

Das Projekt „DGON- Bridge“ in kritischer Betrachtung

Diethard Kersandt

27. August 2009

INHALT

	Seite
Vorbemerkung	2
1. Ziel und Aufgaben des Projektes „DGON-Bridge“	3
2. Zur Projektbezeichnung “DGON – Bridge” und zur Kenntnis einiger Mitglieder der Schifffahrtskommission u.a. Wissenschaftler	4
3. Aufklärungsversuche – Informationen zu D. Dörner	12
„Die Maus und der Roboter“	13
„Götter bauen“	14
„Der Seelenbauer“	15
4. Aufklärungsversuche - Was ist ein “Nautical PSI” ?	17
5. Aufklärungsversuche - Aus Veröffentlichungen der Projektbearbeiter	32
„Nautical PSI - Virtual Nautical Officers as Test Drivers in Ship Bridge Design“	46
„A Data-Fusion Oriented Approach for Ship-Bridge Information Management“	60
6. Kritik an der PSI – Theorie	63
7. Zum Vergleich : kurze Darstellung einer Lösung mit ingenieur- wissenschaftlichem Hintergrund	72
Sicherheit und Wirtschaftlichkeit in der Schiffsführung	
Lösungsansätze für die Gestaltung von Prozessführungssystemen : das AIT – System im Vergleich zum PSI – Ansatz	72
Die AIT – Lösung : “NARIDAS (Navigational Risk Detection and Assessment System)”	95
NARIDAS – evaluation of a Risk Assessment System for the Ship’s Bridge	102
8. Zusammenfassung	113

Das Projekt „DGON- Bridge“ in kritischer Betrachtung

Diethard Kersandt

Wollen wir den realen Nautiker oder seine „virtuelle“ Nachbildung als 'Erprober' für neue Schiffsführungssysteme?

Hat die Deutschen Gesellschaft für Ortung und Navigation die Verwendung ihres Namens für das Projekt freigegeben ?

Gibt es Hinweise auf die Verletzung des Status der DGON als „gemeinnütziger Verein“?

Welche Bedeutung haben der aktuelle Stand von Wissenschaft und Technik und „Projektbegründungsgutachten“ für die staatliche Förderung von F/E-Projekten ?

Wie schätzt die DGON die Konsequenzen ein, die sich mit der Bezeichnung des Projektes aus den Ergebnissen der Projektarbeit ergeben ?

In welcher Rolle sieht sich die DGON bei der Behandlung anderer und ähnlicher bisheriger Forschungsergebnisse hinsichtlich der Gemeinnützigkeit und der wissenschaftlichen Diskussion in und außerhalb der Gremien der DGON ?

Welche Konsequenzen zieht der Vorstand der DGON aus wissenschaftlichen Mängeln des unter ihrem Namen laufenden Projektes ?

Kann die Bildung eines Fachausschusses „Schiffsführung“ und seine Arbeit eine Quelle wissenschaftlicher und zugleich praxisnaher Diskussion sein, die zur Herausbildung strategisch wichtiger Forschungslinien und ihrer aufmerksamen Beobachtung und Überführung von Ergebnissen in die Praxis der Seefahrt beitragen ?

Vorbemerkung

Unter der Bezeichnung „DGON – Bridge“ läuft seit Oktober 2005 ein staatlich gefördertes Forschungsprojekt. Ursprünglich mit einer Laufzeit von 3 Jahren geplant, wurde es jetzt bis Herbst 2009 verlängert. Die Koordinierung der Projektarbeit erfolgt durch das Schiffsfahrtsinstitut Warnemünde, ein gemeinnütziger Verein und „an – Institut“ der Hochschule Wismar. Der Verfasser konnte sich über einige Veröffentlichungen von Mitarbeitern der Projektgruppe und mittels Internet über Inhalt, Ziele und Arbeitsstand informieren. Als auf einigen Inhalten des Forschungsgegenstandes seit 4 Jahrzehnten tätiger Wissenschaftler hat er mit größtem Interesse die bisher vorgestellten Projektergebnisse studiert und als Mitglied der DGON die „Mitwirkung“ dieses bedeutenden gemeinnützigen Vereins verfolgt.

Es ist erfreulich, wenn sich eine Projektgruppe bildet, die das Ziel hat, die Schiffsführung sicherer zu machen. Es ist lobenswert, wenn die benötigten finanziellen Mittel teilweise durch staatliche Förderung aufgebracht werden. Es erscheint unwissenschaftlich und die interessierte Fachwelt fehlorientierend, wenn in Veröffentlichungen der Projektmitarbeiter der aktuelle Erkenntnisstand in der Bundesrepublik Deutschland auf diesem Gebiet nicht oder so gut wie nicht erwähnt wird.

Es erscheint unverantwortlich und selbstüberschätzend, wenn das Projekt mit einem Namen versehen wurde, der den Anschein erwecken kann, dass das Projekt ein Projekt der Deutschen Gesellschaft für Ortung und Navigation sei. Es ist aus ethischen Gründen zweifelhaft, die strategische Orientierung einer angewandten Forschungslinie ohne breite Einbeziehung der von ihr betroffenen Menschen festzuschreiben. Es ist leichtfertig und unwissenschaftlich, die Forschungsergebnisse von anderen ebenfalls staatlich geförderten Projekten gleicher Zielstellung in Publikationen nicht zu erwähnen (obwohl sie mehreren Mitglieder der Projektgruppe bekannt sind) und die eigenen erwarteten Ergebnis als Standard festzuschreiben zu wollen. Es erweist sich als ernsthafter wissenschaftlicher Mangel, in einem Projekt mit weitreichendem Wirkungskreis die

wissenschaftliche Grundlage nur sehr einseitig auf eine von mehreren Varianten auszurichten, die eigene Lösung trotz fehlender praktischer Anwendungsbeispiele überzubetonen und dabei andere, wissenschaftlich und praktisch bewährte, zu verschweigen sowie jede fachliche Kooperation zu vermeiden.

Personell war Prof. Dr. Reinhard Müller-Demuth, Mitglied des Vorstandes des Schiffahrtsinstitutes, zugleich Professor am Bereich Seefahrt der Hochschule Wismar und zugleich Vorsitzender der Schiffahrtskommission der DGON mit der Koordinierung des Projektes betraut. Für die mathematische Seite der wissenschaftlichen Arbeit (Datenfusion) war weitgehend Dipl.-Math. Michaela Demuth, eine Mitarbeiterin des Schiffahrtsinstitutes, verantwortlich.

Schwerpunktmäßig beschäftigt sich der Verfasser mit Arbeiten des Schiffahrtsinstituts Warnemünde und des Fachgebietes Interkulturelle Wirtschaftskommunikation der Friedrich-Schiller-Universität Jena. Die Projekt-Ergebnisse dieser Einrichtungen bestimmen wesentlich inhaltlich die Arbeit der Praxispartner.

Er versucht – aus der Sicht eines Wissenschaftlers, Nautikers und eines Mitgliedes der DGON – Inhalte dieses Projektes zu diskutieren, existierende Lösungsansätze im Vergleich darzustellen und Probleme in Namensgebung, Ziel und Durchführung des Projektes kritisch zu beleuchten sofern ihm Ausarbeitungen, Berichte und andere Veröffentlichungen zugänglich waren.

Er weist in diesem Zusammenhang ausdrücklich auf das erklärte Ergebnis des Projekts **„Referenzmodell für Reeder, Zulassungsbehörden, Werften, Zulieferindustrie sowie für aufsetzende Forschungsvorhaben“** zu werden, hin und versucht die Aufmerksamkeit der Hersteller, Reeder und vor allem der Nautiker auf die Folgen dieses Ergebnisses zu lenken.

Dazu dient auch die **Kenntnis der beiden möglichen Lösungsansätze**, die er in groben Zügen vorstellt :

1. **Verfahren der ingenieurwissenschaftlichen Forschung zu künstlicher Intelligenz** mit dem Ziel der Verbesserung (vielleicht der Optimierung) der menschlichen Kompetenz unter Beachtung der Verlässlichkeit eines ganzheitlichen Mensch-Maschine-Systems (Beispiel : AIT – Lösungsansatz von Kersandt)

2. **Kognitives Modellieren im Dienste kognitionswissenschaftlicher Intelligenzforschung** zur Verbesserung des Verständnisses der grundlegenden Prinzipien biologischer Informationsverarbeitung (Beispiel : DGON-Bridge – Nautical PSI von Strohschneider / Brüggemann , basierend auf der Theorie von Dörner).

2. Ziel und Aufgaben des Projektes „DGON-Bridge“

Der Internet – Seite <http://schiw.sf.hs-wismar.de/dgonbridge/projekt.php> der Hochschule Wismar kann die folgenden Informationen über das Projekt entnommen werden :

„Warum gibt es dieses Projekt?“

Das Brückendesign sagt nichts über den Grad der Integration der Systeme oder die hinterlegte Innovation aus. Ein offener Ansatz für die Gestaltung einer Brücke fehlt. Es gibt:

- keine einheitliche Bedienung
- kein standardisierter Einbau/Austausch

- kein einheitliches Datenmanagement
- keine einheitliche Alarmbehandlung
- keine übergreifende Systemarchitektur
- kein Sicherheitskonzept

Hier einige Kommentare von Brückenpersonal zu den aktuellen Systemen:

- It works but it needs something!
- When we really need the technology, it is no help!
- I try to understand how the guy who built it was thinking!
- How will my switching off this part affect the rest of the system?
- „The user as integrator“

Ziele des Projekts

- Assistenzfunktionen zum Abfedern der mentalen Belastung
- Transparenz und Leichtigkeit in der Bedienung
- Integration landseitiger Servicefunktionen
- Rückkopplungen zwischen Sensoren und verarbeitenden Einheiten
- Schnelle Fehlererkennung und Korrektur von Fehlfunktionen
- Sicherung von Default-Abläufen in verschiedenen Prozessen der Schiffsführung
- Sicherung der zeitlichen Gültigkeit der Normen /EC-Standards
- menschengerechte Gestaltung des Arbeitsumfeldes

Wege zur innovativen Schiffsführungszentrale

- funktional einheitlich gestaltete Arbeitsplätze
- einheitliches und ergonomisches Bedienkonzept
- modulares Konzept für das Brückendesign
- standardisierte Einbauten
- integrierende Systemarchitektur
- einheitliches Daten-, Informations- und Alarmhandling
- Untersuchung neuartiger System- und Assistenzfunktionen zur Reduktion der mentalen Belastung des Brückenpersonales
- Erarbeitung einer psychologischen Theorie des Handelns von Menschen auf der Brücke
- Vorschlag eines offenen, modularen Ansatzes für eine Standardbrücke

Vorteile der integrierten Brücke

- Miniaturisierung der Brückenausrüstung bei gleichzeitiger Erhöhung der Robustheit des gesamten Brückensystems
- Zuverlässigkeit sowohl der Signal- und Informationswege als auch der Funktionalität der Brücke auch in Extremsituationen (Wetter und Seegang)
- Verringerung des Sicherheitsrisikos
- Vermeidung von Fehlbedienungen.
- Reduzierung des Trainingsaufwandes
- Transparenz in den System- und Alarmzuständen
- Kostensenkung bei Planung, Bau, Montage und Wartung
- leichter Wechsel von Schiff zu Schiff bei erhöhter Bediensicherheit

Ergebnisse des Projekts

- Referenzmodell für Reeder, Zulassungsbehörden, Werften, Zulieferindustrie sowie für aufsetzende Forschungsvorhaben
- Verbesserung der Funktionalität integrierter Brückenanlagen
- Universelle Verwertung für jedes Werftprofil bei der Konstruktion und Bau der Brücke sowie deren Ausrüstung
- Erhöhung der Sicherheit im laufenden Seebetrieb
- Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit deutscher Reeder, Werften, Schiffsbrückenausrüster und deren Zulieferer“

Partner und Rolle im Projekt

[SAM Electronics GmbH](#), Hamburg

Verbundantragsteller
Bedienkonzept
Standardkomponenten
Daten- und Alarmmanagementkonzept
Sicherheitskonzept

[Schiffahrtsinstitut Warnemünde](#), Institut an der [HS Wismar](#)

Koordinator

Informationsmanagementkonzept

Daten - und Alarm Management

[Raytheon Anschutz GmbH](#), Kiel

Leader für Daten - und Alarm-Managementkonzept

[Thyssen Krupp Marine Systems GmbH](#), Hamburg

Brückengestaltung
Mockup für Forschungsplattform

[Jos. L. Meyer Werft](#), Papenburg

Data Stream Management
Standardkomponenten zur Brückengestaltung

[Aker Ostsee GmbH](#), Wismar

Anwendererwartungen bzgl. Bedienkonzept
Datenmanagement
Standardkomponenten zur Brückengestaltung

[Arbeitsbereich Messtechnik EMV TU Hamburg, Harburg](#)

Verknüpfung einzelner Brückenelemente

Fachgebiet Interkulturelle Wirtschaftskommunikation, Friedrich-Schiller-Universität, Jena

Bedienkonzept

Standardkomponenten

Kognitive Modellierung

Förderer: BMBF/PTJ; Projektlaufzeit: 10/2005 – 9/2008 (verlängert bis Herbst 2009)

Das Teilprojekt der Universität Jena lautet :

”Verbesserung der kognitiv-handlungsregulatorischen Funktionalität von Schiffsbrücken: Analyse, Modellierung und Simulation, Designempfehlungen”.

