

Gedanken zur SCHIFFSFÜHRUNG – Entwicklung, Gegenstand und Anforderungen **TEIL 2**

Diethard Kersandt

INHALT :

- 1 Schiffsführung ist ein Hochrisikoprozess
- 2 Schiffsführungssysteme – Zusammenfassende Analyse SMM 1998 - 2008
- 3 Situation in der Bundesrepublik Deutschland (2000)
- 4 Der Verfall maritimer Bildung und Wissenschaft und die Katastrophen auf See (2001)
- 5 Maritime Bildungs- und Forschungslandschaft ändern ? (2010)
- 6 Eigene Lösungen (Auswahl)
- 7 Schiffsführung – Gegenstand und Definition
- 8 Die „d- BRIDGE“ – Zentrum eines aufgabenorientierten ganzheitlichen Systems der Schiffsführung

6 Eigene Lösungen (Auswahl)

Aufgabenorientiert, integriert, anpassungsfähig

Es wird in der Fachwelt nicht bestritten und in letzter Zeit auch von der IMO verstärkt betont, dass die Entwicklung von Schiffsführungssystemen an einem Wendepunkt steht. Trotz großen Aufwandes der Hersteller und immer wieder vorgenommenen technisch-funktionellen Verbesserungen stehen die Nautiker „vor Ort“ vor den Problemen eigener Leistungsgrenzen. Sie machen Fehler und sollen sie doch gerade durch neue Technik vermeiden. Der Schiffsführungsprozess erscheint immer komplexer und immer weniger beherrschbar. Analysten weisen auf mangelhafte „situation awareness“ hin. Der Anteil des „menschlichen Versagens“ als Begründung für die Ursachen von Seeunfällen bleibt konstant.

Der Verfasser erachtet es als notwendig, sinnvoll und zeitgerecht, dass sich die Fachwelt verstärkt mit neuen Inhalten und Anforderungen der Schiffsführung beschäftigt, existierende praktische Lösungen und ihre wissenschaftlichen Grundlagen erprobt, diskutiert und weiterverbessert.

In diesem Sinne ist es aus Gründen der wissenschaftlichen Effizienz, der Verantwortung der Forscher, der sorgsamem Vorbereitung und Durchführung von Projekten und der schnellen Überführung in qualitativ neuwertige und weltmarktfähige Produkte angebracht, darauf hinzuweisen, dass Stillstand und „Brüche“ in Bildung und Wissenschaft / Forschung mit Auswirkungen auf die Nahtstellen zwischen Theorie und Praxis und die Schnelligkeit und Güte von Rückkopplungseffekten aus der Praxis zu außerordentlich nachhaltigen negativen Wirkungen führen.

„...Einen **Lösungsansatz bietet NARIDAS**, ein ‚Navigational risk detection and assessment system‘, entwickelt bei der AVECS Bergen GmbH und unter Leitung des Zentrums Mensch-Maschine-Systeme der Technischen Universität Berlin (vgl. Kersandt, 2005, Timpe & Gauss, 2005, ...). Dieses Assistenzsystem soll die bisher weitgehend übliche Praxis der Darstellung von Informationen durch Methoden der Bewertung von Informationen ergänzen und so eine neue Entscheidungsgrundlage für den Steuermann schaffen. Das Grundprinzip von NARIDAS besteht in der Berechnung und Darstellung von mit der Schiffsführung verbundenen Risiken. Dabei werden acht Teilprozesse der Schiffsführungsaufgabe unterschieden....“ / 29 /

Anliegen des vom Verfasser gewählten **AIT – Ansatzes (Adaptive, Integrated, Task oriented)** (vergl. Kersandt, D. in / 30 / , / 31 /) für die Gestaltung des Informationsverarbeitungsprozesses auf der Brücke ist es nicht, den Bauplan der menschlichen Psyche zu analysieren und das Modell eben dieser Seele zu verbessern. Hingegen steht bei einem AIT – System unter Berücksichtigung der genauen Kenntnisse des Prozesses, der Aufgaben und Tätigkeitsmerkmale des Nautikers sowie der Informationsmängel im Handlungsprozess eine **ganzheitliche Lösung unter Mitwirkung von Mensch und Maschine mit dem Ziel der Verbesserung ihrer Verlässlichkeit im Vordergrund**. Gestaltungsreserven werden dabei über die Analyse des Verhaltens des Mensch-Maschine-Systems in Form der qualitativen Aufgabenbewertung nach den Anforderungen guter Seemannschaft (s. „Verhaltenskurven“ für die Höhe der Gefahren in partiellen Prozessen / Aufgaben der Schiffsführung) aufgedeckt und über die Wissensspeicherung und seine intelligente Weiterverarbeitung in den Handlungsprozess zurückgeführt.

Als „**Untersuchungsobjekte**“ stehen dafür **reale Nautiker, leistungsfähige Schiffsführungssimulatoren und Analyseverfahren** sowie die die erfahrungsreiche **Praxis** selbst zur Verfügung. Validität, Bedienoberfläche und Gebrauchstauglichkeit des AIT-basierten Systems wurden durch **Experten getestet**. Es wurde auf Lösungen zurückgegriffen, die dem Charakter des Schiffsführungsprozesses sehr nahe kommen und dessen Unschärfe, Komplexität, Dynamik und Zufälligkeit berücksichtigen ! Die entwickelte AIT – Lösung ermöglicht, prozessrelevante (Güte-) Parameter der Qualität im Schiffsführungsprozess zu berechnen, die sich aus der aufgabenorientierten und wissensbasierten Strukturierung und Fusion der Prozessdaten gewinnen lassen und für die Handlungsregulierung maßgeblich sind. Weitere Informationen findet man auch unter : <http://www.forum-schiffsfuehrung.com/15.html>

Wissenserweiterung

In der Bundesrepublik Deutschland fehlt seit vielen Jahren eine strategische Forschungslinie, die sich mit den Problemen des „human error“ bzw. mit dem „human factor“ in einer Weise befasst, wie sie in vielen anderen Ländern (z.B. USA, Holland, Norwegen, Schweden, Großbritannien) im maritimen Bereich praktiziert wird.

„Maschinen“ für die Gewinnung von Wissen aus der Schiffsführung fehlen. Obwohl auch hier die Möglichkeit der Sammlung und Speicherung technischer Daten besteht, gelingt der Umschlag in Wissen kaum, da Bewertungs- und Vergleichsverfahren noch unüblich sind und lediglich in Testreihen untersucht wurden (s. NARIDAS (Navigational Risk Identification and Assessment System) in HANSA, Heft 07 / 2007).

Simulatoren, die mit solchen Komponenten ausgerüstet sind, könnten bei Kapitänen und Schiffsoffizieren vorhandene Potenziale erschließen und die Produktivität des Wissens im Schiffsführungsprozess steigern. Derartige Unterstützungssysteme sind eine Möglichkeit für die Verwertung von Wissen für die Prozessdiagnose und / oder – steuerung.

Informationen werden nur angezeigt, Wissen wird erzeugt. Das heißt, dass die Bedeutung der Informationen für die Situationserfassung, also der semantische Aspekt der Wissensverarbeitung die Leistungsfähigkeit von Expertensystemen, ja ganzer integrierter Brückensysteme, bestimmen wird. Die Anlage von Wissensressourcen, ihre „Veredelung“, ihre Umwandlung in praktisch nutzbare produktive Kraft sowie ihre Pflege und Fortentwicklung erfordern einerseits praxisadäquate Prozessbedingungen und andererseits Werkzeuge („Maschinen“) für ihre Bearbeitung. Über beides können die Reeder verfügen und haben bereits begonnen, sich hochmoderne Testfelder (Schiffsführungssimulatoren) zu schaffen. Sie haben Nutzungsrechte aber auch die Pflicht, die Richtigkeit von Wissen, seine Verallgemeinerungsfähigkeit, seine Kompatibilität und Qualität zu sichern.

Wissen wird in der Informations- und Wissensgesellschaft mehr und mehr durch den Anwender bzw. in der Anwendung selbst produziert. Die Erforschung der Ursachen und Bedingungen für spezifische Formen der Prozessführung mit dem Ziel ihrer Optimierung wird zu einer permanenten Angelegenheit der Ressourcennutzung zukunftsorientierter Unternehmen.

Die Forschung bleibt nicht auf akademische Institute beschränkt, sie wird zu einem Anliegen moderner Unternehmensführung. Eigene Erprobungs- und Trainingseinrichtungen mit hoher Anpassungsfähigkeit und variabler Nutzung sind dafür eine notwendige materiell-technische Voraussetzung. Verbunden mit modernen Verfahren der Prozessanalyse und Handlungsbewertung sowie geschultem Fachpersonal bilden sie ein großes Potenzial für maritimes Wissen. Zur Erschließung des Wissens sind u.a. Kenntnisse in einigen Bereichen der Ingenieurpsychologie erforderlich. Dazu gehören z.B.:

- Informationsaufnahme und Informationsverarbeitung
- Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten
- Grundlagen der Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen
- Methoden für die Planung, Gestaltung und Evaluation von Mensch-Maschine-Systemen
- Psychophysiologische Methoden in der Ingenieurpsychologie
- Aufgabenanalyse
- Arbeits- und Tätigkeitsanalysen
- Software-Ergonomie: Gestalten und Bewerten interaktiver Systeme
- Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement
- Verlässlichkeit von Mensch-Maschine-Systemen
- Nutzerorientierte Gestaltung
- Fahrzeugführung und Assistenzsysteme
- Prozessführung und -überwachung in komplexen Mensch-Maschine-Systemen

Dieses Wissen ist eine notwendige, wenn auch noch nicht hinreichende Bedingung der Kommunikation zwischen Herstellern und Anwendern.

In einer Broschürenreihe mit dem Titel : „**Der NAUTIKER im Risikoprozess SCHIFFSFÜHRUNG**“ (Studienmaterial für Training und Praxis) wird derartiges Wissen angeboten (Gesamtumfang: ca. 560 Seiten, 350 Abbildungen, 40 Tabellen) / 32 /.

Heft 1: Schiffsführung : Charakter, Definition, Probleme, Tätigkeitsmerkmale

Heft 2: Human Error, Fehlhandlungen, Informationsmangel, Seeunfallanalyse

Heft 3: Erkennung und Bewertung von Gefahren – ingenieurwissenschaftlicher Baustein einer „verlässlichen“ Brücke sowie praktische Beispiele zur Situationseinschätzung auf der Basis von Gefahrenbewertungen

Heft 4 : Simulatortraining / Kompetenzmessung und –bewertung – Gewinnung von Wissen

In **Heft 1** wird die Schiffsführung als Risikoprozess definiert und daraus eine aufgabenorientierte Prozessstruktur abgeleitet, deren partiellen Bestandteile vor allem durch das Zusammenwirken und die Verflechtungen einer Vielzahl von Informationen gekennzeichnet sind. Das neue Tätigkeitsprofil des Nautikers ergibt sich aus seiner veränderten Stellung in der Prozesssteuerung. Planung, Überwachung und Gestaltung des Schiffsführungsprozesses begründen sich gegenwärtig und in Zukunft mit seiner Fähigkeit, Informationen aufzunehmen, zuzuordnen, zu bewerten, zu speichern und daraus solche Entscheidungen abzuleiten, die eine sichere und wirtschaftliche Führung des Schiffes gewährleisten. Bei der Erfüllung dieser Aufgabe stößt der Nautiker nicht selten an seine Leistungsgrenzen, die vor

allem mit Mängeln in der Situationserkennung und -bewertung begründet sind und im allgemeinen Sprachgebrauch als „menschliches Versagen“ klassifiziert werden.

In **Heft 2** werden die Merkmale und Zusammenhänge zwischen Fehlhandlungen und Informationsmängeln aufgedeckt. Der Analyseansatz wird vor allem aus ingenieurwissenschaftlicher Sichtweise begründet. Neben der Darstellung bekannter Verfahren zur Systematisierung von Fehlhandlungen werden Ansatz und Methodik zur Untersuchung des Informationsmangels mit Beispielen aus dem Schiffsführungsprozess erläutert. Auf der Grundlage der informationellen Beziehungen in der Schiffsführung und der entwickelten Fehlerklassifikation wird eine Möglichkeit für die ursachenorientierte Ereignisanalyse durch den Nautiker selbst als auch durch die Seeunfalluntersuchungsbehörden erläutert. Sie dient vorrangig der Prävention von Seeunfällen und der Gewinnung von Wissen über die Entstehungsmechanismen von Informationsmängeln und daraus resultierenden Handlungsfehlern.

Heft 3 beschäftigt sich mit der Abschätzung nautischer Gefahren / Risiken während der Seewache, ihrer Planbarkeit und ihrer bewußten Gestaltung. Ein für die Bewertung von Gefahren geeignetes Verfahren wird vorgestellt und durch Beispiele auf den Gebieten Kollisionsverhütung, Vermeidung von Grundberührungen, Bahneinhaltung, Umwelteinflüsse (z.B. Resonanz), menschliche Leistungseigenschaften und Wirtschaftlichkeit der Reise veranschaulicht. Für die Gestaltung eines Assistenzsystem für die „situational risk awareness“ des Nautikers in der Seewache, einschließlich der Überwachung und Anzeige kritischer Prozesszustände (Alarmer), werden inhaltliche und methodische Hinweise für die Entwicklung und Validierung gegeben. Der gewählte ingenieurwissenschaftliche Lösungsansatz stellt einen Baustein für die Entwicklung „verlässlicher“ Brückensysteme dar.

Eine Vielzahl von praktischen Beispielen zur „situation awareness“ bzw. zur situativen Gefahrenabschätzung wird angeboten und mit Hilfe eines Assistenzsystems „diskutiert“.

Heft 4 befasst sich mit Problemen der Kompetenz in der Schiffsführung, mit Methoden zur Kompetenzmessung und -bewertung. Die Erfüllung des übertragenen Transportauftrages hinsichtlich der messbaren Qualität von Sicherheit und Wirtschaftlichkeit wird als ein Maßstab für die Kompetenz des Nautikers aufgefasst und in diesem Zusammenhang die „gute Seemannschaft“ definiert. Die Berechnung der Höhe von Gefahren in einzelnen Prozessen der Schiffsführung und die daraus gezogenen Rückschlüsse auf die Kompetenz des Nautikers werden als neue Möglichkeiten für die Bewertung von Aufgaben an einem Schiffsführungssimulator vorgestellt und ihre Anwendung in vielen praktischen Beispielen erläutert. Der Gewinnung von Wissen als „Rohstoff“ widmet sich ein gesonderter Abschnitt / 32 /.

Vorschläge

I. Analyse der aktuellen Situation

- Analyse aller F/E- Berichte, Studien, Dissertationen, sonstigen Berichte und Veröffentlichungen, die sich mit dem menschlichen Faktor im maritimen Bereich befassen oder aktuell befassen.
- Analyse der Profile wissenschaftlicher Einrichtungen und Institute, die sich mit Mensch-Maschine-Systemen aus der Sicht der Prozessgestaltung, -beschreibung und -entwicklung befassen.

- Untersuchung ähnlicher Beispiele für einen „humanorientierten“ Lösungsansatz bei anderen Verkehrsträgern (Luftfahrt, Autoindustrie)

II. Mängel- und Schwerpunktanalyse

- Seeunfallanalyse insbesondere unter dem Aspekt „menschlichen Versagens“
- Gestaltungsmängel technischer Systeme, insbesondere Probleme der Gebrauchsfähigkeit
- Mängel in der Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen
- Informationsmängel im Entscheidungsprozess

III. Begründung von strategischen Forschungslinien

- Kognitive Prozesse in der Schiffsführung
- Handlungsmängel und Fehlhandlungen
- Seeunfallauswertung, -klassifizierung und -ursachenfindung, insbesondere hinsichtlich des „menschlichen Versagens“
- Gefahrenerkennung, Risikoabschätzung und Risikomanagement
- Gebrauchsfähigkeit von Nutzeroberflächen
- Mensch-Maschine-Kommunikation
- Verlässlichkeit als Bedingung für ganzheitliche Problemlösungen
- Bildungsinhalte, Stoffpläne für maritime Aus- und Fortbildung

IV. Öffentlichkeitsarbeit

- Eröffnung eines INTERNET-Portals, das sich aktiv und aktuell mit den angesprochenen Problemkreisen beschäftigt, Ergebnisse vorstellt, über Vorhaben informiert (Informationsaspekt) und eine Diskussionsplattform darstellt
- Einrichtung eines INTERNET-Portals, das sich vorrangig mit der Bildung und Weiterbildung auf den Gebieten: menschliche Leistungseigenschaften, menschlicher Fehler, Gefahrenerkennung, Risikoabschätzung, Risikoplanung und -management, Brückengestaltung, Prozessführung, Sicherheit, Seeunfälle und deren Auswertung befasst und von Studenten, Schiffsoffizieren, Herstellern und Betreibern genutzt werden könnte.

Gewinnung und Veredelung von Prozesswissen

Wesentlich zu kurz ist bisher der Einsatz von Simulatoren für die Gewinnung von Prozesswissen, seine Veredelung und seine Rückführung in den Transportprozess gekommen. Das aber werden die zukunftsbestimmenden Fragen in einer Informations- und Wissensgesellschaft sein. Training allein wird nicht mehr ausreichen, so gut es für die einzelne Person auch sein mag. Ohnehin sind die Situationen in der Praxis so verschiedenartig und zufällig, dass in der Regel ein Situation nicht zweimal auf demselben Schiff und bei der gleichen Person auftritt. Es müssen also Verhaltensweisen antrainiert und deren Hintergründe gemessen, analysiert, verallgemeinert, verglichen und genutzt werden. Der „Abbau“ des Rohstoffes „Wissen“ und seine Anwendung für die Erhöhung von

Sicherheit und Wirtschaftlichkeit maritimer Transportprozesse ist eine gerechtfertigte aktuelle Forderung. Anwendungen findet man neben der täglichen Praxis der Schiffsführung in Expertensystemen oder wissensbasierten Systemen.

Sie werden insbesondere dort angewendet, wo die Leistungsfähigkeit von Experten an ihre Grenzen stößt (Ende der Verarbeitungskapazität von Informationen) oder die Komplexität des Prozesses selbst als nicht mehr beherrschbar betrachtet werden muss. Der Reeder kann spezialisierte Firmen mit dem Abbau und der Veredelung von Wissen beauftragen.

