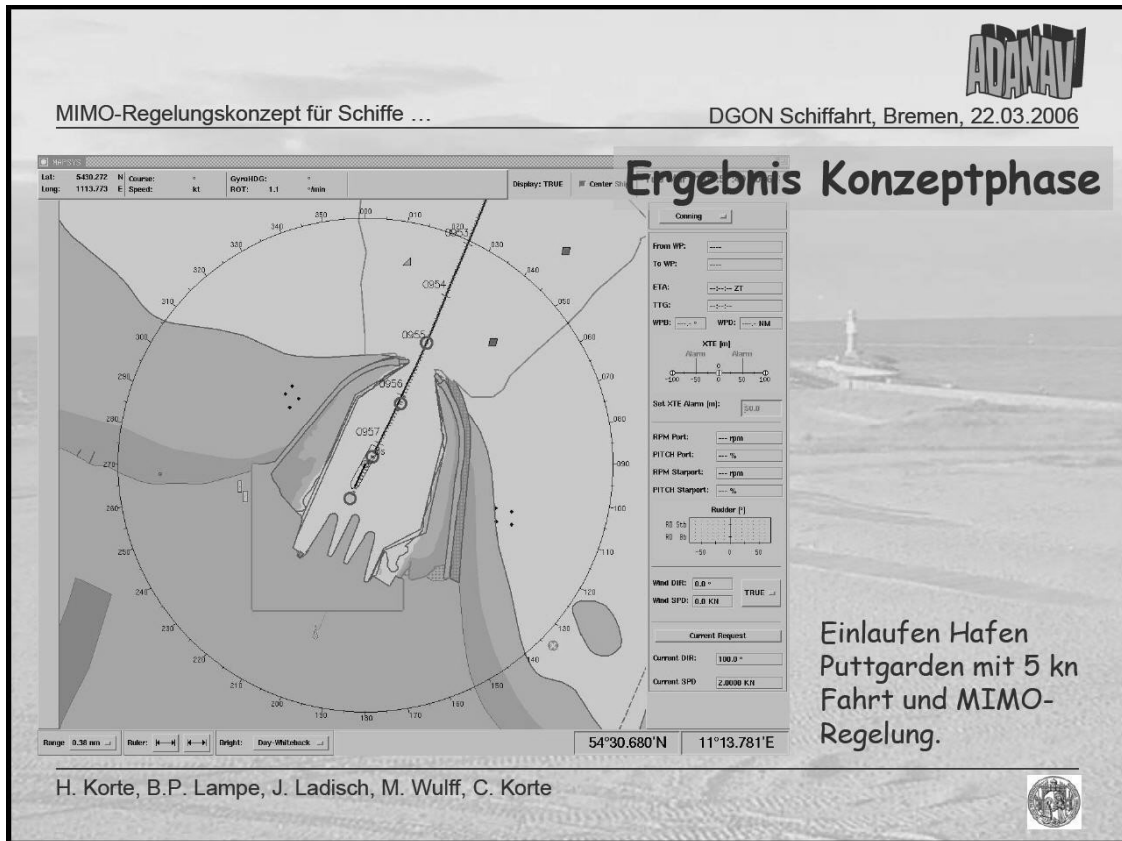


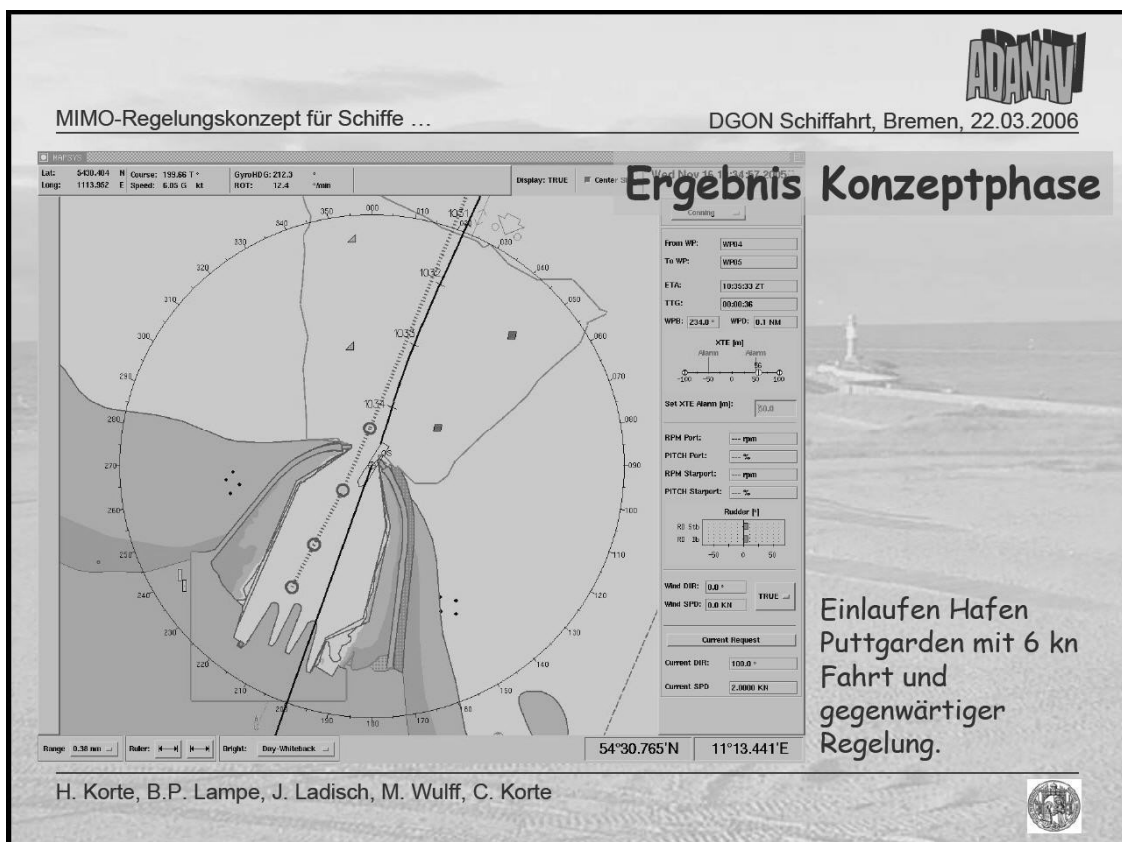
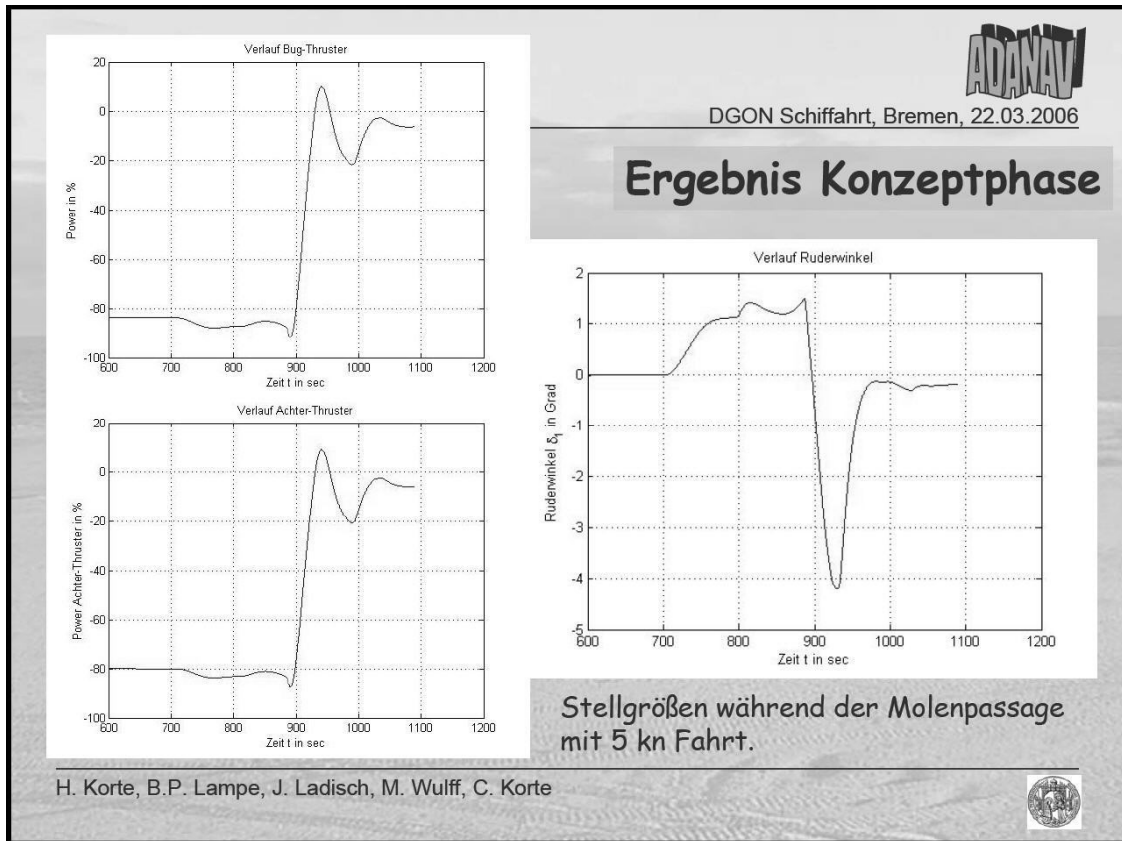
Einlaufen Hafen Puttgarden mit 5 kn Fahrt und MIMO-Regelung

H. Korte, B.P. Lampe, J. Ladisch, M. Wulff, C. Korte











## Zusammenfassung und Ausblick

- Gegenwärtige Bahnregler können moderne Schiffe nicht optimal in engen Revieren führen
- MIMO-Regelungsstruktur löst das Problem (größerer Messaufwand und Prozesskenntnis erforderlich)
- Einfaches Modell berücksichtigt unterschiedliche Steuerstrukturen
- Umsetzung der Konzepte erfolgt mit SIMULINK und RT-Lab auf QNX-Target
- Umsetzung der Schnittstellen und Datentransfers
- Aufbau einer Parameter-Datenbank für Erstparametrierung der Reglerstruktur ausgewählter Versuchsschiffe
- Entwicklung der Verteiler-Matrix basierend auf a-priori Modelle und Expertenwissen
- Definition von Szenarien für Funktionstests und erforderlicher Regelgüte





# Technik



# Auswirkungen der Einführung der Werkstoffgüte K4 auf die Schiffstechnik

**Prof. Dr.-Ing. Günter Kühnel**  
Hochschule Wismar, Bereich Seefahrt

Ziel und somit das Anliegen dieses Vortrages ist es die Veränderungen in den Werkstoffgüte-Klassen bei den Ankerketten zu betrachten und Rückschlüsse entsprechend der neuen Normungen zu ziehen.

Schiffe, die unter Aufsicht einer Klassifikationsgesellschaft erbaut sind und im Zertifikat und Register das jeweilige Klassifikationszeichen erhalten sollen, müssen mit Ankern und Ketten versehen sein, die den Werkstoffvorschriften entsprechen und auf anerkannten Maschinen in Gegenwart eines bestellten Besichtigers geprüft sind.

## 1. Die Anker-ausrüstung und das Anker-geschirr

Der Germanische Lloyd (GL) beschreibt im Abschnitt 18 – Ausrüstung – des Kapitel 1 – Schiffskörper – im Teil 1 – Seeschiffe insbesondere Aussagen zur Anker-ausrüstung. In Analogie finden wir ähnliche Angaben bei Lloyds Register. [1]; [2]

In den einschlägigen Normenwerken ist die Begriffsbestimmung der Anker-ausrüstung wie folgt ausgeführt: „Die **Anker-ausrüstung dient dazu, das Schiff auf freiem Wasser in See, auf Reeden und Flüssen, unter Umständen auch in Häfen – wenn die Möglichkeit einer landseitigen Vertäuung bzw. des Festmachens an einer Boje oder einem Dalben nicht gegeben ist – festlegen zu können.**“

Die Anker-ausrüstung besteht unter Beachtung der Anforderungen aus der Schiffssicherheit und unter Berücksichtigung der einschlägigen Klassifikationsvorschriften aus den nachfolgenden Bauteilen bzw. Baugruppen (siehe Abbildung 1).

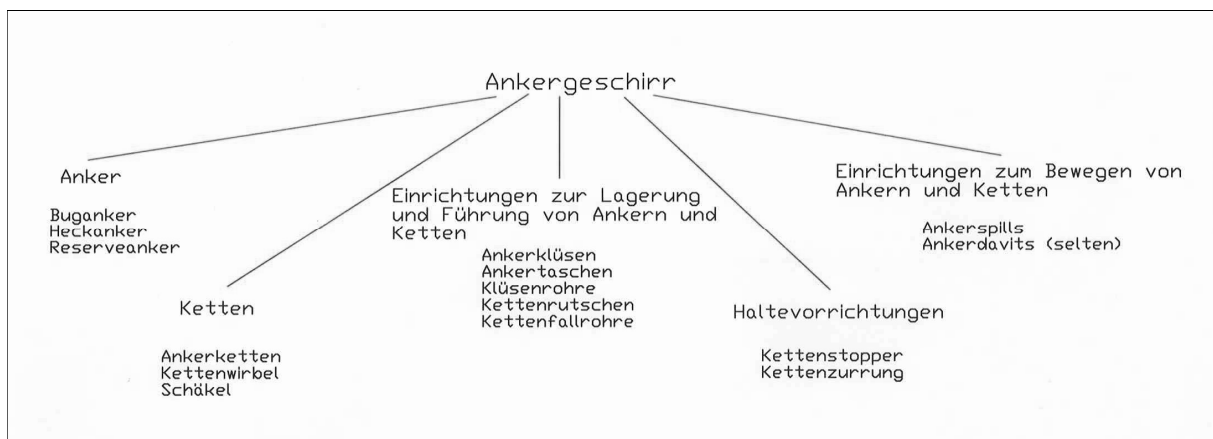


Abbildung 1: Bestandteile des Anker-geschirrs

Die Ankerkette kann auf kleineren Schiffen durch einen kürzeren Kettenvorlauf (einige Meter Kette direkt am Anker) und eine Ankertrosse (Ankerleine) ersetzt werden. Da das Gewicht der Ankertrosse eine wesentliche Rolle bei der Haltekraft des Ankergeschirrs spielt, finden sich gelegentlich Ankertrossen mit eingearbeiteten Bleigewichten, um das geringe Gewicht der Trosse zur Kette auszugleichen. Zu diesem Zweck können auch Reitgewichte an der Trosse befestigt werden.

Die Auswahl der geeigneten Anker sollte unabhängig von der Ausrüstungsleitzahl  $Z$  die folgenden vier Kriterien unbedingt erfüllen:

- a) eine Form haben, die den größten **Halt im Boden** garantiert,
- b) möglichst **schnell** im Gewässer Grund **fassen** und sich festsetzen,
- c) sich beim Aufnehmen **leicht aus dem Boden brechen** lassen und
- d) sich ohne Schwierigkeiten an Bord **verstauen** lassen.

Prinzipiell sollte zwischen Gewichts- und Treibanker unterschieden werden. Die Gewichtsanker halten vorwiegend aufgrund ihres Gewichtes, wobei hierzu der klassische Stockanker (früher auch Admiralitätsanker) zählt. Der Treibanker soll die Abdrift verringern oder aber das Wasserfahrzeug im Wind oder in der Strömung halten. Sie leisten Widerstand durch den Zug im Wasser ohne Grundberührung. Meistens bestehen diese dann aus einem größeren schwimmenden Gegenstand oder aus einem trichterförmigen Segeltuchsack.

Die Abbildung 2 gibt einen kurzen und gleichzeitigen historischen Abriss über die möglichen Anker, die unter Beachtung des jeweiligen Einsatzfalles zur Anwendung gelangen können.

Aus heutiger Sicht wird vorwiegend die Form e) der so genannte GRUSON-Anker eingesetzt.



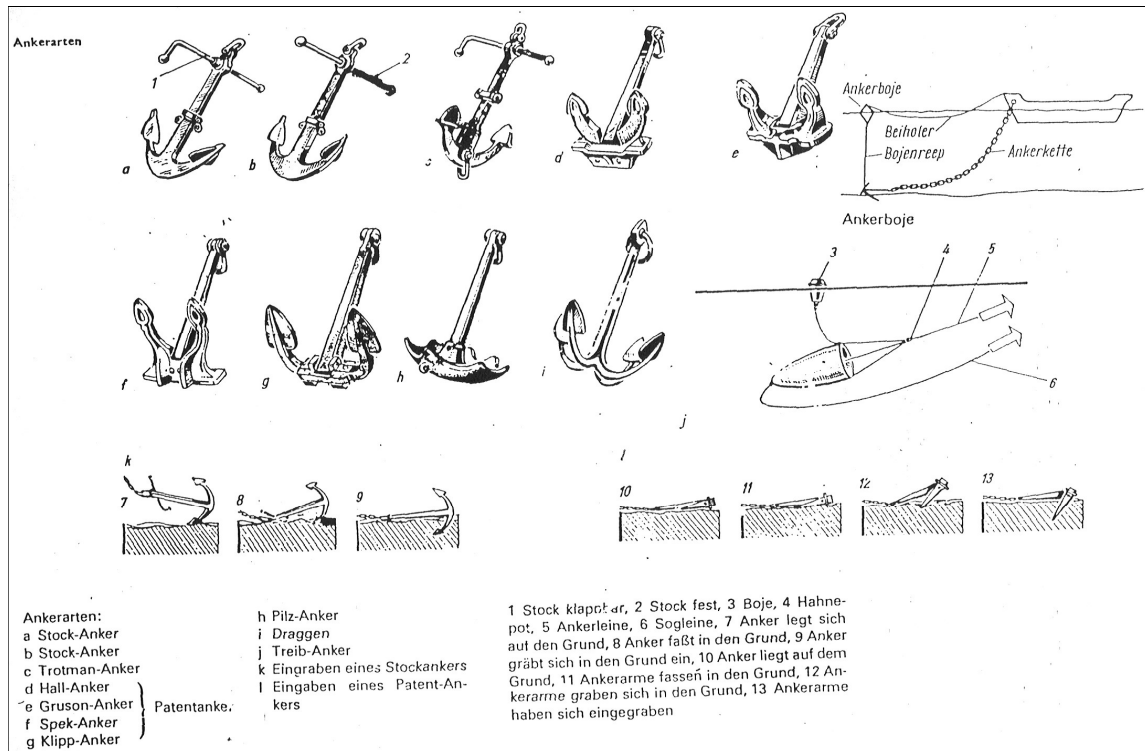


Abbildung 2: Verschiedene Ankerformen [5]

Bei Anwendung der Anker-ausrüstung kann nun folgender prinzipieller Verlauf des Momentes, das auf die Ketten einwirkt, während der zeitlichen Abfolge – über 5 Phasen – des Anker-vorganges festgestellt werden.

Wird geankert, so wird der Anker bei langsamer Rückwärtsfahrt in Richtung der zu erwartenden Hauptkraft (Wind, Strömung) ausgebracht. Ziel ist es dabei, das das Ankergeschirr zunächst möglichst gerade auf dem Grund ausgebracht wird. Der Anker wird dabei langsam über den Grund gezogen (grasen) und gräbt sich mit der auf dem Boden liegenden Flunke in den Grund ein. Oft wird bei Ende des Ankermanövers noch einmal kräftig an der Kette gezogen (durch Maschinenkraft achteraus), um den Anker tief einzugraben und den Halt des Ankers zu überprüfen. Wird der Anker dabei ausgebrochen und über den Grund gezogen („schlieren“), kann dies an ruckartigen Kettenbewegungen gefühlt bzw. getastet werden.

Wenn nun der Vorgang des Ankerns hinsichtlich seines zeitlichen Ablaufes und der dabei auftretenden Kräfte und Momente analysiert wird, so können prinzipiell fünf Zeitintervalle unterschieden werden.