Ein Teilprojekt des Schiffahrtsinstitutes läuft unter der Thematik :

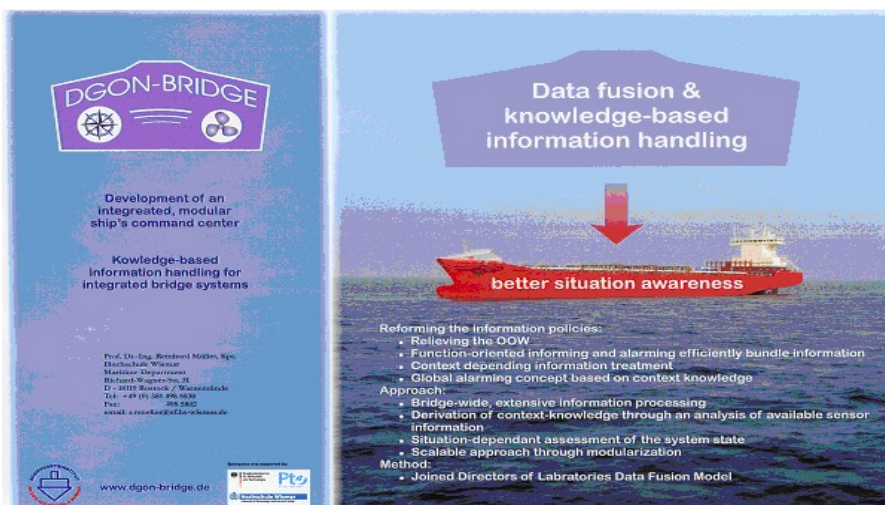
“Alarm Management On Board Vessels - A Data Fusion Approach”

(siehe u.a. : Müller-Demuth, R., Demuth, M. : „Concept and Case Study of a Data-Fusion Oriented Approach for Ship-Bridge Information Management“.- In : European Journal of Navigation, Volume 7, Number 2, August 2009, Seite 24 ff)

Der Verfasser wird sich schwerpunktmäßig mit diesen Inhalten beschäftigen.

2. Zur Projektbezeichnung “DGON – Bridge” und zur Kenntnis einiger Mitglieder der Schiffahrtskommission u.a. Wissenschaftler

Nach Kenntnisnahme von Werbe- und Informationsmaterialien (Internet, Messe), die mit dem Titel “DGON-Bridge” ausgestattet waren (s. Abbildung), fragte der Verfasser bei kompetenten Mitgliedern der DGON nach, ob die Bezeichnungen “Nautik-PSI” bzw. “DGON-Bridge” bekannt seien.



Der Flyer mit der Verwendung des Namens “DGON-Bridge”

FRAGEN an DGON – Mitglieder (Schiffahrtskommission)

"Diethard Kersandt" <diethard.kersandt@T-Online.de> schrieb:

05.02.2008 :

Sehr geehrter Herr ... ,
in Zusammenhang mit dem DGON- Bridge Projekt ist mir die Bezeichnung "Nautik PSI"
aufgefallen. Über das INTERNET fand ich die Quelle :

5. [[pdf](#)] Arbeitsfeld Schiffsbrücke: Arbeitsfeld Schiffsbrücke: Kann ...
Nautiker. Nautiker. modellieren und simulieren. modellieren und simulieren Psyche integrieren (PSI-Theorie); durch. durch. Vergleich mit...
<http://www.uni-bamberg.de/fileadmin/uni/fa...>

Die Quelle enthält den ppt-Vortrag einer Mitarbeiterin der Uni Bamberg :

"Arbeitsfeld Schiffsbrücke: Kann ein Computermodell eines Kapitäns die Seefahrt sicherer machen?"

Haben Sie nähere Kenntnisse über den "PSI - Nautiker" ? Welche Zielstellung verfolgt die DGON und welche Ergebnisse werden erwartet ?

Will die DGON unter dem Namen "DGON - Bridge" eine Computermodell eines Kapitäns entwickeln lassen ? Ich bitte Sie als DGON - Mitglied um eine Antwort, denn die Initiative "e-Navigation" der IMO könnte ja damit in sehr engem Zusammenhang stehen.

...

Diethard Kersandt

Antworten :

11.02.2008 :

M.J. schrieb:

... Vermutlich möchten Sie meine Kenntnisse über diese Angelegenheit erfragen. **Dazu kann ich nur sagen, dass mir weder das Projekt noch dessen Ergebnisse bekannt sind.**

Ich kann mich schwach an ein Telefonat aus Bamberg erinnern - das kann aber auch gern fünf oder mehr Jahre her sein und liegt noch in meiner Hamburger Zeit. Ich bin noch nicht mal sicher, ob es mit der Uni Bamberg zu tun hatte. Seit dem habe ich davon nie wieder etwas gehört. **Eine Verbindung zu DGON ist mir nicht bekannt.**

...

M.J.

11.02.2008 :

I.H. ... schrieb:

... **Ihre Fragen kann ich leider nicht beantworten**, geeigneterer Ansprechpartner wären Herr C.B. vom BMV oder Herr Dr. J. wo die Weichenstellungen, bzw. Informationen, was mit öffentlicher Förderung bearbeitet wird, geschehen, bzw. vorliegen. ...

Was die DGON betrifft, so schlage ich vor, dass Sie einen gezielten Vorschlag an Herrn K. machen, wie wir weiter vorgehen sollten. Dieser Vorschlag könnte auf der nächsten Sitzung dann beraten und die notwendigen und möglichen Schritte eingeleitet werden. Dies wäre eine gute Tat.

...

I.H.

06.02.2008 :

Prof.Dr. B.B. schrieb:

... zu Ihrer ersten interessanten Frage (**Haben Sie nähere Kenntnisse über den "PSI - Nautiker" ? Welche Zielstellung verfolgt die DGON und welche Ergebnisse werden erwartet ?**) kann ich leider gar nichts sagen. **Das zitierte Projekt ist mir vollkommen unbekannt.**

Nach meinem (begrenzten) Verständnis wäre das wohl ein Expertensystem par excellence. Aber was steckt dahinter: **Will jemand beweisen, dass ein Kapitän ersetzt werden kann oder gerade nicht, oder was für ein Umfeld ein solcher Computer-Kapitän braucht**, oder soll ein erfolgreiches Schachprogramm wie Fritz oder Chessbase o.a. auf anderes entscheidungsrelevantes Verhalten übertragen werden? Schachregeln sind allerdings einfacher.

Leider muss ich auch bei der zweiten Frage (**Will die DGON unter dem Namen "DGON - Bridge" eine Computermodell eines Kapitäns entwickeln lassen ?**) die Antwort offen lassen: **Diese Problemstellung innerhalb der "DGON Bridge" wäre mir neu. ...**

....

B.B.

12.02.2008 :

F.B. schrieb :

...

Mir ist der Vortrag bekannt, er wurde auf mehreren Veranstaltungen bei nautischen Vereinen und dem VDR gehalten. Seit laengeren versuchen wir bei PD und ich persoendlich ueber die IMO und IEC Aktivitaeten in kleinen Schritten Navigationssystemen mehr Intelligenz "einzuhauchen" - gerade jetzt bin ich wieder in Bonn bei der IMO-GC IBS und Central Alarm Management und die Materie ist schwierig genug. ...

Ich haben keine nähere Kenntnisse über den "PSI – Nautiker" und das "DGON - Bridge" Project und war nur sporadisch mit Sachkenntnis auf Anfrage zur Stelle. ...

Die DGON ist unter Egiede nicht autorisiert unter dem Namen "DGON - Bridge" ein Computermodell eines Kapitäns entwickeln lassen.

Ich bin im Rahmen BMfV in der Arbeitsgruppe "e-Navigation". Der Mitarbeiter BMfV/BSH der regelmaessig an den Sitzungen e-Navigation teilnimmt und den besten Ueberblick hier hat, ist Herr R. vom BSH. Nach meinem Kenntnisstand ist ein "Computermodell Kapitaen" nicht Gegenstand der Initiative.

F.B.

13.02.2008 :

H.J. schrieb :

... PSI ist ein theoretisches Model über das Zusammenspiel von Kognition, Emotion und Motivation. Nähere Informationen entnehmen Sie bitte dem Vortrag von Prof. Dörner/ Uni Bamberg mit dem Titel "Das Leben von PSI", den ich anliegend beifüge. Die Uni Bamberg beschäftigt sich u.a. mit komplexen Verhaltensweisen in z.B. diversen Leitwarten bei Feuerwehr, Luftfahrt, Schienenverkehr, Kraftwerken, Seeverkehr etc..

Der Begriff des "PSI- Nautikers" ist mir unbekannt. DGON will kein Computermodell eines Kapitäns entwickeln, sondern aus Verhaltensweisen ein Modell für mehr Sicherheit herausfinden. ...

H.J.

14.02.2008 :

"C.B. schrieb :

... Sie haben mich in meiner Funktion als DGON-Mitglied angesprochen und Sie erlauben mir Ihnen auch in dieser Fuktion zu antworten.

Haben Sie nähere Kenntnisse über den "PSI - Nautiker" ?

Bei dem PSI Nautiker handelt es sich um ein Simulationsmodell eines Nautikers, welches längerfristig für Testzwecke von Navigationsequipment eingesetzt werden könnte.

Welche Zielstellung verfolgt die DGON und welche Ergebnisse werden erwartet ?

Die DGON selber verfolgt bei dem Projekt nach meinen Kenntnissen keine weitere Zielstellung, da nicht "die DGON" Durchführender des Projekts ist, sondern einzelne Mitglieder der DGON.

Will die DGON unter dem Namen "DGON - Bridge" eine Computermodell eines Kapitäns entwickeln lassen ?

Die DGON selber läßt nichts entwickeln. Die Zielstellungen des Projekts sind von den Projektpartnern definiert worden, nicht von "der DGON".

Ich bitte Sie als DGON - Mitglied um eine Antwort, denn die Initiative "e-Navigation" der IMO könnte ja damit in sehr engem Zusammenhang stehen.

Aus meiner Sicht steht die internationale Initiative eNavigation mit dem von Ihnen angefragten "PSI - Nautiker" nicht im engeren Zusammenhang.

Weitere Informationen über den Stand zu Thema eNavigation kann Herr C.B. (BMVBS) geben, der Mitglied der Correspondence Gruppe der IMO ist. Auch ich beziehe meine Kenntnisse über diese Quelle.

...

C.B.

Antwort der DGON auf die Frage nach der Kenntnis des Projektes :

e-mail vom 04.Dez. 2007, 11:35 Uhr :

...

In bezug auf Ihre schriftlichen Hinweise bezüglich des "DGON-Bridge" Projektes **teile ich Ihnen mit, dass im Rahmen der DGON so ein Projekt nicht betreut und nicht verwaltet wird.**

...

Hans Jürgen Kuhn, Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation e. V.

Prof.Dr. R. Müller-Demuth u.a. in einem Beitrag auf dem International Symposium Information on Ships „ISIS 2008“ (18. - 19. 09.2008) : A Data-Fusion Oriented Approach for Ship-Bridge Information Management (s.a. folgendes Bild):

„... The idea of the DGON-Bridge Project was born during specific strategically discussions initiated by the Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation (DGON) –the German Institute of Navigation. ...

... The developed methods for resolution and the results serve also as a support of the national working group “Integration INS/IBS”.

Die Zitate wurden dem folgenden Bild entnommen. Der Verfasser überlässt es den Lesern, den **Widerspruch zwischen den Auskünften** einiger kompetenter Mitglieder der DGON, der DGON selbst **und den Erklärungsversuchen von Herrn Müller** zu interpretieren.

The idea of the DGON-Bridge Project was born during specific strategically discussions initiated by the Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation (DGON) – the German Institute of Navigation. Together with experts of the German ship-building industry, Verband Deutscher Reeder (VDR) – the association of the ship-owner, Germanischer Lloyd – the classification society, and Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) – the federal ministry of shipping and hydrograph it was pointed out, that the human and technical requirements of the vessel operating should influence already during the development, building and fitting of vessels.

The goal of the project is the development of a modern and ergonomic ship bridge design in respect to the technical equipment on board merchant vessels. The integration of technical devices is not only to understand as common desk connection, rather the interaction and the operability of the devices should be meeting the needs of safety navigation and suitable working conditions for the ship master and his crew. The developed methods for resolution and the results serve also as a support of the national working group “Integration INS/IBS”.

The focus of the following paper is given by the development of a cross-system and centralised architecture for data and alert management.



Figure 1: Cooperative partners of the DGON-Bridge Project

Fragestellung an Prof.Dr. M. Herczeg

Universität zu Lübeck

Direktor, Institut für Multimediale und Interaktive Systeme (IMIS)

...

Vor einiger Zeit erfuhr ich, dass nunmehr wissenschaftliche Arbeiten in Angriff genommen wurden (TU Bamberg, TU Jena), die sich mit der **Modellierung des menschlichen Wesens, des Nautikers / Kapitäns** beschäftigen und letztlich zu einem "Nautik - PSI" führen sollen, das zur Entwicklung von Schiffsbrücken (als Prozessleitsystem) dienen kann. Ich gehe davon aus, dass Ihnen der von Dörner entwickelte und gegenwärtig von Strohschneider bearbeitete PSI- Modellansatz bekannt ist.

...

Kann es sein, dass die Arbeiten zur Entwicklung eines "Nautik- PSI" und der sich daran an-

schließende Vergleich mit dem menschlichen Nauiker zunächst nur dazu dienen können, die Theorie des PSI - Ansatzes praktisch zu belegen; die Erkenntnisse aber noch lange nicht so weit sind (vielleicht sollte man das auch aus ethischen Gründen nicht erreichen wollen), von den "Fähigkeiten" dieses "PSI" den Entwurf von Leitsystemen für komplexe, dynamische und zufällige Prozesse bestimmen zu lassen ?

...

Diethard Kersandt

11.02.2008 :

Prof. Dr. Michael Herczeg antwortete :

... die Modellierung menschlicher Kognition und Emotion hat eine lange Historie. Herr Dörner hat sich hier besonders verdient gemacht. **Es gibt aber auch ein Vielzahl von Modellierungsansätzen und Modellierungshilfsmittel, die vor allem für interaktive Systeme entwickelt worden sind.**

Alle dieser Ansätze haben eine Gemeinsamkeit: Sie modellieren nur einzelne Aspekte menschlichen Verhaltens unter bestimmten, meist stark vereinfachenden Annahmen. Insbesondere die menschliche Kognition ist beliebig komplex und nur ansatzweise formal erfassbar, wie auch die letzten 50 Jahre KI gezeigt haben. **Daher ist kaum davon auszugehen, dass die formale Modellierung eines menschlichen Akteurs, wie z.B. eines Nautikers, zu mehr als einem weiteren Hilfsmittel zum schrittweise besseren Verständnis und zur besseren Gestaltung von interaktiven Systemen führen kann.**

Keines der existierenden Verfahren taugt zum Ersatz von kontextualisierten, arbeitspsychologischen Analysen und Evaluationen mit richtigen Menschen.

