

Der ingenieurpsychologische „AIT“ - Ansatz bei der Entwicklung eines adaptiven, ganzheitlichen und aufgabenorientierten Systems der Schiffsführung (Teil 1)

(A= adaptive I = integrated T = task oriented)

Diethard Kersandt

Einführung

Die Entwicklung von Schiffsführungssystemen steht an einem Wendepunkt. Die immer wieder auf Messen (siehe SMM) zu beobachtenden Variationen von äußeren Gestaltungsformen sowie alphanumerischen und grafischen Abbildungen von Daten hat einen „Sättigungsbereich“ erreicht, der den Umschlag in eine neue Qualität ermöglicht und zwingend erfordert.

Hersteller haben an ihren Geräten immer wieder technisch-funktionelle Veränderungen vorgenommen, sie technisch zu einem „integrierten System“ zusammengeschlossen und damit große Erwartungen an die Zunahme von Wirtschaftlichkeit und Sicherheit geknüpft. Sie konnten von dem überaus schnellen qualitativen Wachstum der Leistungsfähigkeit von Rechentechnik und Sensorik auf der einen und Darstellungsmitteln auf der anderen Seite profitieren.

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.

Bei unveränderbarem Gesamtzeitfonds des Nautikers in der Seewache hat sich das Verhältnis zwischen indirekter und direkter Prozessüberwachung gewandelt. Mit anderen Worten : **Nautiker führen das Schiff zunehmend auf der Grundlage von künstlichen Abbildern (z.B. Displays) und weniger über rechnerunterstützte Zustandsbewertungen bzw. die Wahrnehmung der realen Natur.**

Der Zeitbedarf für Dekodierungsleistungen des Menschen zur Erkennung und Umsetzung von Messdaten in handlungsrelevante Informationen ist gewachsen. 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.**

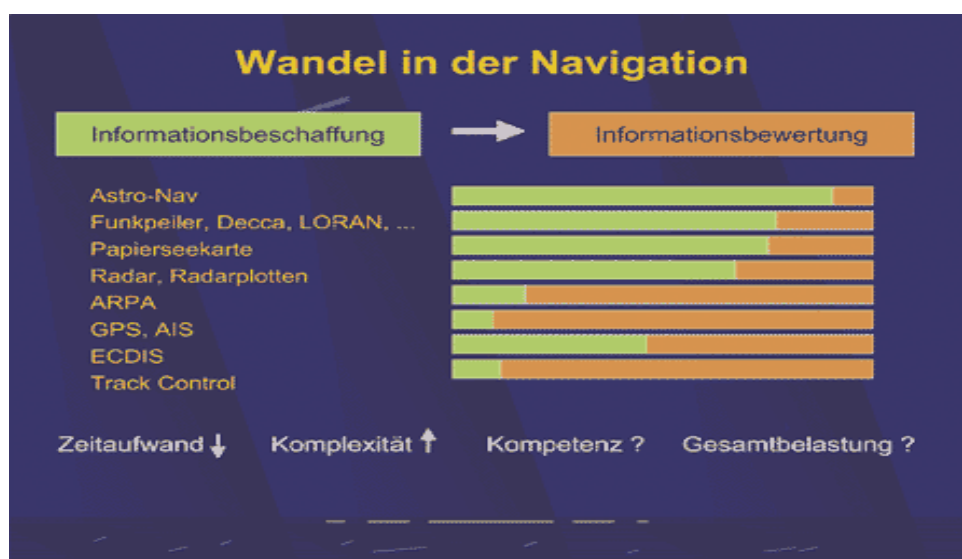


Abb. 1 aus Berking, B.: „Moderne Navigation - moderne Ausbildung“ HANSA (Ausgabe 09/2004)

Die Nautiker „vor Ort“ stehen vor ihren Leistungsgrenzen. Sie machen Fehler und sollten sie doch durch die neue Technik vermeiden. 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 ist. 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 hoch.

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.

Maritime Bildungseinrichtungen liefern bezüglich der Lehre und Forschung in der Schiffsführung ein zersplittertes Bild ohne zukunftsweisendes theoretisches Fundament und ohne strategische Orientierung. Hintergründe für den sogenannten „human error“ werden kaum ermittelt; Forschungsarbeiten fehlen in der Bundesrepublik Deutschland. 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 (s. „Kersandt, D. : „Strategische Orientierung der Schiffsführung“, Schiff & Hafen, Heft 02 / 2008, S. 78 ff und angegebene Literaturquellen).

Ohne Wandel in den Grundlagen der Systementwicklung haben Reeder nur die Chance, den Grad der Beherrschbarkeit des Schiffes und des Führungsprozesses durch Erhöhung des Trainingsumfanges für ihre Nautiker zu verbessern. Simulatoren wachsen wie Pilze aus dem Boden. Doch sie allein werden das Problem nicht lösen. Die objektiven Gesetze der Entwicklung von Wissenschaft und Technik im allgemeinen und die der Schiffsführung im besonderen sprechen eine eindeutige Sprache.

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 Gestaltungskonzepte auf der Grundlage ingenieurpsychologischer Erkenntnisse**.

Gegenwärtige technische Einzelsysteme (z.B. Radar / ARPA, ECDIS, Conning Display, Multifunktionsdisplay) bewerten keine Zustände, erklären dem Nutzer nicht die Bedeutung von abgebildeten Datenpaketen. Der zu steuernde Prozess erscheint undurchsichtig, verflochten, zufällig, kurz : immer komplexer und weniger beherrschbar.

Vom Nutzer wird erwartet, dass er die sich immer mehr erweiternde Datendichte und –vielfalt in der 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 (siehe : 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 sowie Kersandt, D.: Diagnose-system für dynamische Fahrprozesse mit Gefahrenabschätzung und Alarmmanagement auf der Basis NARIDAS. HANSA International Maritime Journal 07/ 2007, S. 68 ff und andere in den Literaturquellen aufgeführte Veröffentlichungen).

Die Summe der Erkenntnis lautet : Wenn wir die Tätigkeit des Nautikers auf der Brücke vor allem als kognitiven Prozess der Informationsverarbeitung verstehen, wenn wir erkennen, dass sein Leistungsvermögen in der Informationsaufnahme und daraus abgeleiteter Verarbeitung an objektive Grenzen gestoßen ist, wenn wir Mängel in der Informationsverarbeitung benennen und nicht allein als Probleme der „situation awareness“ bezeichnen wollen, wenn wir wissen, dass Wissen und Erfahrung in Form der „guten Seemannschaft“ (noch) verfügbar und geeignet sind, komplexe, dynamische und zufällige Prozesse zu beschreiben, die Bedeutung von Daten zu interpretieren und Zustände zu

bewerten – warum versuchen wir wieder und immer wieder, die Anzahl und Vielfalt von Signalen und Daten zu erhöhen und nicht, wie es objektiv notwendig und effektiv wäre, die Schwachstelle in den kognitiven Vorgängen bei der Informationsverarbeitung : Bewertung und Bedeutung von Informationen als Grundlage von Hypothesen, Situationsabbildern und Entscheidungsvorgängen zu beseitigen ?

Es muss aber auch festgestellt werden, dass neue Konzepte nur aus den Ergebnissen, Erfolgen und Schwächen vergangener technisch-funktioneller Lösungen erwachsen 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 : **anpassungsfähige, ganzheitliche, aufgabenorientierte Systeme.**

Die folgende Ausarbeitung soll dafür einige Anhaltspunkt liefern. Sie stellt den von KERSANDT seit mehr als 20 Jahren bevorzugten **ingenieurpsychologischen Lösungsansatz „AIT“** für die Entwicklung neuer Systeme für die Schiffsführung vor, die sich u.a. in dem System NARIDAS (siehe u.a. /19 /, / 24 /, / 27 /) widerspiegeln.

Ingenieurpsychologie (Definition)

„Die Ingenieurpsychologie ist die Wissenschaft von den Mensch-Maschine-Systemen aus psychologischer Perspektive.