Der Einsatz von Simulatoren (z.B. Schiffsführungssimulatoren) darf sich, so wichtig das auch ist und durch nationale und internationale Vorschriften geregelt ist, nicht nur auf die Aus- und Fortbildung von Schiffsoffizieren an Bildungseinrichtungen beschränken. Hersteller und Reeder haben erkannt, dass derartige „Maschinen“ neben der regelmäßigen Überprüfung der Kompetenz der Offiziere geeignet sind, den Rohstoff „Wissen“ abzubauen und für die Sicherung des Fortbestandes der Unternehmen kommerziell zu verwerten.

Simulatoren sind allerdings auch kein Ersatz für fehlendes oder weniger gut ausgebildetes Humankapital.

In welcher Weise aber sind wir in der Lage, diese „Rohstoffquelle“ Wissen abzubauen ? Können wir die menschliche Leistungsfähigkeit bei der Entwicklung von Schiffsführungssystemen in Rechnung zu stellen ? Wissen wir, wie der Mensch in kritischen Situationen „funktioniert“ ? Kennen wir seine Schwächen ? Wissen wir, welche Fehler in der Praxis zu gefährlichen Situationen führen ? Können wir derartige Situationen überhaupt erkennen ? Sind wir in der Lage, Risiken abzuschätzen, zu planen, zu gestalten ? Nutzen wir die Stärken des Menschen für den Entwurf komplexer (ganzheitlicher) Führungssysteme ? Verfügen wir über eine Unfallklassifikation, die von einem humanorientierten Untersuchungsansatz ausgeht ? Auf welche Weise generieren wir das Wissen der Kapitäne und Offiziere aus der Praxis ? Wer erkennt Widersprüche und nutzt sie als Ansporn für Neuerungen ? Befassen wir uns überhaupt mit der Verlässlichkeit von Mensch-Maschine-Systemen ? Was von allem ist Bestandteil der Aus- und Fortbildung von Schiffsoffizieren ? Existiert in der Bundesrepublik Deutschland eine auf die maritime Industrie orientierte strategische Forschungslinie, die sich mit den Problemen des „human error“ bzw mit dem „human factor“ wie in vielen anderen Ländern (z.B. USA, Holland, Norwegen, Schweden, Großbritannien) befasst ?

Für technische Prozesse (z.B. im Schiffsmaschinenbetrieb) ist der Mangel viel weniger groß, da gespeicherte Informationen über Zustände technischer Artefakte (im Sinne der Definition eben das Wissen) sehr komfortabel über Systeme und Verfahren der technischen Diagnostik abgerufen und für die vorbeugende Instandhaltung auch wirtschaftlich sehr effektiv angewendet werden können.

In der Schiffsführung fehlt gegenwärtig diese „Maschine“ für den Rohstoffabbau. Obwohl auch hier die Möglichkeit der Sammlung und Speicherung technischer Daten besteht, gelingt der Umschlag in Wissen kaum, da Bewertungs- und Vergleichsverfahren ähnlich wie in der technischen Diagnostik, aus denen sich Differenzen zwischen einem Soll- und einem Istzustand ableiten lassen, fehlen.

Angesichts dieses Mangels müssen Verfahren entwickelt werden, die zur Bewertung von Informationen geeignet sind, Katalysatoren für die Umwandlung in Wissen darstellen und in der Form „veredelten“ Prozesswissens dem praktischen Prozess wieder zugeführt werden können.

Simulatoren, die mit derartigen Komponenten ausgerüstet sind, werden bei Kapitänen und Schiffsoffizieren vorhandene Potenziale erschließen und die Produktivität des Wissens im Transportprozess steigern können.

Expertensysteme sind eine Möglichkeit für die Verwertung von Wissen für die Prozessdiagnose und / oder – steuerung. Informationen werden nur angezeigt, Wissen wird erzeugt. Das heißt, dass die Bedeutung der Informationen für die Situationserfassung, also der semantische Aspekt der Wissensverarbeitung die Leistungsfähigkeit von Expertensystemen, ja ganzer integrierter Brückensysteme, bestimmen wird.

Trotz aller Fortschritte z.B. in der Kollisionsverhütung oder der Bahnführung bleibt die Komplexität des Schiffsführungsprozesses erhalten. Systemzustände bezüglich einer Aussage über den Grad der erreichten Prozessqualität, die Höhe der Gefahren für partielle Prozesse, Differenzen zwischen den Ist- und Sollzuständen von Wirtschaftlichkeit und Sicherheit entziehen sich gegenwärtig einer sinnvollen mathematischen Beschreibung mit konventionellen Methoden. Derartige Aussagen aber bestimmen die kognitiven Prozesse des Nautikers. Er muss gegenwärtig nur mit dem Problem fertig werden, dass er sie selber aus allen zugänglichen Informationen „zusammenbauen“ muss. Und das nicht nur einmal, sondern viele Male über einen längeren Zeitraum !

Die Schiffsführung besteht aus verschiedenen Teilprozessen, für die Teilrisiken abgeleitet und berechnet werden können. Wie für die partiellen Prozesse gilt für den Gesamtprozess, dass Steuerungsoperationen die Stabilität des betrachteten Systems gegenüber Störungen erhalten bzw. wiederherstellen sollen. Das gelingt nur, wenn Abweichungen von der „Norm“ erkannt, interpretiert und hinterfragt werden können.

In der Regel entwickeln sich die zunächst widerspruchsfreien Teilziele eines jeden Prozesses dann zu konkurrierenden Aufgabenstellungen, wenn sie sich widersprechen.

Zum Beispiel kann eine aus wirtschaftlichen Gründen erforderliche Geschwindigkeit im partiellen Prozess „Economy“ im Widerspruch zu einer aus nautischer Sicht möglichen stehen, wenn der verfügbare Manöverraum oder / und die Wassertiefen – im partiellen Prozess „Anti-Grounding“ nicht ausreichen.

Ein Fahrtänderungsmanöver kann im partiellen Prozess „Collision Avoidance“ zur Risikominderung in einer Begegnungssituation führen, doch aus wirtschaftlichen Gründen in die Verlustzone führen.

Muss die geplante Bahn im partiellen Prozess „Track-Keeping“ verlassen werden, um ein Kursänderungsmanöver im Prozess „Collision Avoidance“ zu realisieren, kann das durchaus zu einer Erhöhung des Bahnrisikos führen. Man kann davon ausgehen, dass es bei genauer Kenntnis des Seegebietes und richtigem Verhalten der Schiffsoffiziere Risikoprofile gibt, die unter Beachtung der lokalen Regelungen und der Manöviereigenschaften als Profile „guter Seemannschaft“ angesehen und aufgezeichnet werden können.

Ist es schon schwierig, für die Erreichung hoher Bildungsziele (mit dem Ergebnis hoher Sachkenntnis – Kompetenz !) genau definierte Aufgaben für die Simulation zu stellen, erschien bisher die Bewertung der Leistungen der Probanden aus weitgehend objektiver Sicht geradezu unmöglich. Vergleichbarkeit der Leistungen, Leistungsprofile, Fehlererkennung, spezifische Förderung usw. waren erschwert.

Man stand vor dem Problem, die zunehmende Kompliziertheit und Komplexität der Aufgaben und ihrer Erfüllung durchschaubar und berechenbar zu machen. Kritische Situationen, aus denen die besten und stabilsten Erkenntnisse gesammelt werden können, waren in ihrer Ausprägung, in ihrem quantitativen Erscheinungsbild, bisher nicht beschreibbar.

Das ist allein aus der Sicht ein ernsthafter Mangel, dass nur die „erlebten“, die emotional gespürten Gefahren eine große, ja die stärkste, Nachhaltigkeit besitzen.

Mit dem in der HANSA, Heft 07 / 2007 und davor veröffentlichten Beiträgen vorgestellten System NARIDAS (Navigational Risk Identification and Assessment System) ist es möglich, in der Simulation des Schiffsführungsprozesses Gefahren auch quantitativ zu erfassen, so dass damit Grundlagen für eine hohe Qualität des Risikomanagements und seiner Kontrolle geschaffen wurden.

Fachliche Leistungsfähigkeit, Charaktereigenschaft, Teamfähigkeit, Fähigkeit zur Problemerkennung- und -lösung u.a.m. gipfeln schließlich in dem Vermögen, den Anforderungen an die Steuerung des Schiffsführungsprozesses zu genügen und das durch den Nachweis der **K o m p e t e n z** zu belegen.

Der Einsatz von Expertensystemen, die vergangenes Prozesswissen verarbeiten und es unter den aktuellen Anforderungen modifizieren, hat sich längst bewährt. Dieses Prozesswissen entzieht sich den rein akademischen Wissenschaften, z.B. der Physik, Mathematik, Ökonomie u.a.. Die Anlage von Wissensressourcen, ihre „Veredelung“, ihre Umwandlung in praktisch nutzbare produktive Kraft sowie ihre Pflege und Fortentwicklung erfordern einerseits praxisadäquate Prozessbedingungen und andererseits Werkzeuge („Maschinen“) für ihre Bearbeitung. Über beides können die Reeder verfügen und haben bereits begonnen, sich hochmoderne Testfelder (z.B. in Form von Simulatoren) zu schaffen. Sie haben Nutzungsrechte aber auch die Pflicht, die Richtigkeit von Wissen, seine Verallgemeinerungsfähigkeit, seine Kompatibilität und Qualität zu sichern (s.a. Abb. 1).

Diese Art des Wissensmanagements hat zugleich eine andere Qualität als die herkömmliche Interdisziplinarität. Es erweitert horizontale disziplinäre Zusammenhänge durch eine vertikale Komponente, die die Befangenheit in alten Strukturen von Wissenschaftsordnungen aufzuheben beginnt (s.a. ganzheitliche und aufgabenorientierte Lösungsansätze).

Das Wissen, das der Reeder zur Führung seiner Schiffe benötigt, ist nutzerorientiertes Wissen. Es reicht nicht mehr aus, allein den Erfolg in der mathematisch genauesten Beschreibung des Manövrierverhaltens unter bestimmten Bedingungen zu sehen, sondern seine Implementierung in die Gesamtheit der Qualitätsmerkmale der zu führenden Prozesse in den Mittelpunkt zu stellen.

Wissen muss als Rohstoff, als Gegenstand von Verarbeitungsprozessen und als Produkt für z.B. die Entwicklung intelligenter Systemkomponenten von der Informations- und Wissensgesellschaft aufgefasst, behandelt und in die Wertschöpfungskette eines Reedereiunternehmens integriert werden.

Kognitive Leistungen sind der dominierende Hintergrund bei der Führung eines Schiffes über See. Sie stellen die Basis täglicher Entscheidungen in einfachen und in komplexen Situationen dar und bilden das „**Humankapital**“ für zukünftige Entwicklungen.

Die Klassifizierung des Wissens und die Möglichkeiten seines „Abbaus“ sowie seiner Nutzung zeigen deutlich, dass die traditionelle Integration bzw. Interdisziplinarität, wie sie z.B. an Hochschuleinrichtungen und auch in den maritimen Allianzen zu beobachten ist, allein nicht mehr für die Produktion von Wissen auf dem Gebiet der Schiffsführung ausreicht. Wissen wird in der Informations- und Wissensgesellschaft mehr und mehr durch den Anwender bzw. in der Anwendung selbst produziert. Das ist nun eigentlich nicht ganz neu. Widersprüche in der Praxis (z.B. der immer noch hohe Anteil der Seeunfallursache „menschliches Versagen“) führen gesetzmäßig zu neuen Erkenntnissen und Methoden in der Prozessführung.

Die Erforschung der Ursachen und Bedingungen für spezifische Formen der Prozessführung mit dem Ziel ihrer Optimierung wird zu einem permanenten Anliegen der Ressourcennutzung zukunftsorientierter Unternehmen.

Die Forschung bleibt nicht auf akademische Institute beschränkt, sie wird zu einem Anliegen moderner Unternehmensführung. Eigene Erprobungs- und Trainingseinrichtungen mit hoher Anpassungsfähigkeit und variabler Nutzung sind dafür eine notwendige materiell-technische Voraussetzung. Verbunden mit modernen Verfahren der Prozessanalyse und Handlungsbewertung sowie geschultem Fachpersonal bilden sie ein großes Potenzial für maritimes Wissen in einer weiter wachsenden Informations- und Kommunikationsgesellschaft.

Der Reeder hat bei der Besetzung seiner Schiffe zu entscheiden, welche Funktion durch welche Qualitätsmerkmale / Anforderungskriterien gekennzeichnet ist und ob diese Bedingungen (neben anderen Bedingungen) für die einzelne Person zutreffen oder nicht. Fehlentscheidungen schlagen sich in Qualitätsmängeln der Schiffsführung nieder, wobei unter Qualität der Erfüllungsgrad der gestellten Transportaufgabe zu verstehen ist.

7 Schiffsführung – Gegenstand und Definition

Einführung

„Wer die Praxis ohne die Theorie liebt, ist wie ein Seemann, der auf ein Schiff ohne Steuer und Kompass steigt und nie weiß, wohin er gerät“ (Leonardo da Vinci). Leibniz fügt hinzu, „dass die Trennung von Theorie und Praxis die Wissenschaft steril und die Praxis unvollkommen macht.“

In seinem Buch „Der Seemann und sein Beruf“ (1904) zeichnet Döring folgendes Bild : „Das hierauf Bezügliche (Befrachtungsgeschäft, Havarie und Bodmerei, Wechselkunde, Lehre von Wind und Wetter, Manövrieren im Wirbelsturm usw. (d.Verf.) ist so umfassend und vielseitig, dass man nicht von ihm (dem Seemann –d.Verf.) verlangen kann, auch die eigentliche Welt mit ihren verschiedenen Wissenszweigen zu beherrschen (das Schiff ist dem Seemann die Welt im Kleinen), mit anderen Worten allgemein wissenschaftliche Bildung sich anzueignen. Die einschlägigen nautischen Probleme muß er vollständig beherrschen ... Der Beruf des Seemannes ist in erster Linie ein praktischer. Ein kompetentes Urteil hierüber können nur Personen besitzen, die Seemann sind und selbst Schiffe navigiert haben bzw. Offizier sind. Die Engländer als ein anerkannt praktisches Volk haben sich längst davon überzeugt, dass man durchschnittlich nicht ein praktisch geschulter Kapitän und gleichzeitig ein wissenschaftlich gebildeter Mann sein kann.“ / 1 /

Die Schifffahrt, so schreibt Gelich in seinen Studien über deren Entwicklungsgeschichte im Jahre 1882, „hat gleich jeder anderen Kunst und Wissenschaft eine Jahrhunderte lange Schule durchzumachen gehabt. Sie hat sich nicht vom Abend auf den Morgen entwickelt und bedurfte der Mitwirkung fast aller Zweige des menschlichen Wissens, bevor sie ihre heutige Vollkommenheit erreicht. Hand in Hand mit der Mathematik und Astronomie, mit der Physik und Mechanik, mit der Baukunst und Technologie stieg sie nur langsam von Stufe zu Stufe ...“ / 2 /

Mitte des 19.Jahrhunderts wurden dem Kapitän genaue Instruktionen über Geschwindigkeit, langsames Fahren im Nebel usw. mitgegeben. „Befolgt er nun diese Instruktionen nicht und verläßt sich auf sein Glück, und alles geht gut und er kommt zur fahrplanmäßigen Zeit an, so ist er ein tüchtiger Kapitän in den Augen seiner Reederei. Befolgt er sie und verlängert dadurch seine Reise, so ist er unfähig und ängstlich. Passiert aber etwas bei Nichtbefolgung, so kann er sich darauf verlassen, dass ihm die Instruktionen scharz auf weiß vorgehalten werden. Deswegen ziehen viele Kapitäne es vor, sich auf ihr gutes Glück zu verlassen.“ / 3 /

Bolte, ein bekannter Autor nautischer Lehrbücher, schreibt 1900 : „Mit Rücksicht auf den beschränkten Genauigkeitsgrad aller seemännischer Beobachtungen an Bord sowie auf die verhältnismäßig geringen Anforderungen der Schiffsführung hinsichtlich der Genauigkeit rechtfertigt sich für diese (terresrtrischen – d.Verf.) Beobachtungen der Gebrauch vierstelliger Logarithmen und die Abrundung aller Winkelgrößen auf volle Bogenminuten.“ / 4 /

Aber es gab in dieser zeit (1914) auch andere Stimmen, die Differenzen zwischen theoretischen Erkenntnissen und praktizierter Verfahrensweise erkannten : „Allerdings hat

sich vieles zu gunsten der heutigen Zeit geändert. Die Schiffe, namentlich die Dampfschiffe, sind größer und seetüchtiger geworden, die Ausbildung der Offiziere und Kapitäne ist eine vielseitigere, die Navigierung daher eine sichere. Die Ufer und Küsten sind durch Leuchtfeuer besser kenntlich gemacht; internationale Vorschriften über das Passieren und Ausweichen der Schiffe vermindern die Gefahr der Kollisionen usw..

Der Seemann fühlt es daher mehr wie viele in anderen Berufsarten, dass er suchen muß, sich in seinem Berufe weiter zu bilden.“ / 7 /

Dieser letzte Satz ist bemerkenswert und ergänzt eine Aussage in einer Dissertation aus dem Jahre 1914 :

“Je mehr der Mensch lernt, durch Entwicklung der Nautik die Elemente zu beherrschen, um so mehr Anforderungen stellt die Handhabung der Nautik selbst.“ / 8 /

Diese Erkenntnis führte allerdings (noch) nicht zu einem grundlegenden Wandel im Inhalt der Schiffsführung. Dazu war und ist mehr erforderlich als rechnerische Korrelationen und die Beschreibung einzelner empirisch ausgewählter Zusammenhänge. Die Schiffsführung sammelte weiter für spezielle Situationen spezielle Anweisungen und Rezepte, kam nicht aus dem Stadium „empirischer Formeln“ heraus und erlangte keinen verallgemeinerungsfähigen Charakter.

Und so las man in den 30-er Jahren des vergangenen Jahrhunderts in einem Spruch eines deutschen Seeamtes : „Nach der Logge musste dieses Feuer gegen 20.10 Uhr querab sein, und der Kurs wurde daher um diese Zeit auf mw NWzW 1/4 W geändert. ... Wegen des unsichtigen Wetters ließ der Kapitän jetzt Signale mit der Dampfpeife geben, um gegebenenfalls ein Echo von Nordkyn zu hören ... Gegen 01.05 Uhr sah der Kapitän dann plötzlich einen Strich an Backbord einen hohen Berg ...“ / 5 /

In einem anderen Spruch bringt ein deutsches Seeamt zum Ausdruck, „dass es die Festlegung der Kurslinie auf längere Zeit im voraus im Interesse der Navigation nicht für zweckmäßig hält, da sich ein Schiff in den seltensten Fällen tatsächlich auf dieser bewegt, sondern außerhalb steht und dadurch leicht Verwechslungen entstehen können.“ / 6 /

War das „gute Seemannschaft“ ?