... Michael Herczeg

Fragestellung an Prof.Dr. Klaus-Peter Timpe

TU Berlin, Leiter Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme

...

Kann es sein, dass die Arbeiten zur Entwicklung eines "Nautik- PSI" und er sich daran anschließende Vergleich mit dem menschlichen Nauiker zunächst nur dazu dienen können, die Theorie des PSI – Ansatzes praktisch zu belegen; die Erkenntnisse aber noch lange nicht so weit sind (vielleicht sollte man das auch aus ethischen Gründen nicht erreichen wollen), von den "Fähigkeiten" dieses "PSI" den Entwurf von Leitsystemen für komplexe, dynamische und zufällige Prozesse bestimmen zu lassen ?

...

Diethard Kersandt

21.02.2008

Prof.Dr. Timpe antwortete :

...

Zur Sache selbst kann ich gar nichts sagen, ich kenne das Modell nicht. Ich weiß, dass Koll. Dörner viele Simulationen realisierte und bestimmtes Verhalten der "kleinen Männchen" in den Simulationen interpretierte (z.B.als Motivation, als Suchen usw.). Ich bin überzeugt, dass Ihre unten genannte These stimmt - aber das wäre ja auch schon sehr viel. ...

... K.-P. Timpe

Schlussfolgerung : Bis heute ist unklärt, wer dem Projekt seinen Namen gab. Bei der DGON wird ein solches Projekt nicht betreut und nicht verwaltet. Der Hinweis von Herrn Müller in seinem Beitrag auf der ISIS 2008 erscheint angesichts der Antworten von DGON-Mitgliedern als mindesten zweifelhaft.

Mündliche und schriftliche Hinweise des Verfassers (seit 2006) bei der DGON zum Namensschutz, zur Gemeinnützigkeit der Gesellschaft, zum Inhalt und zu den Ergebnissen des Projektes blieben bis heute ohne Antwort.

3. Aufklärungsversuche - Informationen zu D. Dörner

Alle Informationen wurden dem Internet entnommen.

„Dietrich Dörner (* 28. September 1938) ist Professor Emeritus an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg am Institut für Theoretische Psychologie (Emeritierung zum 30. September 2006).

Er beschäftigt sich als Psychologe unter anderem im Bereich der künstlichen Intelligenz mit der Modellierung und Simulation von Emotionen, Absichts- und Handlungsorganisation. Bekannt sind sein EMO-Projekt, in dem ein emotionaler Roboter programmiert und simuliert wurde, und das Nachfolgeprojekt PSI.

Derzeit arbeitet er mit einer Simulation von Populationen („Mäuse“), in der sämtliche Individuen nach seiner Theorie konzipiert sind. Eine Neuauflage von PSI ist vorgesehen.

Dörner entwickelt nicht nur psychologische Theorien menschlichen Handelns und Fühlens, vielmehr testet er sie auch praktisch durch Umsetzung in Simulationssoftware und Vergleich der Ergebnisse mit dem Handeln realer Menschen.

Dies hat unter anderem folgende bedeutende Konsequenzen, die im Bereich der Psychologie nicht selbstverständlich sind:

Die spätere Umsetzung in Software zwingt zur Entwicklung klarer Theorien, denn nur eine glasklar formulierte Theorie kann in Software umgesetzt werden.

Die psychologische Theorie kann fundiert getestet und damit evaluiert werden. Dadurch werden fehlerhafte oder unvollständige Ansätze schnell entlarvt und ein Prozess der schrittweisen Verbesserung der Theorie angestoßen.“

„Die Maus und der Roboter“

Quelle : <http://www.morgenpost.de/content/2007/11/03/ttt/929888.html>

„Kann man Computer so programmieren, dass sie Gefühle entwickeln? Wissenschaftler und Informatiker um den Psychologen Professor Dietrich Dörner testen es an Bildschirm-Wesen“

Von Steffen Haubner



Foto: picture-alliance/OKAPIA KG

Kann eine Maschinen-Maus Hunger, Aggression und Angst wie eine echte Maus fühlen?

„Es sieht nicht nach Franksteins Monster aus, eher wie eine digitale Ameisenfarm. Auf dem Bildschirm wuseln winzige Wesen, Mäuschen bei genauerem Hinsehen, geschäftig hin und her, als wüssten sie tatsächlich, was sie da treiben. Das wäre allerdings etwas zu viel gesagt, schließlich ist Selbstreflexion eine Intelligenzleistung, die selbst viele Menschen überfordert. Sehr wohl aber wissen diese virtuellen Wesen, was sie wollen: Nahrung, Auslauf, körperliche Nähe. Aber, und das ist die eigentliche Sensation, sie verspüren auch Ärger, wenn sie es nicht bekommen. Sie entwickeln Hass auf denjenigen, der es ihnen streitig macht und lieben den, der auf ihrer Seite ist.“

„Wie bitte? Liebe unter virtuellen Nagetieren? Mäusepapa Professor **Dietrich Dörner** ist davon überzeugt, auch wenn er das Wort "virtuell" gar nicht so sehr mag. **Dass es sich um Mäuse handelt, ist ohnehin Zufall: "Wir hätten auch kleine Menschen nehmen können,** aber das wäre vielen sicherlich etwas befremdlich vorgekommen.“ Die Mäusezucht auf dem Bildschirm ist allerdings so schon befremdlich genug, und so **ist der Professor daran gewöhnt, für seine Forschung oft nur Kopfschütteln oder Schulterzucken zu ernten.**

Dabei ruht seine Arbeit auf einem theoretischen Fundament, das der Bamberger Psychologe in seinem Buch "**Bauplan für eine Seele**" auf 800 Seiten dargestellt hat. **Für Dörner bestehen lebende Wesen aus Handlungsmustern, die je nach Situation von bestimmten "Einfärbungen" oder "Modulationen" begleitet werden. Letztere sind Überbleibsel des ursprünglichen Instinktverhaltens, die der moderne Mensch nur noch als "Emotionen" kennt.** Zum Beispiel als Impuls, dem Nachbarn an den Kragen zu gehen, der jeden Morgen mit seinem Auto meine Einfahrt blockiert. Was man dann tatsächlich tut, hängt davon ab, wie sehr man seine Impulse im Griff hat oder ob es eine noch stärkere Emotion gibt, etwa die Angst davor, dass der Nachbar selbst handgreiflich wird.

Diese Muster lassen sich am Computer simulieren und zudem mit jenem Moment der Unberechenbarkeit versehen, das menschliches Handeln auszeichnet. Wie lernfähig die Wesen sind, hängt vor allem davon ab, wie viel Speicher ihnen für ihre gesammelten Erfahrungen zur Verfügung steht. Seine Erkenntnisse zum menschlichen Verhalten testete Dörner bereits in den Sechzigerjahren mit Hilfe von Computerprogrammen. Natürlich, sagt er, biete der technische Fortschritt heute

wesentlich bessere Möglichkeiten. Um eine Population von etwa 300 Mäusen zum Leben zu erwecken, genüge ein herkömmlicher PC. **Die emotionale Verfassung der Wesen, die er nach dem griechischen Anfangsbuchstaben des Wortes "Psyche" (PSI) nennt, lässt sich anhand von kleinen Diagrammen am Bildschirmrand ablesen. Einmal losgelassen, machen die PSIs, was sie wollen. "Wir sind selbst immer wieder überrascht, in welche Richtung sich unsere Schützlinge entwickeln. Und das ist doch der beste Beweis dafür, dass sie wirklich lebendig sind."**

„**Götter bauen**“ (Dietrich Dörner im Gespräch mit Thomas Zimmermann (Auszüge))

Quelle : <http://www.heise.de/ct/01/19/030/> ct 19/2001, S. 30: Künstliche Intelligenz

„Stehen uns bald Roboter gegenüber, die eigene Gefühle und Intentionen entwickeln? Das jedenfalls legt Steven Spielbergs neuester Film ‘A.I.’ nahe, der am 13. September in den deutschen Kinos startet. Wir befragten den Bamberger Psychologieprofessor **Dietrich Dörner** zum Stand der Künstlichen Intelligenz (Artificial Intelligence, AI). **Professor Dörner vermutet, dass uns gravierende Konflikte ins Haus stehen, wenn wir den künstlichen Lebensformen, die uns umgeben werden, eigene Interessen und Motive zugestehen (sie uns sogar lieben sollen).** Er modelliert eigenhändig eine künstliche Seele und berichtet von den Schwierigkeiten, die bereits in frühen Entwicklungsstadien rasante Dynamik solcher Systeme zu beherrschen.

c't: Um näher an die aktive Intelligenz zu gelangen, schrieben sie ein Programm für ein künstlich lebendiges System und gaben ihm den Namen PSI. Sie setzen auf Lernen, Erfahrung und Motive. Sie erzeugen in ihren Wesen Gefühle und erschaffen am Computer eine künstliche Seele, die sich entwickeln kann. Ist PSI lebendig?

Dörner: Ich wüsste nicht, was ein Wesen wie PSI, das softwarebasiert innerhalb des Computers agiert, im Prinzip von lebendigen Wesen unterscheidet. In manchen Beziehungen ist es sicherlich primitiver als Menschen, auch primitiver als viele Tiere, denn es besitzt gegenwärtig nur einen Wahrnehmungseingang. Dennoch ist PSI erheblich komplizierter als zum Beispiel die Graswespe, weil PSI viel mehr lernen kann und über viel differenziertere Formen der Handlungsregulation verfügt. **Unser Ziel ist es, das künstliche Wesen so weiter zu entwickeln, dass es sich selber reflektieren kann. Nur Menschen können sich zum Objekt ihrer eigenen Betrachtung machen. Das soll für PSI auch möglich sein. Wir möchten ein künstliches System mit aktivem Geist im Aristotelischen Sinne bauen. Ob es funktioniert, wissen wir erst, wenn wir es gemacht haben. ...**

c't: Wie ermöglichen Sie PSI, sich selber zu reflektieren?

Dörner: Das Wesen führt ein ständiges Protokoll seines äußeren Verhaltens und seiner inneren Prozesse mit. Dieses Protokoll ist ein Datum, wie andere Gedächtnisdaten auch. Haben wir PSI demnächst einen weiteren Wahrnehmungseingang geschaffen, damit es geschriebene Sprache erkennt, kann PSI das Protokoll genauso verarbeiten, wie es momentan die Bäume, Steine und Büsche verarbeitet, die es auf seiner Insel sehen kann. Das Wesen macht die angelegten Protokolle zum Objekt der eigenen Betrachtung. Daraus gewinnt es Erkenntnisse über sich selbst. **Diese Erkenntnisse verwendet es dann dazu, sich selber zu modifizieren: Ich habe Misserfolg gehabt, weil alle Handlungen, die zu Misserfolgen führten, von bestimmten Aktionen gekennzeichnet sind. Daraufhin wird PSI zukünftig anders handeln.“**

„c't: Was sind die größten Schwierigkeiten beim Modellieren ihrer Geschöpfe?

Dörner: Das größte Problem ist, die Dynamik der Systeme zu beherrschen. Je autonomer solche Wesen konstruiert werden, desto weniger ist es uns als Beobachtern möglich zu sagen, warum sie irgendetwas tun. Sie studieren das Verhalten und fragen sich, ob sich das Wesen vernünftig verhält. Resultiert PSI's Verhalten aus dem Programm oder stolpert es über einen Programmierfehler?

Dabei sind fehlerhafte Verhaltensweisen manchmal durchaus sinnvoll. Doch das zu überprüfen, kostet sehr viel Zeit und Arbeit. ...

c't: Im Film geht es um die Beziehungen des Menschen zu den maschinellen Geschöpfen. Wann hätte PSI oder eine andere Maschine Anspruch auf Menschenwürde beziehungsweise in diesem Sinne Maschinenwürde?

Dörner: Wenn es uns gelingt, Wesen zu schaffen, die tiefe Gefühle empfinden und Konflikte erleben können, müssen wir ihnen dieselben Rechte zugestehen wie den Menschen auch. Ein Wesen dieser Art wird bedeutsam und wertvoll, wenn es unaustauschbar ist, ganz einmalig, wenn es unter sich leiden kann, wenn es mit sich ringt, wenn es Konflikte austrägt. Ich möchte Menschenwürde nicht definieren, aber ich glaube, die genannten Punkte gehören dazu. Wenn das die Kubricksche Story in dem Spielberg-Film ist, dann ist das eine sehr wichtige Auseinandersetzung. Dann haben wir es eben nicht mehr nur mit einer Artificial Intelligence, sondern mit einer Artificial Soul zu tun.“

KOMMENTAR KERSANDT : *Als ein Wesen mit diesen Eigenschaften haben wir bereits den lebendigen Nautiker – den Menschen. Wenn die theoretische Psychologie ein Objekt benötigt, sich selbst zu bestätigen, soll sie es bauen – aber nicht den Nautiker als „Nautik – PSI“ modellieren und ihm die Fähigkeit verleihen, die Brücke als Arbeitsumwelt für Menschen zu gestalten. Sie sollte das nicht tun oder aber nur dann tun, wenn sie andere Methoden für die Gestaltung von Schiffsbrücken kennt, geprüft hat und als gleichrangig anerkennt.*

Gleichrangige Lösungen sind :

1. Verfahren der ingenieurwissenschaftlichen Forschung zu künstlicher Intelligenz mit dem Ziel der Verbesserung (vielleicht der Optimierung) der menschlichen Kompetenz unter Beachtung der Verlässlichkeit eines ganzheitlichen Mensch-Maschine-Systems (Beispiel : AIT – Lösungsansatz von Kersandt)

2. Kognitives Modellieren im Dienste kognitionswissenschaftlicher Intelligenzforschung zur Verbesserung des Verständnisses der grundlegenden Prinzipien biologischer Informationsverarbeitung (Beispiel : DGON-Bridge – Nautical PSI von Strohschneider / Brüggemann , basierend auf der Theorie von Dörner).