- $t_i$  – Zeitintervall; Mi-Moment zum Zeitpunkt  $t_i$
- $t_1$  – Anker beginnt zu fallen
- $t_2$  – Anker gräbt sich ein
- $t_3$  – Anker ist fest im Boden
- $t_4$  – Kette beginnt zu Tragen
- $t_5$  – Kette trägt; max. Dauerbelastung erreicht

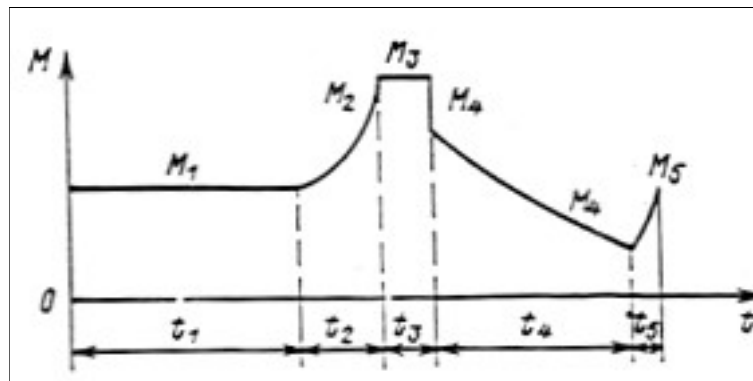


Abbildung 3: Zeitlicher Momentenverlauf eines Ankervorganges [5]

## 2. Anker- und Verholausrüstungen auf der Basis der Ausrüstungsleitzahl Z

Die detaillierte Bestimmung der wichtigsten Bauteile der Anker- und Verholausrüstung, wie die Anker, Ketten und Trossen kann unter Anwendung der Ausrüstungsleitzahl Z für die einzelnen Schiffe vorgenommen werden.

**Anker- und Verholausrüstungen**

**Auslegungsgrundlagen**

**Ausrüstungsleitzahl Z** wird nach der Formel (1) berechnet:

(1)  $Z = D^{2,3} + 2 h * B + 0,1 * A$  , wobei

D=Displacement in t  
 B=Schiffsbreite in m  
 h=Schiffshöhe lt. Vorschrift in m  
 A=Lateralfläche in m<sup>2</sup>

**Mindestauswahl :**

- Bugankerausrüstung: Anzahl der Anker  
 Masse der Einzelanker  
 Masse der Stromanker
- Bugankerkette: Gesamtkettenlänge  
 Kettenglieddurchmesser nach Stahlkategorien
- Schleppseil: Länge  
 Strangbruchkraft
- Verhol- und Festmacherseile: Anzahl  
 Länge je Seil  
 Strangbruchkraft

**Mindestanforderungen:**

- Ankermaschine für Buganker, wenn Ankermasse  $m_A \geq 35$  Kg beträgt.
- mit Handantrieb bei Ausrüstungszahl  $Z \leq 205$  zulässig
- Leistung des Antriebsmotors je Kettennuß über  $\Delta t = 30$  min für ununterbrochenes Hieven von Kette und Anker bei Mindestgeschwindigkeit  $V_{min} = 0,15$  m/s und Zugkraft an der Kettennuß

$F_{Nem} = 9,8 * a * d^2$ , wobei

$F_{Nem}$  - Zugkraft in N  
 $d$  - Kettenglieddurchmesser in mm  
 $a$  - Faktor je Stahlkategorie (3,75; 4,25 und 4,75)

Abbildung 4: Auslegungsgrundlagen nach Ausrüstungsleitzahl Z

### 3. Die Ausrüstungsleitzahl Z

Beispielhaft sei hier die Bestimmung der Ausrüstungsleitzahl Z nach den GL-Vorschriften erwähnt werden. (Frachtschiff 1600 TEU). [1]

$$Z = D^{2/3} + 2 * h * B + A/10$$

Z – Ausrüstungsleitzahl

D – Verdrängung auf Spanten in [t] in Seewasser mit einer Dichte von 1,025 [t/m<sup>3</sup>] auf Sommerfreibord

h – wirksame Höhe von der Sommertieflladelinie bis zum obersten Deckshaus in [m]

B – Schiffsbreite in [m]

A – Lateralfläche in [m<sup>2</sup>] von Schiffskörper, Aufbauten und Deckshäusern, die oberhalb der Tieflladelinie und innerhalb der Länge L liegen und größer b/4 sind; praktisch die „Windangriffsfläche“

Technische Daten des zu betrachtenden Objektes:

**L<sub>pp</sub> = 156,00 m      L<sub>üa</sub> ca. 168,10 m      Breite B = 26,70 m      T<sub>Freibord</sub> = 10,82 m**  
**Displacement ca. 29440 t      H = 14,40 m      Die Höhe über OKK beträgt max. 37,2 m**

Folgende geometrischen Angaben seien zusätzlich bekannt:

Länge der Back und Schanzkleid = 39,3 m; Höhe Back und Schanzkleid = 3,3 m; 4 Lukenabdeckungen jeweils 12,5 m Länge und 1,68 m Höhe; 1 Lukenabdeckung mit 12,5 m Länge und 1,98 m Höhe; Schanzkleid (achtern) 9,6 m Länge bei 4 m Höhe; Oberdecks-Aufbau mit 13,2 m Länge und 3,0 m Höhe; Schornstein 3,6 m Länge bei 8,45 m Höhe; Brückenhaus sei 8,4 m lang und die Höhe betrage 2,9 m; 5 Deckshäuser im jeweiligen Aufbaudeck 2,8 m Höhe und 8,4 Länge; das Poop-Deck sei 13,2 m lang bei einer Höhe von 2,85 m.

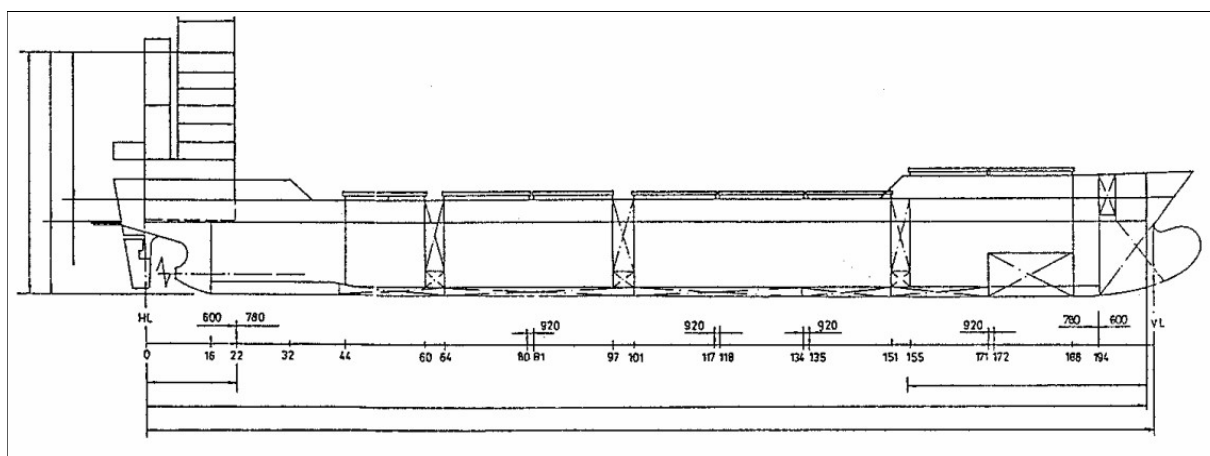


Abbildung 5: Containerschiff mit 1600 TEU

Im Ergebnis der Formel für die Ausrüstungsleitzahl  $Z$  ergibt sich hiermit ein numerischer Wert von 2397, also im Bereich zwischen 2380 und 2530.

Wenn nun die Ausrüstungsleitzahl  $Z$  berechnet worden ist, so kann die Anzahl und die Masse der erforderlichen Anker aus den einschlägigen Tabellen, wie z. B. der Tabelle 18.2 des GL sehr gut ermittelt werden. Bei den Ketten und Trossen geht dies nicht so einfach, da hier unbedingt noch die Werkstoffgüte berücksichtigt werden muss.

Bis vor kurzem wurde die Werkstoffgüte wie folgt:

K1 (Normalgüte)

K2 (höherfeste Güte)

K3 (Sondergüte)

in der Tabelle 18.2 als die grundlegende Arbeitsunterlage unterschieden.

Neu, d.h. seit Mai 2005, sind die DIN 81841: 81842 und 81846 bis 81854 hinzugekommen. In diesen Normen wird die Werkstoffgüte K 4 eingeführt. Die Produktion dieser Ankerketten darf nur durch vom GL zugelassene Firmen erfolgen und der gegenwärtige Einsatz ist bisher nur bei der Deutschen Marine nach eingehender Prüfung durch den GL zugelassen.

#### **4. Der Germanische Lloyd (Vorschrift zur Ausrüstung)**

Tabelle 18.2 Ausrüstung mit Ankern, Ketten und Trossen

Nr. für Reg.	Aus- rüs- tungs- leitzahl Z	Stocklose Anker		Steg-Ketten						empfohlene Trossen					
		Buganker		Strom- anker	Buganker			Kette oder Drahtseil für Stromanker		Schlepptrasse		Festmachtrasse			
		An- zahl <sup>1</sup>	Einzelmasse	Ge- sam- länge	Durchmesser			Länge	Bruch- kraft <sup>2</sup>	Länge	Bruch- kraft <sup>2</sup>	An- zahl	Länge	Bruch- kraft <sup>2</sup>	
					d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>								[m]
		[kg]	[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[m]	[kN]	[m]	[kN]		[m]	[kN]		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
101	bis 50	2	120	40	165	12,5	12,5	12,5	80	65	180	100	3	80	35
102	50 - 70	2	180	60	220	14	12,5	12,5	80	65	180	100	3	80	35
103	70 - 90	2	240	80	220	16	14	14	85	75	180	100	3	100	40
104	90 - 110	2	300	100	247,5	17,5	16	16	85	80	180	100	3	110	40
105	110 - 130	2	360	120	247,5	19	17,5	17,5	90	90	180	100	3	110	45
106	130 - 150	2	420	140	275	20,5	17,5	17,5	90	100	180	100	3	120	50
107	150 - 175	2	480	165	275	22	19	19	90	110	180	100	3	120	55
108	175 - 205	2	570	190	302,5	24	20,5	20,5	90	120	180	110	3	120	60
109	205 - 240	3	660		302,5	26	22	20,5			180	130	4	120	65
110	240 - 280	3	780		330	28	24	22			180	150	4	120	70
111	280 - 320	3	900		357,5	30	26	24			180	175	4	140	80
112	320 - 360	3	1020		357,5	32	28	24			180	200	4	140	85
113	360 - 400	3	1140		385	34	30	26			180	225	4	140	95
114	400 - 450	3	1290		385	36	32	28			180	250	4	140	100
115	450 - 500	3	1440		412,5	38	34	30			180	275	4	140	110
116	500 - 550	3	1590		412,5	40	34	30			190	305	4	160	120
117	550 - 600	3	1740		440	42	36	32			200	340	4	160	130
118	600 - 660	3	1920		440	44	38	34			190	370	4	160	145
119	660 - 720	3	2100		440	46	40	36			190	405	4	160	160
120	720 - 780	3	2280		467,5	48	42	36			190	440	4	170	170
121	780 - 840	3	2460		467,5	50	44	38			190	480	4	170	185
122	840 - 910	3	2640		467,5	52	46	40			190	520	4	170	200
123	910 - 980	3	2850		495	54	48	42			190	560	4	170	215
124	980 - 1060	3	3060		495	56	50	44			200	600	4	180	230
125	1060 - 1140	3	3300		495	58	50	46			200	645	4	180	250
126	1140 - 1220	3	3540		522,5	60	52	46			200	690	4	180	270
127	1220 - 1300	3	3780		522,5	62	54	48			200	740	4	180	285
128	1300 - 1390	3	4050		522,5	64	56	50			200	785	4	180	305
129	1390 - 1480	3	4320		550	66	58	50			200	835	4	180	325
130	1480 - 1570	3	4590		550	68	60	52			220	890	5	190	325
131	1570 - 1670	3	4890		550	70	62	54			220	940	5	190	335
132	1670 - 1790	3	5250		577,5	73	64	56			220	1025	5	190	350
133	1790 - 1930	3	5610		577,5	76	66	58			220	1110	5	190	375
134	1930 - 2080	3	6000		577,5	78	68	60			220	1170	5	190	400
135	2080 - 2230	3	6450		605	81	70	62			240	1260	5	200	425
136	2230 - 2380	3	6900		605	84	73	64			240	1355	5	200	450
137	2380 - 2530	3	7350		605	87	76	66			240	1455	5	200	480
138	2530 - 2700	3	7800		632,5	90	78	68			260	1470	6	200	480
139	2700 - 2870	3	8300		632,5	92	81	70			260	1470	6	200	490
140	2870 - 3040	3	8700		632,5	95	84	73			260	1470	6	200	500
141	3040 - 3210	3	9300		660	97	84	76			260	1470	6	200	520
142	3210 - 3400	3	9900		660	100	87	78			280	1470	6	200	555
143	3400 - 3600	3	10500		660	102	90	75			280	1470	6	200	590
144	3600 - 3800	3	11100		637,5	103	92	81			300	1470	6	200	620
145	3800 - 4000	3	11700		687,5	107	95	84			300	1470	6	200	650
146	4000 - 4200	3	12300		687,5	111	97	87			300	1470	7	200	650
147	4200 - 4400	3	12900		715	114	100	87			300	1470	7	200	660
148	4400 - 4600	3	13500		715	117	102	90			300	1470	7	200	670
149	4600 - 4800	3	14100		715	120	105	92			300	1470	7	200	680
150	4800 - 5000	3	14700		742,5	122	107	95			300	1470	7	200	685
151	5000 - 5200	3	15400		742,5	124	111	97			300	1470	8	200	685
152	5200 - 5500	3	16100		742,5	127	111	97			300	1470	8	200	695
153	5500 - 5800	3	16900		742,5	130	114	100			300	1470	8	200	705
154	5800 - 6100	3	17800		742,5	132	117	102			300	1470	9	200	705
155	6100 - 6500	3	18800		742,5	120	107				300	1470	9	200	715
156	6500 - 6900	3	20000		770	124	111				300	1470	9	200	725
157	6900 - 7400	3	21500		770	127	114				300	1470	10	200	725
158	7400 - 7900	3	23000		770	132	117				300	1470	11	200	725
159	7900 - 8400	3	24500		770	137	122				300	1470	11	200	735
160	8400 - 8900	3	26000		770	142	127				300	1470	12	200	735
161	8900 - 9400	3	27500		770	147	132				300	1470	13	200	735
162	9400 - 10000	3	29000		770	152					300	1470	14	200	735
163	10000 - 10700	3	31000		770		137				300	1470	15	200	735
164	10700 - 11500	3	33000		770		142				300	1470	16	200	735
165	11500 - 12400	3	35900		770		147				300	1470	17	200	735
166	12400 - 13400	3	38500		770		152				300	1470	18	200	735
167	13400 - 14600	3	42000		770		157				300	1470	19	200	735
168	14600 - 16000	3	46000		770		162				300	1470	21	200	735

d<sub>1</sub> = Kettendurchmesser in Gütegrad K 1 (Normalgüte)  
d<sub>2</sub> = Kettendurchmesser in Gütegrad K 2 (höherfeste Güte)  
d<sub>3</sub> = Kettendurchmesser in Gütegrad K 3 (Sondergüte)

Siehe hierzu auch D.

<sup>1</sup> siehe C.1.  
<sup>2</sup> siehe F.1.2

Abbildung 6: Tabelle 18.2 des GL zur Bestimmung der Ausrüstungsleitzahl [1]

Aus technischer Sicht muss hier unbedingt auf die DIN Norm 81841 – Technische Anforderungen – verwiesen werden. [3]

Zur Anwendung muss nun zuerst die „alte“ Tabelle 18.2 um die Klasse K4 erweitert werden. Die mittels K4 festgelegten Ankerketten sind deutlich leichter bei gleicher Prüf- und Bruchkraft.

Unter Beachtung der DIN 81842 kann die rechnerisch ermittelte Nenndicke der Ankerkette, die Nenndicke der Ankerkette unter Beachtung der Werkstoffgüte K1 bis K4 und ihrer Zuordnung zur Ausrüstungsleitzahl Z in Anlehnung an Tabelle 18.2 vorgenommen werden.

Für die Ermittlung der jeweiligen rechnerischen Nenndicke  $d_{KAi}$  sind folgende Berechnungsformeln zugrunde gelegt: [3]

$$\begin{aligned}d_{KA1} &= \sqrt{3^{4/4}} * Z = \sqrt{3 * Z} & (\text{für K1}) & \quad d_{KA2} = \sqrt{3^{3/4}} * Z = \sqrt{2,28 * Z} & (\text{für K2}) \\d_{KA3} &= \sqrt{3^{2/4}} * Z = \sqrt{1,73 * Z} & (\text{für K3}) & \quad d_{KA4} = \sqrt{3^{1/4}} * Z = \sqrt{1,32 * Z} & (\text{für K4}).\end{aligned}$$

Aus den rechnerisch ermittelten Werten für die Nenndicke wird durch mathematische Rundung die in der Abbildung 8 dargestellte Nenndicke  $D_1$  bis  $D_4$  je nach Werkstoffgüte ermittelt.

Im Falle der Verwendung der Ankerketten mit der Werkstoffgüte K4 muss nun das reduzierte Gewicht der Ankerkette gegenüber derselben mit der Güte K1 durch zusätzlich zu steckende Kettenlängen ausgeglichen werden. Gegenwärtig liegen hierzu jedoch noch keine detaillierten Angaben vor. Gleiche Aussagen beziehen sich auf die Poller- und Klüsenausführung beim Einsatz von K4, wobei es erste Anregungen gibt. Hier müssen entsprechende Berechnungen z. B. über Simulationen bei unterschiedlichen Einflüssen und praktischen Versuchen noch erfolgen. [3]

Die Ankerkette oder Trosse muss so lang gesteckt (ausgefahren) sein, dass der Anker auch bei Zugbelastung über die Ankerkette noch flach auf dem Grund liegen bleibt, da er sonst aus dem Boden heraus gerissen wird und nicht mehr hält. Ist dies nicht der Fall, so liegt das Schiff kurzstag, dies sollte nur unmittelbar vor dem Lichten der Fall sein, da die Haltekraft dann nur einen Bruchteil beträgt. Seeschiffe haben üblicherweise zwischen 10 und 12 Schäkel Kettenlänge an Deck.

Bei nachlassender Krafteinwirkung wird die Kette oder Trosse durch ihr Gewicht wieder zum Boden gezogen und das Schiff damit wieder an den ursprünglichen Ort gezogen. Dies soll vor allem ein direktes Einwirken der Kraftspitzen auf den Anker verhindern, was im Regelfall zum Ausbrechen führt. Je größer die erwarteten Kräfte auf das Schiff sind, desto länger muss die Kettenlänge gewählt werden.

Unter Nutzung der Tabelle 18.2 – Abbildung 8 – ergeben sich nun die wichtigsten Berechnungsergebnisse, die praktisch eine „Stückliste“ für die Ankereinrichtung darstellen (Siehe Abbildung 7).

- Anzahl und Masse der Einzelanker für den/die Buganker,
- Stromanker, Kette oder Stahlseil für den Heckanker (Stromanker),

- Gesamtlänge und Kettendurchmesser je nach Stahlkategorie für die Bugankerkette,
- Schleppseil-Länge und die Strangbruchkraft,
- Verhol- und Festmacherseile hinsichtlich Anzahl, Einzellängen und der Strangbruchkraft.

## 5. Ergebnis der Auslegung

Nach der Berechnung der Ausrüstungsleitzahl  $Z$  kann nun für die konkrete Anwendung die Stückliste – s. Abbildung 7 – erstellt werden.

<b>Stückliste im Ergebnis der Auslegung von Ankermaschinen</b>	
<b>A) Leitzahlabhängige Ausrüstung nach GL</b>	
Buganker	2 Stück zu je 5610 kg
Buganker	1 Stück (Reserve) - Lagerung an Land
Ankerstegkette (K3) - Durchmesser 58	und 302,5 m lang - 22 600 kg.
Ankerstegkette (K3) - Durchmesser 58	und 275 m lang - 20 640 kg.
Schlepptrasse 1110 kN, 220 m lang, St.-Trosse D52 - 160;1292/1576 kN;	2 200 kg.
Festmachetrossen (5 St.) je 190 m Länge, 375 kN, ST.-Trosse D28-160;	380/463 kN; 2 730 kg.
<b>B) Erforderliche lose Zusatzausrüstungen</b>	
Reserve-Festmachetrosse	190 m Länge
Festmachetrossen je $\geq 110$ m Länge als Atlas-Seil Durchmesser 60 oder	Polypropylen- Seil Durchmesser 72; 1 620 kg.
Ankertrasse D44-160, 150 m Länge, verzinkt,	1 000 kg.
Kettenvorlauf D46 (K1) ca. 1,8 m lang;	90 kg.
Heckanker	2100 kg
Zurrungen für Heckanker und Kettenvorlauf	
<b>C) Ausrüstungen auf dem Achterschiff</b>	
z.B. Schlepp- und Panama-Doppelklüsen, Umlenkrollen, Seilführungen,	Verholwinden
<b>D) Ausrüstungen auf dem Vorschiff</b>	
z.B. Schlepp- und Panama-Doppelklüsen, Doppelpoller, Suez-Scheinwerfer,	Seilführungen, Verholwinden

Abbildung 7: Stückliste für die Ausrüstung aufgrund der Ausrüstungsleitzahl  $Z$

In dem Punkt 6 wird nun die Werkstoffgüte K4 in die Tabelle 18.2 des GL eingefügt. Wobei die kursiv dargestellten Werte rechnerisch ermittelt wurden.