Das Stadium der empirischen Suche nach bestimmten rechnerischen Zusammenhängen, auch bei der Verwendung moderner Rechentechnik, bricht erst dann ab, wenn die gesetzmäßigen Zusammenhänge zum Beispiel der Bewegung des Schiffes im Seegang oder der Mensch-Maschine-Interaktionen im Steuerungsprozess gefunden sind.

„Technologie als Wissenschaft hat die Empirie theoretisch zu fundieren und die theoretischen Einsichten in Beziehungen und Gesetze der Natur zu nutzen, um technische Lösungen zu erreichen.“ / 9 /

Kurzer historischer Rückblick

Seit Beginn der 1960-er Jahre sind bestimmte Arbeitsprozesse an Bord von Handelsschiffen automatisiert. In diesen Jahren begann der Übergang von der Automatisierung einzelner Anlagen, Prozesse und Operationen zur komplexen Automatisierung der Schiffe. Bis heute wurden immer mehr logische Funktionen des Menschen (z.B. messen, steuern, regeln) an technische Systeme übertragen. Zwar hat sich der Inhalt der Arbeit der Schiffsoffiziere ständig verändert, doch die technologische Bestimmtheit dieser Arbeit als übergeordnetes Merkmal hat nicht abgenommen.

Der Verfasser selbst ist seit 50 Jahren Zeuge und Mitgestalter der Umwandlung vorwiegend energetischer Arbeitsoperationen in informationelle Prozesse und erlebte die immer weitere Entfernung des Menschen vom Prozeß mit der Einsicht, dass der Nautiker auf der Brücke

nicht mehr unmittelbar aus der Sicht empirischer Erfahrungen seiner Tätigkeit in die Schiffsführung einzugreifen in der Lage ist, um Sicherheit und Wirtschaftlichkeit optimal zu gestalten.

Im Zusammenhang mit einem wachfreien Maschinenbetrieb begann man **1964** über „automatisierte Schiffe“ zu sprechen. „Ville de Paris“ und „Ville de Lyon“ einer **französischen Reederei** sind dafür Beispiele. 1969 wurde die „Sea Sovereign“ (210550 tdw) als erster Tanker mit einem Prozeßrechner für Navigation, Maschinenkontrolle und Beladung ausgerüstet.

Seit Beginn der **1970-er** Jahre wurde in der **BRD mit Unterstützung des Bundesministeriums für Forschung und Technologie** am „Schiff der Zukunft“ gearbeitet. Es sei daran erinnert, dass in das modulare Konzept autonomer Funktionseinheiten zusätzlich ein Steuerrechner eingefügt wurde. Die Systemlösungen wurden erstmalig auf der „Norasia Samantha“ realisiert.

Die **Sowjetunion** entwickelte in den **1970-er** Jahren das System der komplexen Automatisierung „BRIS“ und setzte es auf den Tankern vom Typ „Krim“ und „Pobjeda“ ein. „BRIS“ bestand aus den drei Komplexen Navigation, Rechner und Informationen sowie Radar und Dopplerlog. Auf den RO-Ro-Schiffen des Typs „Kapitan Smirnow“ kam eine Modifikation dieses Systems zum Einsatz.

In **Frankreich hatte von 1982 – 1984** das Staatssekretariat für Schifffahrtsfragen die Schirmherrschaft über die Studie „Entwicklung der Automation der Handelsschiffe durch den Einsatz der Mikrorechenteknik. In dieser Studie wurde das für den wirtschaftlichen und sicheren Betrieb erforderliche Informationssystem untersucht.

In **Japan** erarbeitete man ein langfristiges Programm für 3 Automatisierungsstufen in Verbindung mit der Besatzungsreduzierung auf 8 Personen und weniger. Integrierte Teilsysteme für die Navigation und das Manövrieren wurden zunächst auf den Schiffen „Kinokawa Maru“ (180000 tdw) und „Tsukaba Maru“ (200000 tdw) installiert.

Zur Automatisierung des Schiffsbetriebes und zur Reduzierung der Besatzung trugen die Arbeiten der **norwegischen Firma Norcontrol** („Data-Bridge“) bei. Die „Wilanna“ (76000 tdw) wurde **1988** mit einer 13-köpfigen Besatzung in den internationalen Wettbewerb geschickt.

1984 wurde die **British Maritime Technology** beauftragt, die Aktivitäten von Reedern, Werften, der Industrie und der Experten zu koordinieren, um Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Lebensbedingungen an Bord zu verbessern und Personal einzusparen. Soche Projekte wie Maritime Integrated Electronic Project und frühere Arbeiten zur Entwicklung integrierter Informationssysteme (z.B. ISES – Integrated Ship Electronic System) wurden unterstützt bzw. fortgesetzt. ISES wurde mehrere Monate auf dem Tanker „British Trent“ getestet.

In die Reihe der Entwickler integrierter Informationssysteme für den Schiffsbetrieb gehören auch **Finnland** mit dem System „Autonavigator“ der Firma Nokia und die **USA** mit dem integrierten Navigationssystem „Diginav“.

Seit den Anfängen dieses „Umwälzungsprozesses“ hat die automatische Verarbeitung von Informationen stets zugenommen. Die ursprünglich direkte Verbindung des Nautikers mit dem Prozess hat sich dahingehend gewandelt, dass die Beziehungen zwischen Mensch und Umwelt über „Rechner“ stattfinden und reinen informationellen Charakter tragen.

Damit wurde die Technik in einen hohen Rang gehoben und erlangte eine zunehmende Bedeutung für das „Funktionieren“ des Gesamtsystems aus Mensch und Maschine.

Charakter der Schiffsführung, Kompetenz und gute Seemannschaft

Lange wurde Technologie im Sinne von Regeln und Verfahren innerhalb existierender Technik verstanden. Das gilt für die Schiffsführung schon lange nicht mehr, obwohl wir bis in die Gegenwart hinein eine ziemlich scharfe Trennung zwischen z.B. integrierten Systemen, ihrer isolierten Entwicklung und Herstellung und Verfahren und Methoden zu ihrer Anwendung und Nutzung im Prozess selbst beobachten müssen. Die Schere zwischen Technik und Mensch schließt sich auch dadurch nicht, dass wir den Bruch durch ein verstärktes praktisches Training an Simulatoren, ECDIS- und RADAR-Kurse und immer stärker betontem bridge resource management zu überbrücken versuchen.

Ein Zeichen für die weitere Existenz dieser „Bruchstelle“ ist der ziemlich konstant bleibende Anteil menschliches Versagens bei den Ursachen von Seeunfällen.

Technologie muss heute viel stärker als effiziente Umwandlung von Erkenntnissen über Beziehungen und Gesetze der Natur, Gesellschaft und des Menschen zu „Werkzeugen“ der Beherrschung komplexer Steuerungsprozesse entwickelt und angewendet werden.

Diese Zielstellung hat eine große Bedeutung nicht nur für die existierende, sondern vor allem für die entstehende zukünftige Technik. Mit anderen Worten : hier verbergen sich tiefe Ursachen für die Entwicklung ganzheitlicher Systeme, für die Verlässlichkeit des Betriebes und für die Übereinstimmung zwischen den menschlichen Eigenschaften und den Möglichkeiten und dem Charakter technischer Erzeugnisse.

„**Technik** ist die Gesamtheit der vom Menschen geschaffenen Artefakte zur Beherrschung der natürlichen, gesellschaftlichen und kulturellen Umwelt und des eigenen Verhaltens.

Technologie ist die Umsetzung von Entdeckungen der verschiedenen Wissenschaften und Erfindungen als Regeln und Verfahren für die Entwicklung neuer und das Funktionieren bestehender Technik. ... Sie umfasst die Gesamtheit der Fertigkeiten und Fähigkeiten der Ingenieure und Facharbeiter bei der Gestaltung des technologischen Prozesses, weshalb sie durch Erfahrung fundiert ist und theoretisch erklärtes und praktisches Herrschaftsmittel ist.“ / 10 /

Seit vielen Jahren hat sich mit zunehmender Tendenz die Erkenntnis durchgesetzt, dass informationelle Prozesse eine grundlegende Form der Wechselwirkung materieller Systeme sind und das historisch gewachsene (s. „gute Seemannschaft“ !), sich auf stoffliche Prozesse orientierte Technologiekonzept erweitern. In diesen Zusammenhang muss man die Chance der Weiterentwicklung der „guten Seemannschaft“ einordnen, denn

- die Information ist zum Gegenstand des Schiffsführungsprozesses geworden;
- neue technische Systeme zur Schiffsführung haben weitgehend den Charakter von „Informationsmaschinen“ angenommen;
- der Steuerungsprozess vollzieht sich in bedeutendem Umfang über informationelle Arbeitsmittel, die die Leistungskraft (s. Erhöhung von Sicherheit und Wirtschaftlichkeit) des Menschen (des Systems) erhöhen und die die Einwirkung auf die Prozessführung (und damit auf die Qualitätsgestaltung !) ermöglichen.

Gegenstand der Schiffsführung als technologisch orientierte Wissenschaftsdisziplin ist materiell-technische Seite des zielgerichteten Zusammenwirkens der Nautiker mit den technischen Mittel zur Führung eines Schiffes über See, aber auch die gewollte und bewußte Wechselwirkung und Nutzung der technischen Mittel zur Selektion, Bewertung, Gewinnung, Speicherung und Verarbeitung von Informationen.

Technologie ist Voraussetzung, Gegenstand und Ergebnis wissenschaftlicher und praktischer Arbeit. Sie kann sich als Modell eines technologischen Ablaufes bzw. eines

Prozesses, letztlich auch als algorithmische Beschreibung, äußern. Diese „Vergegenständlichung“ der Technologie eröffnet alle Möglichkeiten zur Gewinnung von „seemännischem“ Wissen und ist eine wesentliche Voraussetzung für ihre Weiterentwicklung.

Im Hinblick auf die „gute Seemannschaft“ verfügt die Technologie über u.a. folgende Prinzipien :

- Jeder (auch noch so komplexe oder komplizierte) Prozess und jede Teilaufgabe in der Schiffsführung können in Grundbausteine aufgelöst und durch wissenschaftliche Methoden analysiert werden.
- Die Möglichkeiten dieser Elementarisierung lassen Rückschlüsse auf das Zusammenwirken verschiedener Teilsysteme in einem integrierten System zu und sind verallgemeinerungsfähig.
- Die Prozessanalyse ist elementarer Bestandteil der Technologie.
- Ermittlung der prozessrelevanten Kenngrößen (Indikatoren) für die Prozesskontrolle, die aufgabenspezifische Prozesssteuerung und die Bestimmung von Prozessqualität und Prozessbedingungen.
- Prozessplanung (Reiseplanung) nach Wirtschaftlichkeit und Sicherheit
- Aufgaben- und situationsspezifische Organisation von Prozessabläufen.
- Nachweis der Verlässlichkeit unter Beachtung der Gestaltungs- und Bedingungsindikatoren

Die **Grundprinzipien der Technologie** (der Schiffsführung) gestatten und erfordern die Anwendung mehrerer wissenschaftliche Disziplinen, die für die Reisegestaltung erforderlich sind. Dieser Integrationscharakter bildet zugleich eine große Chance für die Herausbildung neuer Ideen und Lösungen im praktischen Prozess, die das Potential der Verallgemeinerung in sich tragen (z.B. Steuerung komplexer Mensch-Maschine-Systeme).

Der Technologie (der Schiffsführung) bieten sich damit folgende **Funktionen** :

- Vermittlung zwischen naturwissenschaftlichen Erkenntnissen und deren Nutzung
- Zusammenwirken zwischen den partiellen Prozessen und den sie begründenden inneren und äußeren Faktoren mit dem Ziel der Wirtschaftlichkeit und Sicherheit
- Erkennung von Widersprüchen mit dem Ziel der Umgestaltung, Erneuerung und Weiterentwicklung von Verfahren und technischen Lösungen
(Effektivität, Wirtschaftlichkeit, Sicherheit, Charakter der Arbeit, Leistungssteigerung des Menschen, Verbesserung der Arbeits- und Organisationsbedingungen)

Es muss davon ausgegangen werden, dass die weitgehend empirisch entwickelte „Kunst“ der Schiffsführung als konkrete menschliche Tätigkeit (also auch die Übertragung der „**guten Seemannschaft**“ über viele Generationen) unter Berücksichtigung bereits heutiger aber insbesondere zukünftiger Anforderungen ohne eine theoretische, die Probleme und Erscheinungen der Praxis (z.B. Beherrschbarkeit komplexer Systeme, Handlungsregulation, Fehlhandlungen), deren Ursachen und Entstehungsbedingungen durchdringende Erklärung nicht mehr gerecht werden kann.

Der **wissenschaftstheoretische Hauptmangel der „guten Seemannschaft“** besteht darin, dass sie weitgehend nur empirisch an die Probleme herangeht und in der Regel nicht über die Eigenschaft verfügt, theoretische Verallgemeinerungen zu hervorzubringingen. Im allgemeinen scheint die „gute Seemannschaft“ erfüllt, wenn sie Probleme auf Vorstellungen zurückführen

kann, die als psychischer Inhalt in Form von Erinnerungsbildern früher Wahrnehmungen vorliegen.

Die „gute Seemannschaft“, so nützlich dieser Begriff für die Verständigung aber auch für die Verklärung sachlicher Zusammenhänge auch sein mag, bleibt solange eine „nach allen Seiten offene Sprechblase“, bis sie im Rahmen einer modernen Schiffsführung den Schritt zu exakt definierten Termini, logischen Aussagen und Gesetzesformulierungen gefunden hat, die in konkrete Verfahren, Regeln und Handlungsanweisungen für die Schiffsführungspraxis umgesetzt werden können.

Als **charakteristische Spezifik** der Schiffsführung haben sich Prozesse der Informationsverarbeitung herausgebildet. Signale und Daten, in zunehmendem Maße von technischen Systemen erzeugt und angeboten, kennzeichnen Art, Größe und Dimension physikalisch-technischer Parameter. Funktional geordnet, sollen sie die Wahrnehmung von Situationen in partiellen Bereiche erleichtern und insbesondere Änderungen, einschließlich der Implementierung von Grenzwerten, erkennen lassen.

Die **Bewertung** der Signale bzw. die Erkennung ihrer **Bedeutung** einschließlich der wechselseitigen Wirkungen obliegt allein dem menschlichen Operateur mit seinen individuellen Leistungseigenschaften. Wissen, Fähigkeiten, Fertigkeiten, aktuell abrufbare Erfahrungen und die augenblickliche Leistungsbereitschaft bzw. –fähigkeit bestimmen die Güte des Informationsverarbeitungsprozesses und damit die Wirtschaftlichkeit und Sicherheit, die Qualität eines komplexen und dynamischen Prozesses.

Fehler in der **Handlungsregulation** beruhen in erster Linie auf Schwächen in der Informationsverarbeitung und dadurch entstehendem mangelhaftem Situationsbewußtsein in Verbindung mit fehlenden oder nicht rechtzeitigen oder falschen Entscheidungen in Gestalt von Qualitätsmängeln.

Anstrengungen der Hersteller, Signale und Daten immer vollständiger, genauer und besser strukturiert anzubieten, die Funktionalität **integrierter Brückensysteme**, ihre ergonomische Gestaltung und arbeitsorganisatorischen Anordnung zu verbessern sowie den Zugriff auf Informationen, die Menüführung, die grafische und prozessnahe Präsentation zu optimieren, haben zu keinen nachhaltigen Veränderungen in der Verlässlichkeit geführt. Der Anteil des „human error“ am Unfallgeschehen weist nachdrücklich auf diesen Mangel hin.

Die Vereinheitlichung des internationalen **Ausbildungsniveaus** von nautischen Schiffsoffizieren und die durch internationalen Konventionen gesetzten Standards erfüllen seit Jahren nicht mehr die Veränderungen im Berufsbild des Nautikers und tragen zu weiteren Bildungsverlusten und zu Qualitätsmängeln in der Prozessführung bei.

Die Intensivierung und quantitative Erweiterung der Ausbildung und des Trainings an **Simulatoren**, das **bridge team management** u.a.m. sind nicht ausreichend, die existierenden Mängel zu beseitigen bzw. die biologischen Eigenschaften des menschlichen Gehirns zu verändern. Auch in Zukunft ist nicht zu erwarten, dass sich Wirtschaftlichkeit und Sicherheit von Schiffsführungsprozessen dadurch nachhaltig verbessern. Qualitative Messgrößen für den Nachweis des Trainingserfolges und den Leistungsvergleich fehlen.

Ein Ausweg für die Verbesserung der Prozessführung wird darin gesehen, verlässliche Systeme zu entwickeln, die die **Gesamtwirkung von Mensch und Maschine** zum Inhalt haben. Dazu gehören Unterstützungssysteme, die in der Lage sind, eine sehr hohe Anzahl von Signalen und Daten zu erfassen und in einer Weise zu verarbeiten, die zur Berechnung quantifizierbarer qualitativer Prozesskenngrößen geeignet ist.

Qualitative Prozesskenngrößen haben das Ziel, den erreichten Prozesszustand aktuell zu ermitteln und zu bewerten, den Operateur von der Aufnahme und Selektion vieler Einzelsignale und ihrer Zuordnung zu entlasten und ihm die Auswertung bewerteter Zustände als vorrangige intelligente Aufgabe zu überlassen. Der Wirksamkeit einer technischen Neuerung in der Schiffsführung kann bisher nur „unscharf“ und häufig nur auf der Basis von

Hoffnungen und Erwartungen bestimmt werden. Eine **Validierung der Gebrauchsfähigkeit** findet ohne nachweisbaren Zuwachs an Wirtschaftlichkeit und Sicherheit statt, da messbare Qualitätskriterien für den Erfüllungsgrad von Schiffsführungsaufgaben fehlen.

Die Ermittlung der **Kompetenz** in der Simulation und im Originalprozess beruht gegenwärtig weitgehend auf der subjektiven Bewertung aufgezeichneter mathematisch-physikalischer Kenngrößen und weiterer Merkmale im Handlungs- und Entscheidungsprozess des einzelnen Operateurs bzw. einer Gruppe von Operateuren. Qualitative Messverfahren für die Bewertung von Aufgabenlösungen existieren nicht.