Es handelt sich hierbei um ein Teilgebiet der Arbeitspsychologie, bei dem es darum geht, Wissen über typische menschliche Fähigkeiten und Begrenzungen bezüglich Informationsaufnahme und Informationsverarbeitung so in den Entwurf technischer Systeme einzubringen, dass ein möglichst effizientes Gesamtsystem Mensch-Maschine entsteht. Hierbei spielt die Kognitionspsychologie bzw. eine als eine kognitive Tätigkeitstheorie verstandene Arbeitspsychologie methodisch eine wesentliche Rolle. Themen der Ingenieurpsychologie sind Systemzuverlässigkeit, Menschlicher Fehler und Zuverlässigkeit, Information und Kommunikation, Problemlösen, Informationstechniken, Entscheiden, arbeitsplatzbezogene Qualifizierung, Steuerung und Überwachung industrieller Prozesse, Fahrzeugführung, Mensch-Maschine-System und Usability. **Die Relevanz der Ingenieurpsychologie besteht darin, einen Beitrag zum Verständnis der rasanten Veränderung der menschlichen Arbeitsprozesse im Zeitalter der flexiblen Automation und rechnergestützten weltweiten Kommunikation zu leisten und diesbezüglich Gestaltungsoptionen aufzuzeigen. ...“**

(Quelle : <http://de.wikipedia.org/wiki/Ingenieurpsychologie>)

Natürlich hat im Rahmen eines ingenieurpsychologischen Lösungsansatzes auch der Begriff „**menschlicher Faktor**“ eine große Bedeutung. Er

„... ist ein Sammelbegriff für psychische, kognitive und soziale Einflussfaktoren in sozio-technischen Systemen und Mensch-Maschine-Systemen. Im Gegensatz zur Ergonomie und zur klassischen Arbeitswissenschaft liegt der Schwerpunkt dabei weniger auf den physischen und anthropometrischen Eigenschaften. Häufig wird vom „Faktor Mensch“ im **Schnittfeld von Sicherheitsfragen und Psychologie** gesprochen.

Dabei spielen die psychischen und kognitiven Leistungen und Fähigkeiten von Menschen ebenso eine Rolle wie die Leistungs- und Fähigkeitsgrenzen. Weil sich die Fähigkeiten technischer Systeme immer weiterentwickeln, haben die typisch menschlichen Fertigkeiten, wie die zur Kooperation, zur Problemlösung (Non-Technical Skills), eine immer stärkere Bedeutung.

Die **Fragestellungen** sind: Welche menschlichen Eigenschaften müssen berücksichtigt werden, um eine technische Umgebung dem Menschen optimal anzupassen, die

Aufgaben, Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten zwischen Mensch und Maschine optimal zu verteilen, eine reibungslose Interaktion an der Mensch Maschine-Schnittstelle zu ermöglichen, die Folgen technischer und menschlicher Fehler zu vermindern und die **Sicherheit und Effektivität des Gesamtsystems Mensch-Maschine** zu verbessern.“

(Quelle : http://de.wikipedia.org/wiki/Human_Factor).

CHARAKTER DER SCHIFFSFÜHRUNG

Es ist unstrittig, dass sich die Tätigkeitsmerkmale des Nautikers im Schiffsführungsprozess gewandelt haben. Seine Stellung in der Seewache und die anforderungsgerechte Planung, Überwachung und Gestaltung (Steuerung) des Schiffsführungsprozesses begründen sich gegenwärtig mit seiner Fähigkeit, immer mehr Informationen aufzunehmen, zuzuordnen, zu bewerten, zu speichern und daraus solche Entscheidungen abzuleiten, die eine sichere und wirtschaftliche Führung des Schiffes gewährleisten.

Für die Qualität der Handlungen spielen Wahrnehmungs-, Gedächtnis- (d.h. Einprägungs-, Behaltens- und Reproduktions- bzw. Rekonstruktions-) -Vorgänge, Klassifikations-, Urteils- und Entscheidungsoperationen sowie die verschiedenen Unterformen problemlösenden und - findenden Denkens (also algorithmische, selbständige sowie schöpferische Denkvorgänge) eine dominierende Rolle.

Ein entscheidender, wenn nicht der entscheidende Mangel (und möglicherweise eine der Hauptursachen für menschliches Versagen), ist der Sachverhalt, dass in bisher entwickelten „integrierten Systemen“ keine risikobasierten bewerteten (operativen) Steuerungsgrößen existieren und dass die auf der Grundlage diskreter Zustandsbeschreibungen vermittelten Abbilder der objektiven Realität fast ausschließlich subjektiv interpretiert, zusammengefügt und mit den eigenen, momentan verfügbaren subjektiven Vorstellungen über Risiko oder Gefahr (innere Modelle, bestimmt durch Wissen, Erfahrungen) verglichen werden.

Damit gehen wesentliche Impulse für die Handlungsregulation verloren !

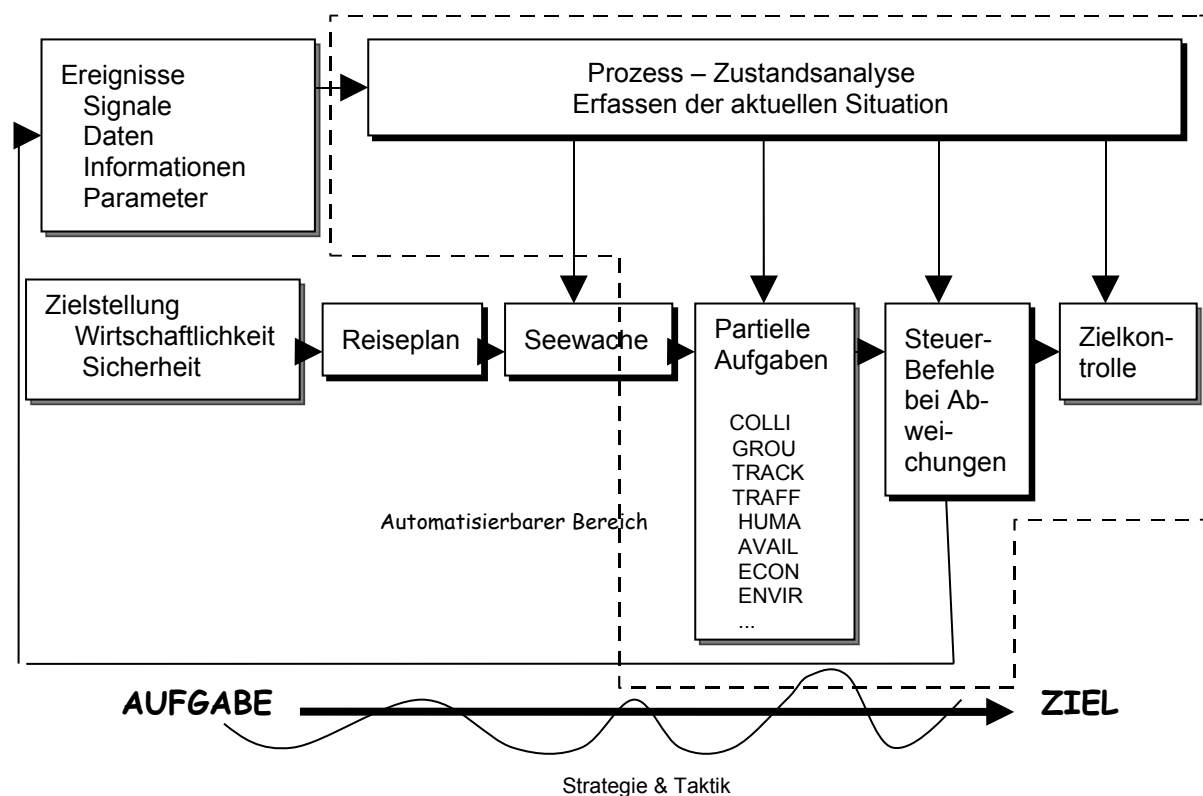


Abb. 2 Prinzipielle Aufgaben des Nautikers in der Schiffsführung

Von der Richtigkeit und Schnelligkeit der Entscheidungen des Nautikers ist die Arbeitsweise (letztlich das VERHALTEN) eines sehr **komplexen** Mensch-Maschine-Umwelt-Systems abhängig. In schwierigen Fällen werden kognitiv besonders hohe Anforderungen gestellt. Ursächlich dafür ist, dass zwar die Ereignisse in einem Element (in einem partiellen Prozess; bei der Erfüllung einer Aufgabe) noch deterministisch zu beschreiben, zu messen und relativ leicht zu erkennen sind, der Gesamtprozess durch interaktive Beziehungen jedoch **stochastischen Charakter** erhält und durch die Möglichkeit einer „**kombinatorischen Explosion**“ eine außerordentlich schwer übersehbare Menge möglicher, mit **hoher Dynamik** versehener Zustände annehmen kann.

Schiffsführung als bezeichnendes Merkmal der Arbeitstätigkeit und Handlungsregulation des Nautikers kann als die Steuerung der Bewegung (im kybernetischen Sinn sind es Zustandsänderungen über die Zeit) des Schiffes vom Ausgangs- zum Zielhafen bezeichnet werden.