## 6. Neue Tabelle 18.2 des GL

Nr.	Z	Stocklose Anker										Steg-Ketten										Kette/Drahtseil										Empfohlene Trossen					
		Bug.					Stromanker					Buganker					D1-D4					Br.Kraft D1-D4					Schlepptrasse			Festmachtrosse							
		Anz.	Einzelmasse	kg	0	GL	D1	D2	D3	D4	L	Br.Kraft D1	Br.Kraft D2	Br.Kraft D3	Br.Kraft D4	L	Br.Kraft A	L	Br.Kraft	L	Br.Kraft	L	Br.Kraft														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																		
1	bis 50	2	120	40	165	13	13	13	-	80	65	90	130	-	180	100	3	180	35																		
2	bis 70	2	180	60	220	14	13	13	-	80	80	90	130	-	180	100	3	180	35																		
3	bis 90	2	240	80	220	16	14	14	-	85	105	115	160	-	180	100	3	180	40																		
4	bis 110	2	300	100	247,5	18	16	16	-	85	125	150	210	-	180	100	3	180	40																		
5	bis 130	2	360	120	247,5	19	18	18	-	90	150	175	250	-	180	100	3	180	45																		
6	bis 150	2	420	140	275	21	18	18	-	90	175	175	250	-	180	100	3	180	50																		
7	bis 175	2	480	165	275	22	19	19	16	90	195	210	300	300	180	100	3	180	55																		
8	bis 205	2	570	190	302,5	24	21	21	16		235	240	340	300	180	110	3	180	60																		
9	bis 240	3	660	0	302,5	26	22	21	18		275	280	340	350	180	130	4	180	65																		
10	bis 280	3	780	0	330	28	24	22	19		320	330	390	420	180	150	4	180	70																		
11	bis 320	3	900	0	357,5	30	26	24	21		360	390	470	480	180	175	4	180	80																		
12	bis 360	3	1020	0	357,5	32	28	24	22		410	450	470	560	180	200	4	180	85																		
13	bis 400	3	1140	0	385	34	30	26	22		460	510	550	560	180	225	4	180	95																		
14	bis 450	3	1290	0	385	36	32	28	24		510	580	630	660	180	250	4	180	100																		
15	bis 500	3	1440	0	412,5	38	34	30	26		570	650	720	770	180	275	4	180	110																		
16	bis 550	3	1590	0	412,5	40	34	30	26		630	650	720	770	190	305	4	190	120																		
17	bis 600	3	1740	0	440	42	36	32	28		690	730	820	890	190	340	4	190	130																		
18	bis 660	3	1920	0	440	44	38	34	30		760	810	920	1020	190	370	4	190	145																		
19	bis 720	3	2100	0	440	46	40	36	30		820	890	1020	1020	190	405	4	190	160																		
20	bis 780	3	2280	0	467,5	48	42	36	32		890	980	1020	1160	190	440	4	190	170																		
21	bis 840	3	2460	0	467,5	50	44	38	34		970	1080	1140	1300	190	480	4	190	185																		
22	bis 910	3	2640	0	467,5	52	46	40	34		1040	1160	1260	1300	190	520	4	190	200																		
23	bis 980	3	2850	0	495	54	48	42	36		1120	1260	1380	1460	190	560	4	190	215																		



Die vorstehende tabellarische Darstellung zeigt als Abbildung 8 die Tabelle 18.2 des GL, die um Werkstoffgüte K4 erweitert worden ist.

## **7. DIN-gerechte Bezeichnung einer Ankerkette**

Im Zusammenhang mit den neuen Normen wurde auch der Aufbau für die DIN-gerechte Bezeichnung der Ankerkette geändert.

**Ankerkette DIN 81846 – A – K4 - 32 – 9 – 11 – 6 bzw.**

**Ankerkette DIN 81846 – B – K4 – 32 – 9**

Die einzelnen Termini nach der DIN-Bezeichnung bedeuten in ihrer Reihenfolge:

- Form A bzw. B nach der DIN 81846
- Gütegrad der Kette
- Nenndicke des Kettendurchmessers in mm
- Anzahl der Kettenlängen
- Bei der Form A beziehen sich die zwei letzten Termini auf die Anzahl der Normglieder und die Anordnung des Zurrgliedes unter Beachtung der DIN 81855.

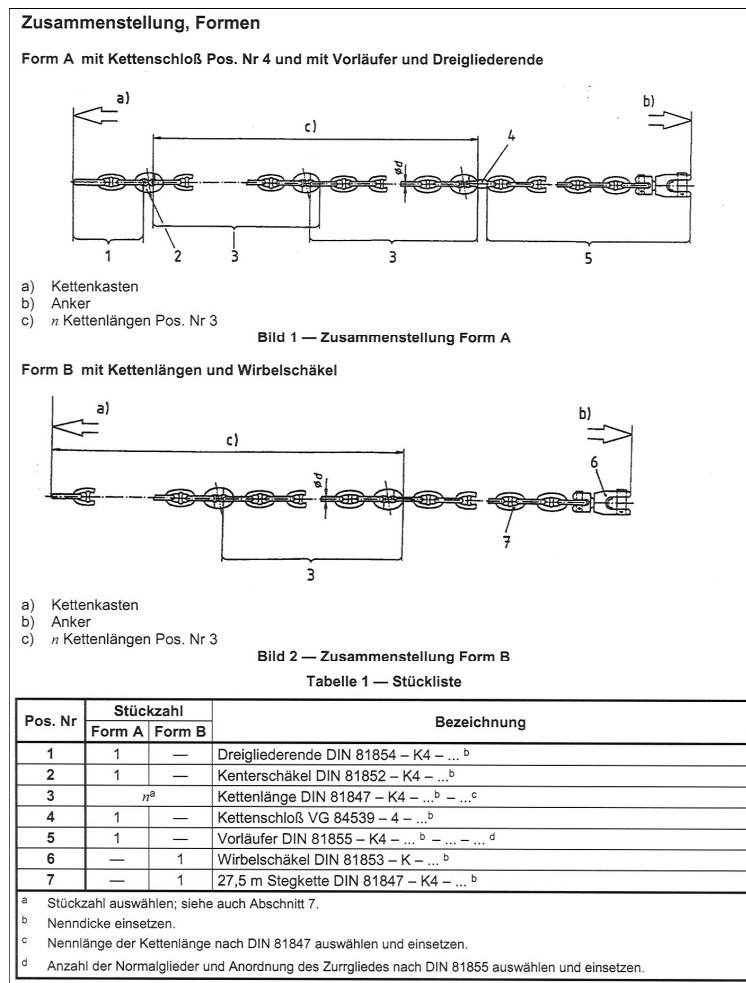


Abbildung 9: Kettenformen nach DIN 81855

Bei genauer Betrachtung der Tabelle 18.2 – Abbildung 8 – kann sehr leicht festgestellt werden, dass gleichzeitig Aussagen über die Längen und Bruchkräfte bei Festmache- und Schlepptrossen gemacht werden, wobei wiederum die Ausrüstungsleitzahl  $Z$  die Grundlage bildet. In der Tabelle 18.1 – Abbildung 10 – sind dann die jeweilig einsetzbaren Materialien hierfür erwähnt.

Analog zur der Entwicklung des Gütegrades K4 für Ketten wurde auch für die Trossen ein neues Material, z. B. das so genannte HPME (High Modulus Polyethylene) aus einem hochmodularem Polyethylen in einem Gelspinnprozess. Es sind bereits sehr erfolg versprechende Versuche unternommen worden.

## 8. Trossenmaterial

Nach den gegenwärtig gültigen Vorschriften des GL sind lt. Tabelle 18.1 – Abbildung 10 – die folgenden Materialien zum Einsatz für Trossen vorgesehen.

Stahldraht <sup>1</sup>	Synthetische Drahtseile	Chemie-Faserseile		
	Polyamid <sup>2</sup>	Polyamid	Polyester	Polypropylen
∅ [mm]	∅ [mm]	∅ [mm]	∅ [mm]	∅ [mm]
12	30	30	30	30
13	30	32	32	32
14	32	36	36	36
16	32	40	40	40
18	36	44	44	44
20	40	48	48	48
22	44	48	48	52
24	48	52	52	56
26	56	60	60	64
28	60	64	64	72
32	68	72	72	80
36	72	80	80	88
40	72	88	88	96

<sup>1</sup> Nach DIN 3068 oder gleichwertig.  
<sup>2</sup> Geschlagene Drahtseile aus vergüteten Polyamid Drähten und Filament Garnen.

Abbildung 10: Trossenmaterial nach GL

## 9. Vergleich Chemieseile und Drahtseile [4]

In Auswertung der Abbildung 10 ist unschwer zu erkennen, dass folgende Unterschiede im Einsatz von Chemieseilen bzw. auch der Synthetischen Drahtseile bestehen:

- Chemieseile müssen im Vergleich zu Ketten und Drahtseilen deutlich größer dimensioniert werden, um dieselbe Bruchkraft zu erzielen.
- Bei gleicher Bruchkraft muss der Durchmesser 2-fach bis 3-fach größer sein.
- Chemieseile dehnen sich aufgrund von zwei Faktoren: Konstruktionsdehnung und Materialdehnung
- Aufgrund der materialspezifischen Dehnung kann es zu einem vergleichsweise stärkeren „Gummibandeffekt“ kommen als bei Drahtseilen.
- Die wesentlichen Rohstoffe waren bisher Polyamid, Polyester und Polypropylen.
- Neue, versprechende Rohstoffe sind
- hochmodulares Polyethylen (Dyneema), Vectran, hochmodulares Polyethylen (HPME) und Aramid (Technora)

Durch spezielle Fertigungsverfahren entstehen drahtseilähnliche Festigkeiten und Dehnungswerte bei textilen Eigenschaften.

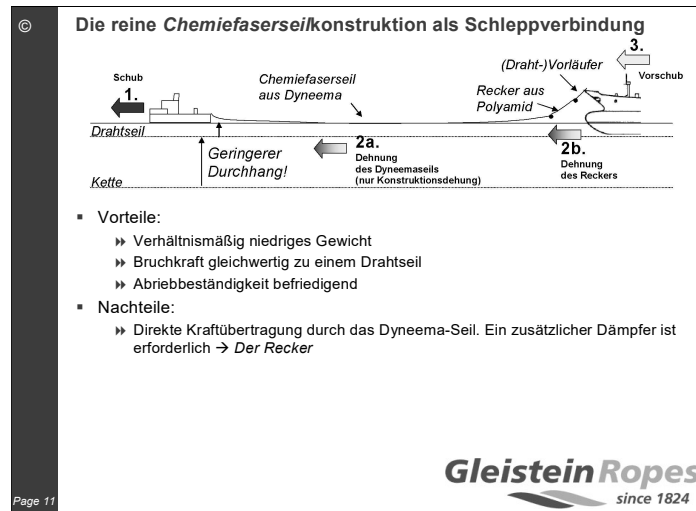


Abbildung 11: Schleppverbindung mit Chemiefaserverseil nach Gleistein Ropes



Abbildung 12: Schleppverbindung mittels hochmodularem Polyethylen (Dyneema) nach Gleistein Ropes

© Gleistein's Schlepprossen

- MegaSquare Dyneema
  - » Quadratgeflecht: 8 Litzen
- MegaOne Dyneema
  - » Rundgeflecht: 12 Litzen

Dyneema Ø in mm	Gewicht in kg/100m	Bruchfestigkeit in daN
32	51,00	68.000
34	56,00	74.500
36	61,00	81.000
38	71,00	94.500
40	76,00	100.300
44	91,00	119.500
48	107,00	140.500
52	125,00	162.500
56	145,00	185.500
60	167,00	210.000
64	190,00	235.000
72	240,00	293.000
80	296,00	355.000
88	360,00	425.000
96	426,00	495.000

*Gleistein's thermischer Reckprozess*

Als HS-Produkt + ca. 20% Bruchkraft - 10% Durchmesser

HS = Heat-set = gereckt

**GleisteinRopes**  
since 1824

Page 15

Abbildung 13: Produktvergleich nach Gleistein Ropes

## 10. Materialeigenschaften Übersicht

© Technische Daten

- Der Unterschied in der Materialeffizienz kann der folgenden Tabelle entnommen werden:

Ankerstegkette			Drahtseil			Polyamid			Dyneema		
Ø in mm	Bruchlast in kN	Gewicht in kg/100m	Ø in mm	Bruchlast in kN	Gewicht in kg/100m	Ø in mm	Bruchlast in kN	Gewicht in kg/100m	Ø in mm	Bruchlast in kN	Gewicht in kg/100m
32	833	2.310	32	645	407	60	626	221	32	680	51
36	1.050	2.930	36	817	514	72	882	319	36	810	61
40	1.280	3.620	40	1.010	639	80	1.080	394	40	1.003	76
44	1.540	4.380	44	1.220	780	88	1.280	477	44	1.195	92
48	1.810	5.210	48	1.450	926	96	1.510	568	48	1.405	107
52	2.110	6.110	52	1.700	1.070	104	1.755	665	52	1.625	125
56	2.430	7.120	56	1.980	1.240	112	2.060	772	56	1.855	145
60	2.770	8.170	60	2.270	1.430	120	2.354	887	60	2.100	167
64	3.130	9.340	64	2.580	1.620	128	2.680	1.010	64	2.350	190

- Vergleich z.B. Drahtseil mit MegaOne Dyneema:
  - » beide 40 mm Durchmesser
  - » beide ca. 1.000 daN Bruchkraft
  - » aber das Chemiefaserseil wiegt nur 12% des Gewichtes des Drahtseils!
  - » Es wäre ein 80 mm PA-Recker erforderlich!

**GleisteinRopes**  
since 1824

Page 16

Abbildung 14: Vergleich von Materialeigenschaften nach Gleistein Ropes

Beim Einsatz von hochpolymeren Materialien unabhängig von der Produktbezeichnung gelten natürlich die Aussage über die Poller- und Klüsegestaltung in noch verschärfter Form. Ein Umstieg von anderen Materialien für Trossen auf HPME sollte aus gegenwärtiger Sicht nur bei Neubauobjekten bzw. einer Erneuerung von Poller und Klüsen erfolgen, um das hochwertige Material nicht zu beschädigen. Dieser Hinweis sollte auch beim Umstieg von Faserseilen auf Produkte aus HPME-Material entsprechend berücksichtigt werden.

Dankenswerterweise wurden von der Fa. Gleistein und Sohn GmbH in Bremen verschiedene „Tampfen“ für unsere studentische Ausbildung bereitgestellt.

## 11. Ausblick

Durch die Verwendung neuerer Materialien, sei es die Werkstoffgüte K4 oder die Trossen aus hochpolymerem Polyethylen wird es erforderlich sein, dass der entsprechende Anker- und Schleppvorgang hinsichtlich der Verwendung von Ankermaschinen anderer Leistung, der Belastungen im Anker- und Schleppvorgang untersucht wird. Im Ergebnis werden dann entsprechende Hinweise für die Praxis zu erwarten sein. Die modernen rechnergestützten Verfahren gestatten diese Analysen vorzunehmen.

Aufgrund von neuen rechnergestützten Verfahren sollten möglichst auch die Einflüsse, die durch eine schwellende Belastung, unabhängig von ihrer Herkunft, wie z. B. der Wellen, des Windes bei Anker-, Schleppvorgängen sowie beim Festmachen an Dalben oder der Pier mit untersucht werden.

Wenn diese Untersuchungen abgeschlossen sein werden, so könnte dann die neue Werkstoffgüteklasse K4 und das HPME-Material sicherlich effektiv und somit zu einem besseren Handling im Schiffsverkehr eingesetzt werden.

## 12. Literaturverzeichnis:

- [1] Germanischer Lloyd – I Schiffstechnik, Teil1 Seeschiffe, Kapitel 1 Schiffskörper, Abschnitt 18
- [2] Lloyds Register – Rules and Regulations for the Classification of Ships – Part 3; Chapter 1; Chapter 7; July 2001
- [3] Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik im DIN (NMST)
- [4] Kirst, R. – Gleistein Ropes – Schleppeinen; 05/2005 (Powerpoint-Präsentation)
- [5] Kühnel, G. – Vorlesungsskripte Decksmaschinen; Hochschule Wismar, FB Seefahrt (unveröffentlicht)

## Effektives Alarmmanagement an Bord von Seeschiffen

**Dipl.-Ing. FH Helmut Behrens**  
Siemens Marine Solutions, Hamburg

**Contents****SIEMENS**




- Einleitung
- Siemens Geschichte im Schiffbau
- SISHIP IMAC Automatisierungssysteme
- Alarmanalyse eines Kreuzfahrtschiffes
- Kollision der „Norwegian Dream“
- Alarmmanagement
- Beispiel vereinfachte Darstellung Schiff
- Fragen

Page 208.11.2006Behrensfilename.pptI&S / Hamburg / OGM MAS  
Protection notice / Copyright notice

## Siemens Marine Solutions Global Strategy

# SIEMENS




- USA as the American center**
  - Take-over, adaptation and integration of Innovative Solutions from Europe
  - Focus: Tankers, Offshore Supply Vessels, Ferries; Marine ships (Coast Guard)
  - Service for local operating customers
- Germany and Norway (Europe)**
  - Development and first deployment of Innovative Solutions at European shipyards
  - Competence Centre for Ship Solutions and Life Cycle Management
- China as main center of the growing Asian market**
  - Take-over and rollout of Innovative Solutions from Europe for the growing requirements of technically reliable solutions in Asia
  - Focus: Ferries, Tankers, Container ships, Offshore Supply Vessels, LNG carriers

Page 4    08.11.2006    Behrens    filename.ppt    I&S / Hamburg / OGM MAS  
Protection notice / Copyright notice

## The first steps ...

# SIEMENS



**Experience of over 120 years in electric propulsion systems**

# SIEMENS

Page 5    08.11.2006    Behrens    filename.ppt    I&S / Hamburg / OGM MAS  
Protection notice / Copyright notice



**SIEMENS**

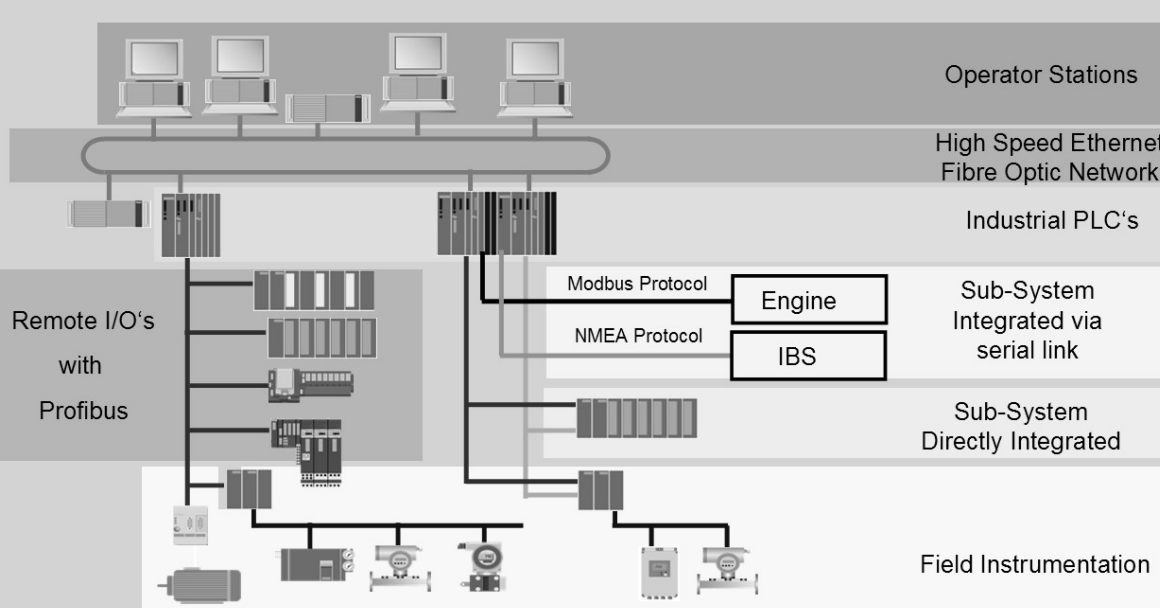
### Solutions for ship types

<b>Passenger Ships</b>  SISHIP <sup>CIS</sup> PAX	<b>Cargo Ships</b>  SISHIP <sup>CIS</sup> CARGO	<b>Submarines</b>  SINAVY <sup>CIS</sup> SUB
<b>Special Vessels</b>  SISHIP <sup>CIS</sup> SPV	<b>Offshore Vessels</b>  SISHIP <sup>CIS</sup> OSV	<b>Surface Vessels</b>  SINAVY <sup>CIS</sup> SUVS