SCHIFFSFÜHRUNG ist die Steuerung der Bewegung (Bewegung wird im kybernetischen Sinn als Zustandsänderungen über die Zeit verstanden) **des Schiffes vom Ausgangs- zum Zielhafen.**

Sie bedient sich dabei der **Gesamtheit** von Prinzipien, Verfahren und Methoden zur Aufnahme, Verarbeitung, Speicherung und Weitergabe von Informationen zwischen den für die Prozesssteuerung notwendigen Elementen in ihrer Art und Weise, zweckmäßigen Auswahl und rationellsten Kombination. Im Ergebnis der Informationsverarbeitung mittels technischer und nichttechnischer Mittel entstehen Abbildungen der realen Situation, die mit den individuellen Vorstellungen über den anzustrebenden Prozesszustand (Ziel) verglichen werden. Bei nichttolerierbaren Abweichungen werden Aktionen (Prozesseingriffe) durchgeführt, die den Sollzustand herzustellen in der Lage sind.

Schiffsführung ist ihrem Wesen nach eine wirtschaftszweiggebundene (Seetransport), **spezielle Technologie**, da sie sich mit dem Gang und der Folge von Operationen befasst, die für die sichere und wirtschaftliche Führung eines Schiffes über See (Zustandsänderungen) erforderlich sind. Sie ist damit wirtschaftlichen, rechtlichen, sozialen, sicherheitsspezifischen und umweltbezogenen Zielen und Bedingungen untergeordnet.

Zum **System „Schiffsführung“ in seiner Gesamtheit** gehören Individuen (Nautiker), Gruppen (Art, Anzahl und Qualität der Brückenbesetzung), Organisationen (Reeder, Behörden, Leitstellen), Organisationsumwelt (Regularien, Gesetze, Ordnungen), natürliche Umwelt (See, Land, Wetter) und Technik (technische Brückensysteme), die unter sich interaktiv wirken, auf Anforderungen reagieren und gewollte Wirkungen planen und gestalten. Der Begriff „Verlässlichkeit“ beschreibt eben dieses sinnvolle, ganzheitliche und zielgerichtete Zusammenwirken aller Subsysteme mit den anforderungs- und aufgabenspezifischen und variablen Qualitätsmerkmalen für „Sicherheit“ und „Wirtschaftlichkeit“. Der nautische Fahrprozess ist **komplex, zeitvariant, nichtlinear, hat Zufallscharakter und zeichnet sich durch eine Vielzahl interaktiver Wechselwirkungen** (informationelle, strukturelle und funktionelle Kopplungen) der Systemkomponenten und der Störereignisse aus.

Daraus ergibt sich die Charakteristik eines unscharfen Entscheidungsproblems : es sind mehrere Lösungsalternativen vorhanden, die durch (unscharfe / unsichere) Attribute beschrieben werden können. Unschärfe tritt in folgenden Varianten auf: *stochastische* Unschärfe, *sprachliche* Unschärfe, *informationale* Unschärfe.

Der Entscheider muss mit seinen Präferenzen und Zielen für einzelne Ausprägungskombinationen diejenige Alternative finden, die er für optimal hält.

Die Notwendigkeit einer Entscheidung bei unscharf formulierten Problemen ist ein charakterisierendes Merkmal seefahrtspezifischer Problemlösungsprozesse.

Der **Steuerungsprozess** hat unter den

- organisationellen Bedingungen des Seetransportes,

- den umgebungs- und funktionsbedingten Beanspruchungen sowie unter
- Berücksichtigung der technischen Charakteristika der Arbeitsmittel und der
- psychischen und physischen Einflussfaktoren auf die menschliche Arbeitskraft

während einer vorgegebenen Zeitdauer und in einem vorgegebenen Raum den Forderungen nach **Verlässlichkeit** mit der verlangten **Qualität für Wirtschaftlichkeit und Sicherheit** zu genügen und damit die **Stabilität des Systems in seiner Gesamtheit** zu bewahren.

Die geplante „Prozessgüte“ ist im Rahmen des aktiven Gestaltungsauftrages des Nautikers abhängig von allgemeingültigen Regeln guter Semannschaft, ergänzt oder spezifiziert durch Vorgaben des Reeders oder des Kapitäns, die Lehrmeinung für den Trainingsinhalt oder / und die Zertifizierung von Trainingsabläufen.

„**Qualität**“ wird laut der EN ISO 9000:2008, als „**Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale Anforderungen erfüllt**“, definiert. **Die Qualität gibt damit an, in welchem Maße ein Produkt** (Ware oder Dienstleistung) **den bestehenden Anforderungen entspricht**. Die Benennung „Qualität“ kann zusammen mit Adjektiven wie schlecht, gut oder ausgezeichnet verwendet werden. Inhärent bedeutet im Gegensatz zu „zugeordnet“ einer Einheit innewohnend, insbesondere als ständiges Merkmal. Nicht inhärent sind subjektiv zugeordnete Beschreibungen wie „schön“ oder auch der Preis weil diese eben nicht objektiv messbar sind. Der Preis oder ein persönliches Urteil sind also nicht Bestandteil der Qualität.

Durch die Definition einer Zielgruppe und Meinungsumfragen kann das subjektive Empfinden dieser Zielgruppe ermittelt, ein inhärentes Merkmal definiert und damit „messbar“ und Bestandteil der Qualität werden.

Dieser Sachverhalt bildet einen der Hintergründe für die „wissensbasierte“ Berechnung der Qualität von Schiffsführungsprozessen. Er weist auf die Möglichkeit der Verwendung von Expertenwissen für die Zustandsbewertung hin.

Nach der IEC 2371 ist **Qualität die Übereinstimmung zwischen den festgestellten Eigenschaften und den vorher festgelegten Forderungen einer Betrachtungseinheit.**

... **Qualität ist die Übereinstimmung von *Ist und Soll*, also die Erfüllung von Spezifikationen oder Vorgaben** (Fulfilment of a specification) im Gegensatz zu der Erfüllung von Erwartungen und Zielen als dem übergreifenden Qualitätsanspruch (Fitness for Purpose). In der Produktion werden hierbei heute Kennzahlen zur Qualität über rechnergestützte Systeme bestimmt.“ (<http://de.wikipedia.org/wiki/Qualit%C3%A4t>)

Die **operativ-taktische** Schiffsführung beschäftigt sich mit dem Gang und der Folge von Operationen/Handlungen/Abläufen im Zeithorizont einer Seewache bis maximal 6 Stunden. Die **strategische Schiffsführung** umfasst die gesamte Reiseplanung einschließlich der Planung besonderer Reiseabschnitte oder Betriebsbedingungen.

Eine Weiterentwicklung der Schiffsführung ergibt sich gesetzmäßig aus der Weiterentwicklung der Wissenschaften überhaupt und **aus den Anforderungen wissenschaftlich-technischer und transportorganisatorischer Veränderungen in der Praxis.**

Bei der **Entwicklung der Schiffsführung** sind zwei Gruppen von Faktoren zu beobachten :

Innere Faktoren – Bildung des Gegenstandes der Schiffsführung auf der Grundlage der Forschungsobjekte und der damit verbundenen Zielstellungen, deren Bearbeitung eines

wissenschaftlichen Apparates benötigen; eine Klasse von Erkenntnisaufgaben und die Ausarbeitung der Methoden für die Disziplin.

Äußere Faktoren – Organisationsformen, Einbeziehung in die Lehre, Gründung von Lehr- und Forschungseinrichtungen, soziale Bindungen, die auf den Entstehungsprozess einer technischen Wissenschaft hinweisen.

Der gesellschaftspolitische Wandel nach 1990 führte hinsichtlich der wissenschaftlichen Entwicklung der Schiffsführung zu einer Reihe von Erscheinungsbildern und Auswirkungen : Einfluss von Traditionen und autoritären Meinungen auf die Wissenschaft, Stagnation im Bildungsniveau , Abschaffung der universitären Bildung und Forschung, Vernichtung der personellen F/E-Kapazität, Einstellung des Promotions- und Habilitationsrechtes, Rückentwicklung des Bildungsniveaus (internationaler Standard), Reduzierung des akademischen Abschlußgrades , Reduzierung des Niveaus von Diplomarbeiten, fehlende strategische wissenschaftliche Profilierung, Zersplitterung einheitlicher Bildungsanforderungen, unkontrollierte Vergabe von F/E-Aufträgen , weitgehende Einstellung staatlicher Förderungen für die Schiffsführung, Versagen von Fachgesellschaften und Organisationen (Herstellerabhängigkeit), Negative Wirkungen auf Fachpublikationen.

Diese Faktoren hatten negative Wirkungen auf die strategische und operative Gestaltung, Nutzung und Weiterentwicklung der neuen, leistungsfähigen und marktorientierten technischen Potentiale in der Industrie und den Einsatz von Simulatoren in Bildungseinrichtungen.

Die Wirkungen dieser „Bruchfaktoren“ sollen in den folgenden Thesen zusammengefasst werden . :

1. Wir gehen darüber hinweg, dass sich mit der rasanten technischen Entwicklung und ihren bereits erschlossenen Möglichkeiten Inhalt und Charakter der Tätigkeit der Menschen an Bord verändern und allein daraus neue Verhältnisse zur Technik, zur Umwelt und zum Prozess erwachsen.

2. Wir kennen die Konflikte in der Prozessführung nur unzureichend, da wir über nur sehr unvollkommene und veraltete Methoden der Prozessanalyse verfügen und mit ihnen an der Aufdeckung der wahren Ursachen für Fehlhandlungen bzw. Handlungsmängel an Bord vorbeigehen.

3. Wir konzentrieren die wissenschaftliche Arbeit und die Forschung fast ohne Ausnahme auf die Bereiche Schiffbau, Transporttechnologien, Häfen und Umwelt; haben aber für das Spannungsfeld „Schiffsführung“ als Nahtstelle für das Auftreten und Entdecken von Widersprüchen keine tragende und zukunftsweisende Profillinie.

4. Wir haben dazu beigetragen, dass die universitäre Bildung und Forschung auf dem Gebiet der Schiffsführung eingestellt wurde und damit die Verantwortung dafür übernommen, dass die Fähigkeiten anspruchsvoller Formen der Widerspruchsanalyse an Bord langsam verkümmert sind und nicht mehr als Quelle neuer Ideen zur Verfügung stehen. Mangelnde Attraktivität des Berufes (s.kurze Verweildauern an Bord) führte zu akuter Personalnot, die in der notwendigen Qualität oft nicht beseitigt werden kann.

5. Wir verkennen, dass allein strukturell-organisatorische Maßnahmen, so wertvoll und nützlich sie für die operative Arbeit in der Forschung auch sein mögen und die Bedingungen für eine breite Kooperation verbessern, das Problem einer langfristigen Orientierung und Finanzierung grundlegender wissenschaftlicher Arbeiten nicht lösen können.

6. Wir müssen erkennen, dass Hoch- und Fachhochschulen, die sich mit der Ausbildung von Nautischen Schiffsoffizieren und mit der Forschung beschäftigen, nicht über eine moderne und zukunftsorientierte, d.h. praxisorientierte Lehre verfügen, sondern aufgrund einer anderen Motivations- und Vergütungsstruktur sowie unter Beachtung der begrenzten Anzahl des Lehrpersonals und seiner qualitativen Zusammensetzung die von unterschiedlichen Kultusministerien gestellten Aufgaben erfüllen.

7. Wir müssen akzeptieren, dass die „Jagd“ nach Drittmitteln und ihre erfolgreiche Einbringung in der Regel allein die Reputation eines Professors und seiner Einrichtung begründet, eine verantwortungsvolle langfristige Orientierung des wissenschaftlichen Profils aber viel zu wenig honoriert und gefördert wird.

8. Wir müssen für den Bereich des Bildungswesens kritisch zur Kenntnis nehmen, dass die Reeder mit den ihnen gegebenen Möglichkeiten Zentren für die maritime Bildung und das Training (z.B. leistungsfähige Schiffsführungssimulatoren) einrichten und finanzieren, auf deren Grundlage sie versuchen, den aktuellen Anforderungen an ihre Schiffsoffiziere zu begegnen. Auch bei sehr positiver Einschätzung derartiger Initiativen kann man sie doch als ein Setzen von Alarmzeichen für bestehende Mängel in Bildung und Forschung ansehen.

9. Wir unterschätzen oder übergehen es, dass sich der Umschlag von Wissen in den letzten Jahren sehr beschleunigt hat und sind mit den üblichen Verfahren und Methoden in Wissenschaft, Forschung und Lehre nur noch in der Lage, darauf zu reagieren.

10. Wir haben uns damit abgefunden, dass wir, anders als die Entwicklung in anderen Schifffahrtsnationen zeigt, mangels wissenschaftlicher Grundlagen und langfristig absehbarer Tendenzen den Einfluss auf die Gestaltung internationaler Vorschriften und Regelungen weitgehend verloren haben und nur noch die Rolle eines „Kommentierers“ zu spielen in der Lage sind.

11. Wir müssen letztlich zur Kenntnis nehmen, dass der Einfluss von Verbänden, Gesellschaften und Vereinen auf die Erkennbarkeit und Beseitigung von Mängeln in der eigenen Fachdisziplin Schiffsführung wenig wirksam war.

12. Wir müssen schließlich selbstkritisch einschätzen, dass wir (Reeder, maritime Verbände, Bildungs- und Forschungseinrichtungen, Kapitäne und Schiffsoffiziere) es nicht verstanden haben, die akuten Probleme in der Beherrschbarkeit der Schiffsführungsprozesses in einer solchen Weise zu analysieren und aufzubereiten, dass sie neben der Schwerpunktsetzung auf den technischen Bereich das Zusammenwirken mit dem Menschen als gleichrangig zu lösende operative und strategische Aufgabenstellung größter gesellschaftlicher Relevanz erkennen lassen.

Diese Wirkungen führen dazu, dass wir nur bedingt dazu fähig sind, die unaufhaltbaren technischen Neuerungen in der Schiffsführung wissenschaftlich und praktisch zu begleiten bzw. zu steuern.

Der Nautiker steuert schon längst keine Schiffe mehr, sondern Automaten, die ihm Informationen anbieten. Das ist nicht zwangsläufig schlecht, verlangt aber viel mehr Sachkenntnis über den Prozessstatus, die verwendeten Algorithmen, das jeweilige Betriebsregime, den Systemaufbau und die Wechselwirkungen von Systemelementen als es die direkte Prozesssteuerung verlangte. Die Steuerung des Schiffsführungsprozesses nach seinem Informationsmodell stellt neue Anforderungen an die kognitive Arbeit des Nautikers,

die Entschlusskraft, die Konzentration und nervliche Stabilität, das Verantwortungsbewußtsein, die Prozess- und Systemkenntnis und auch an die praktischen Fertigkeiten.

Während das „Prozessdenken“ einst viele technik-wissenschaftlichen Disziplinen prägte, bestimmt nun das „Systemdenken“ die Tätigkeit des Ingenieurs. Das ist insbesondere für das Verständnis und die Beherrschung integrierter Schiffsführungssysteme erforderlich.

Es ist die klassische Aufgabe der Technologie (der Schiffsführung), unter Verwendung modernster Erkenntnisse aus Wissenschaft und Technik als Bindeglied zwischen Wissenschaft, Bildung, Technik und Praxis zu wirken und die Einheit von Mensch und Maschine bei Weiterentwicklung der Persönlichkeitseigenschaften zu festigen.

Die gegenwärtige Praxis zeigt es und wird durch das Seeunfallgeschehen bestätigt : auch moderne technische Systeme verlangen Existenz und Verantwortung des Menschen, betonen die Bedeutung des menschlichen Faktors und die Notwendigkeit seiner Entscheidungen in komplexen und komplizierten Situationen. Unverzichtbar im Schiffsführungsprozess ist die Fähigkeit des Nautikers zum „operativen Denken“; das ist der Teil des Entscheidungsprozesses, der sich in spezifischen Situationen von fertigen und allgemein „immer“ funktionierenden Steueralgorithmus lösen kann und in einem aktiven intellektuellen Prozess den der spezifischen Situation entsprechenden neuen Algorithmus für die Gestaltung des Schiffsführungsprozesses findet. Letztlich gehört auch diese Eigenschaft zur „guten Seemannschaft“ der Steuer-, Überwachungs-, Kontroll- und Bedientätigkeiten.

Rückschlüsse aus diesen Zusammenhängen können mit Hilfe arbeitspsychologischer Analysen gezogen werden, die sich mit dem Informationsaustausch in Mensch-Maschine-Systemen befassen und das Ziel haben, die maschinellen Komponenten, also auch Signal- und Datenangebote, entsprechend menschlicher Leistungsmöglichkeiten zu konzipieren und z.B. in integrierten Schiffsführungssystemen umzusetzen.

Der gegenwärtige theoretische Hauptmangel in der „Schiffsführungslehre“ besteht in der unzureichenden Vermittlung der Komplexität und Interaktivität der durch den Nautiker zu steuernden Prozesse. Teilprozessdenken, Subsystembeschreibung und –beherrschung stehen im Mittelpunkt. Heute erfordert die effektive und sichere Beherrschung des Schiffsführungsprozesses zusätzlich eine komplexe Betrachtungsweise und neben der interdisziplinären wissenschaftlichen Arbeit die Existenz einer integrationsfähigen wissenschaftlichen Disziplin mit der Fähigkeit zu strategischen und gestaltungswirksamen Aussagen.

Nicht erst auf der SMM 2010 kann man eine große Begeisterung über technische Entwicklungen in der Schiffsführung beobachten. Wir müssen aber auch feststellen, dass die Qualität der Produkte darunter leidet, dass noch längst nicht alle Möglichkeiten des Menschen ausgeschöpft sind, die Bestandteil des Steuerungsprozesses sind. Nach wie vor gilt :

„Die Maschinen ... können fast Wunder vollbringen, jedoch geht ein großer Teil ihre Effektivität dadurch wieder verloren, weil der Mensch die ihm angebotene Informationsmenge nicht in vollem Umfang wahrnehmen und verarbeiten kann ...“ / 11 /

Ziel der aus der Verarbeitung von Informationen resultierenden Entscheidungen für den Steuerungsprozess ist die zielgerechte Gestaltung des Prozesses, d.h. die Einhaltung der geplanten Kenngrößen für Wirtschaftlichkeit und Sicherheit unter Beachtung und Nutzung der inneren und äußeren Bedingungen der Reise.