DIETRICH DÖRNER
Der Seelenbauer

Ein **Porträt** von Annette Schäfer

Quelle : http://www.psychologieheute.com/portraits/dietrich_doerner.html

Dieser Artikel wurde veröffentlicht in „Psychologie heute“ Nr. 8 / 2005, S. 40

Seit vier Jahrzehnten arbeitet Dietrich Dörner unermüdlich daran, die menschliche Seele am Computer nachzubauen. Die Arbeiten des Psychologieprofessors aus Bamberg gelten den einen als wegweisend und im höchsten Maße originell, andere sehen sie als Anmaßung an. Er selbst macht sich nur wenig daraus, was andere sagen, und bezeichnet intellektuelle Unabhängigkeit als seine größte Stärke.

Was klingt wie ein etwas primitives Computerspiel, ist in Wahrheit ein ernsthaftes wissenschaftliches Projekt. Ein riesiges Softwareprogramm bestimmt, wie sich Psi in einem bestimmten Moment verhält. Darin sind komplexe Hypothesen über die Interaktion von Kognition, Emotion und Motivation verarbeitet. **Das Ziel: Der menschlichen Seele und ihrer Funktionsweise auf die Spur zu kommen. Synthetische Psychologie wird dieser Ansatz genannt. Man versucht nachzubauen, was man nicht versteht, um es im Nachbau zu verstehen,** so beschreibt eine Broschüre des Instituts für Theoretische Psychologie der Universität Bamberg das Ziel dieses ehrgeizigen Unterfangens.

Die Zeit, da er an der „Mechanisierbarkeit des Geistes“ zweifelte, ist lange vorbei. Heute ist er fest davon überzeugt, dass sich sämtliche Bereiche der menschlichen Psyche als regelgebundene Prozesse darstellen lassen. **Selbst Emotionen und die Fähigkeit zur Selbstreflexion nimmt er da nicht aus.**

Das aber geht manchem zu weit. Denkende Computer, die perfekt rechnen oder Schach spielen können, sind inzwischen akzeptiert. Doch dass sich das hoffende Bangen werdender Eltern oder die Gefühle bei einem atemberaubenden Sonnenuntergang in Nullen und Einsen umsetzen lassen, ist schwer vorstellbar. **Dörner kennt diese Vorbehalte: „Menschen wollen keine mechanischen Seelen haben. Sie empfinden das als Beleidigung und wehren sich, wenn man so etwas sagt.“ Zum Teil wehren sie sich vehement: So musste er sich in einer öffentlichen Diskussionsrunde von einem amerikanischen Wissenschaftler vorwerfen lassen, dass seine Art von Menschenbild auch Auschwitz hervorgebracht habe.**

Der Professor hat sich längst auf Gegenwind eingestellt und geht auf seine Art damit um. Ob er seine Theorie in einer Universitätsvorlesung präsentiert oder darüber in seinen Büchern schreibt, immer liefert er die Argumente der Zweifler und Kritiker gleich mit und setzt sein Verständnis von der Funktionsweise der Seele dagegen. **Die menschliche Seele am Computer nachzubauen mag anderen als Anmaßung erscheinen; er sieht es als wissenschaftliche Notwendigkeit an. Es störe ihn, sagt er, wenn Psychologen Begriffe wie Bewusstsein, Denken und Emotion gebrauchten, ohne genau zu definieren, was das ist: „Das muss man genauer machen. Und das kann man nur, wenn man modelliert, wenn man Computermodelle gebraucht. Anders geht das gar nicht.“**

An den eigenen Ideen und Projekten festzuhalten, auch wenn sie nicht auf ungeteilte Zustimmung stoßen – das zeichnet Dietrich Dörner zweifellos aus. „Er ist niemand, der im **Mainstream schwimmt**“, betont Professorin Elke van der Meer von der Humboldt-Universität Berlin, die ihn von gemeinsamen Forschungs- und Buchprojekten gut kennt. **„Was andere sagen oder tun, ficht ihn nicht an.“** Auch Wiebke Putz-Osterloh, Professorin an der Universität Bayreuth und langjährige Kollegin, hält Dörner für stark intrinsisch motiviert: **„Die Außenwirkung seiner Arbeit ist für ihn nur sekundär.“**

Auch er selbst sieht Unabhängigkeit als seine größte Stärke an. Er sei nie bereit gewesen, Autoritäten und Mehrheitsmeinungen einfach so anzuerkennen, sondern habe sich immer zuerst eigene Gedanken gemacht. Diese Einstellung setzt er auch ganz konkret in seiner Arbeit um: **„Bei neuen Fragestellungen vermeide ich den Blick in die Literatur. Ich überlege erst einmal selbst, wie ich das Problem angehen kann, dann erst schaue ich mir den Stand der Forschung an.“**

Er konzipiert Planspiele, in denen Versuchspersonen realitätsnahe Aufgaben bewältigen müssen. In „Tanaland“ geht es beispielsweise darum, Entwicklungshilfe in der Sahelzone zu leisten; in „Lohhausen“, als Bürgermeister die Lokalpolitik in einer fiktiven Kleinstadt zu gestalten. Zahlreiche Medienberichte und später auch sein Buch *Die Logik des Misslingens* machen diese

Arbeiten einer breiten Öffentlichkeit bekannt. Manager und Politiker stehen Schlange, um das Problemlösen bei ihm zu lernen.

Bei vielen Fachkollegen stößt er jedoch auf heftige Kritik. Man wirft ihm Populismus und Sensationshunger vor, hält seinen Ansatz für zu deskriptiv, seine Ergebnisse für banal.

Dörners Neigung, sich allein auf die eigenen Ideen zu verlassen, macht den Austausch mit ihm wohl nicht immer leicht. „Er ist ein unwahrscheinlich netter und zugänglicher Mensch“, so Tack. „Er lässt sich auch auf intensive Gespräche über alternative Ansätze ein. **Aber er greift fremde Ideen in seinen Arbeiten dann nicht auf.** Das ist ein merkwürdiger Widerspruch.“ **Dörner ist sich durchaus bewusst, dass er andere irritiert: „Durch meine Unabhängigkeit habe ich mir sicherlich unbeabsichtigt Feinde gemacht. Wenn man Ideen anderer nicht aufgreift, von denen diese überzeugt sind, kann das leicht wie eine Beleidigung wirken.“**

Seine Distanz zur *scientific community* hat jedenfalls handfeste Folgen. **Vor gut einem Jahr wurde ein großer Projektantrag von der Deutschen Forschungsgemeinschaft mit der Begründung abgelehnt, Dörner habe zu wenig in internationalen Fachmagazinen publiziert. Dabei liegt gerade dieses Projekt ihm besonders am Herzen, wollte er doch das Psi-Programm endlich um die so wichtige Komponente Selbstreflexion erweitern. Die Ablehnung macht ihm zu schaffen, dass merkt man ihm deutlich an. Wenn er darüber spricht, ist er immer noch empört.** Das hat auch mit seinem Alter zu tun. In zwei Jahren wird er emeritiert, und bis dahin soll das Programm fertig sein. „Früher habe ich so etwas mit einem Lachen geschluckt. Aber jetzt läuft mir die Zeit davon.“

Dass er es trotzdem irgendwie schaffen wird, davon ist er allerdings überzeugt. „Dann arbeite ich eben nach der Emeritierung weiter daran.“ Kein Zweifel: Er findet schon einen – seinen – Weg.

Literatur von Dietrich Dörner:

- Lohhausen. Vom Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität. Huber, Bern 1994 (die berühmte Lohhausen-Studie von 1983, mit retrospektivem Vorwort von Dietrich Dörner neu aufgelegt)
- Die Logik des Misslingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen. Rowohlt, Hamburg 1989
- Bauplan für eine Seele. Rowohlt, Hamburg 1998
- Die Mechanik des Seelenwagens. Huber, Bern 2002

4. Aufklärungsversuche - Was ist ein “Nautical PSI” ?

Der PSI – Ansatz von DOERNER

Versuch einer Erklärung der Theorie

Quelle : [http://de.wikipedia.org/wiki/PSI-Theorie_\(D%C3%B6rner\)](http://de.wikipedia.org/wiki/PSI-Theorie_(D%C3%B6rner))

„Die PSI-Theorie von Dietrich Dörner ist eine **Theorie der Absichts- und Handlungsorganisation des Menschen**. In der Theorie wird beschrieben, wie und warum Menschen sich so verhalten wie sie es tun.

Die PSI-Theorie führt menschliches Handeln auf eine Reihe von Informationsverarbeitungsprozesse zurück, wobei sie die wesentlichen psychischen Funktionen wie Wahrnehmung, Denken, Lernen, Emotion, Motivation und Gedächtnis zu erklären versucht. Die Theorie wird mit

Hilfe von Computersimulationen auf Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit geprüft.

Theorie der Persönlichkeits-Systeme-Interaktionen (PSI-Theorie)

Die PSI Theorie stellt eine umfassende **Theorie zur Beschreibung und Erklärung menschlichen Verhaltens** dar. PSI wurde am Institut für Theoretische Psychologie der Otto-Friedrich-Universität Bamberg entwickelt. **PSI ist die Umsetzung der Theorie in ein Computerprogramm**, um sie auf Widerspruchsfreiheit und Vollständigkeit prüfen zu können. PSI lebt auf einer Insel, die aus mehreren Situationen oder Plätzen besteht. In dieser Welt muss PSI sich zurechtfinden

Bedürfnisse bei PSI

Existenzerhaltende Bedürfnisse:

- Durst
- Hunger
- Vermeidung von Schmerzen

Informationelle Bedürfnisse:

- Affiliation
- Bestimmtheit
- Kompetenz

Affiliation : Bedürfnis nach sozialen Kontakten, nach Legitimitätssignalen. L-Signale signalisieren einem Individuum, dass es okay ist. Die Verwirklichung dieses Bedürfnisses bei PSI befindet sich momentan noch in der Entwicklungsphase.

Bestimmtheit : Bedürfnis, die Umwelt vorherzusagen, sich in Situationen auszukennen und Unklarheiten zu beseitigen. Ist die Bestimmtheit in einer Situation niedrig, herrschen explorative Tätigkeiten vor, d.h. PSI erkundet seine Umgebung

Kompetenz : Das Kompetenzbedürfnis wird durch Effizienzsignale befriedigt. Ein Effizienzereignis liegt dann vor, wenn es PSI gelingt, etwas zu erreichen oder zu verändern. Bei niedriger Kompetenz wird das Verhalten vorsichtiger, PSI zögert eher und plant länger, da das Zutrauen in die eigene Handlungsfähigkeit fehlt.

Parameter bei PSI

- Aktivierung
- Auflösungsgrad
- Selektionsschwelle

Aktivierung : Sie wird von der Erregungsstärke und der Anzahl der Motivatoren bestimmt und bestimmt ihrerseits wieder die Stärke des AUSS (Allgemeines Unspezifisches Sympathikus-Syndrom). Das wiederum ist eine Art Bereitschaftszustand der Organismus zum Handeln, beinhaltet einen hohen Muskeltonus, hohe Aktivierung des Herzens, erhöhte Atemfrequenz und große Atemtiefe.

Auflösungsgrad : Der Auflösungsgrad ist die Genauigkeit der kognitiven Prozesse. Ein hoher Auflösungsgrad bedeutet z.B. dass die Wahrnehmung sehr genau ist, ein niedriger Auflösungsgrad

dagegen bedeutet, dass die Wahrnehmung ungenau wird, ähnliche Dinge deshalb miteinander verwechselt

Selektionsschwelle : Die Selektionsschwelle bestimmt, in wie weit PSI sich auf seine augenblickliche Absicht konzentriert. Wenn die Selektionsschwelle hoch ist, konzentriert PSI sich stark auf die momentane Aufgabe und ist für Seitenreize unempfindlich.

Die PSI-Theorie erklärt menschliches Handeln als Prozess der Bedürfnisbefriedigung durch Aktionen. Bedürfnisse können sowohl materieller (z. B. Geld, sicherer Arbeitsplatz) als auch immaterieller (z. B. Affiliation, Kompetenz) Art sein. Aus den Bedürfnissen werden Ziele abgeleitet, die (erstrebenswerte) Zustände zur Erreichung einer Bedürfnisbefriedigung darstellen.

Bei der Zielbildung fließt über die Bedürfnisse hinaus das Wissen des Individuums mit ein, das nach der PSI-Theorie aus dem Gedächtnis abgerufen wird. Aus den Zielen werden Motive gebildet, die globale Anweisungen für weitere Schritte des Handlungsprozesses zur Erreichung der Ziele umfassen. Die Stärke einzelner Motive ergibt sich aus der Stärke der zugrunde liegenden Bedürfnisse in Kombination mit dem auf Basis des Wissens zu erwartenden Erfolg der Zielerreichung. Die Motive werden zu Absichten konkretisiert, zu deren Verfolgung bestimmte Handlungen ausgewählt oder konstruiert werden. Die Auswahl und Konstruktion von Handlungen erfolgt nach der PSI-Theorie unter besonderer Berücksichtigung wahrgenommener Realität. Zudem sind in der Vergangenheit realisierte Handlungsmuster von Bedeutung, die als Vorwissen das Handeln bestimmen. Handlungen werden schließlich durch Aktionen umgesetzt, mit denen das Individuum die Bedürfnisbefriedigung zu realisieren versucht.