Sie bedient sich 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 den

- organisationalen 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 den verlangten **Qualitäten : Wirtschaftlichkeit und Sicherheit**) zu genügen und damit die **Stabilität des Systems in seiner Gesamtheit** zu bewahren.

Verlässlichkeit ist ein qualitativer Begriff („dependability“) zur Charakterisierung der anforderungsgerechten Zielerreichung eines Mensch-Maschine-Systems in seiner **Gesamtheit** . Dabei ist die Erreichung des Zieles nicht von dem einen oder anderen Systembestandteil (z.B. integriertes Navigationssystem oder Nautiker) abhängig, sondern vom aufgabenorientierten Zusammenwirken aller Systemkomponenten : Individuen, Gruppen, Organisationen, Organisationsumwelt und Technik) (vergl. TIMPE 2002).

In Bezug auf die Verlässlichkeit des Schiffsführungssystems in seiner Gesamtheit muss seine **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.

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.

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.

Diese Voraussetzungen für die Wahrnehmung der Steuerungsfunktion schließen Anforderungen an das Leistungsvermögen des Menschen und an die Gestaltung des Informationsverarbeitungsprozesses ein. Das ist u.a. deshalb wichtig, weil der Schiffsführungsprozess in einem gestörten Gestaltungsraum und –rahmen stattfindet, in dem er trotz der Störungen seine geplante Qualität gewährleisten muss.

Bewertungskriterien für die geplante und die erreichte **Qualität** von Wirtschaftlichkeit und Sicherheit bilden die situationsspezifischen Merkmale einer „guten Seemannschaft“.

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 aufgabenorientierter 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.

Der „**Seemannsbrauch**“ als Einheit von Bildung, Qualifikation, Verantwortungsbewusstsein, Erfahrungen, Fähigkeiten, Fertigkeiten u.a. gewinnt 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.

Bei Zusammenhängen hoher Komplexität und Dynamik, in denen eine Vielzahl von Parameter mit ihren zahlreichen Wechselwirkungen auftreten und eine besondere Situation „formen“, tritt häufig der Mensch mit seine Erfahrungen als Problemlöser auf. Das **Erfahrungswissen** ist demnach eine äußerst fruchtbare Quelle für moderne Mensch-Maschine-Systeme.

Man muss einfach akzeptieren, dass es Grenzen theoretischer Modelle gibt und nicht alles, was man möchte, beschreibbar ist oder beschreibbar sein muss.

Das allerdings ist keine Mängelanzeige, sondern eröffnet neue Chancen für die Abforderung beruflichen Wissens und praktischer Erfahrung, wie das in der Seefahrt lange üblich war und von Generation zu Generation gehandhabt wurde.

Die Erkennung zukünftiger Entwicklungen, die Voraussage gefährlicher Situationen und ihre frühzeitige Verhütung sind lebenserhaltende Eigenschaften solcher Systeme. Das geschieht in der Regel nicht durch eine ausschließlich sachliche und objektive Analyse von Kenngrößen, sondern im Gesamtverständnis des Beziehungsgefüges von Informationen, ihrer Quellen und Bewertungen.

Gefühl, Sinn und Verstand des Seemannes helfen dabei und bilden einen der Hintergründe für die „gute Seemannschaft“.

EINIGE ERGEBNISSE INGENIERPSYCHOLOGISCHER UNTERSUCHUNGEN

Informationsmängel als Ursache von Fehlhandlungen

"Fehlhandlungen" sind in Anlehnung an HACKER (1980) / 33 / prozessgestaltende bzw. -beeinflussende Handlungen, die durch folgende Merkmale gekennzeichnet sind :

- situationsunangemessene, zeitlich und örtlich ungeeignete Handlungsweise, mit der das vorgegebene und angestrebte operative Ziel entgegen der Absicht nicht erreicht werden kann;
- dem Operateur ist die ungeeignete Handlungsweise zum Erreichen des Zieles im Moment der Ausführung nicht bewusst;
- die ungeeignete Handlungsweise stellt sich ein, obwohl der Operateur über geeignete Vorgehensweisen, Verfahren, Methoden, Kenntnisse zur Lösung der aktuellen, operativen Aufgabenklasse verfügt;
- es existiert ein Mangel an prozesszustandsbeschreibenden und -anzeigenden Informationen, die für den Zeitpunkt der Einleitung eines situationsangemessenen, zeitlich und örtlich geeigneten zielgerechten Handelns unentbehrlich sind.

Durch **verhütungsorientierte Seeunfallanalysen** ist nachgewiesen, dass die Ursachen für das menschliche Versagen in erster Linie aus fehlerhaften Informationsverarbeitungsvorgängen resultieren. **Im kognitiven Modell der Informationsverarbeitung kann der Mangel eindeutig im Selektions- und Bewertungsbereich von Informationen lokalisiert werden.**

Als ursächlich dafür haben sich vor allem Mängel in der fehlerhaften oder falschen Nutzung vorhandener Informationen herausgestellt.

Mehr Technik mit traditionellen Eigenschaften vergrößert das Problem. Die Fähigkeit des Menschen, höhere Forderungen z.B. in der Informationsverarbeitung (erkennen, erfassen, identifizieren) durch „interne Umorganisation“, mentale Anpassung und Aktivierung geistiger Reserven zu erfüllen, ist (wahrscheinlich) aus biologischen Gründen kurzfristig nicht mehr entscheidend zu verbessern.

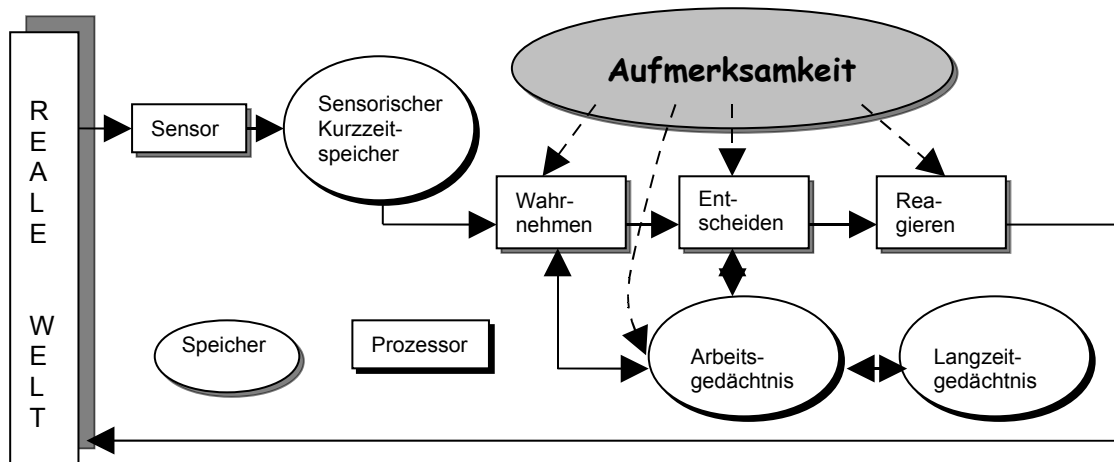


Abb. 3 Einkanal-Modell der Informationsverarbeitung (nach KRAISS / 32 /)

Im nautischen Fahrbetrieb strömt eine Vielzahl von **Reizen** auf den Menschen ein. Diese Reize werden zu **Signalen**, wenn sie bestimmte Verhaltens- oder Handlungsnotwendigkeiten anzeigen. Signale sind Träger von Informationen.

Der informationstragende Reizstrom reguliert die Tätigkeit des Nautikers. Die entstehenden Anforderungen variieren nach HACKER (1980) / 33 / mit :

- dem Umfang des Gesamtreizspektrums und der Auftretenswahrscheinlichkeit eines handlungsrelevanten Reizes,
- der Erfassbarkeit der handlungsrelevanten, d.h. hier informativen Reize,
- dem Abstraktionsgrad des informativen Sachgehaltes,
- der zeitlichen Dichte erforderlicher Verarbeitungsleistungen,
- der Vorhersehbarkeit von informativen Ereignissen (Unvorhersehbarkeit kann Daueraufmerksamkeitsleistungsanforderungen bedingen; bei sequentieller Abhängigkeit kann eine lernbedingte Redundanz entstehen),
- der "Vereinbarkeit" von informativem Ereignis und Handlungserfordernis sowie den zur Herstellung erforderlichen Kodierungs- (Transformations- und Behaltens-) -leistungen,
- dem Geübtheitsgrad des Arbeitenden, insbesondere hinsichtlich
 - . seiner Vertrautheit mit den möglichen informativen Ereignissen bzw. Zuständen bezüglich ihrer regulativen Funktion,
 - . seiner Vorgehensweise (Strategie) z.B. mit oder ohne Aufsuchen ausschlaggebender Informationen (Hypothesenbildung),
 - . der Effektivität des subjektiven Inventars von Signalen,
 - . seinem Entscheidungsverhalten- hier eingegrenzt auf das subjektive, für Entscheidungen gewählte Verlässlichkeitsniveau in Abhängigkeit vom Nutzenskalkül.