Für die Qualität des Entscheidungsvorganges ist es notwendig,

- die Aufmerksamkeit des Nautikers laufend zu aktivieren (s. „situation awareness“), um sein Arbeitsvermögen zu bewahren und Stresssituationen zu vermeiden;
- die Anforderungen an theoretische Kenntnisse, Prozessinformationen, technologische Abläufe und an die psycho-physiologischen Eigenschaften zu kennen;

- die Tätigkeiten des Nautikers nicht zu vereinfachen, um sie nicht zu einfachen Signal – Reaktion – Relationen zu deklassieren.
- mangelhaftes Datenangebot zu vermeiden (situationsunangemessen, zu viel, zu kompliziert, „verrauscht“, fehlende Selektion und Bewertung)

Mängel in der Qualität von Informationsverarbeitungsvorgängen können zu Fehlentscheidungen und Fehlhandlungen führen. Situationsgerechtes Verhalten und Auswahl geeigneter Aktivitäten verlangen eine ständige Überprüfung und Auswertung der angezeigten Signale, Daten und Bilder hinsichtlich ihrer Aussage über die realen Eigenschaften der (künstlich) abgebildeten Umwelt. Die Reduzierung falscher Entscheidungen hängt davon ab, wie gut Informationen bewertet werden und welches Maß an Übereinstimmung zwischen erzieltm Bewertungsergebnis und objektiver Realität erreicht werden kann. Isoliert getroffenen Entscheidungen bergen ein höheres Risiko in sich als bei Ausnutzung eines hohen Verflechtungsgrades bei der Entscheidungsfindung, z.B. durch den Einsatz von menschlichen und technischen Ressourcen auf der Brücke.

Trotz der zu beobachtenden Nachteile des Menschen in der Verarbeitung riesiger Daten- und Signalmengen verfügt er insbesondere in Störfällen über zwei wichtige Eigenschaften, die sein Entscheidungsverhalten prägen :

- er verfügt über eine große Wissensbasis , die prozedurale Anteile (mögliche Operationen, Dynamik der Prozesse) und deklarative Komponenten (Fakten über Objekte und Relationen zwischen ihnen) enthält
- er kann auf allgemeine und spezifische Strategien des Problemlösens zurückgreifen.

Auf diese Weise „ausgerüstet“ kann der Nautiker

- bei nicht vorhergesehenen Situationen durch logisches Schließen angemessen reagieren
- Wissen ansammeln und damit Kenntnisse und Fähigkeiten erweitern
- durch Assoziation Wissen und Strategien kontextabhängig anwenden
- auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen Problemlösungen finden.

Da innere Modelle zur Abbildung der Umwelt vom Nautiker selbst erarbeitet und im praktischen Gebrauch weiterentwickelt werden, wird er durch die Verlagerung von informationsbasierten Entscheidungsakten auf Rechner keinesfalls aus seiner Verantwortung für die wirtschaftliche und sichere Prozessgestaltung entlassen; er bleibt auch in einem integrierten Navigationssystem mit großen Rechneranteilen das Subjekt.

In diesem Zusammenhang darf die Automatisierung der Schiffsführung, wie wir es in den letzten 10 – 15 Jahren beobachten müssen, nicht allein als Entwicklung neuer technischer Systeme und Anlagen aufgefasst werden, sondern sie ist als ganzheitliche Aufgabe zu verstehen, die zur Herausbildung verlässlicher Systeme führen und den Menschen im praktischen Prozess weiterentwickeln muss.

Der Schiffsführungsprozess eignet sich besonders für den Einsatz von **wissensbasierten Systemen**, da er

- einen komplexen Charakter hat,
- ein nichtlineares, zufälliges Verhalten aufweist,
- kein mathematisches Modell für die Beschreibung dieses Prozesses existiert,

- es zu ungenau ist oder der Aufwand, ein solches Modell zu entwickeln, zu groß ist,
- es keine herkömmliche Methode für die Steuerung des Schiffsführungsprozesses in seiner Gesamtheit gibt,
 - das Erfahrungswissen in Form von WENN-DANN- Regeln vorliegt bzw. erarbeitet werden kann

Neben stofflichen und energetischen Prozessen haben sich informationelle Prozesse als eine weitere grundlegende Form der Wechselwirkung materieller Systeme längst durchgesetzt. In der Schiffsführung gilt deshalb,

- die Wechselwirkungen zwischen Ereignissen, Zuständen und Elementen sind prozessorientiert,
- der Ausgangspunkt für die Analyse und Gestaltung ist die vom Prozess zu realisierende Funktion,
- das Konstruktions- und Realisierungsprinzip des integrierten Brückensystems trägt modularen Charakter,
- die technologischen Grundverfahren Gewinnen, Speichern / Lagern, Verarbeiten / Umwandeln und Transportieren / Übertragen gelten auch für die Informationen.

Mit der Automatisierung geht die Veränderung menschlicher Arbeit einher. Individuelle Arbeitsaufgaben, Interaktionen zwischen Mensch und Technik, Arbeits-, Organisations- und Funktionsstrukturen wandelt ihr Gesicht und bestimmen die menschlichen Möglichkeiten, Produktions (Transport)- ziele zu gestalten und zu erreichen.

Die vom Verfasser entwickelte **Lösung** wurde mehrfach in der Fachliteratur vorgestellt (vergl. u.a. HANSA, 135.Jahrgang.- 1998.-Heft 9; 136.Jahrgang.- 1999.-Hefte 11 + 12).

Zwischenzeitlich wurde das Verfahren, nachdem umfangreiche Erfahrungen aus der praktischen Erprobung eines Prototypen in der Praxis (Clubschiff „AIDA“) vorliegen, auf eine andere, sehr effektive mathematische Grundlage gestellt, die Aussagefähigkeit und Praxisnähe verbessern. Weitere Entscheidungshilfen, z.B. die Berücksichtigung der Kollisionsverhütungsregeln unter Berücksichtigung von Transponder- bzw. Radarinformationen sowie die rechnergestützte Ableitung wasserschutzpolizeilicher Maßnahmen und die Bewertung der Kompetenz der Schiffsoffiziere in Abhängigkeit von der Höhe des eingegangenen Risikos an Bord der Schiffe, wurden eingearbeitet.

Diese Lösung kann sehr einfach in bestehende Überwachungs- und Verkehrskontrollsysteme integriert werden kann, ist einmalig auf der Welt und könnte die **Prävention von Hochrisikosituationen** in der Schiffsführung außerordentlich fördern könnte.

Sie verlangt auf der einen Seite den Einsatz hochentwickelter und präziser Sensoren, auf der anderen Seite aber einen völlig neuen Ansatz im Prozessverständnis, seiner Interpretation, Gestaltung und Steuerung. Er verschiebt die bisherigen „diskreten“ bzw. „scharfen“ mathematischen Verfahren und ihren numerischen Darstellungen in den Hintergrund der visuellen Betrachtungen des Operateurs und legt den Schwerpunkt auf die Berechnung und Darstellung komplexer situativer Zusammenhänge.

Er „humanisiert“ Prozessdarstellungen, indem er Zustandsdiagnosen erarbeiten lässt, die mittels „unscharfer“ mathematischer Verfahren und Expertenwissen die „scharfen“ Messwerte zu wiederum genauen Aussagen über die Art und Höhe des aktuellen bzw. zu erwartenden Risikos zulassen.

Grundlage der Lösung sind u.a. folgende Thesen :

1. Die technische Entwicklung hat bei unveränderbarem Gesamtzeitfonds des WO in der Seewache zu einer **Zunahme des Zeitaufwandes für die indirekte Prozessüberwachung** bei gleichzeitiger **Abnahme der verfügbaren Zeit für die direkte Prozessüberwachung** geführt.
2. Die Folge dieser Entwicklung ist ein **erhöhter Zeitaufwand für Dekodierungsleistungen** des WO zur Erkennung und Umsetzung indirekter Signale in handlungsrelevante Informationen und die damit verbundene **Reduzierung der Zeit für die Entscheidungsfindung.**
3. Das angestrebte Ziel, die Entscheidungsfindung selbst zu erleichtern, ist daran gescheitert, dass die Erhöhung der Menge der angebotenen Signale nicht gleichzeitig mit ihrer qualitativen Verbesserung, d.h. mit der Erhöhung ihres handlungsrelevanten Charakters (z.B. durch die Interpretation ihrer Bedeutung) verbunden war. Diese wohl nicht gewollte **Überbetonung der Quantität** hat die Erkennung komplexer Abbilder von Situationen eher verhindert als gefördert. Die sogenannte „**Prozessentfremdung**“ ist die Folge einer solchen Entwicklung. Sie äußert sich u.a. in fehlenden Lerneffekten und in fehlenden „inneren“ Vergleichsvorgängen.
4. Die technische Entwicklung war mit einer Reduzierung der manuellen Prozesseingriffe (siehe u.a. Bahnregelung) und mit einer Erhöhung der rechnergestützten automatischen Prozesseingriffe verbunden. Die damit verbundenen Hoffnungen für die Erhöhung der Sicherheit wurden offensichtlich nicht erfüllt, denn der **Anteil der durch „menschliches Versagen“ verursachten Seeunfälle blieb über Jahrzehnte konstant.**
5. **Nationale und internationale Maßnahmen** zur Regelung, Überwachung und Lenkung des Verkehrs sowie Maßnahmen zur Verbesserung der Ausbildungsqualität haben **nicht dazu beigetragen**, den existierenden **Qualitätsmangel** von bordautonomen Schiffsführungssystemen (als Mensch-Maschine-Systeme in ihrer Gesamtheit) **zu kompensieren.** Das ist eine der wesentlichen Ursachen für die unverändert hohe Fehlerursache „menschliches Versagen“.
6. Die **Anzahl der angebotenen Daten** bzw. Signale hat sich bei konstant gebliebener menschlicher Informationsverarbeitungskapazität **ständig erhöht.**
7. Ab einem Zeitraum in den siebziger Jahren ergeben sich aus den verschiedenen Gründen **Qualitätsunterschiede im Schiffsführungspersonal**, was sich u.a. in Verlusten hinsichtlich der Fähigkeiten, angebotene Daten / Signale in der erforderlichen Zeit vollständig und richtig zu erfassen, auszuwerten, zu selektieren, zu bewerten und in Entscheidungen / Handlungen umzusetzen, äußert.
8. Der eigentliche Vorteil, den Prozess numerisch immer schneller und exakter beschreiben zu können, wird dadurch aufgebraucht, dass der **Mensch diesen Vorteil nicht mehr umzusetzen in der Lage ist.** Trotz hohem gerätetechnischen (und finanziellen) Aufwand, wird der Prozess nicht sicherer und auch nicht wirtschaftlicher.
9. Abhilfe kann nur geschaffen werden, wenn Quantität der Prozessbeschreibung in Qualität, d.h. in bewertete Zustandsdiagnosen, gewandelt wird und damit die Schere zwischen

Datenangebot und menschlicher Leistungsfähigkeit geschlossen werden kann. Hier liegen **die Reserven für intelligenzintensive Bausteine**.

Die Differenz zwischen dem menschlichen Leistungsvermögen in einer bestimmten zeitlich definierten Situation und den situativen Anforderungen kann durch maschinell verfügbare und aktivierbare spezifische „Wissens-Erfahrungs-Reserven“ aufgefüllt wird.

Was wird aus vorhandenen innovativen Lösungen ?

Am 19.Mai 1997 erhielt das Verfahren „*for a highly commended contribution to Innovation* ...“ während des Seatrade Awards Ceremony Dinner in Guildhall, City of London, einen „**Ehren-Oscar**“.

Im Juni 1997 wurde über die Preisverleihung in der Presse berichtet : „*Aus 18 Nationen aller Kontinente hatten 83 Unternehmen maritimer Hochtechnologie ... ihre Spitzenentwicklungen für die „Seatrade Awards 1997“ eingereicht. ... Eine Weltneuheit ! Ein 'Frühwarnsystem' der High-Tech-Lösung, das auf Gefahren und Risiken bei der Schiffsführung aufmerksam macht.*“

Am 24. Oktober 1997 erhielt dieses Frühwarnsystem den „**Technologiepreis 2. Stufe**“ des Landes Mecklenburg-Vorpommern.

Das "National Transportation Safety Board" (NTSB, Washington,D.C.) hat auf der Grundlage von Untersuchungen zahlreicher Grundberührungen und Kollisionen festgestellt,

"that accidents occurred because bridge watchstanders had lost track of what was going on around and ahead of them and because they failed to recognize the importance of events and circumstances in time to prevent the accident."

Und weiter heißt es :

"However, identifying an error chain does not, in and of itself, eliminate the possibility of an accident occurring, it is, however, a warning to the members of the bridge watch that immediate action may be required... The key to successful error trapping is the alertness of crewmembers (watchstanders) to clues indicating that an error chain is developing so that strategies for breaking the chain can formulated and implemented in a timely manner...."

Commander D.Rome, U.S. Coast Guard, Alaska Oil Spill Commission, fügte hinzu :

„The best way to keep oil from becoming a problem is to keep in the ship, because historically ... we can clean up a very little of the oil. So I guess prevention is one of the things that we certainly would look out at as the strongest avenue to avoid having a catastrophe.“

Was wird nun aus dem „**highly commended contribution to Innovation**“ , einer technologischen Spitzenleistung aus Mecklenburg-Vorpommern ?

Drei oder vier Jahre sind heute eine lange Zeit für die Überführung von Spitzenleistungen. Die Japaner schlafen nicht, wie u.a. die Veröffentlichung „*Evaluation Method of Ship-handling Difficulty for Navigation in Restricted and Congested Waterways*“ von Kinzo Inoue von der Kobe University of Mercantile Marine (The Journal of Navigation.- Volume 53.- Number 1, January 2000. Cambridge University Press) zeigt.

Das Unglück der „EXXON VALDEZ“ vor der Küste Alaskas kostete **4 Mrd. Dollar** und hat zu irreversiblen Schäden an der Natur geführt.

Nur 0.0025 % der Schadenssumme würden reichen, um erste Anfangshürden zu überwinden und das Verfahren in einer Verkehrsleitzentrale bzw. auf Schiffen einzuführen ! Die Prävention von Hochrisikolagen in der Schiffsführung vor den Küsten aller Staaten, nicht nur vor der deutschen Küste, ist und bleibt die billigste Investition für den maritimen Umweltschutz !

Kompetenz bedeutet Sachverstand.

„**Kompetenz lässt sich als eine Fähigkeit definieren, ein komplexes Bedürfnis zu befriedigen oder eine komplexe Tätigkeit auszuführen bzw. eine komplexe Aufgabe zu bewältigen.**“ (<http://wiki.bildungsserver.de/index.php/Kompetenz>)

Wenn Kompetenzen, wie in dieser Definition, als komplexe Gebilde angesehen werden, sind sie nicht am Input einzelner Ressourcen, sondern nur am Output, also z. B. an der mehr oder weniger erfolgreichen Problemlösung zu erkennen.

Unter „**Schiffsführungskompetenz**“ versteht man die Fähigkeit, den komplexen Prozess der Steuerung der Bewegung des Schiffes (im umfassenden und kybernetischen Sinn : „die Zustandsänderungen über die Zeit“) während einer vorgegebenen Zeitdauer und in einem vorgegebenen Raum nach den Kriterien guter Seemannschaft zu führen und dabei vorgegebene Zielparameter für Wirtschaftlichkeit und Sicherheit einzelner Aufgaben bzw. partieller Prozesse spezifisch als auch in ihrer Gesamtheit zu erfüllen.

Dabei sind der Charakter und die Wirkungsart und -tiefe personeller Ressourcen und technischer Mittel, die organisationellen Bedingungen des Seetransportes sowie die umgebungs- und funktionsbedingten Beanspruchungen zu berücksichtigen. Alle Ressourcen der Prozessführung auf See sind so einzusetzen, dass auch bei der Zunahme von Komplexität, Kompliziertheit und Dynamik von Ereignissen, Ereignisfolgen bzw. Situationen die Stabilität des System gewährleistet bleibt.

Zur **Situationserkennung und -bewertung** und die **Vorausschau möglicher Entwicklungen** wird die Gesamtheit von Prinzipien, Verfahren und Methoden zur Aufnahme, Verarbeitung, Speicherung und Weitergabe von Informationen zwischen den für die Prozesssteuerung notwendigen Elementen in ihrer Art und Weise, zweckmäßigen Auswahl und rationellsten Kombination angewendet. Im Ergebnis dieser **Informationsverarbeitung** entstehen Abbildungen der realen Situation, die mit den individuellen Vorstellungen über den angestrebten Prozesszustand (der „guten Seemannschaft“) verglichen werden. Abweichungen vom Sollzustand können so erkannt und die Art und der Zeitpunkt möglicher Handlungen (Prozesseingriffe) nach der Art und Höhe dieser Abweichungen priorisiert

(Problemerkennung und -lösung) werden. Die Kompetenz bezieht sich immer auf ein **konkretes Problem** bzw. eine **spezifische Aufgabenstellung**.

Dabei fasst man „Kompetenz“ als Einheit ihrer vier Bestandteile Fach- und Methodenkompetenz, personale Kompetenz, sozial-kommunikative Kompetenz und Handlungs- oder Aktivitätskompetenz auf und trägt damit den komplexen Tätigkeitsmerkmalen des Nautikers im Schiffsführungsprozess Rechnung.

Die Kompetenz bezieht sich immer auf ein konkretes Problem bzw. eine spezifische Aufgabenstellung, die durch technische und nichttechnische Parameter beschrieben wird und kann nur auf der Grundlage von Prozessergebnissen bewertet werden. Dabei gilt :

- Sicherheit und Wirtschaftlichkeit sind Prozessziele in der Führung eines Schiffes über See.
- Das Erreichen dieser Ziele ist von der Qualität der Steueroperationen abhängig.
- Art und Zeitpunkt der Steueroperationen werden wesentlich durch die Art und Höhe des Risikos bestimmt.
- Risikoart und -höhe werden durch die Menge, die Qualität und das zeitliche Auftreten von Störungen charakterisiert.
- Störungen präsentieren sich in Form von Wirkungen auf den Schiffsführungsprozess und können durch Daten / Signale dargestellt und aufgezeichnet werden.

Über die Steuerung / Veränderung von Eingangsdaten werden in allen Teilprozessen der Schiffsführung detaillierte Situationsfolgen erzeugt, die sich in unterschiedlichen Risikoarten und -höhen äußern. Auf diese Weise sind, gemessen an der Erkennung und Bewältigung – dem Management - von Risiken / Gefahren, spezifische Schlussfolgerungen auf die Kompetenz der Operateure zu ziehen.

Voraussetzungen dafür sind u.a. :

- eine klare und abgegrenzte Prozessstruktur,
- die Definition der den Prozess kennzeichnenden Eingangsgrößen,
- eine quantifizierbare Aufgabenstellung für jeden partiellen Prozess und
- die Messbarkeit der Prozesszustände hinsichtlich des Erfüllungsgrades der geplanten qualitativen Merkmale.