Neben dem Bedürfnis, das als Triebkraft des Handelns anzusehen, **belegt die PSI-Theorie den zentralen Stellenwert des Wissens im menschlichen Handlungsprozess.** So erweist sich die angemessene Wissensverarbeitung als elementar für die zielgerechte Bedürfnisbefriedigung und damit für den Erfolg des Handlungsprozesses. Aspekte der Gestaltung der Wissensverarbeitung werden in Arbeiten zur Informationslogistik näher untersucht. Angesichts der anhaltenden Begriffsdiskussion [Stein81, S. 69 ff.; Bode97, S. 449 f.; Krcm03, S. 14 ff.] sollen hier drei Phänomene dieses Verarbeitungsprozesses unterschieden werden: **Daten, Informationen und Wissen.**

Unter Daten werden einzelne Zeichen oder Folgen von Zeichen verstanden, die nach einer Syntax (z. B. einem Alphabet) miteinander verbunden sind [ReKr96, S. 4]. Daten dienen der Kodierung von Inhalten und sind unabhängig von den ihnen zugesprochenen Bedeutungen (Ebene der Sigmantik). Sofern Daten in einem Bedeutungskontext stehen (Ebene der Semantik) und sie zur Unterstützung menschlichen Handelns dienen (Ebene der Pragmatik), erlangen sie den Stellenwert von Informationen [vgl. Nort02, S. 38, ReKr96, S. 7].

Unter Wissen wird die Gesamtheit der Kenntnisse und Fähigkeiten verstanden, die Individuen zur Lösung von Problemen einsetzen [PrRR99, S. 46]. Informationen stellen einerseits den Rohstoff dar, aus dem Wissen generiert wird und andererseits die Form, in der Wissen kommuniziert und gespeichert wird [Nort02, S. 38]. Zur Bildung von Wissen sind Informationen zweckgebunden miteinander zu vernetzen. Wissen ist damit ein personenspezifischer Bestand [Nort02, S. 39]. Zur Bildung multipersonell geteilten Wissens sind die individuellen Vorstellungen durch Dialog, Diskussion, Erfahrungsaustausch und Beobachtung untereinander abzustimmen [vgl. NoTa97, S. 24].“

„Agenten und unsere Emotionen“

Ein Vergleich von Dörners PSI-Theorie mit der Emotionstheorie von Ortony, Clore und Collins

Von : Gordon Bernedo Schneider
Universität Osnabrück
Masterstudiengang Cognitive Science
Masterarbeit, Osnabrück, 11.7.2005

„Keith Oatley (1992) betont, dass menschliches Problemlösen oft sehr komplex ist und viele miteinander in Konflikt stehende Ziele erreicht werden wollen. Hinzu kommen sich schnell ändernde Umwelten und komplexe soziale Interaktionen, die beim Problemlösen Berücksichtigung finden müssen.

Emotionen sind nach Oatleys Auffassung eine Abschätzung (appraisal) der gesamten Problemlösesituation. Eine solche Abschätzung ist an zwei wichtigen Prozessen des Denkens beteiligt: Das Fokussieren von bestimmten Aspekten und das Auslösen einer höheren Handlungsbereitschaft.

Wird beispielsweise abgeschätzt, dass bestimmte Aspekte der Situation für die Erreichung eines Ziels besonders wichtig sind, so kann dies dazu führen, dass diese Aspekte fokussiert werden, d.h., dass die limitierten kognitiven Ressourcen auf das gerichtet werden können, was wirklich wichtig ist. Das Fokussieren auf bestimmte Inhalte kann ebenfalls Auswirkungen auf das Lernen haben. In jedem natürlichen oder komputationalen System besteht ein großes Problem darin, auszuwählen, auf welchen Aspekt man den Fokus legt und worauf man die verschiedenen Lernmechanismen anwenden soll. Dieses Problem kann, so Thagard (1996), gelöst werden, indem man die emotionale Repräsentation mit anderen Repräsentationen verknüpft, um somit einen Fokus für das Lernen zu eruieren.“

KOMMENTAR KERSANDT : *Diese Annahmen setzen aber voraus, dass der Nautiker in der Lage sein muss, aus der Vielzahl sich schnell und zufällig verändernder komplexer Daten und Informationen diejenigen zu erkennen, auf die er den Focus legen muss. Das aber ist gerade das Problem !*

Diagnosesysteme sollen den Nautiker dabei unterstützen, „die limitierten kognitiven Ressourcen auf das *zu richten*, was wirklich wichtig ist.“

„Was wird nun eigentlich unter einem **Agenten** verstanden?

Die Frage danach, was unter einem Agenten zu verstehen ist, kann nicht eindeutig beantwortet werden, denn noch immer ist unklar, was einen Agenten im Wesentlichen ausmacht und was ihn beispielsweise von einer Suchmaschinen im WWW oder von automatisch ablaufenden Prozessen unterscheidet. Spricht man darüber hinaus sogar von einem „intelligenten Agenten“, gehen die Meinungen hinsichtlich möglicher Definitionen noch weiter auseinander (Pauk, 1997).

Wir brauchen Definitionen, um an ihnen überprüfen zu können, ob sie die Phänomene beschreiben, die wir im Auge hatten, als wir die Agentenmetapher einführten. Der Zyklus, bestehend aus Definitionsversuch und Überprüfung, muss so lange durchgeführt werden, bis wir die relevanten Phänomene aufgefunden haben und es keiner Agentenmetapher mehr bedarf.

Eine Motivation für den Einsatz von Agenten besteht darin, Systeme zu konstruieren, die über menschenähnliche Fähigkeiten, insbesondere bezüglich deren Handlungsregulation, verfügen.

Eine andere Motivation für die Verwendung von Agenten, liegt in dem Bestreben, sich in der

Mensch-Computer Kommunikation von der direkten Objektmanipulation zu lösen.

Bisher manipulierte der Nutzer die Objekte, mit denen er arbeitet, oft auf „direktem“ Wege. Da die zur Verarbeitung notwendigen Daten aber immer mehr werden und da der Nutzer einer immer stärker werdenden Überfrachtung von Funktionen in den Anwendungen gegenüber steht, wird der Ansatz der direkten Manipulation zur Kommunikation zwischen Computer und Mensch immer unangemessener.

Agenten als vorherrschende Benutzerschnittstelle einzusetzen, wird mit einem Paradigmenwechsel hin zur indirekten Manipulation beschrieben (Pauk, 1997). Der Benutzer arbeitet nun nicht mehr direkt mit den Objekten, die er verändern möchte, sondern er beauftragt nun Agenten (oder Assistenten) mit verschiedenen Aufgaben. Die entsprechenden Agenten verfügen entweder über ein elaboriertes Benutzermodell und Wissen über den Aufgabenbereich, in dem sie agieren sollen, so dass sie selbständig den Auftrag ausführen können, oder sie besitzen Mittel und Werkzeuge, sich dieses Wissen selbst zu beschaffen.

Eine weitere Motivation für die Verwendung der Agentenmetapher liegt darin, dass sie eine Abstraktion darstellt, die den Entwicklern die Handhabung und Wartung eines (komplexen) Systems erleichtert (Elbers, 2002).“

...

„Wozu braucht man emotionale Agenten?“

Durch die Untersuchung von emotionalen Agenten können emotionale Modelle aufgebaut und implementiert werden, die die theoretischen Analysen und Vorhersagen in Bezug auf menschliche Emotionen verifizieren sollen.

Diese Art der Modellierung passt gut in den klassischen Wissenschaftszyklus, bestehend aus empirischer Beobachtung und anschließender Theoriebildung.

Begonnen wird mit einem kognitiven Phänomen aus der Wirklichkeit und seiner theoretischen Beschreibung. Anschließend werden Experimente durchgeführt, um diese Theorie zu verifizieren, bestenfalls zu falsifizieren.

Desweiteren könnten Vorhersagen für einen bestimmten Fall deduziert werden.

Die empirisch konstruierte Theorie kann dann in ein computationales Modell, z.B. einen emotionalen Agenten transformiert werden. Das empirische Experiment wird anschließend durch ein „virtuelles Experiment“ ersetzt. Dieses Experiment läuft dann als Simulation des Agentenmodells auf einem Computer.

Aus diesem Simulationsprozess ergibt sich zweierlei:

Zum einen werden Vorhersagen für die Dynamik der echten Welt erzeugt. Wenn diese Vorhersagen nicht greifen, so sind zum anderen möglicherweise Veränderungen des Agentenmodells von Nöten, was seinerseits wiederum Veränderungen in dem ursprünglichen, empirisch begründeten Modell erfordert.

In diesem Falle dient die Erneuerung des Modells als Startpunkt für einen neuen Zyklus empirischer bzw. simulierter Experimente (Bortz und Döring, 2001; Scheutz und Sloman, 2002).“

KOMMENTAR KERSANDT : Ist das das Ziel einer Teilaufgabe des DGON – Bridge Projektes ? („virtueller Nautiker“; „Nautik – PSI“)

„Ein weiteres Argument für emotionale Agenten in der KI besteht in der möglichen Unterstützung

und Verbesserung der Mensch-Maschine bzw. Mensch-Roboter Interaktion.

Die Notwendigkeit für das Erschaffen von emotionalen Agenten beruht u.a. auf der Hypothese, dass solche Agenten besser und auf eine natürlichere Art und Weise mit dem Menschen interagieren können.

„...agents that take human affect into account in their responses will appear more believable, realistic, interesting, etc. to humans“ (Scheutz und Sloman, 2002, S. 85).

Der **Kognitionspsychologie** liegt die Annahme zugrunde, dass das menschliche Verhalten nicht nur als bloße Reaktion auf eine objektive Situation zu verstehen ist, sondern dass es sich auf die **kognitiven Repräsentationen** dieser Situation bezieht. Es wird gemäß der kognitionspsychologischen Sicht davon ausgegangen, dass **Informationen aktiv verarbeitet werden**. Diese aktive Verarbeitung von Informationen beinhaltet den **Aufbau von individuellen Abbildungen der Umwelt auf Basis subjektiver Wahrnehmung und der Verarbeitung objektiver Stimuli**. Bei dem Aufbau von Repräsentationen der Welt werden bereits gemachte Erfahrungen mit eingeschlossen und der neue Reiz in bereits vorhandene Schemata, Skripte und Kategorien integriert.

Die Funktion kognitiver Strukturen besteht in der Selektion von Informationen und in der Lösung von Problemen und Entscheidungen, mit dem Ergebnis, dass neue Kognitionen wie Vorstellungen, Empfindungen, Erwartungen, usw. entstehen. Diesem Bild entsprechend, beziehen sich kognitive Theorien auf innere Prozesse, welche einer direkten Beobachtung nicht zugänglich sind. In solchen Theorien wird davon ausgegangen, dass der **Mensch die Gegenstände der Umwelt, andere Personen und deren Verhalten reflektiert und seine Erkenntnisse in Beziehung zueinander setzt und bewertet. Diese kognitiven Bewertungen bzw. Einschätzungen (appraisals) sind es, die eine wichtige Rolle bei der Vermittlung zwischen Reiz und Reaktion auch hinsichtlich der emotionalen Verarbeitung zu spielen scheinen**. Möchte man also etwas über die Funktionsweise der emotionalen Informationsverarbeitung erfahren, so scheint es sich, nach Auffassung zahlreicher Emotionstheoretiker, zu lohnen, einen Blick auf die Rolle der Abschätzungen von Situationen zu werfen.

Die Einschätzung einer Situation geschieht dabei durch zwei Arten der Bewertung: der **primären und der sekundären Bewertung**. Lazarus hat jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass durch diese Benennung keinesfalls eine bestimmte Abfolge der Bewertungen impliziert werden soll. Bei der **primären Bewertung** geht es um die Frage, **inwiefern sich die Situation als bedrohlich für das Individuum darstellt bzw. inwiefern das Erreichen angestrebter Ziele durch die Situation in Frage gestellt wird.**“

KOMMENTAR KERSANDT: Bevor eine Situation bewertet werden kann, muss sich der Nautiker ein Bild dieser Situation erarbeiten, das auf den wahrgenommenen Informationen beruht. Sind diese Informationen aber aus verschiedenen Gründen nicht oder nur unvollständig verarbeitbar, werden dieses Bild und damit die mit ihm verknüpften Emotionen falsch. Die dargestellten Erkenntnisse sind selbstverständlich seit langem elementarer Bestandteil anderer ingenieurwissenschaftlicher Lösungen, so auch der von Kersandt.

Die Folge daraus kann doch nur sein : man muss den Menschen befähigen, Situationen richtig zu erkennen und ihm die dafür notwendigen Hilfen (Assistenten) zur Verfügung stellen !

Natürlich kann man sich aus wissenschaftlicher Sicht vorstellen zu beobachten, was ein „virtueller Nautiker“ („Nautik – PSI“) wohl anstellen wird, wenn er keine oder falsche Informationen hat. Findet er dann auch das richtige Ziel ?

„In diesem Bewertungsschritt kann sich die Situation als irrelevant, positiv oder bedrohlich für die Person herausstellen. Bei der **sekundären Bewertung werden die zur Verfügung stehenden Bewältigungsstrategien analysiert**. Es kann z.B. sein, dass eine Situation als bedrohlich empfunden wird, die Person jedoch über genügend Fähigkeiten oder Möglichkeiten verfügt, diese Bedrohung abzuwenden. Sind dagegen kaum Bewältigungsmöglichkeiten vorhanden, wird wahrscheinlich Angst entstehen. Durch diese Einschätzungen werden sowohl kognitive Einschätzungen, Handlungsimpulse als auch körperliche Veränderungen beeinflusst.

Der Theorie zufolge werden diese drei Komponenten einheitlich als eine Emotion wahrgenommen.“

„Die PSI-Theorie von Dörner

...