Die Herausbildung eines die Entscheidung begründenden "*operativen Abbildes*" kann zu einer "Scheinwelt" führen, die in Wirklichkeit jedoch nicht oder nicht mehr existiert. Abbildkorrekturen sind wegen des Unvermögens, weitere Informationen aufzunehmen und zu verarbeiten, nicht mehr möglich.

Entscheidungen mit diesem Hintergrund sind sehr oft falsch !

HERCZEG (2004) / 29 /beschreibt :

„ **Fehlhandlungen** werden sich in vielen Fällen aufgrund der Dynamik des Prozesses und seiner Zeitanforderungen nicht immer zeitgerecht und angemessen durch menschliche *Handlungen* und *Handlungsregulation* sowie entsprechende maschinelle *Aktionen* und *Regelungsfunktionen* auffangen und beheben lassen.

So entstehen in Prozessführungssystemen, anders als in den meisten anderen Anwendungssystemen, Incidents und auch Accidents im Falle komplexer, nicht korrekt oder zeitgerecht regulierbarer Anomalien im Systembetrieb.

Es unterstützt weder das Verständnis noch die Vermeidung solcher Ereignisse, diese nach ihrem Auftreten mit menschlichem oder technischem Versagen zu attributieren, solange die Ursache letztlich in einer **fehlabgestimmten Mensch-Maschine-Schnittstelle**, die die eingeschränkte sensorische Instrumentierung des Prozesses und andere begrenzte maschinelle Funktionen bzw. die physischen und psychischen Grenzen menschlicher Operateure nicht angemessen berücksichtigt.

Situationen hoher *Interaktionsdichte* mit Ausfallerscheinungen oder kompletten Zusammenbrüchen im Regulationsprozess müssen stattdessen als **Interaktions- oder Kommunikationsversagen des Mensch-Maschine-Systems** eingestuft werden. Eine solche Einstufung ist ein klarer Hinweis auf geeignete Maßnahmen, nämlich vor allem die konzeptionelle und technische Verbesserung der Mensch-Maschine-Schnittstelle.“
/ 29 /

Nicht jeder Mangel an Informationen im Handlungsprozess führt zu einem Fehler; doch es gibt keine Fehler ohne Informationsmangel, denn unter diesem Verständnis bedeutet er **Fehlen regulativ unentbehrlicher Informationen**, nicht Fehlen jeglicher Information.

Daher müssen die Ursachen für den Mangel untersucht werden, da sie wiederum die Ursachen für das Fehlen bzw. die Fehlprägung der unentbehrlichen **Regulationsgrundlagen im Handlungsprozess** sind.

Seeunfälle bilden eine Extremform am Ende einer Kette von Fehlhandlungen. Ihre Betrachtung ist nur aus einem ganzheitlichen Systemdenken heraus sinnvoll. Die Ursachenanalyse muss, wie das untersuchte System selbst, zielorientiert und mehrdimensional sein.

Ergebnisse einer Informationsmangelanalyse / 3 / :

Durch **Informationsmangelanalysen im Rahmen von Seeunfalluntersuchungen** konnten die Ursachen für fehlende psychische Regulationsgrundlagen aufgedeckt werden :

1. das objektive Fehlen regulativ unentbehrlicher Informationen (z.B. Sicherheitskennwerte) zu einem handlungsrelevanten Zeitpunkt in einer Qualität erfassbarer Reizensembles (Alarmsignal und nach Sicherheitsrelevanz gewichtete Handlungsempfehlungen bzw. -anweisungen)

2. Nutzungsmängel objektiv vorhandener Informationen, gekennzeichnet durch

- **fehlende Nutzung** (Übersehen, Vergessen/Versäumen, Übergehen, Informationsreduzierung, zeit- bzw. kapazitätsbedingte Verarbeitungsdefizite)
- **falsche Nutzung** (falsches Orientieren, falsches Nutzen im Zielstellen, Entwerfen fehlerhafter Aktionsprogramme, unzutreffende Einordnung richtiger Aktionsprogramme).

In der Kategorie Nutzungsmängel objektiv vorhandener Informationen waren besonders auffällig :

- Übersehen** (Reizmaskierung, Ablenkung durch dominante Reize, schwellnahe Reize)
- Vergessen/Versäumen** (Unterschied von theoretischem Wissen und praktizierter Erfahrung)
- Übergehen** (aus bestimmter Absicht, Einsparung vermeintlich überflüssiger Operationen)
- Informationsreduzierung** (Stereotypisierungsfehler, Erwartungsfehler)
- Verarbeitungsdefizite** (Erfassung nichtlinearer Verläufe, Arbeiten in komplexen, dynamischen und vernetzten Systemen)
- Falsches Orientieren** (Fehlidentifikation)
- Entwerfen fehlerhafter Aktionsprogramme** (fehlerhafte Mittel-Weg-Festlegungen)

Informationsreduzierung in der Form erwartungsgebundenen (einstellungs-, hypothesengebundenen) Verhaltens, Reizmaskierung, schwellnahe Reize, Übergehen, Informationsverarbeitungsdefizite und das Fehlen objektiv notwendiger Informationen waren in fast allen Fällen nachweisbar.

Während Nutzungsmängel objektiv vorhandener Informationen durch Ausbildungslücken, ungenügende Berücksichtigung der menschlichen Leistungseigenschaften (Funktionsweise des zentralen Nervensystems) und durch unzureichende oder konfliktinduzierende Anregung von Motivierungen entstehen, ist das **Fehlen von handlungsregulierenden Informationen** zu einem handlungsrelevanten Zeitpunkt in einer Qualität erfassbarer Reizensembles in **mangelhafter gerätetechnischer Ausstattung** begründet.

Ergebnisse : Nutzungsmängel objektiv vorhandener Informationen in Form von

fehlender Nutzung	69 %
davon :	
Informationsreduzierung	36 %
Übersehen	30 %
Übergehen	23 %
Vergessen	11 %
falscher Nutzung	31 %
davon :	
Fehlerhafte Aktionsprogramme	73 %
Falsches Orientieren	27 %

Die Ergebnisse besagen, dass durch das **"Übergehen"** ca. **15 - 20 %** aller Seeunfälle tatsächlich **subjektiv verschuldet** (*beabsichtigtes Nichtnutzen* von vorhandenen Informationen) sind und gegebenenfalls mit ca. **25 - 35 %** aus der Kategorie **"falsche Nutzung"** ergänzt werden müssen.

Der Anteil "subjektiv verschuldeter" Seeunfälle läge damit in der Summe bei ca. 40 - 55 %, nicht aber bei 80 - 85 % !

Neben fehlender und falscher Nutzung von Informationen gibt es auch **übergeordnete Ursachengruppen von Fehlhandlungen (Nutzungsmängel)** und daraus abgeleitete **Präventionsmöglichkeiten** / HACKER, 1989 /

Übergeordnete Ursachengruppen von Fehlhandlungen (Nutzungsmängel)	Verhütungsmöglichkeiten
1. Ausbildungslücken 2. ZNS - Überforderung z.B. <ul style="list-style-type: none"> • Ermüdung • Begrenztheit der Verarbeitungskapazität • Rigidität erworbener Verhaltensmuster • Funktionsinstabilität 	- gezielte Qualifizierungsmaßnahmen - psychologische Arbeitsgestaltung - lernpsychologische und eignungspsy- chologische Hilfsmaßnahmen - Veränderung der Funktionsteilung zwischen Mensch und Maschine
Unzureichende oder konfliktinduzierende Anregung der Motivation	- arbeitsorganisatorische, Stimulierungs- und Qualifizierungsmöglichkeiten

Nach einer gewissen „Beruhigungsphase“ zeigen sich, vom Verfasser nicht ganz unerwartet, die Probleme in den aktuellen Seeunfallzahlen und in den offenkundigen Mängeln der inhaltlichen Analyse der Ursachen des „menschlichen Versagens“ / 30 / :

„Nach den von **Loyds Marine Intelligence Unit (LMIU)** veröffentlichten Statistiken hat sich das weltweite Unfallgeschehen in der Schifffahrt in der jüngsten Vergangenheit weiter verschärft. Während die Anzahl registrierter unfallbedingter Totalverluste von Schiffen (größer als 500 BRZ) auf weniger als 100 jährlich abnahm und nur geringen Schwankungen unterlag, **nahm die Anzahl gemeldeter schwerer Schiffsunfälle insgesamt von rund 500 im Jahr 2005 auf fast 700 im Jahr 2006 drastisch zu.**

Die Anzahl schwerer Schiffsunfälle hat sich damit im Vergleich zum absoluten Tiefstand 1998 (weniger als 250) in den letzten neun Jahren nahezu verdreifacht.