Page 6    08.11.2006    Behrens    filename.ppt    I&S / Hamburg / OGM MAS  
 Protection notice / Copyright notice

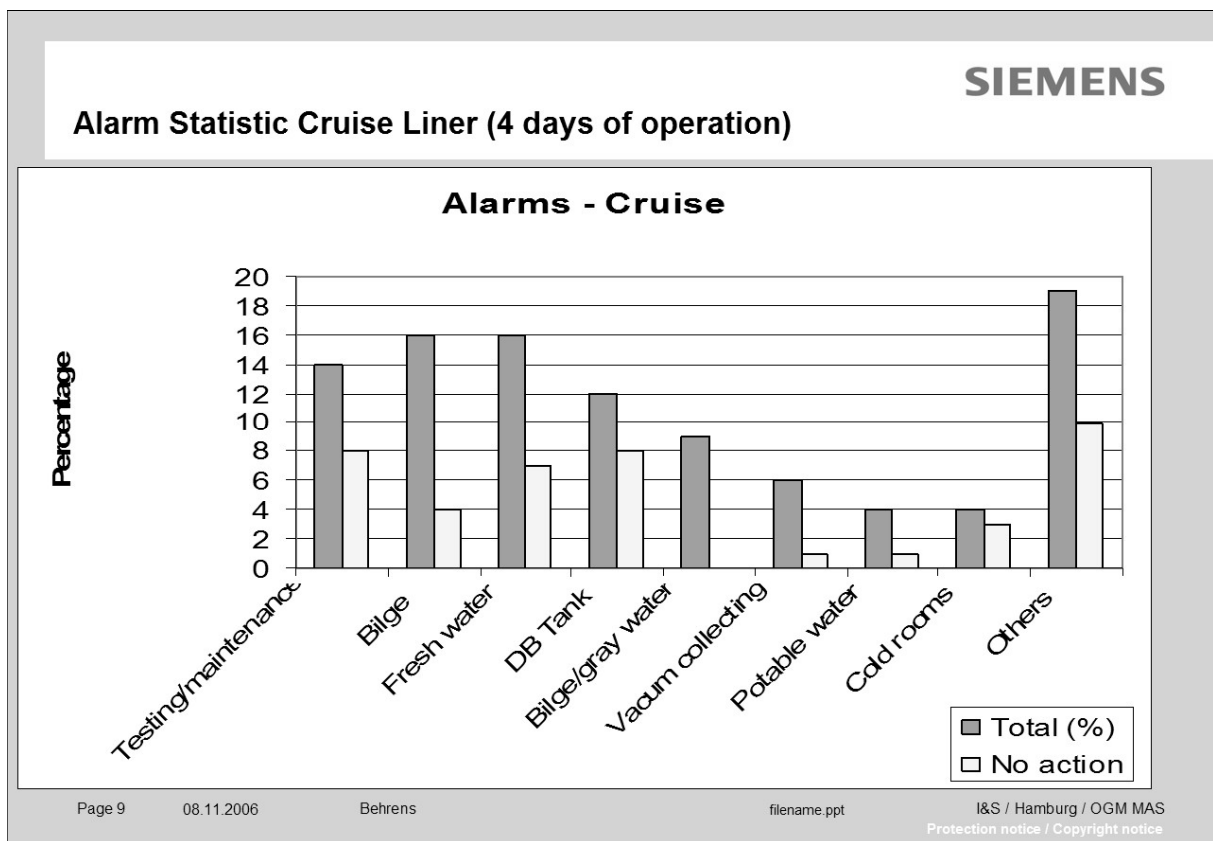
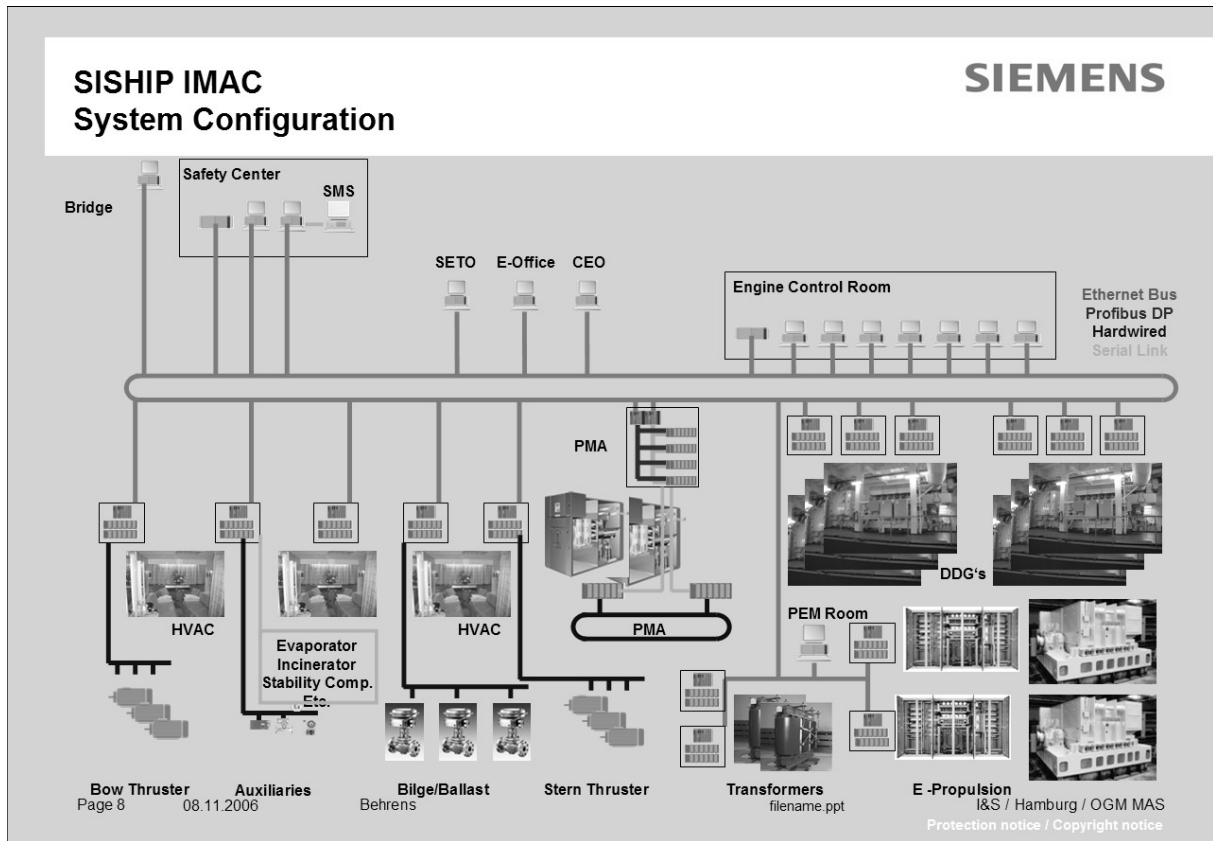
**SIEMENS**

### SISHIP<sup>CIS</sup> IMAC Typical System Configuration Marine Solutions



The diagram illustrates a multi-tier system architecture. At the top, four **Operator Stations** are connected to a **High Speed Ethernet Fibre Optic Network**. This network feeds into **Industrial PLC's**. On the left, **Remote I/O's with Profibus** are connected to the PLCs. On the right, two sub-systems are shown: one **Sub-System Integrated via serial link** (using **Modbus Protocol** for the **Engine** and **NMEA Protocol** for the **IBS**) and another **Sub-System Directly Integrated**. At the bottom, **Field Instrumentation** is connected to the PLCs and I/O modules.

Page 7    08.11.2006    Behrens    filename.ppt    I&S / Hamburg / OGM MAS  
 Industrial Solutions and Services    Your Success is Our Goal    Protection notice / Copyright notice



## Alarmmanagement The Challenge

SIEMENS

In some situations we see an alarm inflation that can overload the watch keeper.  
Possible results can be seen on the photos below!



Page 10

08.11.2006

Behrens

filename.ppt

I&S / Hamburg / OGM MAS  
Protection notice / Copyright notice

Officer Blamed In Collision Involving Cruise Ship - Internet Explorer - powered by mosaic.®

Datei Bearbeiten Ansicht Favoriten Extras ?

Zurück Suchen Favoriten Wechsels zu

Adresse <http://www.amo-union.org/Newspaper/Morgue/7-2000/Sections/News/collision.htm>

Links Help Page Telasweb owa

Section Front  
Front Page

# American Maritime Officer

### Officer Blamed In Collision Involving Cruise Ship

**Maritime Authority Blames Officer On Norwegian Dream**

The Bahamian Maritime Authority reported that the absence of "a decision-support system," "distractions from duties other than navigation and a mistake in collision avoidance action by the officer on watch significantly contributed to the collision."

Investigators with the Bahamian Maritime Authority reported that the absence of "a decision-support system," "distractions from duties other than navigation and a mistake in collision avoidance action by the officer on watch significantly contributed to the collision." However, Douglas Bell, deputy director for maritime affairs with the Bahamian agency, said that mistakes were made on both vessels and that it was not the Authority's intention to place blame squarely upon the Norwegian Dream's officer on watch, according to a report in Lloyd's List.

According to the report, as the ships approached one another near the F3 Buoy in the English Channel, the Norwegian Dream had only one officer on watch, although the company's procedures call for the watch to be doubled in instances of heavy traffic.

That officer had been distracted by routine clerical tasks, such as signing off on a carriage log and looking after the work of other crewmembers, while tracking ship traffic via

Start 20061108 CCS\_WS.ppt D:\VIDEO\20060926 SM... Officer Blamed In Colli... 15:59 MAS

## The Challenge



### The challenge:

Introducing an alarm management that does consider the actual operating condition of the ship and therewith taking away workload from the watch keeper



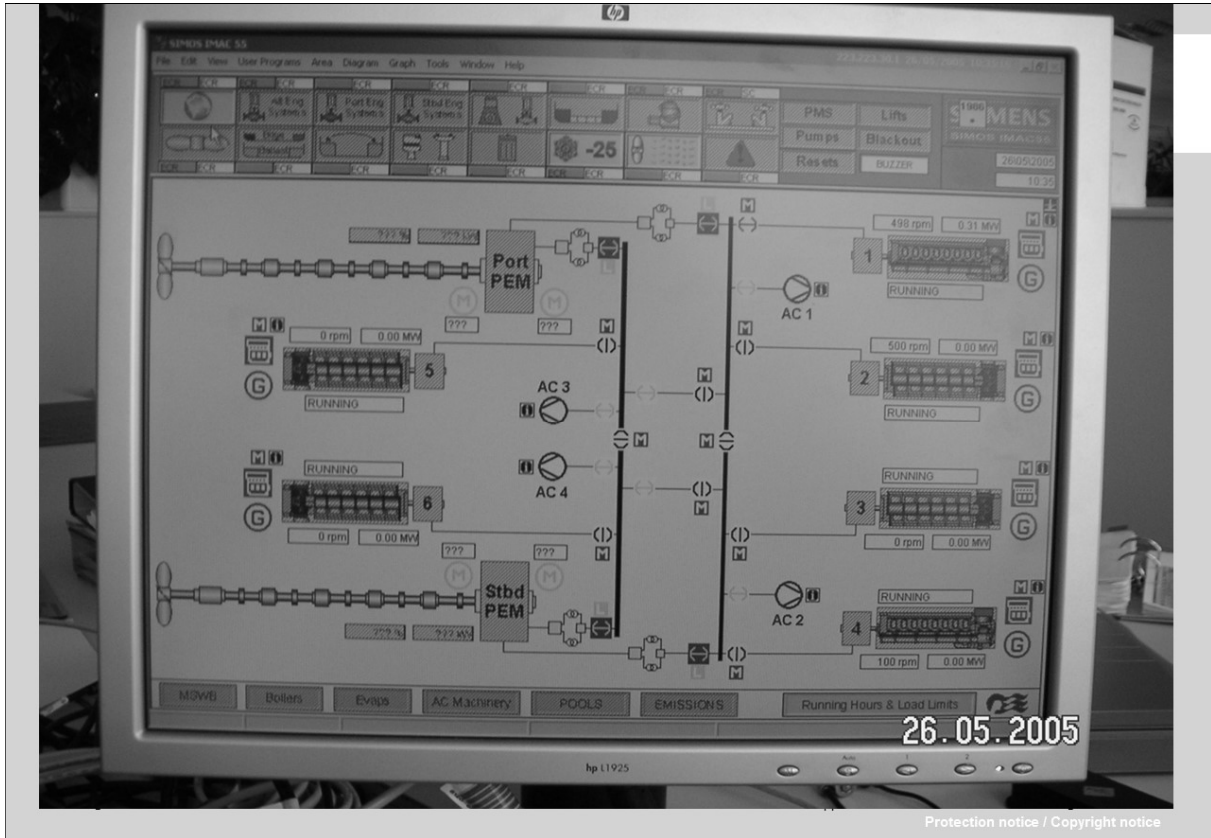
## Alarm Management - Decision Support

### ■ Introducing alarm Filter mechanism's considering operating conditions

- Maintenance
- Bunkering
- Harbour
- Sea
- Black Out
- .....

### ■ Decision Support

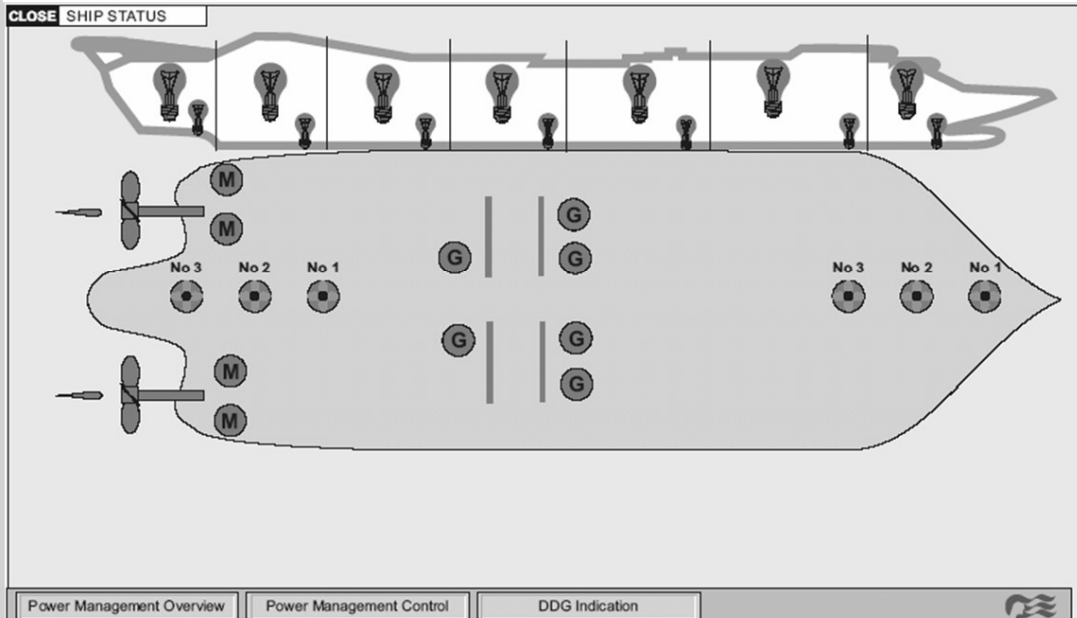
- New Layers of Mimics
- Simplified display of ships technical condition
- .....



Protection notice / Copyright notice

## Alarm Management / Decision Support Ship Status - Excellent

**SIEMENS**



## Alarm Management / Decision Support Ship Status – Degraded Propulsion

**SIEMENS**

CLOSE SHIP STATUS

Power Management Overview    Power Management Control    DDG Indication

Page 16    08.11.2006    Behrens    filename.ppt    I&S / Hamburg / OGM MAS  
Protection notice / Copyright notice

## Well managed ships are safe !

**SIEMENS**

Alarm systems have to be designed to meet user needs and operate within the user's capabilities. This means that the information the automation system presents should:

- Be relevant to the user's role at the time
- Indicate clearly what response is required
- Be presented at a rate that the user can deal with
- Be easy to understand

Page 17    08.11.2006    Behrens    filename.ppt    I&S / Hamburg / OGM MAS  
Protection notice / Copyright notice

## Zustandsbewertungen und Schadensanalysen im maritimen Bereich

*Dipl.-Ing. A. Kadolph, Dr.-Ing. F. Ahrens*  
*MQ Engineering GmbH Rostock*

### Historische Wurzeln MQE :

- ▶ **Dieselmotorenbau**  
**(ehem. Werkstoffprüflabor des DMR)**
- ▶ **MÜSING Rohrbau- und Prüftechnik GmbH**  
**ZN Rostock (1994)**
- ▶ **MQ Engineering GmbH Rostock (2000)**  
**z. Z. 9 MA + 1 Azubi**

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen

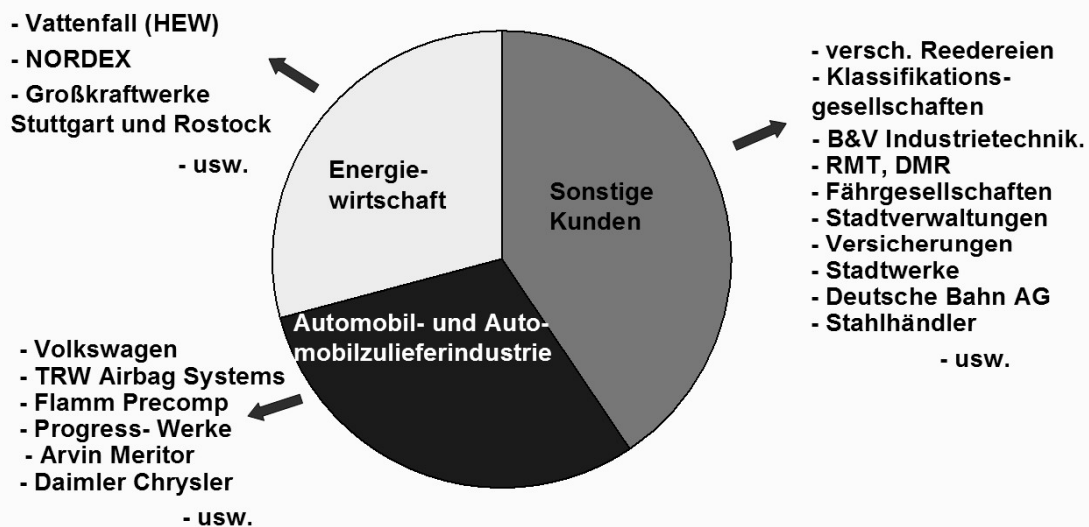




## Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



## Schadensanalytik / Werkstoffuntersuchung / Forschung



## Zustandsbewertungen und Schadensanalysen





## **Gliederung**

1. **Typische Aufgabenstellungen von Zustandsbewertungen und Schadensanalysen in der maritimen Technik**
2. **Trivialfehler- Schäden, bei denen keine Rettung mehr möglich ist**
3. **Schadensanalysen im Labor**
4. **Prüfstrategie für Zustandsbewertungen an Bauteilen**
5. **Beispiel einer versicherungstechnischen Untersuchung an einer Hauptmaschine an Bord eines Schiffes**
6. **Beispiel für eine Zustandsbewertung an Propellerwellen im eingebauten Zustand**
7. **Beispiel einer Schadensuntersuchung bei Wiederverwendbarkeit des Hauptbauteils**
8. **Fazit**

**Zustandsbewertungen und Schadensanalysen**



1. **Typische Aufgabenstellungen von Zustandsbewertungen und Schadensanalysen in der maritimen Technik**

**Zustandsbewertungen und Schadensanalysen**



**A Zustandsbewertungen -**

Frage nach der Eignung und Verwendungsfähigkeit der Bauteile, Komponenten und Anlagen

**B Versicherungsfragen -**

Frage nach der Ursächlichkeit von Ereignissen bei in der Regel Weiterverwendbarkeit der Bauteile, Komponenten und Anlagen