Allgemeingültiges Prozessergebnis in der Schiffsführung ist die sichere und wirtschaftliche Ortsveränderung.

Die geplante „Prozessgüte“ ist abhängig von allgemeingültigen Regeln **guter Seemannschaft**, ergänzt oder spezifiziert durch Vorgaben des Reeders oder des Kapitäns, die Lehrmeinung für den Trainingsinhalt an einem Schiffsführungssimulator oder / und die Zertifizierung von Trainingsabläufen.

Gute Seemannschaft

„**Gute Seemannschaft**“ ist die **Fähigkeit** eines Kapitäns, ein Schiff anforderungsgerecht unter gegebenen Realisierungsbedingungen wirtschaftlich und sicher über See zu führen.

Einige Definitionen lauten :

„Any precaution which may be required by the ordinary practice of seamen.“

(<http://www.answers.com/topic/good-seamanship>)

„Skill in navigating or managing a boat or ship.“

(<http://www.answers.com/topic/seamanship>)

„...the skill, techniques, or practice of handling a ship or boat at sea.“

(U.S. Military Dictionary)

“Seamanship—General word for the arts and skills associated with handling a boat, especially with handling her efficiently and well. Good seaman-ship embodies thorough knowledge, and intelligent application, of all the principles of operating a boat away from her pier or mooring—getting underway, safety practices, piloting, maneuvering in difficult situations, avoidance of hazards, and so on—plus the constant exercise of prudence, good judgment, and consideration toward others.

... There is much more, of course. So many disciplines are involved in boating, from aerodynamics and celestial navigation to meteorology and plumbing, that perfection in all is practically impossible. Nevertheless, the best skippers have a good working knowledge of all these disciplines, and know where to look or whom to ask for more information when it's needed. Incidentally, the highest order of seamanship is practiced by sailors who know what to do after things have gone wrong. They have anticipated possible trouble, and have given thought to how to handle it. And good seamanship doesn't end with handling your own boat. Knowing how other vessels react in certain situations may be just as important in avoiding collisions and making prudent decisions. Good seamanship starts in port, with detailed preparation and careful checks—and it never ends.“ (The Complete Boating Encyclopedia)

„Seamanship is the art of operating a ship or boat. ...

... It involves a knowledge of a variety of topics and development of specialised skills including: navigation and international maritime law; weather, meteorology and forecasting; watchstanding; ship-handling and small boat handling; operation of deck equipment, anchors and cables; ropework and line handling; communications; sailing; engines; execution of evolutions such as towing; cargo handling equipment, dangerous cargoes and cargo storage; dealing with emergencies; survival at sea and search and rescue; fire fighting.

The degree of knowledge needed within these areas is dependent upon the nature of the work and the type of vessel employed by a mariner. However, the practice of good seamanship should be the goal of all.“ (Wikipedia)

Übersetzungen des Begriffes aus der englischen Sprache in andere Sprachen zeigen u.a. die Betonung auf „Kunst“.

Dansk (Danish) sømandsskab

Nederlands (Dutch) stuurmanskunst, zeevaartkunde

Français (French) art de la navigation, capacités de navigateur

Deutsch (German) Seemannskunst

Italiano (Italian) arte della navigazione, capacità di manovra nautica

In einer anderen Quelle wird gefragt : „What is the difference between a good seaman or ship's officer and a merely competent one?“

Und die Antwort lautet : die Fähigkeit zur Voraussicht

„... *The 1961 edition of the Navy's Watch Officer's Guide does it with a single word - forehandedness. According to the Guide, while a good officer is technically competent, vigilant and has good judgment the superior officer has the faculty of forehandedness. ... When I think about it all well run vessels have this in common, the crew is trained, procedures are in place, tools and materials are on hand before they are needed – forehandedness.*“ (<http://kennebeccaptain.blogspot.com/2008/05/good-seamanship-summed-up-in-one-word.html>)

DIESTEL (Kompendium on Seamanship & Sea Accidents (2005) Seehafen Verlag GmbH, S. 16) fragt in seinem Buch : „*Could James Cook have carried out his voyages without seamanship ?*“ und zieht wenig später die Schlussfolgerung : „*Therefore the sailors should concentrate on the roles of good seamanship, which developed over the centuries and which are still base of the safety of the ship, the crew and the cargo **independent of all modern gadgets.***“

Das ist eine unwissenschaftliche und zugleich praxisferne These, die, begleitet durch viele Nuancen der gesellschaftlichen, technischen, personellen, rechtlichen und organisationellen Entwicklung zu einem Stillstand in der Gestaltung der Mensch-Technik-Umwelt-Beziehungen auf dem Gebiet der Schiffsführung führt und der nachfolgenden Generation von Nautikern die Chancen der Selbstbestimmung in ihrem Beruf nimmt. Das sind keine „modern gadgets“ !

Immer ist die **gute Seemannschaft**, ob nun ein Einbaum, ein Segelschiff oder ein Containerfrachter zu führen war bzw. ist, das qualitative Ziel, die daraus abgeleitete Aufgabe und zugleich das möglichst beste Resultat der (auch vorausschauenden) Gestaltung des Verhältnisses zwischen dem Anzustrebendem und dem Tatsächlichen, zwischen dem Ideal und der Wirklichkeit. Diese Interpretation hat historischen Bestand. Sie ist frei von jeder Selbstüberschätzung, da sie es vermeidet, den Menschen über die Natur zu erheben und ihn hingegen als Bestandteil eines Gestaltungsprozesses auffasst. Die Ausgestaltung des Verhältnisses zwischen einer hohen Qualität von Wirtschaftlichkeit und Sicherheit der Schiffsführung und ihren möglichen Realisierungsbedingungen ist ein immer wieder neuer Prozess der schöpferischen Auseinandersetzung des Menschen mit der Natur, Technik und Gesellschaft. Die Qualität des Verhältnisses ist zugleich das Maß der guten Seemannschaft, an dem sich alle Bestandteile eines Schiffsführungssystems zu messen haben und an dem sich der Erfüllungsgrad der spezifischen Aufgaben zeigt. Es ist schon längst an der Zeit, auf die Veränderungen im Charakter der Tätigkeit des Nautikers auf der Brücke zu reagieren, eine breite Diskussion auf den Gebieten der anforderungsgerechten Bildung und der weitsichtigen Profilierung der Forschung und Entwicklung zu beginnen.

Der Verfasser formulierte im Jahre 1980 / 14/ :

„Die Begriffe **Seemannsbrauch oder gute seemännische Schiffsführung** haben eine lange Tradition und sind eng an die Entwicklung der Seefahrt gebunden, da die Weitergabe von Wissen, Erfahrungen, Fertigkeiten und Verhaltensnormen über viele Generationen eine der Quellen des Fortschritts in der Geschichte der Seefahrt ... ist.

Von ‘guter seemännischer Schiffsführung’ kann man immer dann sprechen, wenn das Wechselverhältnis zwischen Mensch-Technik-Umwelt bei der Führung eines Schiffes über See optimal beherrscht wird. Das galt für die Zeit der Segelschiffahrt und gilt auch heute und in Zukunft für die Zeit der Automatisierung von Schiffsführung und Schiffsmaschinenbetrieb.

Der ‘Seemannsbrauch’ als Einheit von Bildung, Qualifikation, Verantwortungsbewusstsein, Erfahrungen, Fähigkeiten, Fertigkeiten u.a. gewinnt allerdings unter den Bedingungen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts dahingehend einen qualitativ neuen Wert, da er sich zunehmend über die Beschaffenheit und rationelle Nutzung der Schiffsführungstechnik realisiert. Durch die Zunahme der Komplexität und Kompliziertheit technischer und technologischer Prozesse bei der Führung eines Schiffes über See, durch die Zusammenführung von Arbeits- und Handlungsoperationen verringert sich die Anschaulichkeit, wird die unmittelbare sinnliche Wahrnehmung eingeschränkt, erfolgen die Steuerung und Regelung von Prozessen zunehmend über Signale, Stellglieder usw.

Diese Entwicklung bedingt höhere Anforderungen an die Beherrschbarkeit der theoretischen Grundlagen komplexer technologischer Prozesse, da ihre tatsächliche Wirkungsweise nur zu verstehen ist, wenn der nautische Schiffsoffizier über ein theoretisches Modell der Prozessabläufe verfügt, sich seiner Stellung im System Mensch-Technik-Umwelt und der in diesem System ablaufenden Wechselbeziehungen bewusst ist.“ /14/

9 Die „d- BRIDGE“ – Zentrum eines aufgabenorientierten ganzheitlichen Systems der Schiffsführung

(Ein Beitrag für die Umsetzung der IMO / IALA – Strategie „e-navigation“)

(Dependable Bridge – center of a task-oriented integrated system of ship operation)

Diethard Kersandt

Einführung und Anliegen

Das Maritime Safety Committee (MSC) hat auf seiner 81. Session beschlossen, in den Arbeitsprogrammen der NAV and COMSAR Sub-Committees bis zum Jahre 2008 eine “e-navigation” – Strategie erarbeiten zu lassen. Als Arbeitsdefinition für diesen neuen Begriff wird folgende Definition verwendet :

"E-navigation is the harmonized creation, collection, integration, exchange and presentation of maritime information on board and ashore by electronic means to enhance berth-to-berth navigation and related services, for safety and security at sea and protection of the marine environment."

(http://www.imo.org/About/mainframe.asp?topic_id=1534&doc_id=8438
IALA E-Navigation Seminar)

Das Ziel der neuen Strategie besteht darin, „...to integrate existing and new navigational tools, in particular electronic tools, in an all-embracing system that will contribute to enhanced navigational safety (with all the positive repercussions this will have on maritime safety overall and environmental protection) while simultaneously reducing the burden on the navigator.“ Es wird davon ausgegangen, dass die Basistechnologie dieser innovativen Entwicklungsstufe bereits vorhanden sei und die Herausforderung darin bestehe, die Verfügbarkeit aller anderen Systemkomponenten zu gewährleisten, „...including electronic navigational charts, and in using it effectively in order to simplify, to the benefit of the mariner, the display of the occasional local navigational environment.“

(http://194.196.162.45/Safety/mainframe.asp?topic_id=1369)

Zur Eröffnung eines IALA- Seminars über die e-navigation bestätigte der Generalsekretär der IMO , Herr *Efthimios E. Mitropoulos*, am 2.Juli 2007 diese Einschätzung :

“... The imperative to evolve a radical new approach to the traditional art and science of navigation is growing. Most of the fundamental elements for such a change exist. The challenge now is how we combine and integrate them into systems that will have a significant beneficial effect far into the future.”

Die IMO geht davon aus, dass in absehbarer Zukunft der Mensch mit allen seinen Schwächen das Schlüsselement in jedem integrierten und aufeinander ange-stimmten elektronischen Navigationskonzept bleiben wird.

Ein integriertes Navigationssystem muss stets ein System zur Entscheidungsunterstützung sein.

“... it should be able to relieve the officer of the watch from some of the burdens of watchkeeping while also being 'intelligent' enough to filter out some of the less crucial information; but, under no circumstances, should it ever draw the navigator into a false sense of security or induce overreliance on the information presented. ...

... The system should never reduce the navigator to the role of mindless equipment monitor. Instead, it should be designed to provide optimum support and information to enable appropriate and timely navigational and anti-collision decision-making ,in accordance with good seamanship. .”

(http://www.imo.org/About/mainframe.asp?topic_id=1534&doc_id=8438
IALA E-Navigation Seminar)

Ausgangssituation, Bedingungen und Zielen soll nicht widersprochen werden. Sie wurden von vielen Autoren seit Jahren als Schwerpunkte für manche kritische Betrachtung von Integrierten Navigationssystemen herausgearbeitet und in Fachbeiträgen dargestellt (z.B. /33/, /34/, /35/). Aus dieser Sicht erscheint die Initiative der IMO / IALA als eine wichtige, höchst aktuelle und entscheidende Weichenstellung für die Entwicklung von integrierten Schiffsführungssystemen mit neuen qualitativen Merkmalen.

Im Zusammenhang mit der IALA-Initiative schlägt der Verfasser noch in der Phase der Strategiediskussion vor, die Gestaltung einer Schiffsbrücke in die detaillierten Aufgabenstellungen aufzunehmen.

Die strategische Linie könnte die Bezeichnung „**d-Bridge**“ tragen und als **Zentrum eines aufgabenorientierten ganzheitlichen System der Schiffsführung** seine qualitative Zielrichtung haben.

Die Abkürzung „**d**“ soll hier für „**dependable**“ stehen – die verlässliche **Brücke**.

Aktueller Stand

Die Gestaltung von Schiffsbrücken hat erfreuliche Fortschritte gemacht. Alle bedeutenden Hersteller berücksichtigen mit zunehmendem Gewicht die Besonderheiten des „human element“, obwohl spezifische Lösungen, z.B. durch Datenreduktion und aufgabenorientierte

Prozessdiagnose (s. NARIDAS ; / 35 /), noch sehr selten sind und bisher umfassend erst auf einem Schiffsführungsimulator erprobt und evaluiert wurden. Die Einheit von technischen Lösungen, menschlichen Leistungseigenschaften und der Spezifik maritimer Prozesse steht immer mehr im Mittelpunkt der Systemkonzepte. Das betrifft die physische Gestaltung von Geräten und die Bereitstellung humanorientierter Softwarelösungen genauso wie Berücksichtigung kognitiver Elemente in der Arbeitstätigkeit der Bediener / Operateure, die Beachtung von situationsspezifischen Prozessbedingungen (z.B. Betriebszustände), die Besonderheiten der natürlichen maritimen Umwelt und die organisationale Einbindung einer Schiffseinheit in internationale Transportabläufe. Dieser grundsätzliche qualitative Wandel in der Gestaltung von Schiffsbrücken entspricht der Entwicklung von Prozessleitsystemen in anderen Verkehrsbereichen (Luftverkehr, Kraftverkehr). Immer stärker wird dort von „ganzheitlichen“ Lösungsansätzen gesprochen und in diesem Zusammenhang der Begriff „Verlässlichkeit“ für die Qualität eines ganzheitlichen sozio-technischen Systems verwendet.

Der Begriff „**Verlässlichkeit**“ dient als Synonym für *Zuverlässigkeit* (einschließlich Verfügbarkeit) und *Sicherheit*. Er bringt die außerordentlich enge Verflechtung zwischen Mensch, Technik und Prozess zum Ausdruck und könnte allein aus dieser Sicht als „Zielmarke“ beim Entwurf und im Betrieb von maritimen Prozessüberwachungs- und steuerungssystemen dienen.

Im maritimen Sprachgebrauch wird man diesen Begriff bisher nicht finden, und auch Bezeichnungen wie „aufgabenorientiert“ oder „aufgabenabhängig“ sind noch sehr selten, während von „Integration“ und „integrierten“ Systemen schon lange gesprochen wird. Allerdings wurde darunter fast ausschließlich eine funktionell-technische Zusammenführung von Daten, Signalen, Informationen und ihre Darstellung verstanden und nicht ein „ganzheitliches“ System mit den angeführten Komponenten.

Der vorliegende praktische Erfahrungshorizont der traditionellen Schiffsführung reicht heute nicht mehr aus, Systeme zu entwickeln, die ganzheitlichen Anforderungen genügen. Dazu müssen die Kenntnisse aus anderen wissenschaftlichen Disziplinen, z.B. der Ingenieurpsychologie, der Kognitionswissenschaften, der Arbeitswissenschaften berücksichtigt werden.

Diese Erkenntnisse werden u.a. in dem bis 2008 laufenden Forschungsprojekt „Verbesserung der kognitiv-handlungsregulatorischen Funktionalität von Schiffsbrücken: Analyse, Modellierung und Simulation, Designempfehlungen“, ein Verbundvorhaben von wissenschaftlichen Einrichtungen, Herstellern und Werften der Bundesrepublik Deutschland, angesprochen.

Als Vorhabenziel wird genannt :

„Die gegenwärtig gebauten Schiffsbrücken berücksichtigen kognitiv-handlungspsychologische Aspekte unzureichend. Das Vorhaben soll Wissen über Prozesse der Informationsverarbeitung und Handlungsregulation des Brückenpersonals generieren, welches eine benutzergerechte Informationsstrukturierung, Brückenarchitektur und Arbeitsgestaltung ermöglicht. Ziel ist eine Reduktion der Arbeitsbelastung der Navigatoren bei gleichzeitiger Minimierung des Fehlerrisikos.“

(http://www.uni-bamberg.de/huwi/faecher/psychologie/iftp/forschung_projekte/dgon_bridge/)

Warum eine „d-BRIDGE“ ?

Die technische Entwicklung hat bei unveränderbarem Gesamtzeitfonds des Nautikers in der Seewache zu einer Zunahme des Zeitaufwandes für die indirekte Prozessüberwachung bei gleichzeitiger Abnahme der verfügbaren Zeit für die direkte Prozessüberwachung geführt. Mit anderen Worten : Nautiker führen das Schiff zunehmend auf der Grundlage von künstlichen Abbildern (z.B. Displays) und weniger über die Wahrnehmung der realen Natur.

Die Entwicklung äußert sich in einem erhöhten Zeitbedarf für Dekodierungsleistungen des Menschen zur Erkennung und Umsetzung von Messdaten in handlungsrelevante Informationen. Gleichzeitig verringert sich die Zeit für die Entscheidungsfindung. Wichtige Rückkopplungsmechanismen sind entfallen; der Mensch hat sich vom Prozess gelöst, hat seine engen Bindungen verloren und sie noch nicht durch eine neue Qualität der Einbeziehung in eine ganzheitliche Systemgestaltung ersetzen können. **Er ist zum „Bediener“ geworden, nicht zum Gestalter.**

Das nicht selten in Prospekten verkündete Ziel, die Entscheidungsfindung zu erleichtern und die Systeme effektiver und sicherer zu machen, ist daran gescheitert, dass die Erhöhung der Menge der angebotenen Signale nicht gleichzeitig mit ihrer qualitativen Verbesserung, d.h. mit der Erhöhung ihres handlungsrelevanten Charakters (z.B. durch die Interpretation ihrer Bedeutung) verbunden war. Diese Überbetonung der Quantität hat die Erkennung komplexer Abbilder von Situationen eher verhindert als gefördert.

Die sogenannte „Prozessentfremdung“ war die Folge einer solchen Entwicklung. Der Anteil der durch „menschliches Versagen“ verursachten Seeunfälle blieb über Jahrzehnte konstant.