Grundlegende Pfeiler der PSI-Theorie - Vom Bedürfnis zum Motiv

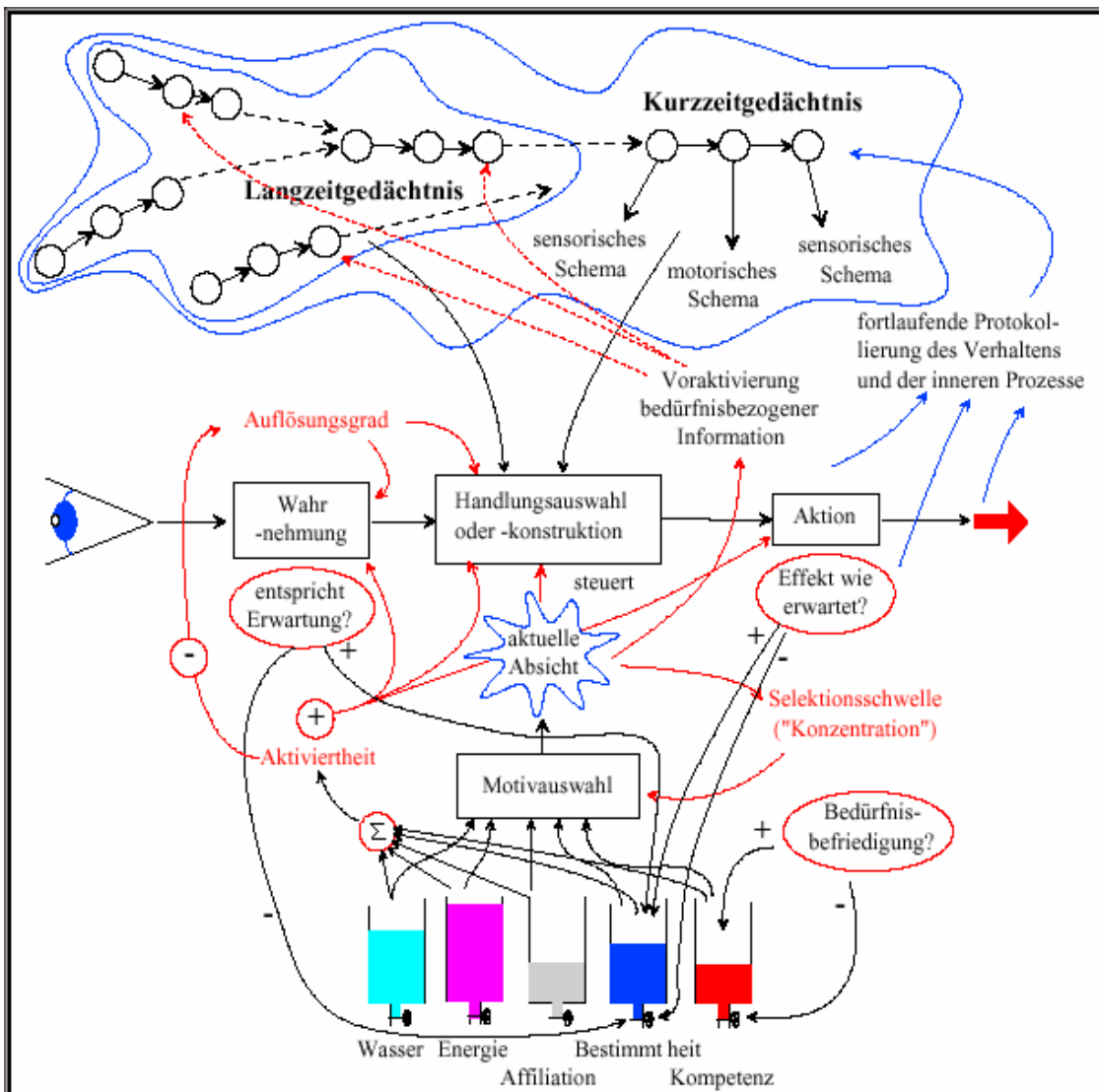
Der funktionalistischen Sichtweise entsprechend, wird der Mensch als informationsverarbeitendes System aufgefasst. Die menschlichen Verarbeitungs- und Speichertätigkeiten können demzufolge sowohl als Produktionssystem (also als Modellierung kognitiver Funktionen durch Wenn-dann-Regeln) als auch in Form neuronaler Netzwerke beschrieben werden.

In den USA haben Newell (1990) und Anderson (2002) diesen Grundgedanken zum Fundament einer „Unified Theory of Cognition“ gemacht, die der empiristischen Zersplitterung psychologischer Forschungsergebnisse entgegentritt. **Dörner (1998) hat mit seinem Buch „Bauplan für eine Seele“ einen vergleichbar integrativen Schritt unternommen.**

Allerdings geht er deutlich über die amerikanischen Ansätze hinaus, indem er Emotionen in seine Theorie mit einbindet (Funke, 2003, S. 75). Detje fasst den **Kern der Dörnerschen Theorie** wie folgt zusammen:

„Bei der PSI-Theorie handelt es sich um ein Model der Integration von Perzeption, Emotion, Kognition, Motivation und Aktion für die menschliche Handlungsregulierung. Ganz im Sinne der Konzeption zu einer «Theoretischen Psychologie» werden hier keine psychologischen «Module» schwerpunktmäßig erforscht oder ausgelassen. Das Hauptaugenmerk liegt immer in dem Zusammenspiel der verschiedenen Komponenten und ihrer wechselseitigen Beeinflussung. «Unser Ziel ist abgesteckt: wir wollen die psychischen Prozesse des Menschen modellieren» (Hille, 1997, S. 16). **Die PSI-Theorie und ihre Implementation beschreibt und erklärt die menschliche Handlungsregulation durch Formalisierung der psychischen Prozesse in ihrer Gesamtheit**“ (Detje, 1999).

Während Freud den Sexualtrieb und Adler das Streben nach Macht als stärkste Motive des menschlichen Handelns ansehen, stützt sich Dörner in Anlehnung an Maslow auf die **fünf Grundbedürfnisse: Hunger, Durst, Affiliation, Bestimmtheit und Kompetenz.**



Bedürfnisse. Aus: Dörner und Schaub (2004)

Bei einem System mit mehreren „Bedarfskesseln“, die im Sollwertbereich bleiben wollen, ist es denkbar, dass es zu Konflikten kommt. Es muss also eine Regelung geben, welches Bedürfnis zuerst behandelt werden soll. Eine solche Regelung geschieht bei Dörners Theorie nach dem Erwartungs-x-Wert-Prinzip. Jedes Bedürfnis wird gemäß der Bedürfnisstärke und der aktuellen Abschätzung der Erfolgswahrscheinlichkeit der zielgerichteten Handlung mit anderen Bedürfnissen verglichen. Das Produkt aus Erfolgserwartung und Bedürfnisstärke nennt Dörner Motivstärke. So gilt also:

$$\text{Motivstärke} = \text{Bedürfnis} \times \text{aktuelle Kompetenz}$$

Gemäß des Erwartungs-x-Wert-Prinzips wird nun also dasjenige Motiv handlungsleitend, das im Augenblick die maximale Motivstärke hat. Da sich in bestimmten Umwelten sowohl die Erfolgserwartung und Bedürfnisstärke ständig ändern, sollte das System auch damit in geeigneter Form umgehen können. Es ist denkbar, dass in der Umgebung beispielsweise plötzlich Gefahren auftauchen oder aber auch sich günstige Gelegenheiten ergeben, die die Erfolgswahrscheinlichkeit einer zielgerichteten Handlung erhöhen.

Bei einer ständig neuen Berechnung des augenblicklichen Maximums wäre beispielsweise gewährleistet, dass Gefahren und Gelegenheiten erkannt würden. Hierbei ergibt sich allerdings ein Problem: In vielen Situationen schwanken die Maxima der Motivstärken relativ stark, was bedeutet, dass dann von einem zum anderen Zeitpunkt verschiedene Maxima berechnet werden. Dies würde aber in einigen Fällen dazu führen, dass ständig zwischen verschiedenen Motiven hin- und hergesprungen wird, ohne dabei zu einer zielführenden Handlung zu gelangen. Um dieses „Motivflimmern“ zu minimieren, ist es notwendig, die Motivstärken der nicht handlungsleitenden Motive für jede Berechnung um einen bestimmten Betrag zu vermindern, um so eine Art von lateraler Inhibition zu Gunsten der handlungsleitenden Motivstärken zu erzeugen.“

...

„Verhalten und Handlungsregulation

Ein Motiv wird, wie wir es bisher gesehen haben, handlungsleitend, wenn eine Reihe von Prozessen angestoßen werden, die letztlich eine zielführende Verhaltensweise aktivieren.

Der **erste dieser Prozesse** besteht darin, im Gedächtnis nach einer zielführenden Verhaltensweise zu suchen. Diese Suche bezieht sich auf „**Routinebedürfnisse**“, die automatisch und ohne die Beteiligung kognitiver Prozesse ablaufen. Dies geschieht, indem im Gedächtnis nach einer Verhaltenskette gesucht wird, die von der augenblicklichen Situation zu einem der Ziele führt.

Schlägt diese Vorgehensweise fehl, so muss darauf eine **zweite Stufe, das Planen** folgen. Planen besteht darin, dass im Gedächtnis vorhandene kürzere oder längere Verhaltensweisen zu neuen „Makro-Verhaltensweisen“ zusammengefügt werden. Wenn ein Plan erstellt und erfolgreich ausgeführt worden ist, wird dieser Plan oft zum Automatismus.

Gelingt dem angewendeten Planungsalgorithmus das Erstellen eines angemessenen Plans nicht, so muss das System zur **nächsten Stufe, der Exploration** übergehen. In der Phase der Exploration versucht das System, neue Informationen über mögliche zielführende Verhaltensweisen zu sammeln. Die primitivste Form der Exploration ist das Verhalten nach dem **Versuch-und-Irrtum-Prinzip**. Diese Phase kann auch den Versuch beinhalten, neue Ziele zu finden! Dieses Verhalten findet man oft noch bei Kleinkindern, die Objekte in den Mund nehmen und damit prüfen, ob der entsprechende Gegenstand essbar ist.

Neben der spezifischen Exploration existiert noch die diversive (breitgestreute) Exploration, die darin besteht, dass man bislang unbekannte Bereiche der Realität aufsucht, um dort eventuell Ziele für das aktuelle Bedürfnis finden zu können. Ist das Explorationsverhalten erfolgreich, kann man mit den so neu gewonnenen Operatoren zur Phase des Planens oder sogar zur Phase des „Feuerns“ von Automatismen zurückkehren.

Die Explorationsphase setzt im Wesentlichen zwei Dinge voraus: dass ein System lernfähig ist, also u.a. dazu in der Lage sein muss, neue sensorische Schemata bilden zu können und dass es aus motorischen Einheiten neue „Makro-Operatoren“ zusammensetzen kann. Besonders wichtig ist das Ziellernen. Ein System, das dazu in der Lage ist, Ziele für bestimmte Bedürfnisse neu zu lernen, ist bei weitem flexibler in seiner Handlungsgestaltung, also auch autonomer, als wenn es auf bestimmte elementare Verhaltensweisen festgelegt, also durch „Instinkte“ fest vorprogrammiert ist (Dörner, 2003).

Emotionen

Viele Theorien der Psychologie setzen voraus, dass Emotionen so etwas wie eigenständige Module sind, die neben den anderen psychischen Instanzen und Vorgängen stehen.

Bei der PSI-Theorie sieht das jedoch anders aus, denn „die PSI-Theorie integriert eine eigene Emotionstheorie“ (Detje, 1999, S. 217). Emotionen werden hier weder als eigenständiger Prozess noch als Teilsystem konzipiert. Sie dienen vielmehr als „Lageberichte“ des eigenen Systemzustandes einerseits, zum anderen führen sie dazu, dass die Prozesse der Absichtsregulation beeinflusst werden. Dies führt letztlich dazu, dass Emotionen das konkrete Verhalten beeinflussen. Dörner drückt dies folgendermaßen aus:

„Gefühle sind Modulationen psychischer Prozesse, die oft auch Verhaltensdispositionen enthalten und außerdem durch Bedürfnisbefriedigungen oder auch die Antizipation solcher Ereignisse eine Lust- oder Unlustfärbung enthalten“ (Dörner, 1994, S. 137).

Gemäß der PSI-Theorie sind es die Zustände des Bestimmtheits- und Kompetenzkessels, die unmittelbar mit der emotionalen Regulationen zusammenhängen. So sind es eben die Pegel der „Kessel“ für Bestimmtheit und Kompetenz, die die allgemeinen „Lageberichte“ über die Einbindung eines Systems in seine Umwelt liefern. **Der Pegelstand des Kompetenzkessels informiert das System über die Bewältigbarkeit von Problemen.** Der Pegel des Bestimmtheitskessels hingegen liefert Informationen über die Voraussagbarkeit der Umwelt. Diese Informationen gehen dann unmittelbar in die Verhaltensregulation ein; der Zustand des Kompetenz- und Bestimmtheitskessels wirkt sich auf die Tendenz aus, sich in bestimmter Weise zu verhalten. So entscheiden die Pegelstände beispielsweise, ob Flucht oder Angriff eine dem Systemzustand angemessene Reaktion ist. Der Zustand der beiden „Kessel“ wirkt sich aber nicht nur auf Handlungstendenzen aus, sondern nimmt auch Einfluss auf den Ablauf kognitiver Prozesse, den Ablauf der Wahrnehmung, des Planens und des Erinnerns. Besteht für das System beispielsweise eine akute Gefahr, dann sollte das alles schneller ablaufen als in „normalen“ Situationen (Dörner, 2003).

Die Modulation der psychischen Prozesse dient, wie wir gesehen haben, dazu, das konkrete Verhalten an bestimmte situative Bedingungen anzupassen. Es sind die Bedürfnisse nach Bestimmtheit und Kompetenz, die in der eben geschilderten Weise die Modulationen setzen. Diese beiden Modulatoren sind Bestandteile des Kern-Konzeptes der PSI-Theorie, die die Annahme zusätzlicher Konzepte, Prozesse oder gar (Teil-)Systeme für die Erklärung von Emotionen überflüssig machen. Es existieren verschiedene Modulationsparameter, die je nach Ausprägung das psychische Geschehen in bestimmter Weise beeinflussen. Dazu zählen z.B. die folgenden: Das Sicherungsverhalten, diversive Exploration, das Arousal, die Selektionsschwelle und der Auflösungsgrad (Detje, 1999; Dörner, 1994).