Gleichzeitig stieg der Anteil an Kollisionen als Ursache aller gemeldeten schweren Schiffsunfälle und Totalverluste von rund 17% (1997-2001) auf aktuell 22% (2002-2006).

...

Als Ursache für das Eintreten eines Schadensereignisses werden häufig Kategorien wie "menschliches Versagen", "menschliches Fehlverhalten", der "Human Factor" oder auch "Human Error" angeführt. Seit BLANDING (1987) in einer Veröffentlichung zur Schiffsautomatisierung und dem menschlichen Faktor unter Bezug auf eine Statistik der U.S. Coast Guard angab, dass der Anteil der durch den Human Factor verursachten Seeunfälle bei 85% liege, wurde diese Aussage aus dem Zusammenhang gerissen und mit z.T. geringen Abweichungen oft zitiert, um auf den menschlichen Faktor als Hauptursache von Schiffsunfällen hinzuweisen. Mit Verweis auf andere Datenquellen wurde die Aussage scheinbar belegt (siehe dazu u.a. zusammenfassend ROTHBLUM (2000) oder BAKER & MCCAFFERTY (2005)). Allerdings wurde bei den Untersuchungen selbst in der Regel auch darauf verwiesen, dass es sich um verschiedene Kategorien menschlicher Fehler handelt. LÜTZHÖFT (2004) weist in diesem Zusammenhang verstärkt darauf hin, dass die Einordnung von Unfallursachen in die Kategorie "Human Factor" viel zu pauschal ist. Die oft zitierte 85%-Aussage ist schon deshalb anzuzweifeln, weil in ihr die Suggestion enthalten ist, dass es sich nur um Fehler der Schiffsführer handeln würde. Zur objektiveren und fundierteren Bestimmung von Seeunfallursachen regten u.a LÜTZHÖFT & HEDENSKOG (2006) eine detailliertere Untergliederung dieser Kategorie an.“

Der ingenieurpsychologische „AIT“ - Ansatz bei der Entwicklung eines adaptiven, ganzheitlichen und aufgabenorientierten Systems der Schiffsführung (Teil 2)

(A= adaptive I = integrated T = task oriented)

Diethard Kersandt

Einführung (auszugsweise zitiert aus Teil 1)

Die Nautiker „vor Ort“ stehen vor ihren Leistungsgrenzen. Sie machen Fehler und sollten sie doch durch die neue Technik vermeiden. 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 ist. 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 hoch.

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.

Maritime Bildungseinrichtungen liefern bezüglich der Lehre und Forschung in der Schiffsführung ein zersplittertes Bild ohne zukunftsweisendes theoretisches Fundament und ohne strategische Orientierung. Hintergründe für den sogenannten „human error“ werden kaum ermittelt; Forschungsarbeiten fehlen in der Bundesrepublik Deutschland. 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 (s. „Kersandt, D. : „Strategische Orientierung der Schiffsführung“, Schiff & Hafen, Heft 02 / 2008, S. 78 ff und angegebene Literaturquellen).

Die Summe der Erkenntnis lautet : Wenn wir die Tätigkeit des Nautikers auf der Brücke vor allem als kognitiven Prozess der Informationsverarbeitung verstehen, wenn wir erkennen, dass sein Leistungsvermögen in der Informationsaufnahme und daraus abgeleiteter Verarbeitung an objektive Grenzen gestoßen ist, wenn wir Mängel in der Informationsverarbeitung benennen und nicht allein als Probleme der „situation awareness“ bezeichnen wollen, wenn wir wissen, dass Wissen und Erfahrung in Form der „guten Seemannschaft“ (noch) verfügbar und geeignet sind, komplexe, dynamische und zufällige Prozesse zu beschreiben, die Bedeutung von Daten zu interpretieren und Zustände zu bewerten – warum versuchen wir wieder und immer wieder, die Anzahl und Vielfalt von Signalen und Daten zu erhöhen und nicht, wie es objektiv notwendig und effektiv wäre, die Schwachstelle in den kognitiven Vorgängen bei der Informationsverarbeitung : Bewertung und Bedeutung von Informationen als Grundlage von Hypothesen, Situationsabbildern und Entscheidungsvorgängen zu beseitigen ?

Die folgende Ausarbeitung soll dafür einige Anhaltspunkt liefern. Sie stellt den von KERSANDT seit mehr als 20 Jahren bevorzugten **ingenieurpsychologischen Lösungsansatz „AIT“** für die Entwicklung neuer Systeme für die Schiffsführung vor, die sich u.a. in dem System NARIDAS (siehe u.a. /19 /, / 24 /, / 27 /) widerspiegeln.

DER „AIT“- LÖSUNGSANSATZ VON KERSANDT

AIT : Adaptive, Integrated, Task oriented

Adaptive : anpassungsfähig ... an die Betriebszustände, das Informationsangebot, den Menschen, die Aufgabe, den Prozesszustand, die Situation

Integrated : ganzheitlich ... die Betrachtung und Gestaltung eines Mensch-Maschine-Systems (des integrierten Brückensystems) in seiner Gesamtheit mit dem Ziel seiner Verlässlichkeit unter Berücksichtigung von Fehlhandlungen durch Mängel in der Informationsverarbeitung

Task oriented : aufgabenorientiert ... entsprechend der Prozesshierarchie, der Aufgabenstruktur, der Zielgerichtetheit nach qualitativen Kriterien für Sicherheit und Wirtschaftlichkeit

Mit der Entwicklung von **NARIDAS** liegt ein Versuch vor, den aus ingenieurpsychologischer Sicht abgeleiteten „AIT“-Ansatz zu realisieren (siehe u.a. /19 /, / 24 /, / 27 /).

Dieses System ist als anpassungsfähiges, ganzheitliches System zur aufgabenbasierten Zustandsdiagnose auf der Grundlage dynamischer, situationspezifisch strukturierter Informationen mit bewerteten qualitativen Prozessparametern entsprechend des kognitiven Modells der Informationsverarbeitung zu verstehen.

Die Güte des AIT- Ansatzes wurde über Plausibilitätsprüfungen des implementierten Wissens („gute Seemannschaft“) und den Test der Gebrauchseigenschaften experimentell ermittelt und über Vergleiche zwischen menschlichem Verhalten und AIT – „Verhalten“ den Anforderungen an eine verlässliche Prozessführung unter den verschiedensten Einsatzbedingungen angepasst.

“The **Navigational Risk Detection and Assessment System (NARIDAS)** is a novel approach to a task-oriented integration and assessment of nautical data on the ship’s bridge. Based on about 100 physical and technical input parameters of the navigation process, NARIDAS performs an online calculation of the current situation’s navigational risk on eight dimensions. With a bar chart of the eight risk values, NARIDAS provides a comprehensive overview of the current risks to support situation awareness of the bridge team. The focus of this paper is on the evaluation of NARIDAS during the development process. Evaluation is conducted with practitioners and nautical experts, and addresses three levels: (1) risk model validity, (2) design of graphical user interface, (3) system effectiveness. Two evaluation studies were conducted. Study I was carried out with a static functional prototype, addressing levels (1) and (2). For study II, a fully-functioning prototype was implemented in a ship-handling simulator to investigate level (3). Positive results were obtained on all three levels, indicating that NARIDAS provides a valid model for the situational risks of ship navigation, and a promising tool for enhancing situational risk awareness of the bridge team.” / 26 /