Der eigentliche Vorteil, den Prozess numerisch immer schneller und exakter beschreiben zu können, wurde dadurch aufgebraucht, dass der Mensch diesen Vorteil nicht mehr umzusetzen in der Lage war. Die Ursachen für Konflikte in der Prozessführung kennen wir nur oberflächlich oder übersehen sie, da wir nur sehr unvollkommene und veraltete Methoden der Prozessanalyse für Problemlösungsprozesse oder der Untersuchung des Informationsmangels anwenden und mit ihnen an der Aufdeckung der wahren Ursachen für Fehlhandlungen bzw. Handlungsmängel an Bord vorbeigehen.

Trotz hohen gerätechnischen (und finanziellen) Aufwandes, wurde die Schiffsführung nicht sicherer und auch nicht wirtschaftlicher. Eine mit neuen Entwicklungsprojekten einhergehende Lösung könnte darin bestehen, die Schere zwischen Datenangebot und menschlicher Leistungsfähigkeit zu schließen und die Vielzahl der Daten zu bewerten Aussagen im Sinne einer Zustandsdiagnose zusammenzufassen. Hier liegen die Reserven für intelligenzintensive Bausteine und neue Gestaltungs-konzepte.

Gegenwärtige technische Einzelsysteme (z.B. Radar / ARPA, ECDIS, Conning Display, Multifunktionsdisplay) bilden den Schiffsführungsprozess mittels integrativer **technisch-funktionaler** Lösungen ab aber sie bewerten ihn nicht, erklären dem Nutzer nicht die Bedeutung von abgebildeten Datenpaketen. Der zu steuernde Prozess erscheint undurchsichtig, verflochten, zufällig, kurz : immer komplexer und weniger beherrschbar.

Dabei wird eine hohe Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Sensorebene angestrebt und angenommen, dass der Operateur die sich immer mehr erweiternde Datendichte in der spezifisch verfügbaren Zeit beherrscht und zu einem situationsgerechten Abbild der Realität verarbeiten kann.

Das Vorhandensein und die Güte eines Vergleichsmodells, das die Grundlage für das Erkennen von Abweichungen zwischen Ist- und Sollzuständen bildet und für die Handlungsregulation verantwortlich ist, wird als Bedingung für die Handhabung des Systems durch den Nautiker vorausgesetzt.

Durch bessere ergonomische Lösungen, durch noch präzisere Messtechnik, bessere Verfahren und grafischen Darstellungen, auch durch bessere Ausbildung und vermehrtes Training ist das Problem allein nicht zu lösen, sondern nur zeitweise (bis zum nächsten Unfall mit

„menschlichem Versagen“) zu unterdrücken. Deshalb ist es richtig, wenn sich neuere Forschungsvorhaben mit den Fragen der Verdichtung von Datenmengen und mit der Erweiterung der Informationsverarbeitung von der Erfassung auf die Klärung der Bedeutung von Informationen befassen (s.a. / 33 / und / 35 /).

Die Komplexität eines Prozesses kann kaum verändert werden, wohl aber die Art und der Inhalt seiner Dartsellung.

Die Möglichkeiten der Rechentechnik führten schnell zu einer unkontrollierten Ansammlung von Messdaten, so dass allein daraus die Zunahme der Komplexität erwuchs. Die Komplexität „explodierte“, der Prozess selbst, das Führen eines Schiffes über See, veränderte seinen Charakter kaum.

Im Zusammenhang mit dieser kritischen Wertung muss aber auch festgestellt werden, dass neue Konzepte, auch das einer „d-BRIDGE“, nur aus den Ergebnissen, Erfolgen und Schwächen vergangener technisch-funktioneller Lösungen erwachsen können und ohne diese nicht denkbar wären. Diese Entwicklungsetappe war notwendig, vieles kann übernommen werden, aber nun ist sie vorbei und wird gesetzmäßig durch eine neue Generation abgelöst : aufgabenorientierte ganzheitliche Systeme.

Was ist „Verlässlichkeit“, was bedeutet „Gesamtheit“ ?

Verlässlichkeit ist ein qualitativer Begriff („dependability“) zur Charakterisierung der anforderungsgerechten Zielerreichung eines Mensch-Maschine-Systems in seiner Gesamtheit (Zusammenwirken aller beteiligten Systeme : Individuen, Gruppen, Organisationen, Organisationsumwelt und Technik) (vergl. TIMPE / 36 /und / 37/) .

Die Erreichung des Zieles ist also nicht von dem einen oder anderen Systembestandteil (z.B. integriertes Navigationssystem oder Nautiker) abhängig, sondern vom aufgabenorientierten Zusammenwirken aller Systemkomponenten.

Während man „Zuverlässigkeit“ und „Sicherheit“ definieren und berechnen kann, ist der Begriff *Verlässlichkeit* zur Beschreibung eines komplexen Systemzustandes schwer zu operationalisieren. Über die Definition, Gestaltung und Überwachung qualitativer Prozessparameter (z.B. bestimmt durch die „gute Seemannschaft“) für in der Schiffsführung zu lösende Aufgaben ist ein Weg gegeben.

Zur **Gesamtheit** eines “Aufgabenorientierten ganzheitlichen Systems der Schiffs-führung“ gehören Individuen (Nautiker), Gruppen (Art, Anzahl und Qualität der Brücken-besetzung), Organisationen (Reeder, Behörden, Leitstellen), Organisationsumwelt (Regularien, Gesetze, Ordnungen), natürliche Umwelt (See, Land, Wetter) und Technik (technische Brückensysteme), die unter sich interaktiv wirken, auf Anforderungen reagieren und gewollte Wirkungen planen und gestalten.

Der Begriff „Verlässlichkeit“ beschreibt eben dieses sinnvolle, ganzheitliche und zielgerichtete Zusammenwirken aller Subsysteme mit den anforderungs- und aufgabenspezifischen und variablen Qualitätsmerkmalen „Sicherheit“ und „Wirtschaftlichkeit“, deren Höhe berechnet und deren Erfüllungsgrad kontrolliert werden können (s. qualitative Prozesskenngröße „Höhe der Gefahr“ in Bezug auf die Differenz zwischen Istzustand und Zielvorgabe).

Elemente der Verlässlichkeit (vergl. / 36 /) und damit einer “Verlässlichen Schiffsbrücke“ als Zentrum des „aufgabenorientierten ganzheitlichen Systems der Schiffsführung“ bilden :

- die Funktionalität
- die Autorität des Menschen
- die Kompetenz und
- Lernprozesse des Menschen.

Funktionalität :

Das “Task-Oriented Integrated System“ und alle seine Subsysteme sind in der Lage, den vorgesehen Verwendungszweck zu erfüllen. In diese Funktionalität sind die Zuverlässigkeit und Beherrschbarkeit der technischen Systeme eingeschlossen (s.a. Hard- und Softwareergonomie, Bedienbarkeit, Nutzerschnittstellen, Benutzbarkeit z.B. nach DIN ISO 9126, Usability nach ISO 9241).

Autorität des Menschen :

Der Charakter des Schiffsführungsprozesses schließt ein, dass der Nautiker unvorhersehbare, oft zufällig aufeinandertreffende Ereignisse erkennen und bisher unbekannt Situationen, für die es noch keine verfahrenstechnisch vorgesehenen Abläufe gibt, beherrschen kann. Das technische System allein kann nicht jede mögliche Verkettung erkennen und situativ bewerten. Dafür behält der Nautiker die Verantwortung und Autorität. Unvorhersehbare Situationen erfordern in besonderer Weise eine flexible, anforderungs- und aufgabenbezogene, problemorientierte und –lösende Verarbeitung des Wissens. Sind diese Eigenschaften vorhanden, kommt es seltener zu einer mangelhaften „*situation awareness*“.

Kompetenz des Menschen : Seine Stellung und Verantwortung, seine Autorität, in der Schiffsführung kann der Nautiker nur ausfüllen, wenn er über die erforderliche Kompetenz verfügt, die in der Regel in seiner Qualifikation zum Ausdruck gebracht wird. Es wird zwischen der epistischen und der heuristischen Kompetenz unterschieden. Während erstere auf dem Wissen basiert, das zur Lösung spezifischer Aufgaben benötigt wird (z.B. Auswertung der Radaranzeigen, Kenntnis der Kollisionsverhütungsregeln und der Manöviereigenschaften), bezieht sich die heuristische Kompetenz auf Methoden zur Erschließung neuen Wissens für die Bewältigung bisher unbekannter Situationen (Manövrieren unter bisher nicht erlebten äußeren Bedingungen oder einer bisher unbekannt Kombination von Bedingungen). Kompetenz wird in der Ausbildung, im Training und in der Praxis erworben.

Lernprozesse des Menschen : Die in der praktischen Schiffsführung gemachten, bemerkten und „erlebten“ Fehler haben den größten Lerneffekt. Nach dem bisherigen Verständnis von Handlungsfehlern (die im allgemeinen mit dem Eintritt unerwünschter Ereignisse verbunden werden), widerspricht es allerdings den Vorstellungen der Hersteller, der Reeder, der Versicherungsgesellschaften und wohl auch der Nautiker in der Seewache, Handlungsfehler als Quelle neuer Erkenntnisse zuzulassen. Gerade das Gegenteil wird angestrebt.

Neues Wissen und neue Erfahrungen können aber nur gewonnen werden, wenn Widersprüche zwischen den Handlungen des Nautikers und den Situationen auftreten.

In Bezug auf die Verlässlichkeit einer „d-BRIDGE“ in ihrer Gesamtheit muss ihre Fehlerfreundlichkeit ein Bestandteil der Gestaltung sein. Es kommt also in erster Linie nicht darauf an, Fehler gänzlich zu vermeiden, sondern ihre negativen Wirkungen zu verhindern (aus Fehlern lernen).

Diese Forderung stellt an die **Rückkopplungseigenschaften** eines Systems hohe Ansprüche. Unterstützungssysteme mit nahezu online-fähiger Bewertung der Wirkungen von Handlungen

des Nautikers erscheinen hier als eine wertvolle Hilfe und müssen zum Bestandteil integrierter Systeme werden.

Der neue Charakter des Schiffsführungsprozesses und die „d-BRIDGE“

Eine „dependable bridge“ muss dem Charakter des Prozesses entsprechen.

Der Tätigkeitscharakter des Nautikers in der Schiffsführung wird durch Steuerungs-, Überwachungs- und Kontrollaufgaben bestimmt, die sich vor allem auf die Aufgabenerfüllung in den partiellen Prozessen beziehen.

Die **Schiffsführung** ist ihrem Wesen nach eine **wirtschaftszweiggebundene** (Seetransport), **spezielle Technologie**, da sie sich mit dem Gang und der Folge von Operationen befasst, die für die sichere und wirtschaftliche Führung eines Schiffes über See (Zustandsänderungen) erforderlich sind. Sie ist damit wirtschaftlichen, rechtlichen, sozialen, sicherheitsspezifischen und umweltbezogenen Zielen und Bedingungen untergeordnet und in der Lage, die Qualität des Seetransportes sowie die Gestaltung von Schiffsführungstechnik zu verbessern.

Schiffsführung findet in einem „**Mensch – Maschine (Schiff) – Umwelt – System**“ (M-M-U – System) statt. Sie ist als ein rückgekoppeltes System zu verstehen, in dem Menschen entsprechend ihrer organisatorischen Einbindung, ihrer Aufgabe und deren Zielstellung sowie der Rückmeldungen über Prozesszustand und Umwelt Entscheidungen treffen und den Prozess steuern.

Aus der der Sicht der Tätigkeitsmerkmale wurde die Schiffsführung definiert :

SCHIFFSFÜHRUNG als bezeichnendes Merkmal der Arbeitstätigkeit und Handlungsregulation des Nautikers kann als die Steuerung der ‚Bewegung‘ (Bewegung als *Zustandsänderung über die Zeit*) des Schiffes vom Ausgangs- zum Zielhafen definiert werden. Sie bedient sich zur Prozesssteuerung der Gesamtheit von Prinzipien, Verfahren und Methoden zur Aufnahme, Verarbeitung, Speicherung und Weitergabe von Informationen zwischen den für die Prozesssteuerung notwendigen Elementen in ihrer Art und Weise, zweckmäßigen Auswahl und rationellsten Kombination.

Der Steuerungsprozess hat dabei unter umgebungs- und funktionsbedingten Beanspruchungen, unter Berücksichtigung der technischen Charakteristika der Arbeitsmittel, der psychischen und physischen Einflussfaktoren auf die menschliche Arbeitskraft sowie unter Beachtung der organisationellen Bedingungen des Seetransportes während einer vorgegebenen Zeitdauer und in einem vorgegebenen Raum den Forderungen der Verlässlichkeit (mit den verlangten Qualitäten : Wirtschaftlichkeit und Sicherheit) zu genügen und damit die Stabilität des Systems zu bewahren (s.a. „gute Seemannschaft“).

Stabilität ist die Eigenschaft oder der Zustand eines dynamischen Systems, gegenüber einer Störung oder einer Klasse von Störungen sein Gleichgewicht zu wahren oder die Störung in einer Weise zu bewältigen, dass es selbständig in den Zustand seines Gleichgewichts zurückkehrt. Steuerungsoperationen des Nautikers sollten im Regelfall dieses Gleichgewicht garantieren.

Die Steuerung der Zustandsänderungen schließt den Gestaltungswillen des Menschen ein, der sich an Normen ausrichtet, Abweichungen von den Normen erkennt und Handlungen einleitet, um den Gestaltungsauftrag – die geplante Qualität der Schiffsführungsprozesse – zu erfüllen.

Geplanten Ziele und vorgefundene Bedingungen stehen sehr häufig im Widerspruch zueinander. Daraus ergeben sich *Eigenschaften* des Prozesses : sehr hohe und variable Komplexität, sehr dynamischer Verlauf und meistens zufälliges Zusammenwirken der verschiedenen Systemelemente.

Unter *Komplexität* wird das Zusammenwirken unterschiedlicher Systemelemente der Schiffsführung verstanden, während die *Dynamik* die Häufigkeit der Zustands-änderungen in einer Zeiteinheit zum Ausdruck bringt.

Die Zustände der partiellen Prozesse werden durch Ereignisse / Störungen geprägt.

Diese Störungen können in der Regel gemessen werden. Sie bringen die Höhe der Abweichungen zwischen aktuellem Erfüllungsstand einer Aufgabe und der Zielvorgabe („gute Seemannschaft“) zum Ausdruck.

Als Kernpunkt für die Kommunikation und Kooperation der Teilsysteme eignet sich der Qualitätsbegriff des Prozesszustandes : die **Höhe der Gefahr** für die Erreichung festgelegter Prozessziele. Er ist der interne Steuerungsbegriff des Nautikers für alle Entscheidungen in der Schiffsführung.

Die *Seewache* ist das taktische, die *Reise* das strategische Gestaltung- und Spannungsfeld zwischen Mensch, Technik und Umwelt. Um in diesen dynamischen, komplexen und zufälligen Prozessen das Schiff in der geplanten Qualität führen zu können, muss der Begriff „gute Seemannschaft“ neu definiert werden.

Unter „guter Seemannschaft“ soll eine wissens- und erfahrungsbasierte Norm für die Qualität der Erfüllung von Aufgaben in der Schiffsführung verstanden werden. Sie setzt sich aus der Gesamtheit von Bewertungen aufgaben-orientierter partieller Prozesse, der Findung von Prioritäten und der Einschätzung möglicher Wirkungsfolgen zusammen. Ein Prozesszustand kann durch die Differenz zwischen der aktuellen Qualität der Aufgabenerfüllung und der normierten Qualität der „guten Seemannschaft“ dieser Aufgabe bestimmt werden.

Aufgabenorientierung und Prozesszustandsparamter

Unter „**Aufgabenorientierung**“ bei der Systemgestaltung sollen die Aufgabenstellung selbst, ihre qualitativen Kenngrößen, deren Mess- und Erfüllbarkeit, ihre Abgrenzung und relative Eigenständigkeit, ihre Einordnung in eine gut überschaubare Prozessstruktur und ihre darin ablaufenden Wechselbeziehungen zu anderen Aufgaben, ihr situationsspezifischer Charakter und seine Widerspiegelung in Prozessabbildungen, die Möglichkeiten ihrer Kontrolle und Ablaufsteuerung unter sich verändernden Bedingungen, die Erfolgsbewertung ihrer Erfüllung sowie die Möglichkeiten für Lernprozesse und sich daraus entwickelnde Motivation verstanden werden.

Aufgabenorientierte und operationell arbeitende Zustandsdiagnosen der die Schiffsführung charakterisierenden partiellen Prozesse (Bahneinhaltung, Kollisionsverhütung, Verhinderung von Grundberührungen, menschliche Leistungsfähigkeit, Umwelt, Verkehrslage, Verfügbarkeit der technischen Anlagen, Reiseplan u.a.) bilden die Grundlage für die „d-BRIDGE“. Sie repräsentieren mittels vergleichbarer quantitativer und qualitativer Aussagen über die in den ablaufenden Prozessen bestehenden **Gefahrenhöhen** mit ihren konkurrierenden Wirkungen und Abhängigkeiten, ergänzt durch alphanumerische und grafische Informationen, das neue Konzept : „Aufgabenorientiertes ganzheitliches System der Schiffsführung“.

Dabei werden die von den Sensoren gelieferten Daten einem **wissensbasierten Zustandsmodell** zugeführt, das in der Lage ist, komplexe Situationen abzubilden und mit dem Sollzustand zu vergleichen. (s.a. „gute Seemannschaft“). In zeit-kritischen Situationen oder bei großen Differenzen zwischen erforderlichem und aktiviertem Wissen bildet das Zustandsmodell das „Reservewissen“ des Mensch-Maschine-Umwelt-Systems.

Die Handlungsregulation beim Nautiker vollzieht sich weitgehend über die **Höhe der Gefahr** in den spezifischen Situationen. Sie ist das wichtigste Merkmal eines Prozesszustandes.

Eine **Gefahr** ist ein physikalisches oder chemisches Merkmal eines Materials, Systems, Prozesses oder Ablaufes, das das Potenzial für die Verursachung eines Schadens in sich trägt. Gefahren müssen erkannt (verstanden) werden, weil sie den Anfangspunkt von Ereignisketten bilden, die zu Unfällen führen können. Jede Risikoabschätzung beginnt auf dieser Stufe.

Die **Suche** nach Gefahren ist das Zusammentragen von evidenten Anzeichen oder Symptomen für eine Gefahr, während das **Ziel** der Gefahrenerkennung darin besteht, ausgehend von den Zeichen oder Symptomen, die Verbindung zwischen Ursache und Wirkung herausfinden.