Wissensrepräsentation

Bisher wurden die grundlegenden Prinzipien der PSI-Theorie mit Hilfe von Kesselmodellen veranschaulicht. In ihrer Implementierung werden die geschilderten Prinzipien hingegen durch neuronale Netzwerke realisiert. In diesem Abschnitt soll deshalb zumindest angedeutet werden, wie die verschiedenen Formen von Wissen, die PSI besitzt, in einem neuronalen Netzwerk aussehen können. Wer sich detaillierter für die der Wissensrepräsentation zugrunde liegenden Mechanismen interessiert, als sie im Rahmen dieser Arbeit vorgestellt werden können, der sei an dieser Stelle auf das Buch „Die Mechanik des Seelenwagens“ von Dietrich Dörner verwiesen (Dörner, 2002).

Die einfachste Datenstruktur, die PSI besitzt, aus der sich alle anderen Datenstrukturen herausbilden, ist das Neuron. Ein Neuron reagiert auf Eingangssignale innerhalb einer gewissen Zeitspanne und wandelt sie in einen dementsprechenden Output um.

Diese Reaktion geschieht selektiv, da das Neuron wie ein Filter funktioniert und nur auf bestimmte Inputs mehr oder weniger stark reagiert. Ein Neuron hat als kleinste Informationen verarbeitende Einheit also die Aufgabe, die Input-Aktivitäten zu jeder Zeit zu berechnen.

KOMMENTAR KERSANDT : Was anderes macht der „Eingangfilter“ beim AIT – System ? Es wird eine Bewertung der Bedeutung der Eingangssignale vorgenommen („gute Seemannschaft“), die dann aufgabenspezifisch „fusioniert“ werden.

Die psychischen Prozesse, die in PSI vonstatten gehen, sind durch solche Neuronen, die sich zu Ketten und Netzen zusammenschließen, realisiert. Diese Prozesse bestehen immer nur aus Aktivierungs-wellen, die sich über die Netzwerke ausbreiten. Sie können in ihrer Ausbreitung durch Inhibierungen kanalisiert, gestoppt oder in bestimmte Richtungen gedrängt werden. Der Ablauf dieser Aktivierungswellen führt letztlich zu neuen Verknüpfungen, durch die die Struktur des Netzes ständig verändert wird. Auf der Basis dieser Grundlagen funktioniert jegliche in PSI stattfindende Informationsverarbeitung (Dörner, 2002).

Zusammenfassung

Die PSI-Theorie ist eine Theorie, die dazu in der Lage ist, Perzeption, Emotion, Kognition, Motivation und Aktion für die menschliche Handlungsregulation in einem Modell zu integrieren. Das nach dieser Theorie konzipierte und implementierte PSI-System ist dazu fähig, seine Absichten und Handlungen so zu organisieren, dass es sich an ändernde Umstände anzupassen vermag. **Den Kern für die Handlungsregulation bilden die Bedürfnisse des Systems.**

Die wichtigsten Bedürfnisse, die Dörner ausmacht, sind „Hunger“, „Durst“, Affiliation, Kompetenz und Bestimmtheit. Aus diesen Bedürfnissen können sich schließlich die Motive herausbilden. **Es sind die Motive, die über das zukünftige Verhalten von PSI „entscheiden“.**

Bei der Verhaltenssteuerung sind verschiedene Einflüsse zu beachten. Die Steuerung des Verhaltens berücksichtigt zum einen die Erfolgswahrscheinlichkeit, in die wiederum die erfahrungsabhängige Allgemeinkompetenz und auch das jeweilige Fachwissen eingehen. Außerdem geht in die Verhaltenssteuerung die Stärke des jeweiligen Bedarfs ein. Das PSI-System ist zudem so konzipiert, dass es dazu in der Lage ist, sich gegebenenfalls Gelegenheiten oder Gefahren zuzuwenden. Weiterhin kann das System sich durch eine laterale Inhibition, die das jeweils handlungsleitende Motiv auf die anderen ausübt, in einem gewissen Ausmaß vor Verhaltensoszillationen schützen. Das geschilderte System der Motivselektion enthält eine gewisse Garantie für eine autonome Steuerung der Auswahl des jeweiligen handlungsleitenden Motivs; das System ist einerseits flexibel, kann aber auch „stur“ sein, wenn das notwendig ist. Emotionen dienen als Lageberichte des eigenen Systemzustandes und führen dazu, dass die Prozesse der Absichtsregulation von ihnen beeinflusst werden. Diese Lageberichte resultieren aus dem Bedarf von Kompetenz und Bestimmtheit, der Aussagen über die Bewältigbarkeit und die Vorhersagbarkeit von Problemen in sich trägt. Diese Informationen modulieren das Planen, das Erinnern und das Wahrnehmen.

Empirische Belege für die PSI-Theorie von Dörner

Die PSI-Theorie besteht aus einem **Bündel von Hypothesen, in denen für bestimmte Bedingungen oder Bedingungskonstellationen bestimmte Folgen beschrieben werden.**

Auch das menschliche Handeln und seine Regulation setzen sich demnach aus einer Menge von „Wenn-Dann“-Regeln zusammen. **Das Problem, das sich bei dem Versuch, diese Regeln überprüfen zu wollen ergibt, besteht darin, dass die Anzahl von Variablen über die Zusammenhänge behauptet werden (und somit die Anzahl der zu überprüfenden**

Hypothesen) in der PSI-Theorie außerordentlich groß ist. Es ist unmöglich, jede einzelne Hypothese auf ihre Richtigkeit zu überprüfen.

Wie sollte dies auch geschehen? Sollte man dann jeden einzelnen synaptischen Übergang eines Schemas zu einem anderen als zu überprüfende Hypothese ansehen?

Insgesamt muss man wohl feststellen, dass eine saubere, die einzelnen Hypothesen isoliert testende Prüfung der Theorie jenseits des Möglichen liegt. Die klassische Methodik der Psychologie scheint für die Überprüfung der PSI-Theorie jedenfalls nicht anwendbar zu sein (Dörner, 2002; Detje, 1999).

„Dies heißt nun nicht, dass man die Theorie überhaupt nicht testen kann. Wir können die Theorie als Ganzes testen. Man kann sie auf einem Computer simulieren und dann die Verhaltensweisen, die das Computermodell hervorbringt, mit menschlichen Verhaltensweisen vergleichen“ Dörner (2002,S. 250).

Auf Vergleiche dieser Art soll im Folgenden eingegangen werden. **Gleichfalls lenkt der Verfasser die Aufmerksamkeit des Lesers auf die mit dem „DGON – Bridge“ -Projekt verbundenen weitgehend ähnlichen Zielstellungen (PSI / Nautiker / Simulator / Brücke)**

Empirische Belege

Damit das Verhalten von echten Versuchspersonen mit dem Computermodell verglichen werden kann, hat Dörner ein virtuelles Inselszenario als Experimentierplattform entworfen. Bei einem von Dörner durchgeführten Experiment hatten Versuchspersonen die Aufgabe, PSI-Roboter über eine virtuelle Insel zu steuern, deren geographische Struktur ihnen nicht bekannt war (Dörner, 2002). Mit Hilfe eines solchen Roboters sollten sie nämlich Phantasiestoffe (Nukleotide genannt) sammeln. In einem weiteren Durchlauf sollten dann die PSIs autonom die gleiche Aufgabe erfüllen und somit als virtuelle Versuchspersonen zur Verfügung stehen.

...

Neben der Anweisung Nukleotide zu sammeln, hatten die Versuchspersonen außerdem noch die Aufgabe PSI am „leben“ zu halten. PSI selbst braucht nämlich Energie. Sein Kraftzentrum ist eine virtuelle Dampfmaschine, die als solche Wasser und Brennstoff benötigt.

PSI ist so ausgestattet, dass es sich Ressourcen auf der Insel nutzbar machen kann.

Es kann beispielsweise Pflanzenteile aufnehmen und auspressen, um somit Öl aus ihnen zu gewinnen. In dieser Form können die Pflanzen für die Heizung der Dampfmaschine verwertet werden. Außerdem kann es mit Hilfe einer Saugpumpe Wasser aufnehmen, denn auf der Insel befinden sich an verschiedenen Stellen Wasserlachen. PSI kann aber auch zu Schaden kommen. Dies geschieht beispielsweise durch die Wahl schlechter Wegstrecken oder durch den Kontakt mit schwefelhaltigen Dämpfen. Über den jeweiligen Stand an Durst, Hunger und Schaden werden die Versuchspersonen durch eine Anzeige am Bildschirmrand informiert. Für jedes gefundene Nukleotid werden die Versuchspersonen einerseits mit Geld belohnt; andererseits werden ihnen aber auch Nukleotide abgezogen, wenn sie PSI aufgrund von Wasser- oder Brennstoffmangel oder aufgrund allzu großer Schäden zugrunde richten.

Das eigentliche Problem bei dem Inselspiel besteht also einerseits in einer ausgewogenen Balancierung der beiden Hauptziele „Nukleotide sammeln“ und „PSI-Erhaltung“.

Andererseits ist hierfür neben den Operationen zur PSI-Versorgung und Bergung der Nukleotide auch die Anwendung von Strategien zur Überwindung der fehlenden Ortskenntnis notwendig. Die Strategien selbst stellen im Grunde ein Muster miteinander verwobener Verhaltensweisen dar. Sie ergeben sich aus den Zielen und ihrer Gewichtung durch die Probanden.

Von besonderem Interesse ist in diesem Zusammenhang die Frage, ob man die Strategien der Versuchspersonen mit Hilfe der PSI-Theorie vorhersagen kann? Ohne den Ergebnissen zu weit vorgreifen zu wollen, kann bereits an dieser Stelle verraten werden, dass dies zumindest partiell möglich zu sein scheint. Die Versuchsleiter konnten nämlich zumindest die Anzahl der von der jeweiligen Versuchsperson eingesammelten Nukleotide vorhersagen und auch, wie sie sich verhalten würde. Allerdings konnte die Anzahl der verbrauchten PSIs nicht vorhergesagt werden.

Auch für den angestrebten Vergleich der Verhaltensweisen von PSI mit denen echter Versuchspersonen ist nicht nur der Erfolg, also die Anzahl der gesammelten Nukleotide ausschlaggebend, sondern ebenfalls welche Strategien jeweils angewendet wurden. Es sollte im ersten Durchlauf des Experiments also herausgefunden werden, wie die Versuchspersonen beim Lösen ihrer Aufgabe vorgehen, welche Ziele sie sich setzten, wie sie diese verwirklichten, welche Wege sie dabei einschlugen und wie sie sich mit ihrem Roboter generell auf der Insel zurechtfinden.

Um Aussagen darüber machen zu können und vergleichbare Informationen für den zweiten Durchlauf des Experiments zu haben, wurden verschiedenerlei Daten erhoben und protokolliert. Es wurde beispielsweise gemessen, wie oft eine Person einen Ortswechsel erfolgreich bzw. nicht erfolgreich vollzogen hat. Der Unterschied zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Aktionen kann nämlich als Indiz für die Lernleistung verwendet werden.

Die Anzahl der gefundenen Orte hingegen kann als Indiz für die Explorationstätigkeit der Probanden gewertet werden. Das Ausmaß der Fürsorgepflicht gegenüber PSI wurde erhoben, indem die Male gezählt wurden bei denen PSI aufgrund eines Mangels auf der Strecke geblieben ist. Zudem wurde erhoben, wie viele Nukleotide im Schnitt gesammelt wurden und wie viel Hunger, Durst und Schaden im Laufe der Simulation auftraten.

Ein Vergleich mit simulierten Versuchspersonen

Im zweiten Durchlauf des Experiments wird das Verhalten simulierter Versuchspersonen aufgezeichnet, damit es mit den menschlichen Verhaltensweisen und Strategien verglichen werden kann. Doch was ist denn eigentlich unter einer simulierten Versuchsperson zu verstehen?

Mit Hilfe der ... beschriebenen PSI-Theorie hat Dörner einen künstlichen Akteur geschaffen, der in der Inselrealität leben kann. Er kann die gleichen Aufgaben erfüllen wie die Versuchspersonen, die PSI steuern. Die PSIs sind derart gestaltet, dass sie Sensoren besitzen, mit denen sie ihre Umgebung wahrnehmen können, in ihrem Inneren befinden sich Regelkreise, die die Wechselwirkung von Wahrnehmung, Motiven und Emotionen steuern. Man kann nun beobachten, wie PSI die verschiedenen Orte der Insel ansteuert, die dort befindlichen Steine, Bäume, Sträucher etc. erkundet. Was dabei in PSI vorgeht, kann einerseits durch ein Gesicht dargestellt werden, das sich entsprechend den vorherrschenden Emotionen verändert, zum anderen existieren Graphiken, in denen die Höhe jedes Bedürfnisses und jeder Emotion in Prozent angezeigt werden kann.

Für einen Vergleich der menschlichen Versuchspersonen und der künstlichen Agenten werden die PSI-Protokolldateien herangezogen. Diese enthalten, analog zu den Protokolldateien der menschlichen Bearbeitung, die akkumulierten Werte der wichtigsten Leistungs- und Verhaltensdaten. So wird beispielsweise die Anzahl der erfolgreichen und erfolglosen Ortswechsel erhoben und wie viele Orte davon tatsächlich verschieden waren. Zudem werden die Zusammenbrüche, die Anzahl der Objektannäherungen, die Anzahl der erfolgreichen/-losen Objektmanipulationen und die Anzahl der aufgenommenen Nukleotide ermittelt. Weiterhin wurden Bedarfsmittelwerte für Hunger, Durst, Schadens- behebung und Affiliation gemessen und

protokolliert (Dörner, 2002).