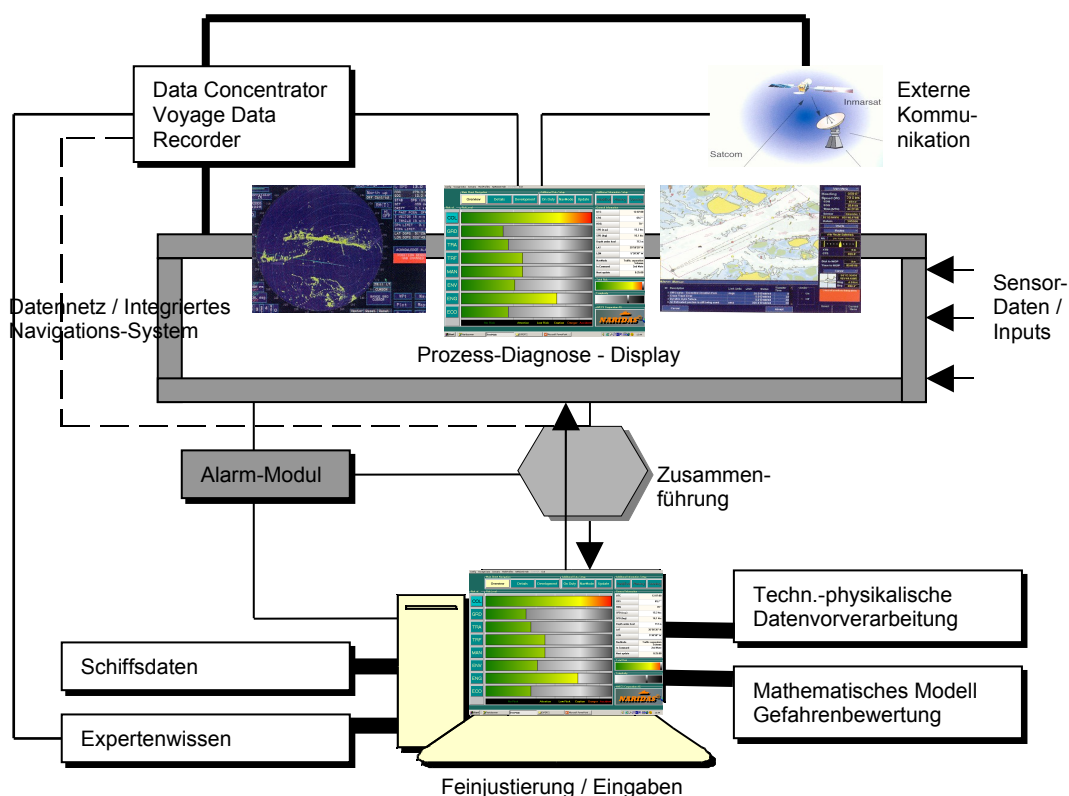


Abb. 4 Einbindung des Assistenzsystems in ein INS

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 eine „verlässliche“ Brücke („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 Systemkonzept.

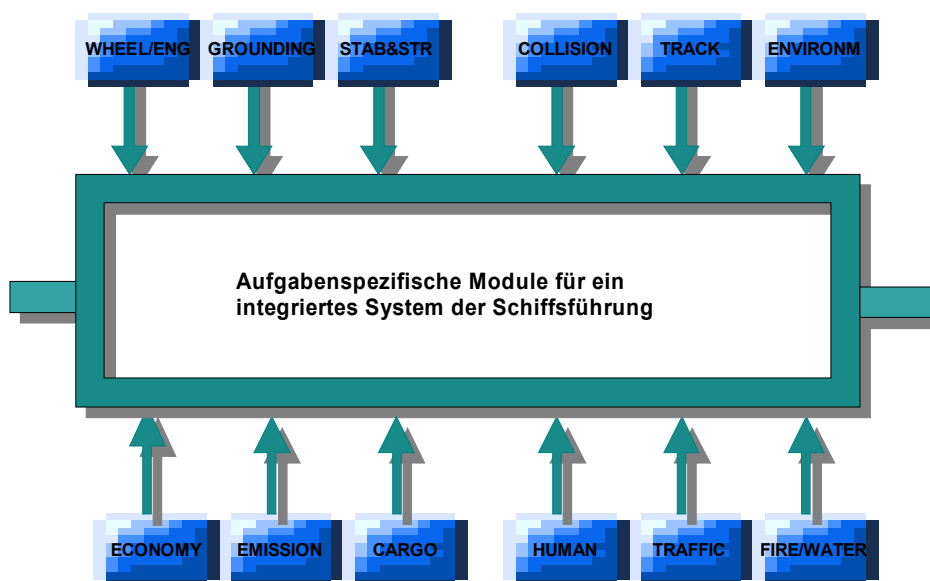


Abb. 5 Module (= partielle Prozesse = partielle Aufgaben) eines INS nach NARIDAS

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 zeitkritischen 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 und bringt letztlich den Erfüllungsgrad einer Aufgabe, eines Zieles zum Ausdruck.

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.

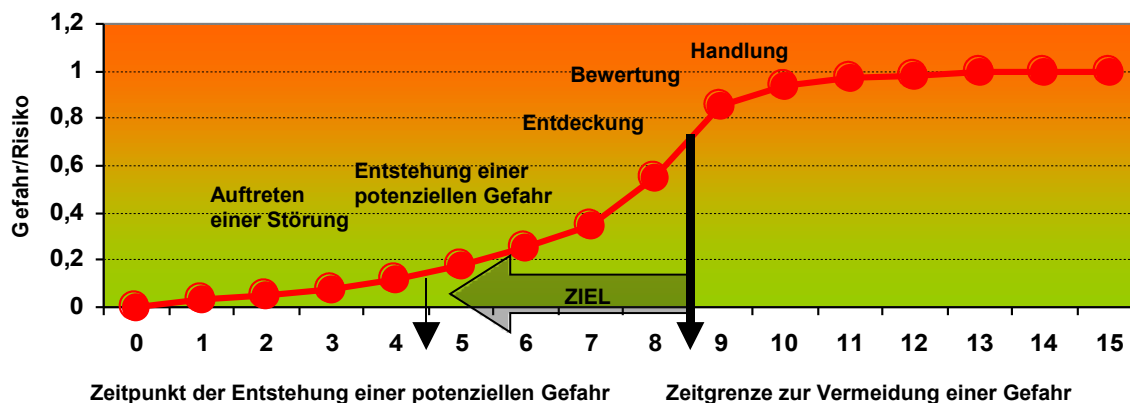


Abb. 6 Sicherheitsrelevantes Ziel im nautischen Fahrprozess

Anforderungen an die Systemgestaltung

Lösungen aus ingenieurpsychologischer Sicht widerspiegeln sich vor allem in den Merkmalen einzelner Stufen der Informationsverarbeitung. 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 der Informationsverarbeitung ist in der ersten Phase die „DIAGNOSE“, der in der zweiten Phase die „THERAPIE“ folgt.

Auf der Grundlage der Ausarbeitung von HERCZEG / 29 / können in diesem Zusammenhang die folgenden Anforderungen an die Gestaltung einer **verlässlichen Brücke** („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 Operators 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 widerspiegeln 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 Leistungsvermögens 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*)

Die Benutzeroberfläche des entwickelten Unterstützungssystems **NARIDAS** hat folgende **funktionelle Eigenschaften** / 26 / , / 27 / :

- permanente Anzeige allgemeiner Zustandsdaten
- Anzeige der Zustände in den partiellen Schiffsführungsprozessen in Form eines Balkendiagramms mit farblicher Gestaltung der Höhe der Gefahren (Übersicht über Grad der Aufgabenerfüllung)
- Anzeigemöglichkeit der die Höhe der jeweiligen partiellen Gefahren begründenden Details als alpha-numerische Hintergrundinformation
- Anzeige der Entwicklung der jeweils interessierenden Gefahr über einen wählbaren Zeitraum
- Nachfrage der den Höhen der partiellen Gefahren zugrunde liegenden Ursachen als Bewertung der Eingangsparameter der spezifischen Gefahr
- Angabe der ersten Empfehlungen für die Minderung einer partiellen Gefahr
- Anzeige des Zustandes des gesamten Prozesses als „Gesamtgefahr“

- Anzeige der Höhe der Komplexität des Prozesses als erster Hinweis auf seine aktuelle Beherrschbarkeit
- Wahl der Betriebsartanzeige „RADAR / ECDIS“; „PLANUNG“; „CONNING“ als Zusatzinformation
- Möglichkeit für ergänzende Eingaben wie „on duty“; „Betriebszustand“ und „update“, wenn das noch nicht automatisierbar ist
- Spezifische Eingaben für Systemkonfiguration bei Inbetriebnahme und für die Wahl der individuellen Sensibilität eines jeden Nautikers (mit Auswirkung auf die Beschleunigung oder Verzögerung der Höhe der Gefahrenbewertung)