**C Schadensklärung -**

Klärung von Schadensursachen bei teilweiser Wiederverwendbarkeit der Bauteile, Komponenten und Anlagen

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



**2. Trivialfehler- Schäden, bei denen keine Rettung mehr möglich ist**

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen





### Korrosionsschäden

verursacht durch Seewasser  
(chloridionenhaltige Medien) in (Rohrleitungs-)  
Systemen aus nichtrostenden austenitischen Stählen

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



### Beispiel: Seewasserkühlsystem einer Motoryacht



3 Monate nach einer Werftzeit, in der das komplette  
Seekühlwassersystem auf Wunsch des Eigners erneuert  
wurde, traten erhebliche Leckagen in diesem aus nicht  
rostendem austenitischen Stahl eingebauten System auf

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



## Großyacht eines amerikanischen Industriellen

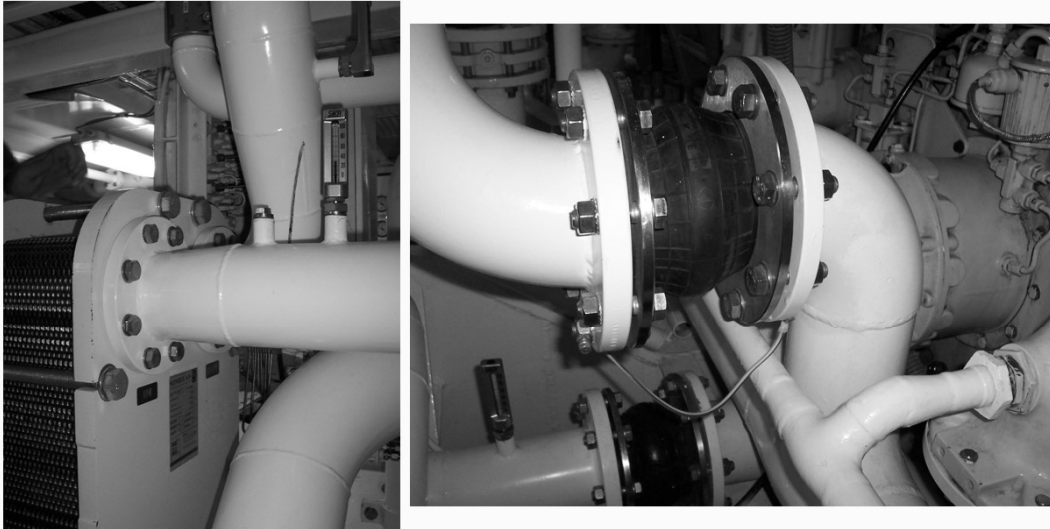


Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



Zustandsbewertungen und Schadensanalysen





Zustandsbewertungen und Schadensanalysen

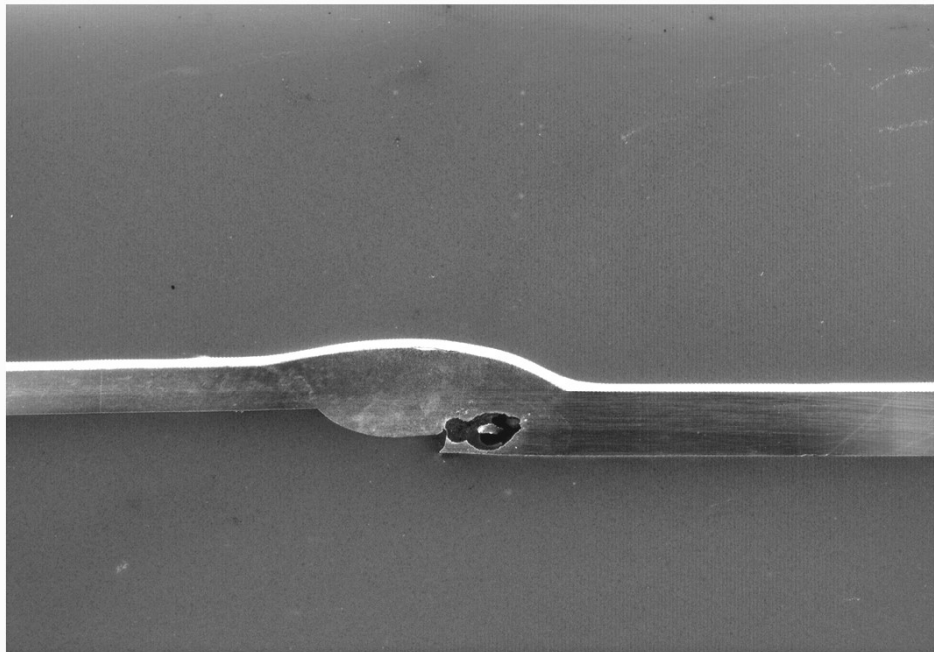


Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



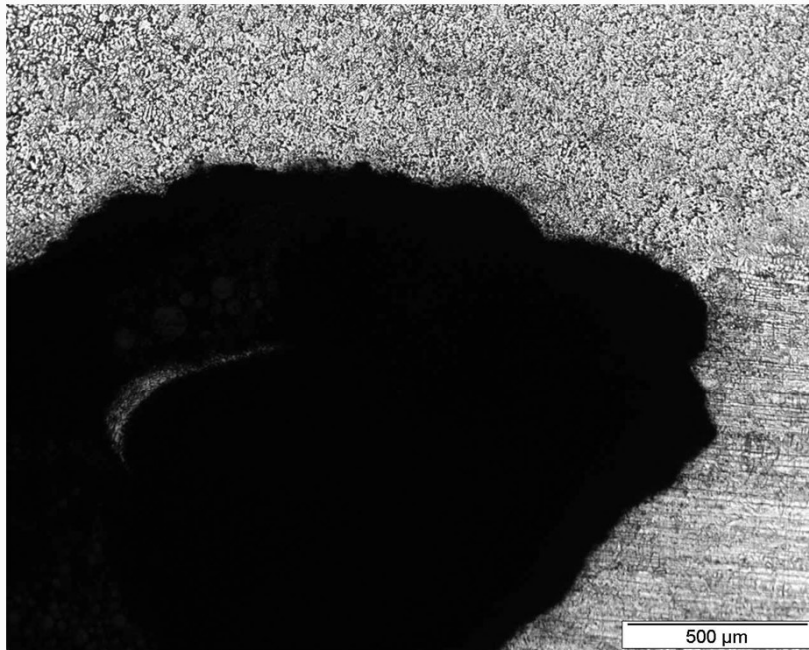


**Zustandsbewertungen und Schadensanalysen**



**Zustandsbewertungen und Schadensanalysen**





Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



- ➔ **Der Angriff der Chloridionen erfolgt erfahrungsgemäß zuerst überall dort, wo Schmutzanlagerungen möglich sind (Schweißnähte; Kanten, Schweißspritzer ...; hier lagern sich die Chloridionen bevorzugt an)**
- und**
- ➔ **der Angriff erfolgt gleichzeitig in den Materialbereichen, die gefügeseitig das „schwächste Glied im Verbund“ darstellen (Bereich der Schweißnaht und der Wärmeeinflusszonen mit gegenüber dem Grundmaterial üblicherweise verschlechtertem Lösungsglühzustand)**

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



### 3. Schadensanalysen im Labor

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



➔ **Neue Möglichkeiten der Schadenserkenkung  
durch moderne Schadensanalytik im Labor:**

**Gravierender Fortschritt durch Generationswechsel in  
der Rasterelektronenmikroskopie/ der Leistungsfähigkeit  
moderner Rasterelektronenmikroskope (REM)**

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen





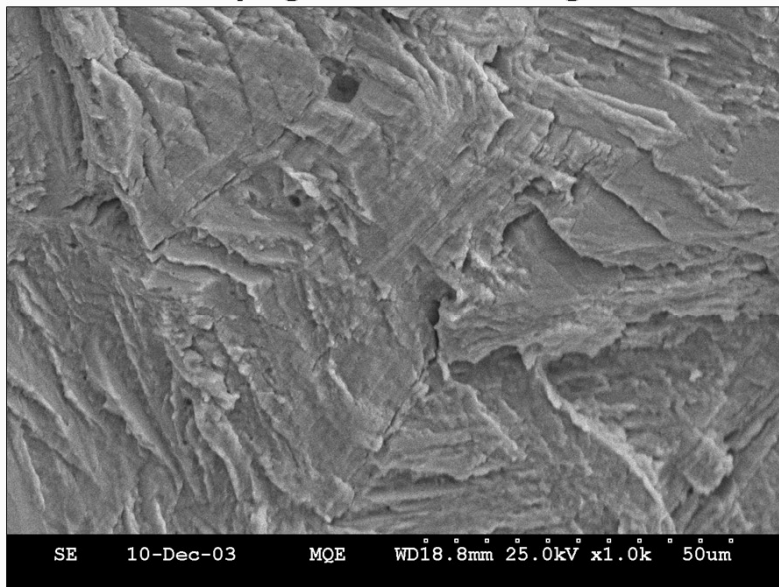
➔ Spezielle Detektoren zum Abtasten der zu prüfenden Oberfläche:

1. SE- Detektor zum Abtasten der zu prüfenden Oberfläche mit Möglichkeit zur Echtdarstellung der Oberflächentopografie
2. Röntgenrückstreu- (BSE-) Detektor zur farblichen Darstellung von Ordnungszahlunterschieden auf der zu prüfenden Oberfläche
3. Spezielle Detektoren (ESED) zum Abtasten von nichtleitenden Oberflächen (Kunststoffe ...)

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



**SE-Bild: normale Bruchfläche in Topografiedarstellung**



Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



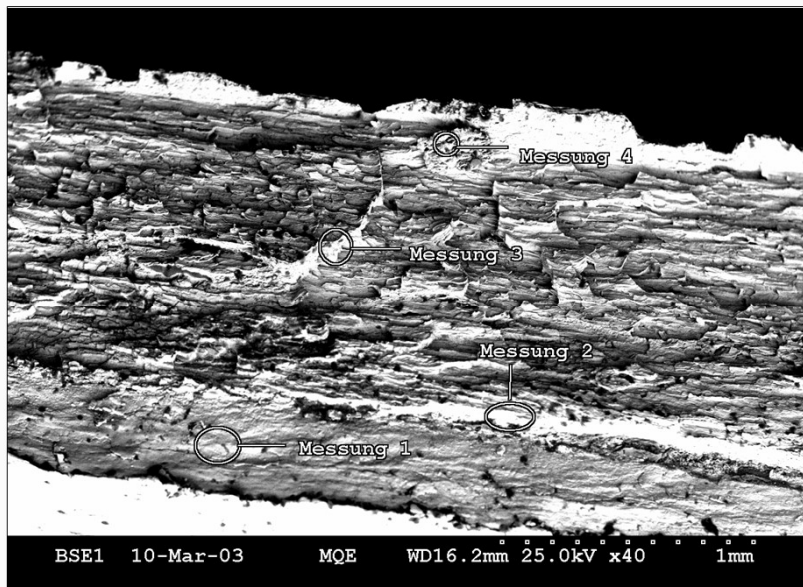
➔ Spezielle Detektoren zum Abtasten der zu prüfenden Oberfläche:

1. SE- Detektor zum Abtasten der zu prüfenden Oberfläche mit Möglichkeit zur Echtdarstellung der Oberflächentopografie
2. Röntgenrückstreu- (BSE-) Detektor zur farblichen Darstellung von Ordnungszahlunterschieden auf der zu prüfenden Oberfläche
3. Spezielle Detektoren (ESED) zum Abtasten von nichtleitenden Oberflächen (Kunststoffe ...)

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



**BSE-Bild: Ordnungszahl – Unterschiede in der Bruchfläche (Zink aus galvanischer Verzinkung)**



Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



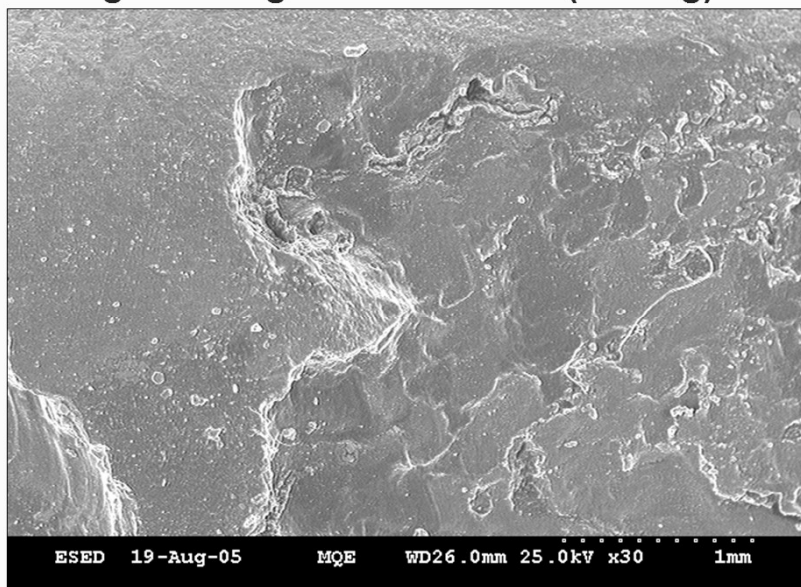
➔ **Spezielle Detektoren zum Abtasten der zu prüfenden Oberfläche:**

1. **SE- Detektor zum Abtasten der zu prüfenden Oberfläche mit Möglichkeit zur Echtdarstellung der Oberflächentopografie**
2. **Röntgenrückstreu- (BSE-) Detektor zur farblichen Darstellung von Ordnungszahlunterschieden auf der zu prüfenden Oberfläche**
3. **Spezielle Detektoren (ESED) zum Abtasten von nichtleitenden Oberflächen (Kunststoffe ...)**

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



**ESED-Bild: Oberfläche eines durch Kavitation geschädigten Elastomers (O-Ring)**



Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



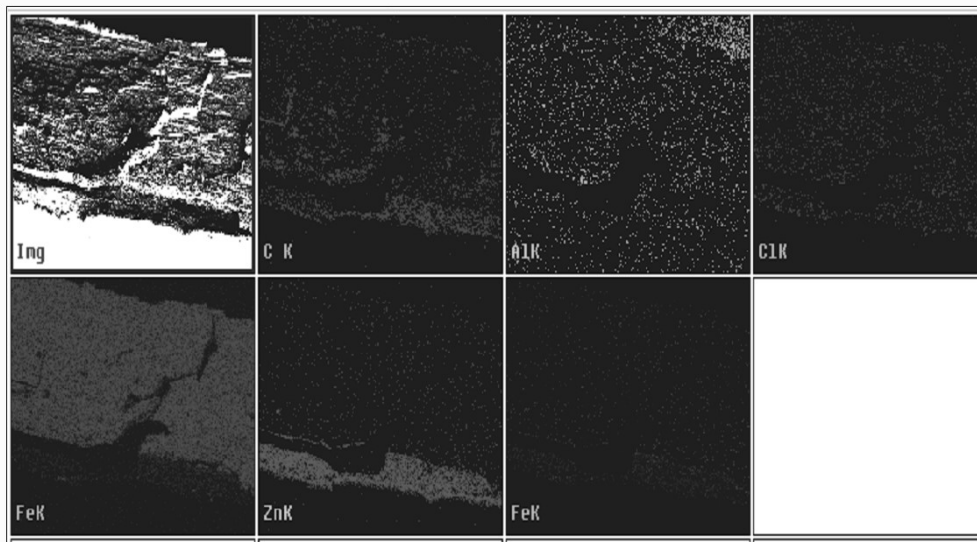
➔ **Komfortable Mikroanalyseysteme:**

1. Erstellung von Elementverteilungsbildern, Flächenmappings und Linienprofilen
2. Qualitative Analyse inkl. Speichern und Abruf von Spektren
3. Leichtmetalldetektoren zum Nachweis aller Elemente bis zur Ordnungszahl Z=5 (Bor)

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



**Flächenmapping einer Bruchfläche**



Zustandsbewertungen und Schadensanalysen





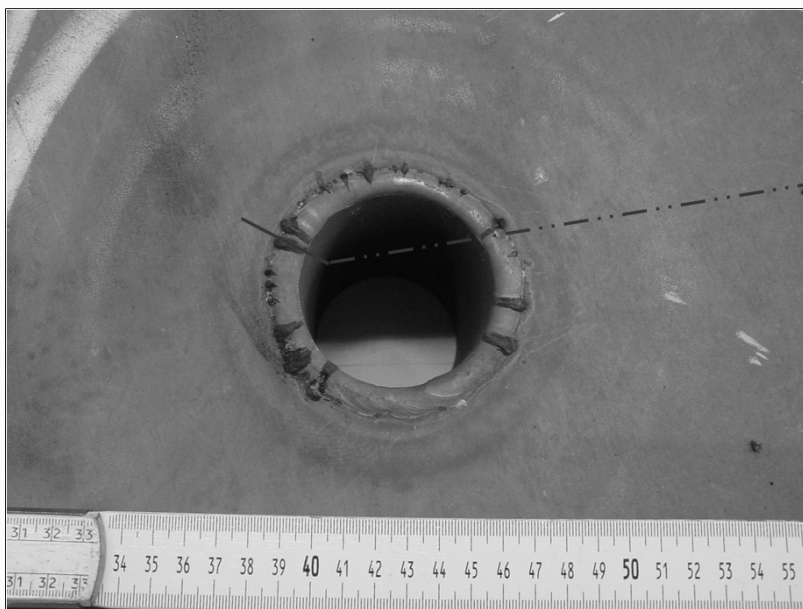
### Beispiel einer modernen Schadensanalyse im Labor

Untersuchung der Ursache von Leckagen an einem Warmwasserspeicher eines Schiffes mittels moderner Schadensanalytik im Labor

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



### Übersichtsaufnahme Schadensteil



Schnitt  
Probenentnahme

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



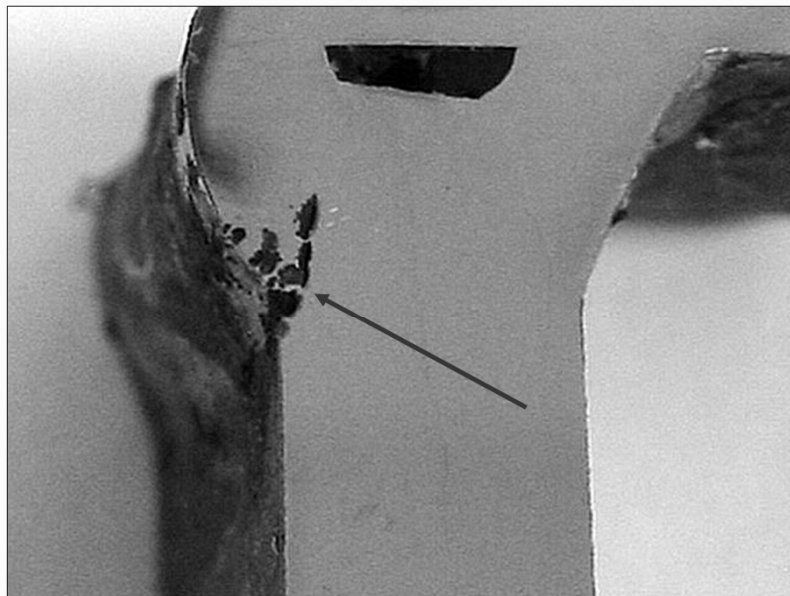
### Makroaufnahme der entnommenen Probe



Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



### Makroaufnahme der entnommenen Probe/ Schädigungsbereich



Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



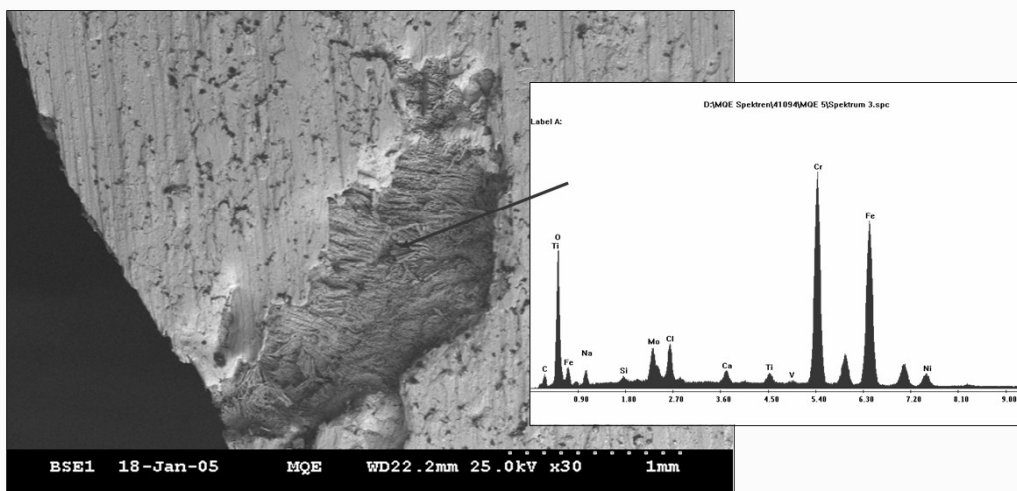
## Ergebnisse der Laboruntersuchungen

➔ Die Untersuchungen der Grundwerkstoffe und Schweißnähte (Gefügeausbildung, chemische Zusammensetzung...) ergaben keinen Grund zur Beanstandung.