Gefahrenindikatoren sind Signale, die dem Nautiker Gefahren bzw. Gefährdungen anzeigen. Die Höhe der Gefahr in einem partiellen Prozess ist qualitätsbestimmend.

Lassen sich die Grenzwerte „**Gefährlicher Zustand**“ und „**Sichere Zustand**“ noch als relativ konstante Qualitätsparameter festlegen, zwischen denen je nach angetroffenen Bedingungen und Gestaltungsvermögen des Nautikers die „gute Seemannschaft“ angesiedelt werden kann, muss unter Berücksichtigung des Charakters der Schiffsführung (komplex, dynamisch, zufällig) auch bei scheinbar gleichen Bedingungen immer von einem „Schwankungsverhalten“ des Systems ausgegangen werden, dessen Ablauf durch die Entscheidungen und Handlungen des Nautikers bestimmt wird.

Anforderungen an die Systemgestaltung ¹⁾

Neue Merkmale in der Systemgestaltung werden hier vor allem aus den Stufen der Informationsverarbeitung abgeleitet. Dem Aufnehmen und Erfassen von Informationen folgt bekanntlich die Bewertung von Informationen und die Klärung ihrer Bedeutung. Erst dann werden Hypothesen gebildet, denen Entscheidungen und Handlungsausführungen folgen. Grundlage dieses kognitiven Modells ist in der ersten Phase die „DIAGNOSE“, der in der zweiten Phase die „THERAPIE“ folgt.

Bekanntlich hört die Unterstützung der auf der Brücke vorhandenen Systeme heute bei der Erfassung von Messdaten und ihrer möglichst guten grafischen Wiedergabe auf. Für Bewertungen / Bedeutungen ist der Nautiker zuständig und dabei macht er Fehler. Aus dieser Sicht und aus der Betrachtung der Schiffsführung als soziotechnisches System in seiner Gesamtheit, können die folgenden Anforderungen an die Gestaltung einer „d-BRIDGE“ abgeleitet werden :

1. Sensoren und Messeinrichtungen des Schiffes müssen die Prozesse erfassen, die für die adäquate Widerspiegelung einer Situationsfolge oder einer einzelnen Situation erforderlich sind. Die gewonnenen und kodierte Messdaten müssen hinreichend genau und vollständig die Qualität des Prozesszustandes beschreiben und dabei Inhalt und Struktur der spezifischen Steuerungsaufgabe berücksichtigen. (*Struktur- und Aufgabenaspekt*)

2. Die Entstehung von scheinbaren situativen Abbildern durch fehlende oder fehlerbehaftete Sensorik einschließlich ihrer Widerspiegelung in scheinbar exakten Messdaten

oder Abbildungen, die eine unvollständige oder falsche Bewertung der Situation begünstigen, muss unterdrückt werden. (*Zuverlässigkeitsaspekt*)

3. Die Abbildung des Prozesszustandes durch Vorverarbeitung oder / und Nachbereitung von Messdaten sowie ihre Umformung in grafische Darstellungen müssen die grundsätzlichen kognitiven Eigenschaften eines Operateurs bei ihrer Aufnahme, Selektion und Bewertung berücksichtigen. (*Kognitionsaspekt*)

4. Mathematische Verfahren zur Verknüpfung von einzelnen Messdaten müssen sich an der Aufgabenstruktur des Schiffsführungsprozesses orientieren, diese wider-spiegeln und neben der quantitativen Zustandsdiagnose auch eine Bewertung von qualitativen Merkmalen bzw. Zielen in den einzelnen partiellen Prozessen beinhalten. (*Bewertungsaspekt*)

5. Eine differenzierte Bewertung von aufgabenbasierten Teilprozessen und die Verfügbarkeit über partielle Zustandsbewertungen auf allen funktional-technisch geprägten Überwachungs- und Kontrolleinheiten dient der Gewinnung einer Übersicht über den zu steuernden Prozess in seiner Gesamtheit bei gleichzeitiger Konzentration auf Prozesse mit hoher qualitativer Priorität, gemessen am geforderten bzw. gewollten Prozessziel. (*Qualitätsaspekt*)

6. Durch die Bewertung von Prozesszuständen auf der Grundlage maschinell erfasster und gegebenenfalls vorverarbeiteter Messdaten, ihre aufgabenbasierte Strukturierung, die Ermittlung von qualitativ ausgewiesenen Differenzen zwischen dem Istzustand eines partiellen Prozesses und seiner geforderten Zielgröße, sind sowohl die scheinbare Komplexität des Prozesses zu reduzieren als auch kognitiv verständliche direkte Steuerungsimpulse für die Handlungsregulation des Operateurs zu geben. (*Regulationsaspekt*)

7. Die Widerspiegelung des aktuellen Prozesszustandes, der Situation, muss das Tätigkeitsprofil des Operateurs und seine spezifischen Aufgaben unterstützen und keine handlungsregulierenden Elemente beinhalten, die zu einer nicht adäquaten Modellbildung beim Operateur führen und in dessen Folge unsichere und unklare Handlungen provozieren. (*Modellaspekt*)

8. Unter Berücksichtigung der Beschränktheit des menschlichen Leistungs-vermögens in der Wahrnehmung von Informationen muss durch die aufgaben- und prozessbasierte Bewertung partieller Zustände gewährleistet werden, dass unter allen internen und externen Störungen stets eine Diagnose des Prozesses in seiner Gesamtheit und eine priorisierte partielle Diagnose abrufbar sind. (*Prioritätenaspekt*)

9. Die durch die Bewertung partieller Prozesse erzeugten differenzierten Abbilder aktueller Situationen und der in deren Folge entstehende „selektive Wahrnehmungstunnel“ muss dadurch aufgeweitet werden, dass unabhängig von durch den Operateur ausgelösbaren Bedienvorgängen eine automatisierbare Abwägung aktueller Konfliktlagen zwischen konkurrierenden Zielen erfolgen und deutlich wahrnehmbar dargestellt werden kann. (*Differenzierungsaspekt*)

10. Bewertungsvorgänge für komplexe Situationen müssen durch Erfahrungswissen unterstützt werden, das gegebenenfalls auf extrahierte Informationen zurückgreift und die Eigenschaft einer mental wahrnehmbaren qualitativen Zustandsdiagnose unterstützt. (*Wissensaspekt*)

11. Für identifizierte Systemzustände müssen Möglichkeiten der Ursachennachfrage und der Korrektur der Bewertung vorhanden sein, die zur Klärung der Bedeutung von Prozesszuständen für die Zielerreichung beitragen. (*Bedeutungsaspekt*)

12. Die mit der aufgaben- und prozessbasierten Strukturierung und Bewertung von Zuständen entstehende Abstraktion maschinell-technischer Messdaten zu qualitativen Steuerungskenngrößen muss die Anforderungen an die mentale Modellbildung im spezifischen Prozess unterstützen, die durch die bisherige funktionell-technische Prozessordnung entstandene scheinbare Komplexität entflechten und zur Abbildung eines situationsgerechten Abbildes der vorgefundenen Situation beitragen. (*Abbildungsaspekt*)

-
- 1) Auf der Grundlage der Ausarbeitung von Michael Herczeg : Interaktions- und Kommunikationsversagen in Mensch-Maschine-Systemen als Analyse- und Modellierungskonzept zur Verbesserung sicherheitskritischer Technologien erschienen in: Verlässlichkeit der Mensch-Maschine-Interaktion, Herausgeber: M. Grandt, DGLR-Bericht 2004-03, ISBN 3-932182-36-7, Bonn: Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt, 2004

Vorschlag für die Bildung eines Fachausschusses „Schiffsführung“ in der der Deutschen Gesellschaft für Ortung und Navigation (übergeben an die DGON am 14.11.2007 in Berlin)

„SCHIFFFÜHRUNG“

Aufgaben :

Definition der Schiffsführung als spezielle Technologie und Gegenstand von Lehre, Forschung und Fortbildung unter den besonderen Anforderungen einer Wissens- und Informationsgesellschaft

Struktur, partielle Prozesse und Aufgaben

Betriebszustände

Tätigkeitsmerkmale des Nautikers bei der Planung, Durchführung und Kontrolle des Schiffsführungsprozesses, insbesondere in der Seewache

Systemhierarchie und Beschreibung der Prozessebenen

Prozessparameter und ihre Gütekriterien („Gute Seemannschaft“)

Verlässlichkeit als ganzheitlicher Gestaltungsansatz

Simulation – Aufgaben, Inhalte, Bewertung

Kompetenzermittlung

Wissensgewinnung, - verarbeitung, - verallgemeinerung und - verwendung

Unterstützungssysteme, Automatisierungskonzepte

Human Error

Informationsmangelanalyse

Seeunfalluntersuchung

Inhalte für Aus- und Fortbildung – eine Orientierung

Lehrbücher, Veröffentlichungen

Standardisierung

Materielle Basis / Erprobungsstrecke

Als materieller Hintergrund eignet sich vorzugsweise ein praxisnaher Betreiber eines Schiffsführungssimulators. Geeignet erscheinen Simulatoren, in denen der Betreiber selbst technische Veränderungen / Erprobungen vornehmen kann und der als Reeder sowohl Zugang zum Potential des Fachwissens seiner Kapitäne / Offiziere hat als auch an deren Aus- und Fortbildung partizipiert. Eine enge Bindung zu den Bereichen Arbeitspsychologie, Kognitionsforschung und Mensch – Maschine- Beziehungen ist zwingend erforderlich.

LITERATUR :

- / 1 / Döring, W. : Der Seemann und sein Beruf.-2. gänzlich umgearbeitete und wesentlich verbesserte Auflage.- Verlag von Heinrich Rohr.- Papenburg, 1904, S. 45, 46
- / 2 / Döring, W. : Der Seemann und sein Beruf.-2. gänzlich umgearbeitete und wesentlich verbesserte Auflage.- Verlag von Heinrich Rohr.- Papenburg, 1904, S. 3
- / 3 / Seemann, E. : Aufgaben und Lage des Schiffskapitäns in früherer Zeit und in der Gegenwart.-Inaugural-Dissertation.- Landesuniversität zu Rostock.- Jena.- Gustav Fischer, 1914, S. 31
- / 4 / Bolte, F. : Die Nautik in elementarer Behandlung. – Einführung in die Schiffahrts-Kunde.- Verlag Julius Maier, Stuttgart 1910, S.7
- / 5 / - : Entscheidungen des Reichsoberseeamtes und der Seeämter des Deutschen Reiches .- Herausgegeben vom Reichsverkehrsministerium.- 27. Bd.- Reichsverlagsamt. Berlin, 1936, S. 393 – 396
- / 6 / - : ebenda, S. 798
- / 7 / Döring, W. : a.a.O., S.49 -50
- / 8 / Döring, W. : a.a.O., S.29

- / 9 / Hörz, H. : Philosophische Aspekte der Entwicklung von Technik und Technologie. Sitzungsbericht der Akademie der Wissenschaft der DDR.- Akademieverlag Berlin 1986, Jahrgang 1985, Nr. 8/g., S. 23
- / 10 / Hörz, H. : a.a.O., S.24
- / 11 / Denissov, V.G.
Onistschenko, W.F. : Mensch und Automat im All. – VEB Verlag Technik. – Berlin 1986, S. 36
- / 12 / Weckerle, E. : Mensch und Maschine.- Urania-Verlags-Gesellschaft mbH, Jena.- 1925
- / 13 / Kühn, R. ;
Stecher, W. : Schiffssicherheit und Sicherung der Seefahrt : ein Dilemma ? .- Schiff und Hafen.- 28.Jahrgang.- Heft 1 / 1976
- / 14 / Kersandt, D. :Mensch-Technik-Umwelt-Beziehung bei der Führung eines Schiffes über See und ihre Widerspiegelung im System „Nautik“- Seewirtschaft.- 12. Jahrgang, Heft 4 / 1980
- / 15 / - : Der Mensch in hochtechnisierten Systemen - Bericht zu Vorträgen auf dem Deutschen Seeschiffahrtstag 1989 in Husum.- Schiff und Hafen / Kommandobrücke.- Heft 8 /1989
- / 16 / Witthöft, H.J. : Wie geht es weiter mit der Sicherheit auf See ? .- Schiff und Hafen. 46. Jahrgang.- Heft 12 / 1994
- / 17 / Kersandt, D. : Human Error und Risikofrüherkennung. - Studie im Auftrag des Bundesministers für Verkehr (BMV). Forschungsbericht FE - Nr. 40309 / 1995 .- MarineSoft Entwicklungs- und Logistikgesellschaft mbH R.-Wagner-Str. 31, 18119 Rostock-Warnemünde, Germany
- / 18 / Heier, W. : Wissenschaftlich-technischer Fortschritt und die Korrelation von Technik und Bildung . – In : Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden 26 (1977) 5. – S. 781
- / 19 / - : Für eine lebendige Schifffahrt.- In: Ortung und Navigation. – Düsseldorf (1986) 2. – Seite 295
- / 20 / Eversheim, W. ;
Ottenbruch, P. ;
Schmidt, H. ; Schuh, G. : Qualifizierung für neue Produktionstechniken. – VDI – Zeitschrift .- 130 (1988) .- 1./ Januar. – S. 32 ff
- / 21 / Huth, W. : Die Attraktivität des Seefahrtberufes muß wieder steigen.- Schiff und Hafen. – Heft 5 / 1994, S. 67
- / 22 / Benedict, K. : Hat die IMO das so gewollt? - Bedenkliche Tendenzen bei der Umsetzung der STCW in Deutschland. – Schriftenreihe des

- Schiffahrtsinstitutes Warnemünde an der Hochschule Wismar. – Heft 2 (1999) <http://schiw.sf.hs-wismar.de/siw/paper/heft2/index>
- / 23 / Laue, U. : Abbau der Ausbildungsstandards für Schiffsoffiziere im Widerspruch zur technologischen Entwicklung. - Schriftenreihe des Schiffahrtsinstitutes Warnemünde an der Hochschule Wismar. – Heft 2 (1999) <http://schiw.sf.hs-wismar.de/siw/paper/heft2/index>
- / 24 / Kersandt, D. : Mensch-Technik-Umwelt-Beziehung bei der Führung eines Schiffes über See und ihre Widerspiegelung im System „Nautik“. - Seewirtschaft. - 12. Jahrgang, Heft 4 / 1980
- / 25 / Kersandt, D. : Kompetenz, Komplexität und Prozessbeherrschung. – Schiff & Hafen, Heft Nr. 9 / 2009; S. 112 ff
- / 26 / - : Jahresbericht 2009 : Fakten und Zahlen zur maritimen Abhängigkeit der Bundesrepublik Deutschland
22. Auflage, Flottenkommando 24956 Glücksburg, 01. September 2009
Dezernat M33 Postfach 1163
Handelsschiffahrt /Marineschiffahrtleitung Tel. (0 46 31) 666 - 33 30
Fax (0 46 31) 666 - 45 05
In : [http://www.marine.de/portal/a/marine/kcxml/...](http://www.marine.de/portal/a/marine/kcxml/)
- / 27 / Lützhöft, M. : “The technology is great when it works”- Maritime Technology and Human Integration on the Ship’s Bridge
Linköping Studies in Science and Technology; Dissertation No. 907
Graduate School for Human-Machine Interaction
Division of Quality and Human-Systems Engineering
Department of Mechanical Engineering
University of Linköping, Sweden; Linköping 2004
- / 28 / - : Abschlussbericht Verbundforschungsvorhaben : „DGON – Bridge – Entwicklung einer integrierten, modularen Schiffsführungszentrale“; Teilprojekt „Brückenkonzept und Datenmanagement“; Projektleiter Thomas Grünwald; Förderkennzeichen 03SX212D; Wadan Yards MTW GmbH, Wismar
- / 29 / Rek, U. Strohschneider, S., Brüggemann, U. u.a. : Sicherheit, Ergonomie und Human Factors in der Seefahrt; Kompendium im Rahmen des BMBF-Projekts DGON-Bridge. - Institut für Theoretische Psychologie Otto-Friedrich-Universität Bamberg
- / 30 / Kersandt, D. : Der ingenieurpsychologische „AIT“ – Ansatz : Entwicklung eines adaptiven, ganzheitlichen und aufgabenorientierten Systems der Schiffsführung (Teil 1).- HANSA. -Heft 7 (Juli) 2008
- / 31 / Kersandt, D. : Der ingenieurpsychologische „AIT“ – Ansatz : Entwicklung eines adaptiven, ganzheitlichen und aufgabenorientierten Systems der

Schiffsführung (Teil 2).- HANSA. - Heft 8 (August) 2008

- / 32 / Kersandt, D. : Der NAUTIKER im Risikoprozess SCHIFFSFÜHRUNG
(Studienmaterial für Training und Praxis)
Weitere Informationen im Internet unter :
http://www.forum-schiffsfuehrung.com/resources/pdf/FORSHIP_ForumReihe_g.pdf
- / 33 / Kersandt, D. : Vom „Datensalat“ zur aufgabenorientierten Lösung – Erfahrungen bei der Entwicklung eines Assistenzsystems zur Erkennung, Berechnung und Darstellung von Gefahren und Risiken in der Schiffsführung. – Cognitive Systems Engineering in der Fahrzeug- und Prozessführung. - 48. FAS Anthropotechnik der DGLR e.V. am 24. und 25.10.2006, Karlsruhe
- / 34 / B. Gauss; M. Rötting,
D.Kersandt : NARIDAS – evaluation of a Risk Assessment System for the Ship's Bridge
Human Factors In Ship Design, Safety and Operation.
RINA –The Royal Institution of Naval Architects.
International Conference.- 21-22 March 2007, London, UK
- / 35 / Kersandt, D. : Diagnosesystem für dynamische Fahrprozesse mit Gefahrenabschätzung und Alarmmanagement auf der Basis NARIDAS.
HANSA International Maritime Journal 07/ 2007, S. 68 ff
- / 36 / Timpe, K.-P. u.a. : Mensch-Maschine-Systemtechnik. - 2.Auflage.-Symposium Publishing GmbH.- Düsseldorf. - Februar 2002
- / 37 / Timpe, K-P. : MENSCH-MASCHINE-INTERAKTION IN KOOPERATIVEN SYSTEMEN DER FLUGSICHERUNG UND FLUGFÜHRUNG
Teilprojekt 6: Der Einfluß des Automatisierungsgrades von Flugzeugen auf ihre Verlässlichkeit. -
TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN. Institut für Arbeitswissenschaften / Zwischenbericht an die Deutsche Forschungsgemeinschaft

Viele weitere Informationen und Ausarbeitungen unter :

<http://www.forum-schiffsfuehrung.com/1.html>

Diethard Kersandt