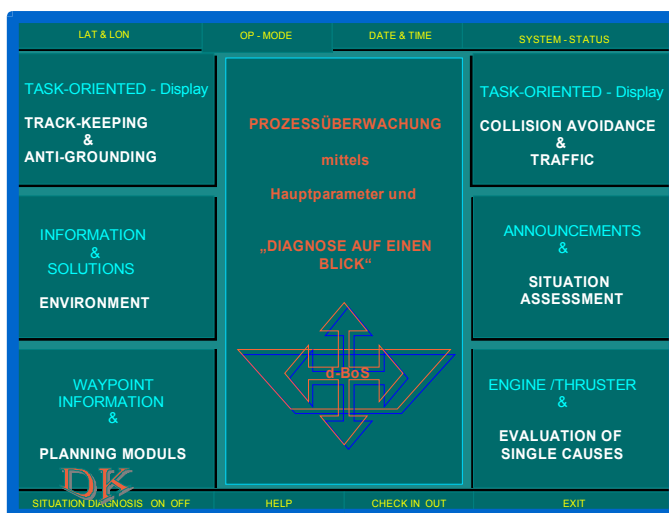


Abb. 7 Prinzipielle Anordnung von Elementen

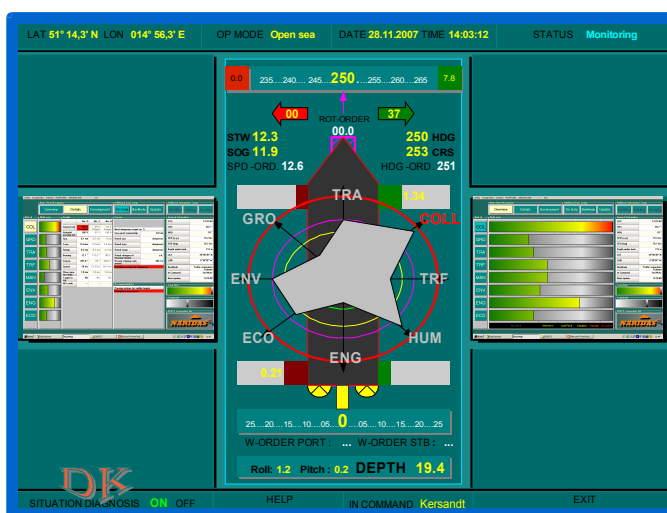


Abb. 8 Zustandsdiagnose „auf einen Blick“

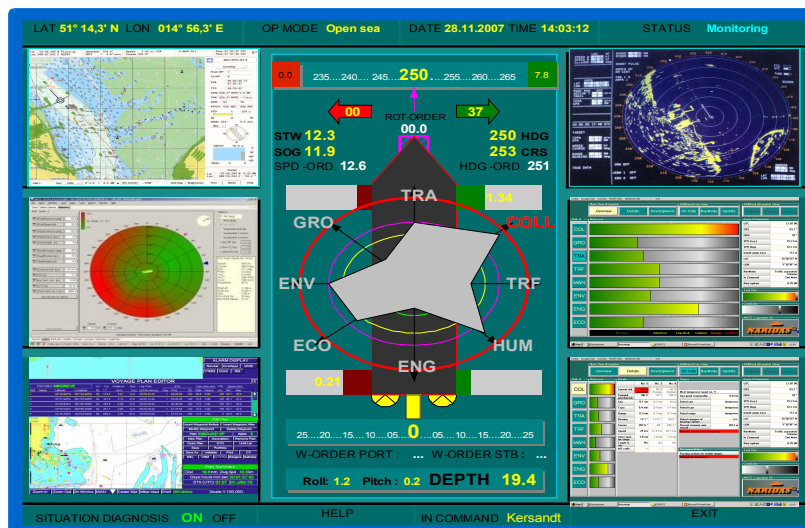


Abb. 9 Beispiel für ein Conning-Display nach KERSANDT auf der Grundlage des ingenieurpsychologischen AIT – Lösungsansatzes

INTERNATIONALE EINORDNUNG

Das Maritime Safety Committee (MSC) hat auf seiner 81. Session (MSC 81/23/10; 19 December 2005 - Agenda item 23 - Development of an E-Navigation strategy) beschlossen, in den Arbeitsprogrammen der NAV and COMSAR Sub-Committees bis zum Jahre 2008 eine "e-navigation" – Strategie erarbeiten zu lassen.

Das Sub-Committee on Safety of Navigation fand auf seiner 53rd session am 23-27 July 2007 folgende endgültige Definition für diesen Begriff :

"E-Navigation is the harmonized collection, integration, exchange, presentation and analysis of maritime information onboard 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."

Als Hauptgegenstände können im Zusammenhang mit dem AIT-Ansatz aufgeführt werden :

- „- facilitate safe and secure navigation of vessels having regard to hydrographic, meteorological and navigational information and risks;
- provide opportunities for improving the efficiency of transport and logistics;
- demonstrate defined levels of accuracy, integrity and continuity appropriate to a safety critical system;
- integrate and present information on board and ashore through a human interface which maximizes navigational safety benefits and minimizes any risks of confusion or misinterpretation on the part of the user;
- integrate and present information onboard and ashore to manage the workload of the users, while also motivating and engaging the user and supporting decision making in corporate training and familiarization requirements for the users throughout the development and implementation process;
- facilitate global coverage, consistent standards and arrangements, and mutual compatibility and interoperability of equipment, systems, symbology and operational procedures, so as to avoid potential conflicts between users; and
- be scalable, to facilitate use by all potential maritime users.”

Als sehr wesentlich für zukünftige Lösungen im Sinne des ingenieurpsychologischen Ansatzes erscheint die folgende Formulierung :

„The Sub-Committee agreed that the e-navigation strategy **should be driven by user needs rather than by technology** and was advised that the United Kingdom, IALA and IFSMA were working on developing a methodology to identify users and their needs and would be providing the appropriate input to the Correspondence Group on the subject. ...”

Auch die Revision der „performance standards for Integrated Navigation Systems (INS) and Integrated Bridge Systems (IBS)” weist auf eine spürbare Änderung der Entwurfsphilosophie von Brücken hin (s. **AIT – Ansatz : „aufgabenorientiert...“**):

“... An INS comprises **navigational tasks** such as route planning, route monitoring and collision avoidance, including the respective sources, data and displays which are integrated into one navigation system.

“ ... An INS is defined as such in the performance standards if it covers at least two of the following **navigational tasks** / functions: **route monitoring, collision avoidance and track control. Other navigational tasks may also be integrated into the INS.** The scope of the INS may differ, depending on the number and kind of tasks and functions integrated into the INS. The performance standards allow for a differentiated application of the requirements depending on integrated tasks and functionality.”

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 angestimmten 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 over-reliance 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. .”**

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

Auch die neuesten Veröffentlichungen der IMO orientieren die Gegenstände der e-Navigation ganz eindeutig an ingenieurpsychologischen Grundsätzen. Die Schwerpunktverlagerung auf die Anforderungen der Nutzer an ein neues Brückensystem ist nur zu begrüßen.

Auf folgende Nutzeranforderungen wird orientiert / 31 / (auszugsweise) :

„ ...

.5 Human Machine Interface: e-navigation systems must be designed to engage and motivate the user while managing workload. It was clear that as electronic systems take on a greater role, facilities should be developed for the capture and presentation of non-electronic data such as visual observations and user knowledge and experience. The presentation of information for all users should be designed to reduce single person errors and enhance team operations on board ship this includes the entire navigation watch, including the lookout, as well as the Master and, when one is aboard, the pilot. There is a clear need for good ergonomics both in the physical layout of equipment and in the use of light, colours, symbology and language.

.6 Data and System Integrity: A clear user need was expressed for e-navigation systems to be resilient and to take into account issues of data validity, plausibility and integrity, and for the systems to be robust, reliable and dependable. Requirements for redundancy, particularly in relation to position fixing systems, should be considered.

.7 Analysis: There is a clear need for an effective use of analysis functions within e-navigation to improve performance and prevent single person error. Shipboard systems should include analysis functions that support the user in complying with regulations; identifying risks, and avoiding collisions and groundings including the calculation of real-time under keel clearance (UKC) and air drafts.

Shore-based systems should support environmental impact analysis, operational planning, hazard/risk assessment, reporting indicators and prevention. Consideration should also be given to the use of analysis for activities including: response recovery, risk assessment and planning, detection and prevention, mitigation, preparedness, resource management and communication.

E-navigation analysis should be designed to complement users capabilities while compensating for any limitations.”