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



Die „Löcher“ in den Schweißnähten waren mit Korrosionsprodukten gefüllt (sichtbar in den metallografischen Schliffen); in den Korrosionsprodukten der entnommenen metallografischen Schliffe wurde Chlor (Chloridionen) nachgewiesen.



Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



### **Schadenursache:**

- ➔ Eine Recherche des Lebenslaufes der Warmwasserspeicher ergab, dass das gespeicherte Wasser eindeutig die Anforderungen der Trinkwasserverordnung erfüllte (Chloridionengehalte unschädlich), die Warmwasserspeicher waren jedoch vor Inbetriebnahme kurzzeitig mit chloridionenhaltigen Medien (Natriumhypochlorid) desinfiziert worden.
- ➔ Die Schäden traten trotz anschließender intensiver Klarspülung auf.

**Zustandsbewertungen und Schadensanalysen**



## **4. Prüfstrategie für Zustandsbewertungen an Bauteilen**

**Zustandsbewertungen und Schadensanalysen**





***Kombination aller zerstörungsfreien Prüfverfahren,  
die Auskunft/ Anhaltspunkte über***

- die äußere Beschaffenheit (äußere Fehler)
- die inneren Fehler (innere Fehler)
- die Gefügestruktur und ihre Gleichmäßigkeit
- die Festigkeit (Härte) und ihre Gleichmäßigkeit

***geben können. Das sind z.B.:***

- Prüfung der mitgelieferten Prüfbescheinigungen
- üblich angewendete ZfP- Verfahren (MT, UT, PT...)
- Zusatzinformationen aus ZfP- Verfahren (Abschätzung der Ultraschallschwächung)
- zerstörungsfreie Bauteilmetallografie

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



***Insbesondere die Kombination aus***

- Abschätzung der Ultraschallschwächung an diversen Bauteilpunkten
- Härteprüfung an diesen Punkten
- Kontrolle der bei der Schallschwächungsabschätzung und der Härteprüfung auffälligen Bereiche mit zerstörungsfreier Bauteilmetallografie

***erlaubt die Bewertung von***

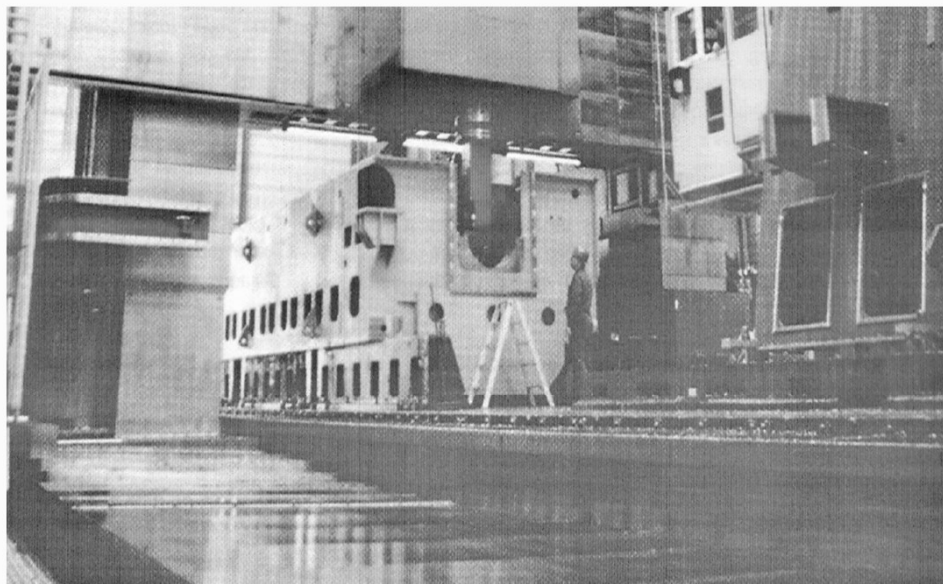
- Wärmebehandlungszuständen
- der Gleichmäßigkeit der Wärmebehandlung
- Abschätzungen zur Verwendungsfähigkeit

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



**5. Beispiel einer versicherungstechnischen  
Untersuchung an einer Hauptmaschine an  
Bord eines Schiffes**

**Zustandsbewertungen und Schadensanalysen**



**Grundwanne einer Hauptmaschine eines Containerschiffes**

**Zustandsbewertungen und Schadensanalysen**



- Probleme:**
- Containerschiff wurde nach Notdockung beim Wiederausdocken von einer starken Windbö erfasst und mit der Stb- Seite hart gegen die Kante des Docktors gedrückt
  - der assistierende Schlepper leistete Hilfe und drückte das Schiff frei → dadurch wurde das Schiff auch mit Bb- Seite hart gegen die Torkante gedrückt

➔ *bei nachfolgender Inspektion Risse in der Grundwanne der Hauptmaschine festgestellt*

**Fragestellung:**

➔ *Risse in der Grundwanne verursacht durch Dockberührung oder Fertigungsmängel? (auch Fertigungsmängel bekannt)*

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



**Durchgeführte Untersuchungen und Ergebnisse:**

**Prüfung der mitgelieferten Prüfbescheinigungen:**

- keine Auffälligkeiten

**Magnetinduktive Oberflächenrissprüfung/**

**Visuelle Prüfung:**

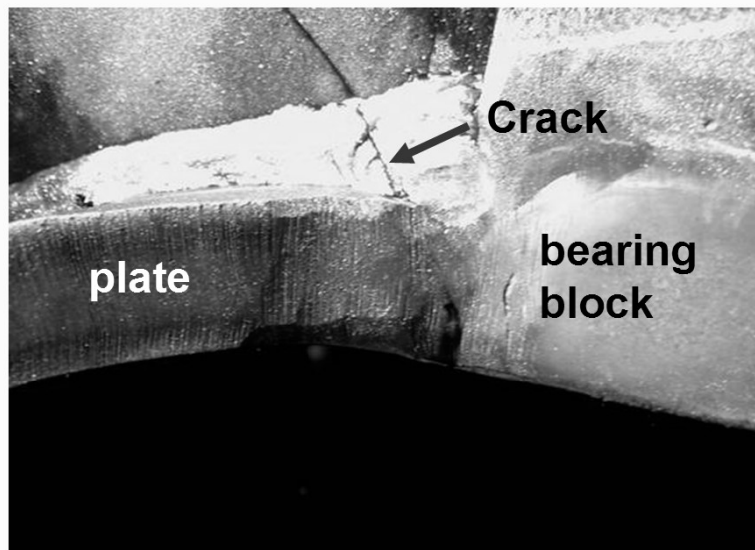
- diverse gerade, unverzweigte Risse im Bereich Lagerstuhlfuß/ Schweißnaht/ Übergang Blech (Bild)
- jeder Lagerstuhl war nur auf einer Seite gerissen (immer nur ein Riss, keine Rissverzweigungen, keine Nebenrisse, kein Rissnetzwerk/ Bilder)

**Schallschwächungsabschätzung:**

- Messwerte schwanken zwischen  
 $\kappa = 35,8 \text{ dB/m}$  (Lagerstuhl 6 direkt neben Riss)  
 $\kappa = 5,7 \text{ dB/m}$  (Lagerstuhl 5, Seite ohne Riss)

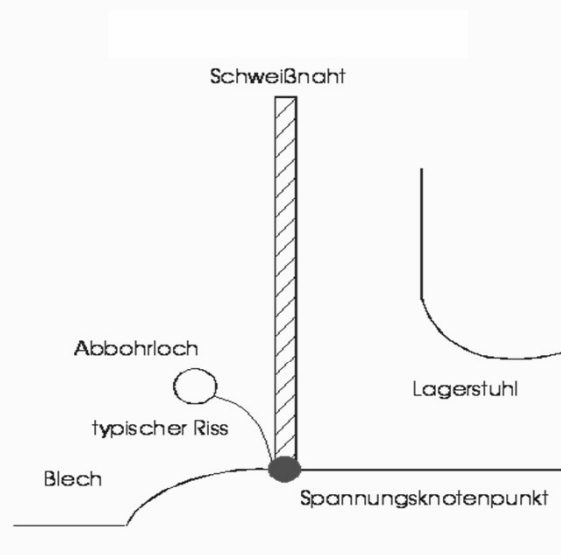
Zustandsbewertungen und Schadensanalysen





Rissbildung im Bereich Lagerstuhl 5

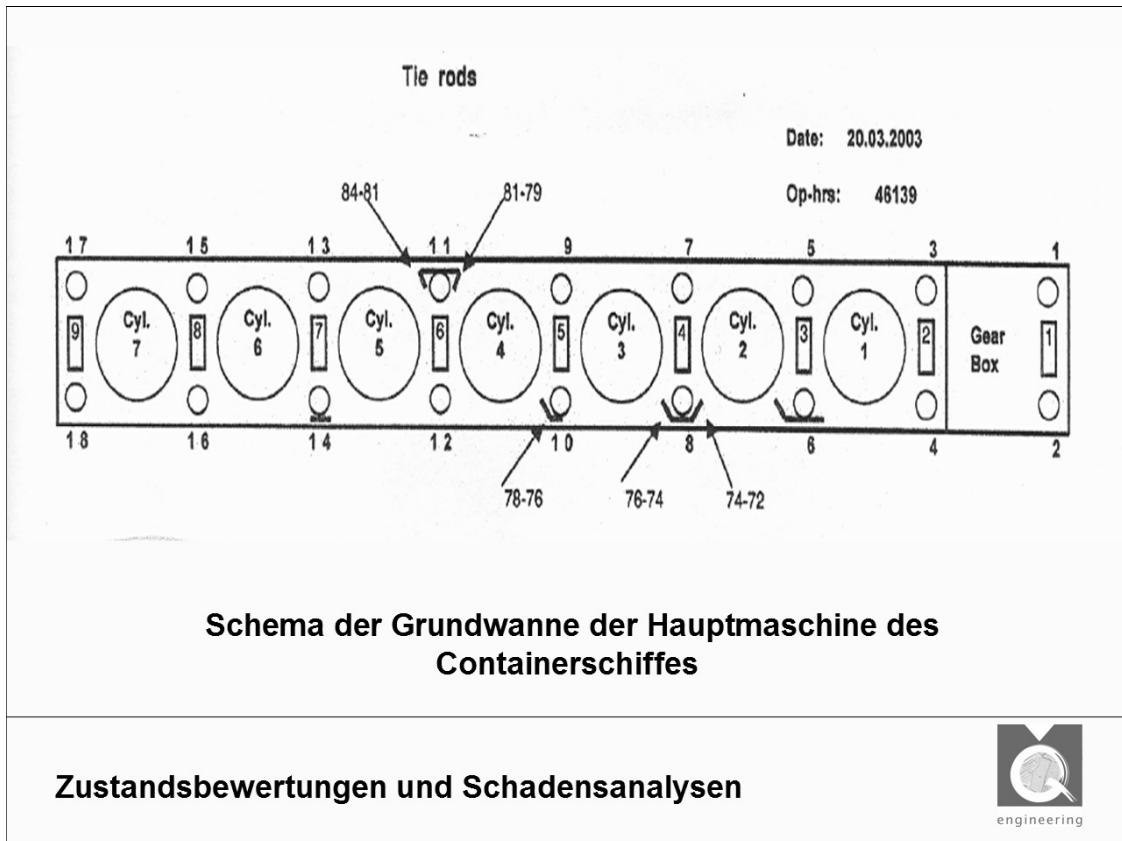
Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



Rissbildung im Bereich Lagerstuhl 5

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen





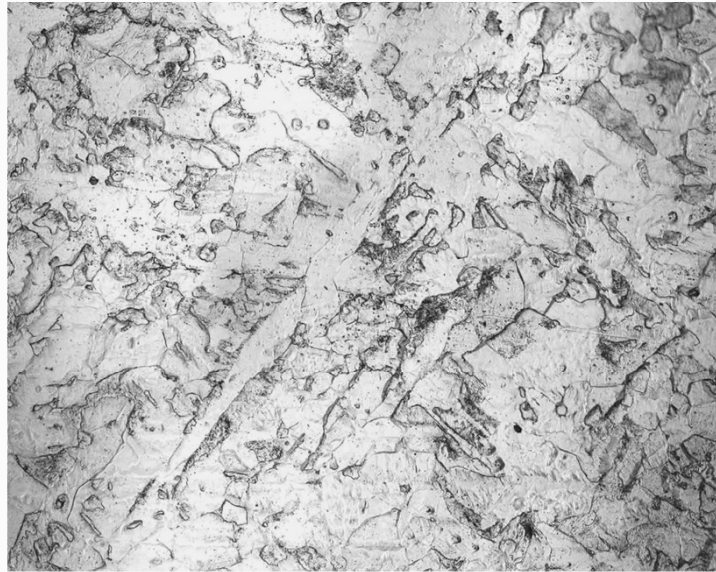
## Durchgeführte Untersuchungen und Ergebnisse:

### Zerstörungsfreie Bauteilmetallografie:

- Gefüge am Lagerstuhl 6 (direkt im Rissbereich/  
 $\kappa = 35,8 \text{ dB/m}$ ) → relativ inhomogenes, nicht  
vollständig normalisiertes Gefüge mit Resten noch  
nicht aufgelöster Gussstruktur (Bild)
  
- Gefüge am Lagerstuhl 5 (Seite ohne Riss mit  
 $\kappa = 5,7 \text{ dB/m}$  (Lagerstuhl 5, Seite ohne Riss) →  
homogenes, normalisiertes Gefüge mit Korngröße  
4-7 nach ASTM (Bild)

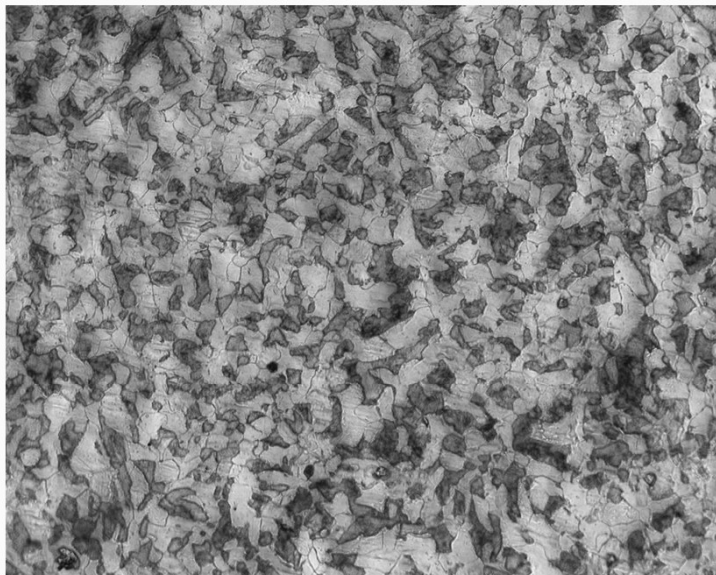
**Zustandsbewertungen und Schadensanalysen**





**Bild 8: Nicht vollständig aufgelöstes Gussgefüge (V =100:1)**

**Zustandsbewertungen und Schadensanalysen**



**Normalisiertes Gefüge (V = 100:1)**

**Zustandsbewertungen und Schadensanalysen**



- Ergebnis:**
- alle Risse liegen an jedem Lagerstuhl in einem Bereich mit höchster Spannungskonzentration (Bild)
  - außen liegende (befestigte) Lagerstühle rissfrei
  - an den gerissenen Lagerstühlen jeweils nur die Seite mit „schlechterem“ Gefüge (Gefüge mit größeren Eigenspannungen) gerissen

**Fazit:**     **→**     *Entspannung der Grundwanne durch Dockberührung*

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



**6. Beispiel für eine Zustandsbewertung an Propellerwellen im eingebauten Zustand**

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen





**2 Propellerwellen, Länge 18 m, Werkstoff Duplex- Stahl 1.4462**

**Zustandsbewertungen und Schadensanalysen**



**Probleme:**

- erhebliche Schwierigkeiten bei der mechanischen Bearbeitung
- starker Verzug (mehrfache Kaltrichtung erforderlich)
- Oberflächenanrisse bei der abschließenden Rissprüfung im Bereich der Wellensitze
- Welle musste aufgrund des Baufortschrittes der Yacht eingebaut werden
- Frage nach Ursachen der Probleme/ Verwendungsfähigkeit

**Zustandsbewertungen und Schadensanalysen**





## Durchgeführte Untersuchungen und Ergebnisse:

### Prüfung der mitgelieferten Prüfbescheinigungen:

- auffällig ungleichmäßige Kerbschlagarbeitswerte laut Prüfbescheinigung 3.2 ( 171-51-71J)

### Farbeindringprüfung:

- 3 Risse (Bild)

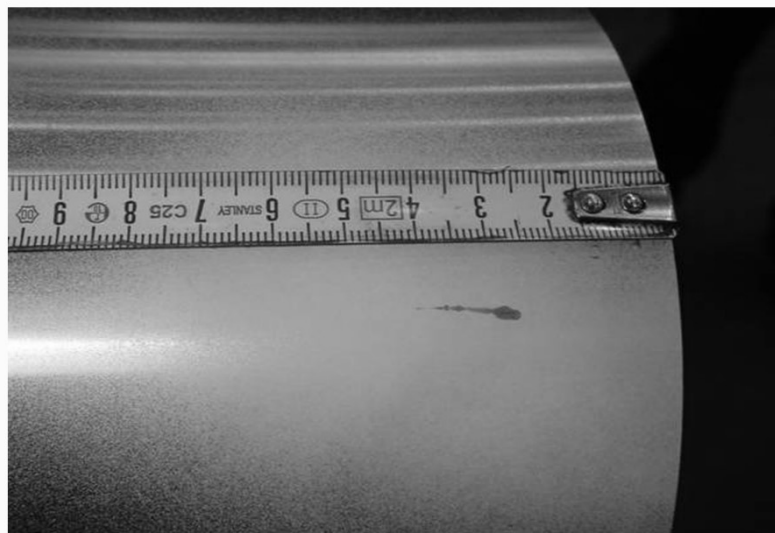
### Visuelle Prüfung:

- ungleichmäßiges Bearbeitungsbild (auch farblich/ Bild)

### Schallschwächungsabschätzung:

- Messwerte (Bild) schwanken zwischen  $\kappa = 10,4$  dB/m am Wellenende mit Rissen und  $\kappa = 18,5$  dB/m auf der anderen Seite der Welle

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



Rissbildungen in der Wellenoberfläche

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen





**ungleichmäßiges Bearbeitungsbild (farblich)**

**Zustandsbewertungen und Schadensanalysen**



## **Durchgeführte Untersuchungen und Ergebnisse:**

### **Härteprüfung:**

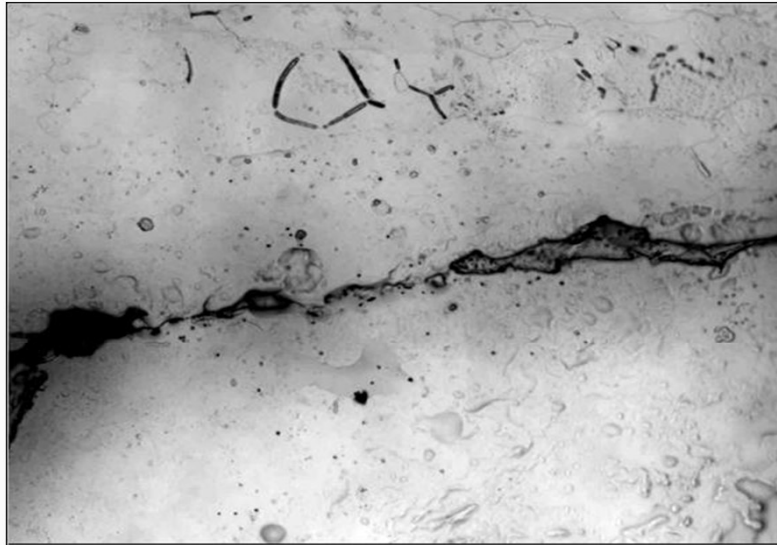
- Messwerte schwanken zwischen 205 und 277 HB

### **Zerstörungsfreie Bauteilmetallografie:**

- Gefüge am Wellenende ( $\kappa = 10,4 \text{ dB/m}$ ) mit Rissen → korngrenzenorientierte Ausscheidungen von Sigma-Phase und Karbiden, etwas homogenere Gefügebildung
- Risse verlaufen entlang von spröden Sigma-Phasen- Ausscheidungen/ unterschiedlich geöffnet/ ließen sich aufgrund von Verformungen kaum anätzen (Bild)
- Gefüge im Bereich mit  $\kappa = 18,5 \text{ dB/m}$  → zeiliges Gefüge mit flächigen Ausscheidungen von Sigma-Phase und Karbiden (Bild)

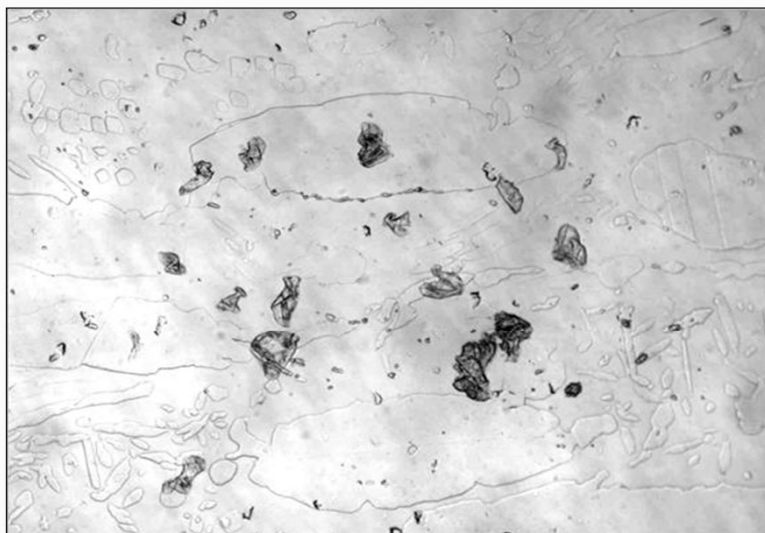
**Zustandsbewertungen und Schadensanalysen**





Rissbildung entlang von spröden Sigma- Phasen- Ausscheidungen

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



Grundwerkstoff mit Sigma-Phase und Karbiden

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



### Ergebnis:

- ungleichmäßige Gefügeausbildung bedingt ungleichmäßige Kerbschlagarbeitswerte
- durch zu langsame Abkühlung Sigma-Phasen-Ausscheidung (ungleichmäßiges Gefüge weist auf ungleichmäßige Abkühlung hin)
- Welle nicht ordnungsgemäß lösungsgeglüht
- hohe Eigenspannungen (Bild mit Schattierungen von der mechanischen Bearbeitung)

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



### Folge:

- Kaltsprödigkeit und Innenanrisse möglich (bereits bei Prüfung teilweise niedrige Kerbschlagwerte und Oberflächenanrisse)

Daraus resultierend muss während des Betriebes mit folgenden Erscheinungen gerechnet werden:

- Kaltsprödigkeit (Yacht benötigte „Eisklasse“),
- Anrissbildung und Rissfortschritt durch dynamische Belastung

sowie Entspannung im Betrieb in Form von

- Verwerfungen
- Neigung zu Entspannungsrissen.



**Welle wurde verworfen!**

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



## 7. Beispiel einer Schadensuntersuchung bei Wiederverwendbarkeit des Hauptbauteils

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



**Beispiel:    Schädigung einer Ankerwindenwelle eines Schiffes (Zustandsbewertung und Schadensanalyse am Bauteil ohne Probenentnahme)**

- ➔ **Durch den Auftraggeber waren eine geschädigte Ankerwindenwelle sowie die dazugehörigen Buchsen und Dichtringe zur Untersuchung vorgestellt worden.**
- ➔ **Die Buchsen und Dichtringe durften zerstörend untersucht werden; die Welle sollte wieder aufgearbeitet werden und konnte daher nur zerstörungsfrei befundet werden.**

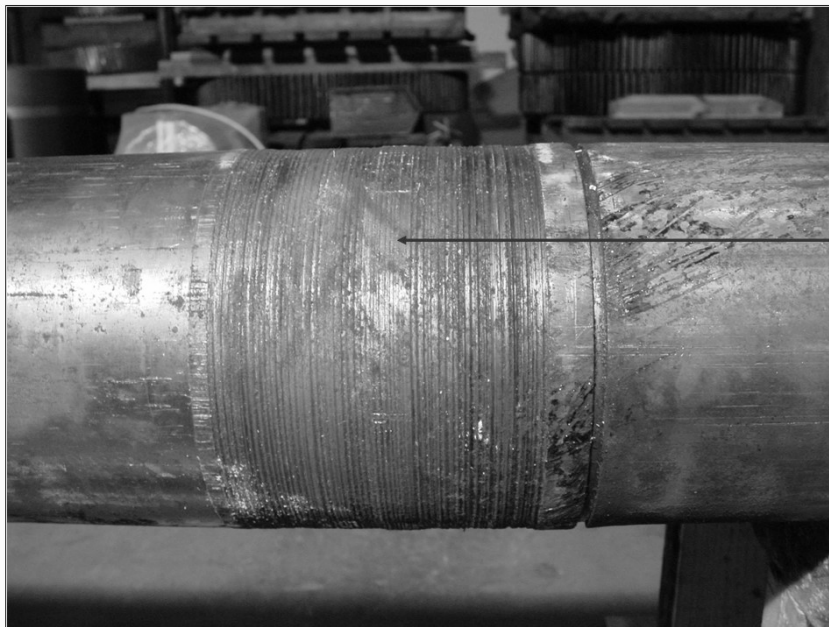
Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



## Ankerwindenwelle



Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



Schädigungs-  
spuren

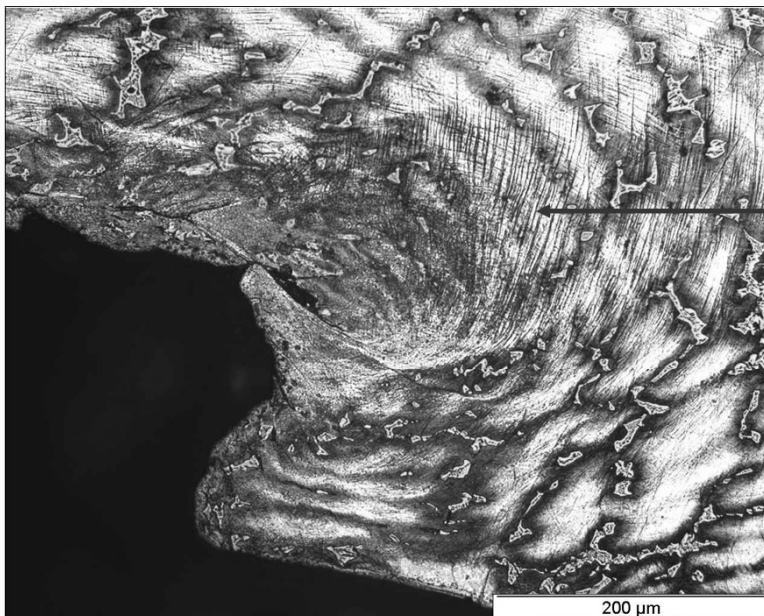
Zustandsbewertungen und Schadensanalysen





- ➔ **Mit Hilfe der bereits beschriebenen ausschließlich zerstörungsfreien Prüfprogramme konnte festgestellt werden, dass die Fertigungsqualität der Welle beanstandungsfrei war (Chemische Zusammensetzung, Wärmebehandlungszustand, Gleichmäßigkeit der Wärmebehandlung, Härte/ Festigkeit).**
  
- ➔ **Bei Untersuchung der Buchse wurde im Gefüge Deformationsmartensit festgestellt.**

**Zustandsbewertungen und Schadensanalysen**



Deformations-  
martensit

**Zustandsbewertungen und Schadensanalysen**





## Auswertung

- ➔ Im Ergebnis der Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass die Welle durch unzulässig hohe Belastung mit einem Biegemoment beaufschlagt und verformt wurde.
- ➔ Dadurch wurde die relativ weiche Bronzebuchse deformiert und bildete Deformationsmartensit mit einer Härte von 380 HV30.
- ➔ Damit war die Buchse örtlich härter als die Welle und hat sich mit den Kanten tief in die durch das unzulässig hohe Biegemoment verformte Welle eingeschnitten.
- ➔ Die Welle konnte aufgearbeitet werden; das Belastungsprofil der Winde musste verändert werden.

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen



## 8. Fazit

***Moderne Gerätetechnik für die Schadensanalytik im Labor und die Zustandsbewertung/  
Schadensuntersuchung an Bauteilen ermöglichen heute eine zielgerichtete und dabei kostengünstige Bearbeitung der vielfältigsten Kundenaufgabenstellungen sowohl im maritimen als auch in allen anderen industriellen Bereichen.***

Zustandsbewertungen und Schadensanalysen





## Nutzung dynamischer Prozesse von gesteuerten Maschinen auf Schiffen zur Diagnose des Zustands

**Dr.-Ing. habil. Dieter Troppens**

Landesgeschäftsstelle Nord der GFN



### Einleitung: Diagnose für Life-Cycle-Management

- Zustandseinschätzung von noch mehr Maschinen u. Anlagen ist dann für verschiedene Entscheidungen notwendig, Hersteller bieten diese neue Qualität an, erkennen den Markt "Service" (als Gewinnquelle)
- Serviceunternehmen und Betreiber können diese verbesserten Varianten für die effektive Instandhaltung nutzen, ist das bereits ausreichend ?
- bei kleineren Antriebsbaugruppen besteht Nachfrage nach nicht so aufwendigen Diagnoseverfahren.
- Für das Life-Cycle-Management beim Betreiber könnte auf Auswertungen des Übergangsverhaltens, wie im DS 2000 der Landtechnik verwendet, aufgebaut werden.

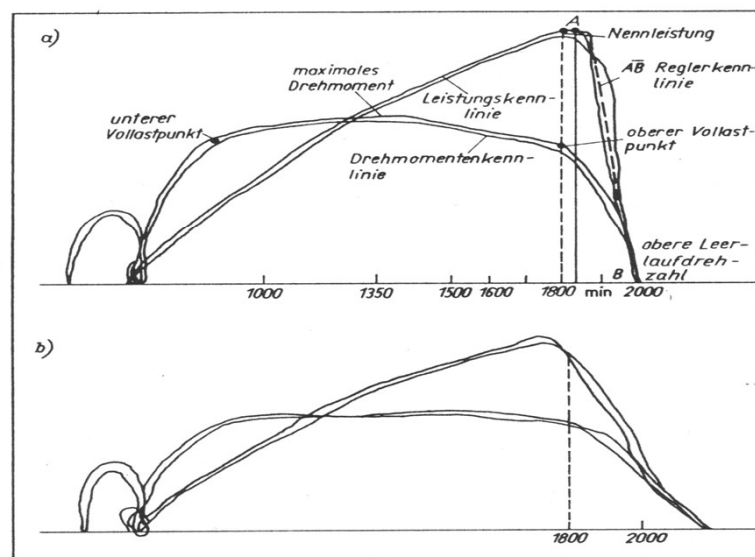


## Weitere Aussagen zu zwei Beispielen

- Für die Diagnose an schnell drehenden (auch kleinen) Dieselmotoren kann man unaufwendig Ergebnisse der Beschleunigungsmethode einbeziehen [Ise 06] (siehe nachfolgende Folie)
- Für Diagnose hydraulischer Antriebe - einschließlich Hilfsenergiebereitstellung und Funktionsüberwachung der Steuerungen - Methoden nach einer Dissertation von D. Roschig - nutzen (siehe dann folgende Folie)



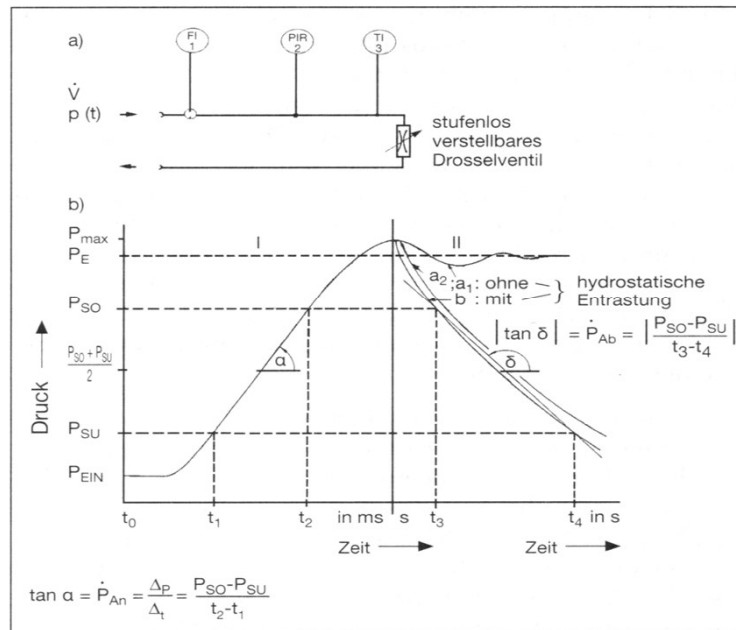
## Diagnose mittels Beschleunigungsmethode am Dieselmotor im DS 2000 a) ohne, b) mit Reglerschaden





## Diagnose in Hydrauliksystemen im DS 2000

a) statische, b) dynamische Messung



## Problemfelder der Realisierung von LCM

- Optimierung der Prozesse zur Zustandsermittlung und Zustandsbewertung an geeigneten Objekten
  - richtige Auswahl von zu überwachenden Maschinen und bestimmter Baugruppen in ihnen,
  - unter Beachtung der Erkenntnisse und des Wissens bei Herstellern, Serviceunternehmen, Betreibern u.a.
  - Erfahrungsaustausch und sachliche Umsetzung des Know How bei Herstellern, Betreiber und Serviceunternehmen u.a.
  - vertragliche Regelungen zur Realisierung o.g. Prozesse
- Weitere Probleme können behindern, wie:
  - Gewinnorientierung der Beteiligten,
  - kurze Entwicklungszeiten und Zeiten zur Erfahrungssammlung,
  - veränderte Sicherheitsmodelle für Anlagen und den Betrieb, deshalb Einbeziehen aller Beteiligten (s. folgende Folie)

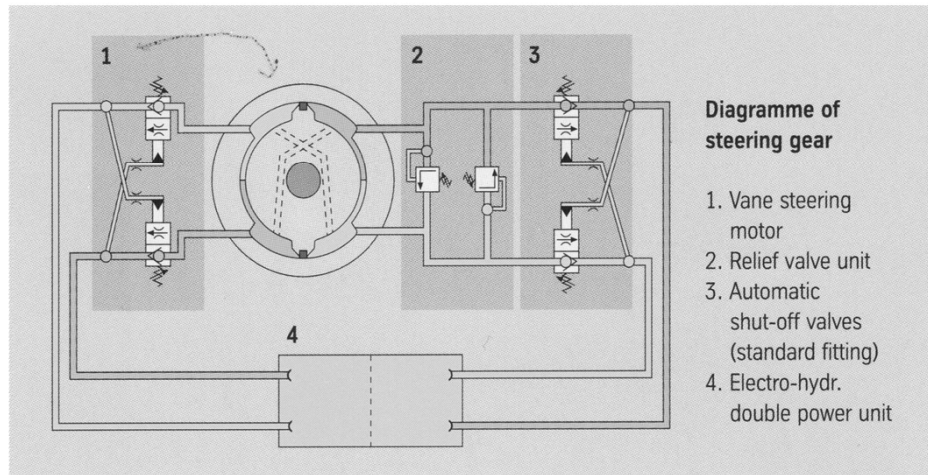


- 
- Beispiele für Einsatz auf Schiffen**
- Zur Verbesserung der Zustandseinschätzung bei schnell drehenden Dieselmotoren Anpassen der Beschleunigungsmethode, da Ausfälle so häufig, wie bei Hauptmaschinen, d.h. bei jedem Anfahren der Aggregate als Ergänzung zur Komplexdiagnose,
    - dazu laufend im Betrieb zur Tiefendiagnose:  
Abgastemperaturen, Turboladerüberwachung, Überwachung: Kühlung, Schmierung der Lager, der Einspritzung u. a.
  - Zur Verbesserung des Überwachungssystems hydraulisch angetriebener Ruderanlagen durch Auswertung von Druckzeitverläufen bei Ruderbetätigungen
    - dazu übliche Überwachungen, wie: Öltemperatur, Ölstand, Druckabfall am Ölfilter, elektrische Größen u. a.
12. Warnemünder Schifffahrtsskolleg 8



## Simplex-Compact Steering Gear Motor and Power Unit von B+V Industrietechnik

ThyssenKrupp Prospekt von 9.2002



## CM für Antriebsanlagen auf Schiffen (2004)

- Hauptantriebsmotorenhersteller und Typen der CMS

Motorhersteller/ Entwickler	Diagnose-, Überwachungssysteme
MAN B&W	CoCoS (EDS)
Wärtsilä (Sulzer)	RSC & Safty System DENIS – 9, FAKS
Caterpillar (MaK)	Dicare
Mtu	MDEC
DMR/EUB	CDS

- Betreiber der Schiffe finden verschiedene Systeme vor,
- CM für weitere Antriebe erwünscht,
- veränderte Sicherheitsforderungen der IMO für Schiffsbetrieb, das Umsetzen erfolgt über Institutionen wie zuvor gezeigt

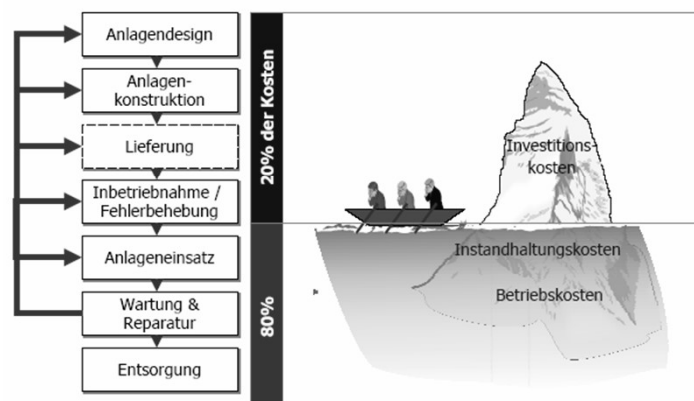


## Schlussfolgerungen - Ausblick

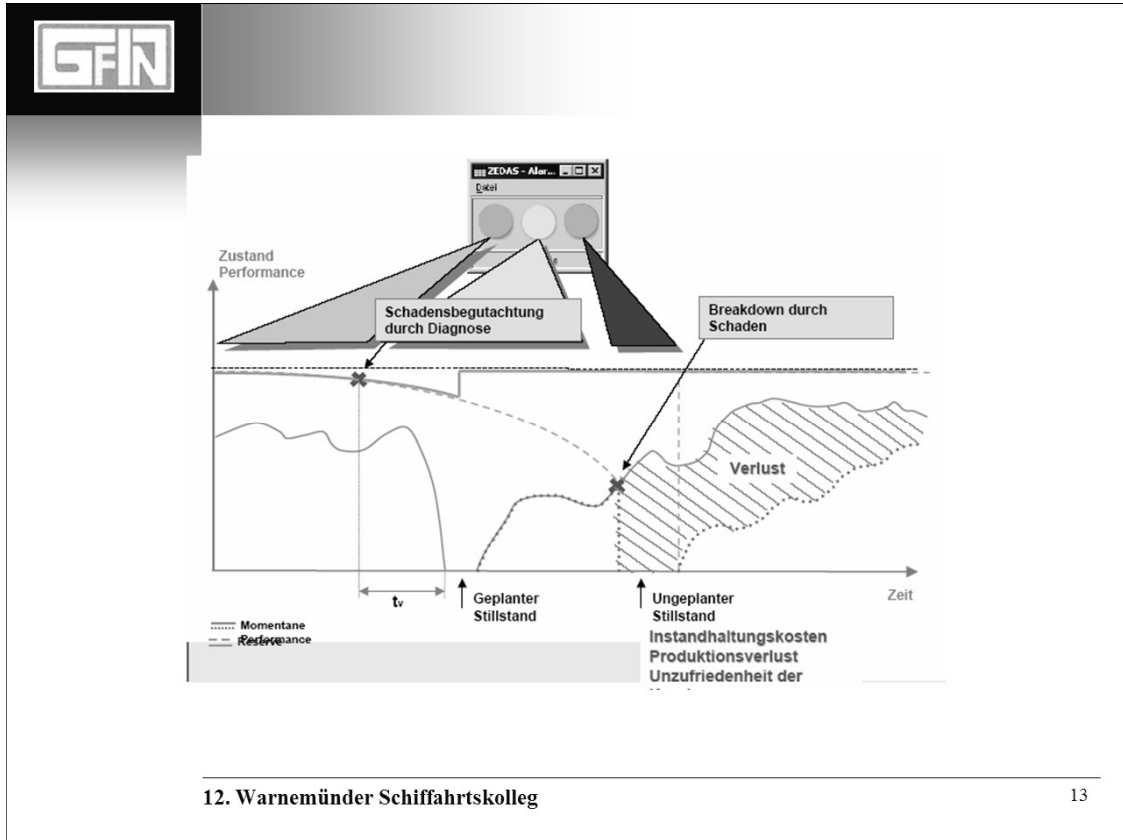
- Condition Monitoring Systeme und weitere Zustandseinschätzungen werden:
  - eine weiterreichende und verbesserte Verwendung finden für das Life-Cycle-Management,
  - sind für das Steuern verschiedener Prozesse im LCM einsetzbar und erforderlich,
- Verbesserungen und ein effektiveres Verwenden empfiehlt eine abgestimmte Zusammenarbeit
  - der Hersteller der Maschinen/Anlagen
  - der Betreiber,
  - der verschiedenen Serviceunternehmen,
  - der Bildungs- und Forschungseinrichtungen sowie weiterer Sicherheitsverantwortlicher Institutionen