SCHLUSSANMERKUNG

Die nächste Messe steht vor der Tür. Der Verfasser wird sich, wie schon seit 20 Jahren, mit einer sorgfältigen und aus der Sicht des Nutzers kritischen Bewertung von Produkten für die Schiffsführung befassen.

Der Vergleich aktueller Lösungen mit den 12 Aspekten der Anforderungen an die Systemgestaltung wird darüber Auskunft erteilen, ob im Sinne der IMO-Initiative zur e-Navigation tatsächlich ein Wendepunkt mit konkreten Ergebnissen belegt werden kann.

Literatur :

/ 1 / Kersandt, D. : Erkennung und Bewertung sicherheitsrelevanter Situationen.- DGON.- TÜV Rheinland.- „Ortung und Navigation.- 2 / 1991, S.193

/ 2 / Kersandt, D. : Subjektiver Fehler und Verkehrssicherheit.- DGON.- TÜV Rheinland.- „Ortung und Navigation.- 1 / 1993, S.50

/ 3 / 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

/ 4 / Kersandt, D. : ANRIS – Automated Navigation Risk Identification System – A knowledge based “Early Warning System” for Avoiding the “Point of no Return”. – ISHFOB '95.- The Influence of the Man-Machine Interface on Safety of Navigation .- Proceedings of the International Symposium on Human Factors on Board.- Verlag TÜV Rheinland.- Bremen, November 1995

/ 5 / Kersandt, D. : Der “human error und das wissensbasierte Überwachungs- und Alarmsystem ANRIS zur Früherkennung komplexer nautischer Gefahrensituationen im Fahrbetrieb auf See.- DGON.- TÜV Rheinland.- „Ortung und Navigation.- 1 / 1996, S.52

/ 6 / Kersandt, D. : ANRIS 2000 : Safe Navigation and Calculable Risk by an Intelligent Alarm and Monitoring System for Large and Fast Ships.- ISIS '96.- Internationale Symposium Information on Ships.- DGON. – Hamburg, 29. and 30. October 1996

/ 7 / Kersandt, D. : „Risikoabschätzung im Kollisionsverhütungsprozess“; HANSA 9/1998, S.36–52;

/ 8 / Kersandt, D. : „Verbesserte Entscheidungsprozesse – Kardinalfehler in Entscheidungsprozessen oder warum es in der Seefahrt immer wieder zu Katastrophen kommt“.- HANSA.- Heft 11 / 1999.- S. 32 ff.;

/ 9 / Kersandt, D. : „Kompetenzbewertung am Schiffsführungssimulator“; HANSA 11/2001, S. 21 –28;

/ 10 / Kersandt, D. : „Beherrschbarkeit des Schiffsführungsprozesses aus der Sicht seiner Komplexität – einige Überlegungen zu integrierten Schiffsführungssystemen auf der SMM 2002“; HANSA, Heft 12 / 2002)

/ 11 / Kersandt, D. : Entscheidungshilfen : Operationelle Messung von Risiko und Kompetenz in Hochrisikosystemen, dargestellt am Beispiel der Schiffsführung
In: C. Steffens, M. Thüring & L. Urbas (Hrsg.), Entwerfen und Gestalten, Tagungsband zur 5. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme, 8.-10.10.2003 (ZMMS Spektrum Band 18, S. 427-431).
Düsseldorf: VDI.

/ 12 / Kersandt, D.: Riskomanagement: Bewerten, Erkennen, Gestalten.- Hansa International Maritime Journal 01/2003, Seite 15

/ 13 / Kersandt, D.: Risiko als Gestaltungselement in der Schiffsführung.- Hansa International Maritime Journal 11/2003, Seite 6

/ 14 / Kersandt, D. : Darstellung von Möglichkeiten für eine risikobasierte Kompetenzbewertung am Schiffsführungssimulator. - Studie für Hochschule Wismar, FB Seefahrt, 2003
AVECS Corporation AG maritim & industrial software systems

/ 15 / Kersandt, D.; Gauss, B.;
Timpe, K. P. :Untersuchung der Gebrauchstauglichkeit eines wissensbasierten Unterstützungssystems für die Schiffsführung.
In : M. Grandt (Hrsg.). Verlässlichkeit der Mensch-Maschine-Interaktion (DGLR-Bericht 2004-03 (295-304). Bonn: Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt

- / 16 / Kersandt, D. : Möglichkeiten zur Kompetenzbestimmung von Operateuren am Schiffsführungssimulator
In : M. Grandt (Hrsg.). Verlässlichkeit der Mensch-Maschine-Interaktion (DGLR-Bericht 2004-03 (295-304). Bonn: Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt
- / 17 / Kersandt, D. : Sind Katastrophen auf See vermeidbar? Hannover Messe . - Forumsprogramm 15.04.2005
- / 18 / Gauss, B.; Kersandt, D.;
Timpe, K.-P. : Entwicklung und Gestaltung eines Risikomanagementsystems für die Schiffsführung. Presentation at GMA-Kongress 2005 – Automation als interdisziplinäre Herausforderung, Baden-Baden, Germany, 7-8 June 2005.
- / 19 / Kersandt, D.: Innovative Technologie plus Erfahrung.- NARIDAS -Assistenzsystem zur Erkennung und Abschätzung von Risiken in der Schiffsführung. – Hansa International Maritime Journal 05/2005, Seite 47
- / 20 / Gauss, B.; Kersandt, D. :NARIDAS – Navigational Risk Detection and Assessment System for the Ship's Bridge
International Conference on Computational Intelligence for Modelling Control and Automation – CIMCA'2005, Wien, Austria; 28 - 30 November 2005
- / 21 / B. Gauss.; D. Kersandt : Mensch-Maschine-Interaktion auf der Schiffsbrücke Beiträge zur Mensch-Maschine-Systemtechnik aus Forschung und Praxis
Hrsg.: Katja Karrer; Boris Gauss; Christiane Steffens
Hardcover, 397 Seiten mit zahlreichen Abbildungen; S. 17.;1. Auflage 2005
- / 22 / B. Gauss, TU Berlin, D. Kersandt, Univ. Rostock, K.-P. Timpe, TU Berlin
Entwicklung und Gestaltung eines Risikomanagementsystems für die Schiffsführung
GMA-Kongress 2005
Automation als interdisziplinäre Herausforderung
Baden-Baden am 07./08. Juni 2005
- / 23 / Kersandt, D.: Fragen und Vorschläge für eine strategische Orientierung der maritimen Forschung. – Hansa International Maritime Journal 09 / 2006, Seite 182
- / 24 / Kersandt, D.: NARIDAS –Ergebnisse einer zweiten Expertenbefragung
Hansa International Maritime Journal 10/ 2006
- / 25 / 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
- / 26 / B. Gauss and M. Rötting, Berlin University of Technology, Department of Human-Machine Systems, Germany; D. Kersandt, AVECS Corporation AG, Germany :
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
- / 27 / Kersandt, D. : Diagnosesystem für dynamische Fahrprozesse mit Gefahrenabschätzung und Alarmmanagement auf der Basis NARIDAS.
HANSA International Maritime Journal 07/ 2007, S. 68 ff
- / 28 / Kersandt, D. : Strategische Orientierung der Schiffsführung. Schiff & Hafen, Heft 02 / 2008 S. 78-83
- / 29 / Michael Herczeg : Interaktions- und Kommunikations-versagen 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)

/ 30 / Baldauf, M.; Benedict, K.; Fischer (Hochschule Wismar, Ber. Seefahrt Warnemünde)
Wilske, E. und Grundevik, P. (SSPA) : „Integrierte Navigation und technische Zuverlässigkeit –
Durchführung und Ergebnisse einer Szenariostudie zu AIS

/ 31 / SUB-COMMITTEE ON RADIOCOMMUNICATIONS AND SEARCH AND RESCUE. - 12th
session; Agenda item 11: COMSAR 12/11; 1 February 2008
DEVELOPMENT OF AN E-NAVIGATION STRATEGY. - Report from the e-navigation Correspon-
dence Group; Submitted by the United Kingdom
Developing the User requirements
(http://www.iho.shom.fr/INT_ORGS/COMSAR12_11.pdf)

/ 32 / Kraiss, K.-F. : Skript zur Vorlesung „Anthropotechnik in der Fahrzeug- und Prozessführung“,
Lehrstuhl für Technische Informatik, RWTH Aachen, 2004
<http://www.techinfo.rwth-aachen.de/Lehre/Anthropotechnik/Skript.pdf>

/ 33 / Hacker, W. : Allgemeine Arbeits- und Ingenieurpsychologie.- VEB ; Deutscher Verlag der
Wissenschaften.- Berlin.- 1980