## Lebenszyklus und LCC-Anteile









## Wasserabscheider bei Großdieselmotoren – Entwicklungsstand

*Dipl.-Ing. FH Christian Krüger*  
*Energie-Umwelt-Beratung e.V.*



**Gliederung des Vortrags**

- > Stand der Technik
  - **Zugrundeliegende Problemstellung**
  - **Aufbau und Funktionsweise von Wasserabscheidern**
- > Ergebnisse der Strömungssimulation
- > Fertigung und Erprobung
- > Stand des Projekts

2 Energie-Umwelt-Beratung e.V. - Institut 

## Stand der Technik

Zugrundeliegende Problemstellung

- > Laufbuchenschäden bei Fahrten in tropischen Gewässern
- > Ergebnisbericht „Piston Running“ [Wehner, EUB]
  - **Erhöhter ladeluftseitiger Kondensateintrag als Schadensursache**
  - **Schmierfilmschädigung durch Mikroexplosionen**
  - **Folge: Tribologische Verschleißmechanismen**

3

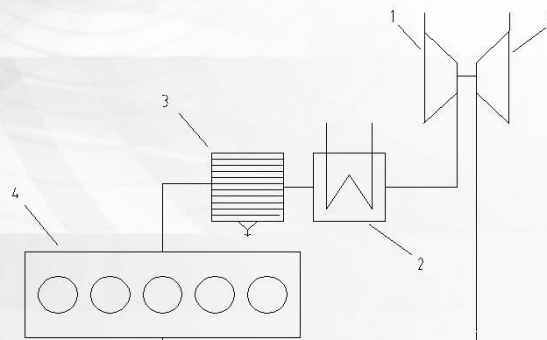
Energie-Umwelt-Beratung e.V. - Institut



## Stand der Technik

Aufbau und Funktionsweise von Wasserabscheidern

- > Positionierung
  - **Ladeluftseitig dem Ladeluftkühler nachgeschaltet**



4

Energie-Umwelt-Beratung e.V. - Institut



## Stand der Technik

Aufbau und Funktionsweise von Wasserabscheidern

- > Positionierung
  - **Ladeluftseitig dem Ladeluftkühler nachgeschaltet**
- > Aufbau
  - **Vertikale Blechstrukturen**
  - **Spezielle Formgebung der Bleche**



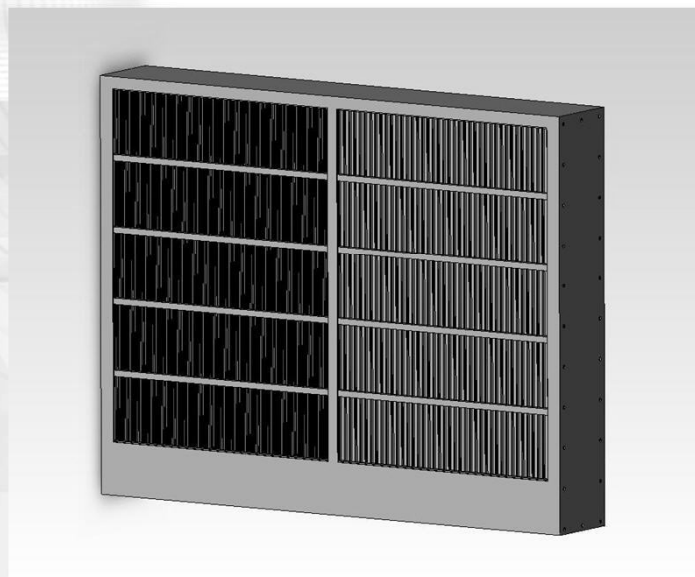
4

Energie-Umwelt-Beratung e.V. - Institut



## Stand der Technik

Aufbau und Funktionsweise von Wasserabscheidern



4

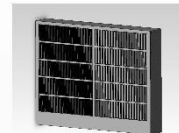
Energie-Umwelt-Beratung e.V. - Institut



## Stand der Technik

### Aufbau und Funktionsweise von Wasserabscheidern

- > Positionierung
  - **Ladeluftseitig dem Ladeluftkühler nachgeschaltet**
- > Aufbau
  - **Vertikale Blechstrukturen**
  - **Spezielle Formgebung der Bleche**
- > Trenneffekt
  - **Folge unterschiedlicher strömungsmechanischer Eigenschaften von Luft und Kondensat**
  - **Abscheidung infolge Schwerkraftwirkung**



4

Energie-Umwelt-Beratung e.V. - Institut



## Stand der Technik

### Bisherige Entwicklungsansätze

- > Stationäre Betrachtung
  - **Vernachlässigen der Auswirkungen des Brennprozesses/ Pulsation**

	V1	V2	V3	V4	V5
$\Delta p$ [Pa]	1868,5	1334,0	708,0	1439,3	1107,5
$Ag_{0,1}$	1	1	1	1	1
$Ag_{0,05}$	1	1	1	1	1
$Ag_{0,025}$	1	0,52	1	1	1
$Ag_{0,01}$	0,96	0,52	0,22	0,22	1
$Fz$ [Pa <sup>-1</sup> ]	5.3e-04	5.7e-04	11.37e-04	5.59e-04	9.0e-04

5

Energie-Umwelt-Beratung e.V. - Institut



## Instationäre Strömungssimulation

### Äußere Einflußfaktoren

#### > Ausströmfunktion

$$\frac{dv_{LL,WMC,A}}{d\varphi} = \frac{\Lambda \cdot B_{\varphi q} \cdot r_{KK}}{\rho_{LL,WMC} \cdot A_{WMC,A}} \left( 1 - \cos\left(\frac{\varphi}{d\varphi}\right) + \frac{r_{KK}}{2L_{Pl}} \sin^2\left(\frac{\varphi}{d\varphi}\right) \right) - (s_{K,max} - H_{\varphi q,max})$$

$$\Lambda = \zeta \cdot \sqrt{\frac{2}{RT_{LL,V,Z}}} \cdot p_{LL,V,Z} \sqrt{\frac{\kappa}{\kappa-1} \left[ \left( \frac{p_{\varphi G,V,ATL}}{p_{LL,V,Z}} \right)^{\frac{2}{\kappa}} - \left( \frac{p_{\varphi G,V,ATL}}{p_{LL,V,Z}} \right)^{\frac{\kappa+1}{\kappa}} \right]}$$

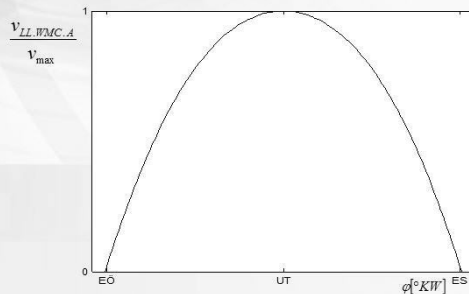


Abbildung 1 Relative Strömungsgeschwindigkeit am Ausströmrand des Wasserabscheiders aufgetragen über den Öffnungszeitraum der Einlaßschlitze eines Zylinders

6

Energie-Umwelt-Beratung e.V. - Institut



## Strömungssimulation

### Äußere Einflußfaktoren

#### > Ausströmfunktion

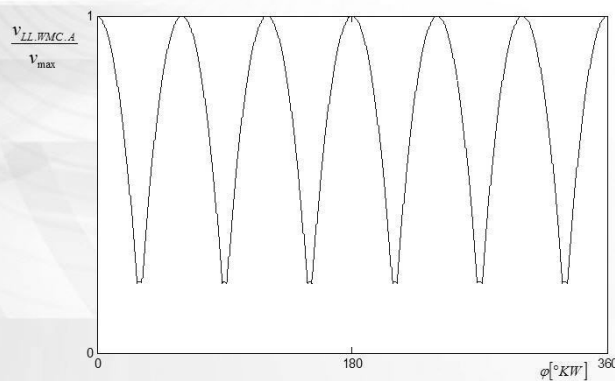


Abbildung 2 Beispielhafter Geschwindigkeitsverlauf am Ausströmrand des Wasserabscheiders über ein Arbeitsspiel eines 6-Zylinder 2-Takt Dieselmotors

7

Energie-Umwelt-Beratung e.V. - Institut



## Instationäre Strömungssimulation

Allgemeine thermodynamische Voraussetzungen

- > Einströmdruck  $p_{sim,Inlet} = 3,5 \cdot 10^5 Pa$
- > Einströmtemperatur  $T_{sim,Inlet} = 313,2K$
- > Tropfendurchmesser  $D_{Tr} = \{ 10^{-5}; 10^{-4}; 10^{-3} \} m$
- > Variable Ausströmgeschwindigkeit
- > Kondensatmenge  $x_w = 0,250 \frac{kg_{Wasser}}{kg_{Luft}}$

8

Energie-Umwelt-Beratung e.V. - Institut



## Instationäre Strömungssimulation

Variante Munters DH 5300

- > Konstruktive Ausführung

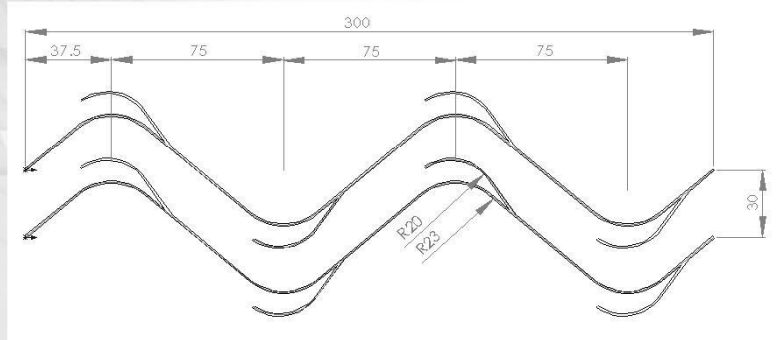


Abbildung 3 Munters DH5300: Skizze des horizontalen Schnitt (nicht maßstabgerecht)

9

Energie-Umwelt-Beratung e.V. - Institut





## Instationäre Strömungssimulation

Munters DH 5300 - Ergebnisdarstellung

### > Abscheidegrad

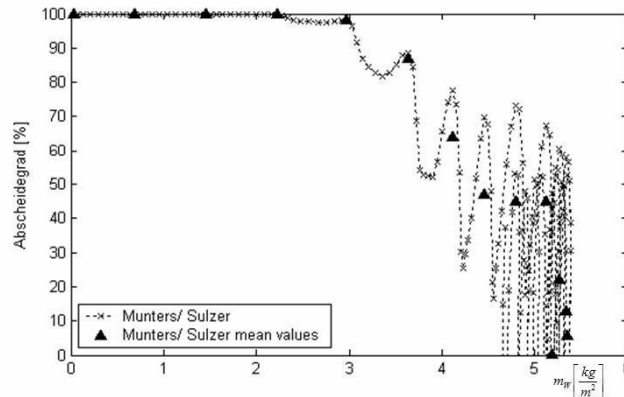


Abbildung 4 Abscheidegrad aufgetragen über der Wassermasse im Abscheider je  $m^2$  Einströmfläche

10

Energie-Umwelt-Beratung e.V. - Institut



## Instationäre Strömungssimulation

Munters DH5300 - Ergebnisdarstellung

### > Analyse des Druckverlaufs

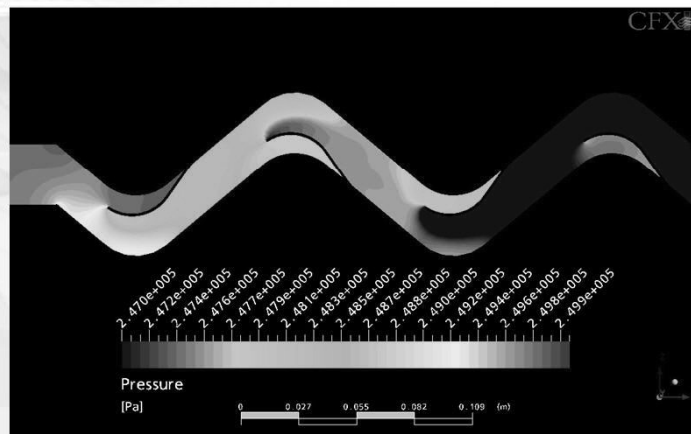


Abbildung 5 Druckverlauf in einer horizontalen Schnittebene zum Zeitpunkt des größten Druckabfalls am Ausströmrand

11

Energie-Umwelt-Beratung e.V. - Institut



# Instationäre Strömungssimulation

Munters DH5300 - Ergebnisdarstellung

> Analyse der Wasservolumenverteilung

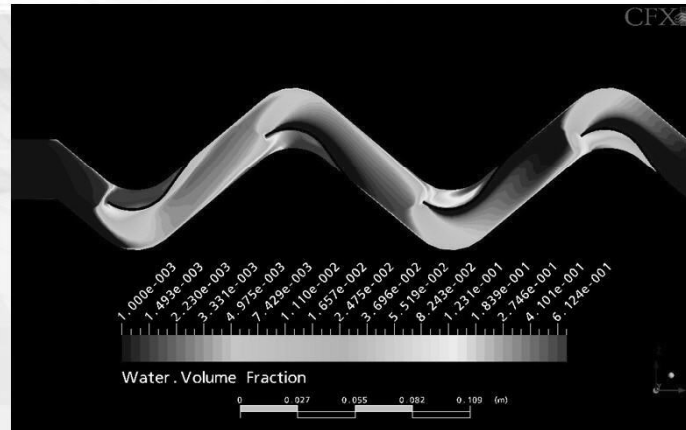


Abbildung 6 Wasservolumenfraktion in einer horizontalen Schnittebene zum Zeitpunkt des größten Druckabfalls am Ausströmrand

12

Energie-Umwelt-Beratung e.V. - Institut



# Instationäre Strömungssimulation

Variante EUB V6b Carbon - Ergebnisdarstellung

> Analyse des Druckverlaufs

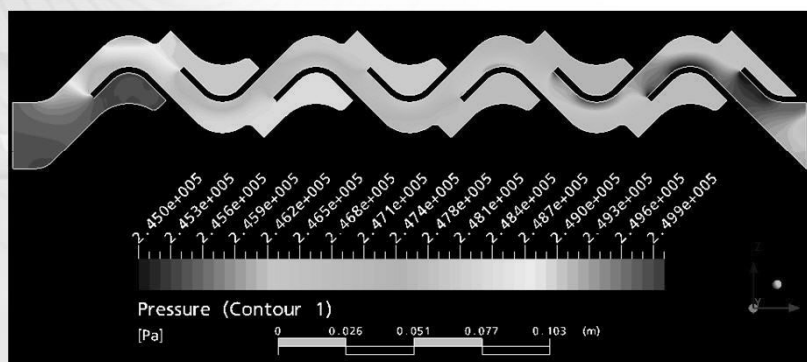


Abbildung 8 Druckverlauf in einer horizontalen Schnittebene zum Zeitpunkt des größten Druckabfalls am Ausströmrand

13

Energie-Umwelt-Beratung e.V. - Institut



## Instationäre Strömungssimulation

Variante EUB V6b Carbon - Ergebnisdarstellung

> Analyse der Wasservolumenverteilung

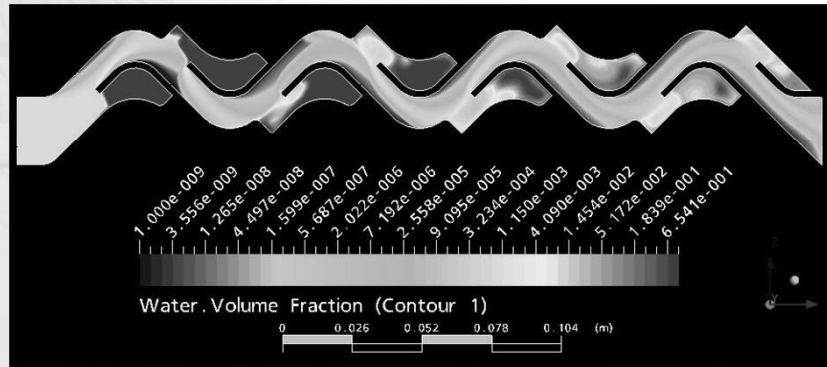


Abbildung 9 Wasservolumenfraktion in einer horizontalen Schnittebene zum Zeitpunkt des größten Druckabfalls am Ausströmrand

14

Energie-Umwelt-Beratung e.V. - Institut



## Instationäre Strömungssimulation

Variante EUB V6b Carbon - Ergebnisdarstellung

> Abscheidegrad

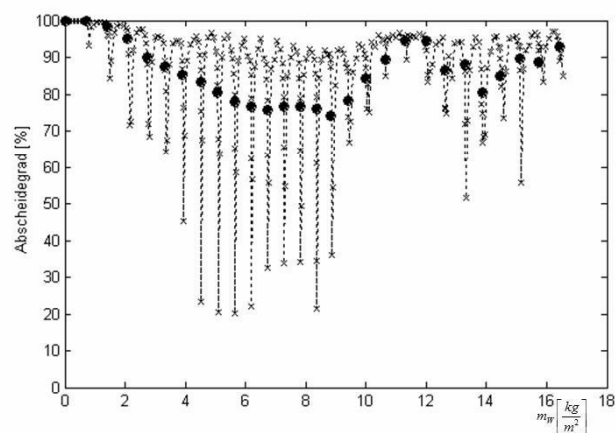


Abbildung 10 Abscheidegrad aufgetragen über der Wassermasse im Abscheider je  $m^2$  Einströmfläche

15

Energie-Umwelt-Beratung e.V. - Institut



## Instationäre Strömungssimulation

Ergebnisse - Variantenvergleich

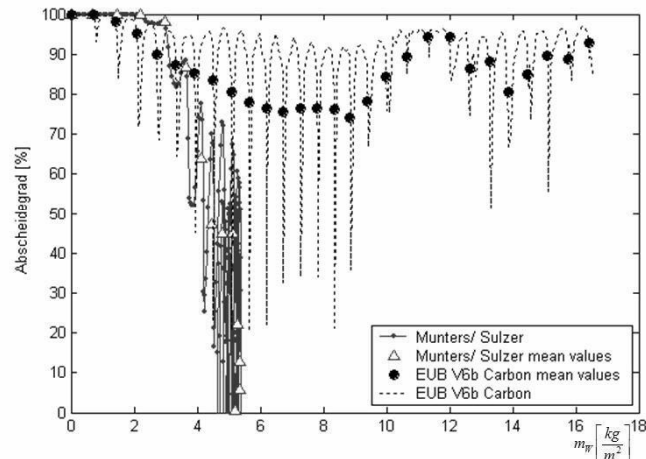


Abbildung 11 Abscheidegrad aufgetragen über der Wassermasse im Abscheider je  $m^2$  Einströmfläche

16

## Fertigung und Erprobung

- > Materialeignung und Fertigung
  - Edelstahl
  - CFK/ GFK
  
- > Einsatz im Bordbetrieb
  - **Deadline I: Nov. 2006**
  - **Deadline II: Jan. 2007**
  - **Stand: Bewertung der Fertigungstechnologie**

17

Energie-Umwelt-Beratung e.V. - Institut