Beobachtungen

Der Vergleich der Leistungs- und Verhaltensdaten der PSI und menschlichen Problemlöser im Inselspiel zeigt, dass PSI dazu in der Lage ist, ein komplexes Problem in vergleichbarer Weise zu bearbeiten. Viele Aspekte des Verhaltens der Versuchspersonen sind mit den PSI-Daten voraussagbar. Die Insel wird von beiden Versuchsgruppen weder vollständig exploriert noch werden alle Nukleotide gefunden. Beide Gruppen sind in etwa gleich erfolgreich auf der Insel. Man kann jedoch Unterschiede in der Verhaltensorganisation beobachten. Die PSIs neigen eher dazu, einen Ort zu verlassen, statt ihn ausführlich zu explorieren, während die menschlichen Versuchspersonen die gefundenen Objekte erforschen (Detje, 2002).

Das Verhalten der Menschen ist bei der Bearbeitung von Problemen insgesamt konsistenter als das Verhalten der PSIs. Menschen verfolgen Taktiken und Strategien, die dem Realitätsausschnitt angemessen sein können oder nicht, die PSIs scheinen in dieser Beziehung eher ad hoc, opportunistisch zu agieren.

Bei den PSIs konnte beobachtet werden, dass sie ihre eigenen existenziellen Bedürfnisse oft hinten anstellen und sich selbst durch lebensbedrohliche Umstände nicht so leicht aus der Ruhe bringen lassen. Das Vorgehen der PSIs ist oft spielerischer und weniger routiniert als das menschlicher Versuchspersonen. Auf der anderen Seite kann man bei den Versuchspersonen eine größere strategische Flexibilität feststellen. Sie können eben in der einen Situation sehr systematisch vorgehen, unter anderen Bedingungen aber wild herumprobieren.

Was fehlt den PSIs zu einer flexibleren Strategieranwendung? Einmal fehlen ihnen Persönlichkeitsunterschiede, von denen die Strategie bei den Versuchspersonen abhängt, zum anderen die Fähigkeit, die eigenen Handlungsstrategien, die eigenen Vorgehensweisen zum Objekt der Betrachtung zu machen und sie dann zu ändern.

Die Versuchspersonen weisen solche Selbstreflexionsphasen entweder explizit auf, oder aber sie sind aus der Flexibilität des Verhaltens zu erschließen. Im Gegensatz zu dem bislang existierenden PSI haben Versuchspersonen keine festen Strategien des Vorgehens. Ihre Strategien wandeln sich und sind von ihren eigenen Entscheidungen abhängig.

Versuchspersonen entscheiden selbst, ob sie eine Situation genau betrachten oder nur ungenau, ob sie ein neues Objekt gründlich erforschen oder nicht, usw. **Bei den PSIVersuchspersonen ist das alles fest eingestellt.** Auch sie zeigen eine gewisse strategische Flexibilität. Sie verhalten sich anders, wenn sie unter hohem Bedürfnisdruck stehen, als wenn der Bedürfnisdruck niedrig ist. **Aber dieses „anders“ ist fest eingestellt. Bei den Versuchspersonen ist dieses „anders“ variabel.** Und das ist der wesentliche Unterschied (Dörner, 2002)!

Literatur

Dietrich Dörner: *Bauplan für eine Seele*. Rowohlt Taschenbuch, 2001, [ISBN 3499611937](#)

Dietrich Dörner: *Die Mechanik des Seelenwagens. Eine neuronale Theorie der Handlungsregulation*. Verlag Hans Huber, 2002, [ISBN 345683814X](#)

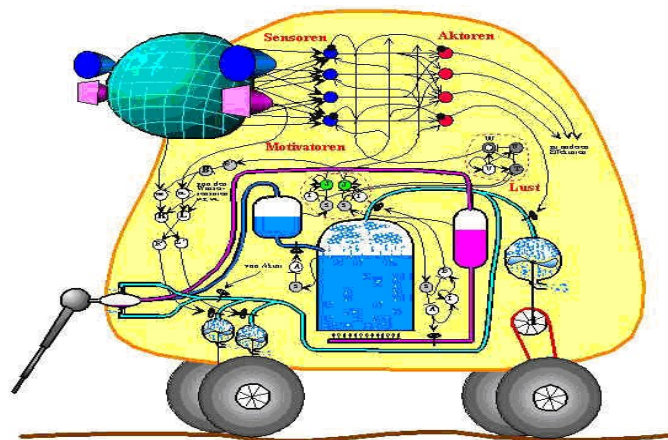
Nochmals : der Ansatz von Dörner et al.

Quelle : <http://www.ruebenstrunk.de/emeocomp/8.htm8.4>.

„Dörner hat ein Computermodell entwickelt, das kognitive, motivationale und emotionale Prozesse integriert (Dörner et al., 1997; Dörner und Schaub, 1998; Schaub, 1995, 1996): das PSI-Modell der Absichtsregulation. Im Rahmen von PSI ist das Modell "EmoRegul" entwickelt worden, das emotionale Prozesse besonders berücksichtigt. **PSI ist Teil eines theoretischen Ansatzes, den Dörner "synthetische Psychologie" nennt. Dieser Ansatz versucht zu analysieren, wie psychische Prozesse als Prozesse der Informationsverarbeitung aussehen, indem diese psychischen Prozesse konstruiert werden.** Dörners Ansatzpunkt ist dabei ähnlich wie der von Toda, wenn er schreibt, "...daß man in der Psychologie die verschiedenen psychischen Prozesse nicht ungestraft in ihre Bestandteile zerlegen darf" (Dörner und Schaub, 1998, S.1).

Kern des PSI-Modells ist das Konzept der "Absicht". Schaub definiert Absicht als internen psychologischen Prozeß, "...der als ephemere Struktur definiert ist, die aus einem Indikator für einen Mangelzustand (Hunger, Durst etc.) und Prozessen zur Beseitigung oder Vermeidung dieses Mangelzustandes (entweder Wege zur *konsummatorischen Endhandlung* oder Wege zur Vermeidung, im weitesten Sinne "*Flucht*") besteht." (Schaub, 1995, S. 1)

Die PSI-Agenten sind als Dampfmaschinen konzipiert, die sich in einer simulierten Umgebung mit Wasserstellen, Benzinstationen, Steinbrüchen usw. bewegen. Um sich weiterhin bewegen zu können, benötigen die Agenten sowohl Benzin als auch Wasser, die aber an unterschiedlichen Stellen zu finden sind.



Schematischer Aufbau des PSI-Systems (Dörner und Schaub, 1998, S. 7)

Ein PSI-Agent verfügt über eine Reihe von Bedürfnissen, die in zwei Klassen aufgeteilt sind: **materielle Bedürfnisse** und **informationelle Bedürfnisse**. Zu den materiellen Bedürfnissen zählen die Aufnahme von Treibstoff und Wasser sowie die Vermeidung von gefährlichen Situationen (z.B. Steinschlag). **Zu den informationellen Bedürfnissen zählen Bestimmtheit (eine Erwartung wird erfüllt) und Unbestimmtheit (eine Erwartung wird enttäuscht), Kompetenz (Erfüllung von Bedürfnissen) und Affiliation (Bedürfnis nach sozialen Kontakten).** Mangelzustände kann man sich in PSI wie ein Gefäß vorstellen, dessen Inhalt einen gewissen Schwellenwert unterschritten hat. Die Differenz zwischen Ist- und Soll-Zustand bezeichnet Dörner als Bedarf. "Ein Bedürfnis signalisiert also, daß ein Bedarf eines bestimmten Ausmaßes vorhanden ist." (Dörner und Schaub, 1998, S. 10) Ein solcher Mangelzustand aktiviert einen Motivator, dessen Aktivierungsgrad

um so höher ist, desto größer die Sollwertab-weichung ist und desto länger sie schon andauert. Der Motivator versucht nun, die Handlungssteuerung zu übernehmen, um diesen Zustand durch eine konsummatorische Endhandlung zu beseitigen. Zu diesem Zweck wird ein Ziel angestrebt, das dem Motivator aus vergangenen Erfahrungen bekannt ist.

Mit Zielen entstehen in PSI auch Motive, die Instanzen darstellen, welche ein Handeln in Gang setzen, auf ein bestimmtes Ziel ausrichten und bis zur Zielerreichung aufrechterhalten.“

KOMMENTAR KERSANDT : Die Differenz zwischen Soll- und Istzustand wird beim AIT-System von Kersandt über den Vergleich zur „guten Seemannschaft“ als angestrebtes Qualitätsmaß herbeigeführt. Schließlich ist die Höhe der Gefahr (für die Erfüllung einer Aufgabe bzw. des gesteckten Zieles) das Motiv für die Handlungsregulation beim Nautiker. Aufgabe – Zielbildung – Differenz zwischen „guter Seemannschaft“ und Istzustand – Handlung (Empfehlung). Über Wichtungsfaktoren werden in den einzelnen Prozessen bzw. Aufgaben Prioritäten gesetzt. In der Regel muss das Problem zuerst gelöst werden, bei dem die Erfüllung einer bestimmten Aufgabe hinsichtlich der Zielerreichung in höchster Gefahr ist. (Stand der Technik : Verwendung von Wissensbasen – Definition der Qualität der Aufgabenerfüllung – Wichtungsfaktoren der partiellen Prozesse).

„Da stets mehrere Motivatoren miteinander um die Handlungsleitung wetteifern, verfügt das System über einen Motivselektor, der mit Hilfe einer schnellen Erwartung x Wert-Kalkulation entscheidet, welcher Motivator die größte Motivstärke besitzt und damit den Vorzug erhalten soll. Der Wert eines Motivators bestimmt sich aus seiner Wichtigkeit (Größe der Sollwertabweichung) und Dringlichkeit (verfügbare Zeit bis zur Beseitigung des Sollzustands); die Erwartung bestimmt sich aus der Fähigkeit des Agenten, dieses Bedürfnis tatsächlich zu befriedigen (Erfolgswahrscheinlichkeit). PSI verfügt auch über ein Gedächtnis, das aus sensorischen und motorischen "Schemata" besteht. Sensorische Schemata repräsentieren das Wissen des Agenten über seine Umgebung; motorische Schemata sind Verhaltensprogramme. Dabei gibt es in PSI keine Unterscheidung zwischen unterschiedlichen Gedächtnisarten.“

KOMMENTAR KERSANDT : Beim AIT-System : Verwendung von nautischem Expertenwissen für die Berechnung der Höhe der Gefahr bei gewollter (geplanter) Qualität der partiellen Ziele.

„Die Handlungssteuerung in PSI geschieht über Absichten, die operational als Kombination des ausgewählten Motivs mit den Informationen, die mit dem aktiven Motivator im Gedächtnisnetzwerk verknüpft sind, definiert werden. Diese Informationen betreffen die anzustrebenden Ziele, die anzuwendenden Operatoren oder Aktionsschemata, das Wissen über die vergangenen, vergeblichen Ansätze zur Problemlösung sowie die Pläne, die PSI mit Hilfe heuristischer Verfahren erzeugt. Alle diese Informationen bestehen aus neuronalen Netzen; eine Absicht als Bündelung all dieser Informationen stellt das Arbeitsgedächtnis von PSI dar.“

5. Aufklärungsversuche - Aus Veröffentlichungen der Projektbearbeiter

Kognitives Modellieren : (Quelle : Brüggemann, U. u.a.: **Arbeitsfeld Schiffsbrücke : Kann ein Computermodell eines Kapitäns die Seefahrt sicherer machen ?** Schiff der Wissenschaft, Schleuse Bamberg, 09.09.2006) :

- ist nicht ‘übliche’ Psychologie : in Teildisziplinen organisierte statistische Forschung zu isolierten Phänomenen in Laborsituationen
- ist nicht ingenieurwissenschaftliche Forschung zu künstlicher Intelligenz : Optimierung menschlicher Kompetenzen
- **steht im Dienste kognitionswissenschaftlicher Intelligenzforschung : Verständnis der grundlegenden Prinzipien biologischer Informationsverarbeitung**

Aufgabe des Institutes für Theoretische Psychologie :

Erkenntnisse und Theorien zu verschiedenen Teilfunktionen in einem umfassenden Modell der menschlichen Psyche integrieren (PSI – Theorie) ; durch Vergleich mit dem Verhalten von Menschen lernen und verbessern

Analyse der Stärken und Schwächen menschlicher Informationsverarbeitung → Bedeutung für verschiedenen Arbeitsbereiche → Tools für Beratung und Training des Verhaltens in ‚kritischen‘ Situationen

Mögliche Tests mit dem Nautiker – Modell :

Durchspielen

- Viele Varianten bei gleichem Wissen, gleicher Müdigkeit, gleicher Ablenkung, etc.
- Anordnung, Einsehbarkeit und Bedienoberflächen der Brückenkonsolen

- Räumliche Wege, Belastung durch zu verarbeitende Informationen
- Minderung der Verarbeitungskapazität (Müdigkeit, sonstige Probleme)

„Virtuelle Nautiker als ‚Probefahrer‘ bei der Neukonzeption von Schiffsbrücken“

Von : Stefan Strohschneider, Ulrike Brüggemann, Ute Meck

„Schiffsbrücken sind Führungszentralen, von denen aus der gesamte Betrieb des komplexen sozio-technischen Systems Schiff gesteuert wird. Das Ziel eines an der Universität Jena bearbeiteten Projekts ist das Verstehen und Erklären des Verhaltens des auf der Brücke agierenden Nautikers, um auf dieser Basis Empfehlungen für ein kognitiv-ergonomisch verbessertes Design von Schiffsbrücken und ihrer Ausstattung zu geben. **Mittel zum Zweck ist die Erstellung eines Computersimulationsmodells der psychischen Prozesse des Nautikers auf Basis der PSI-Theorie mit Schwerpunkt auf Informationsverarbeitung und Handlungsregulation (Nautik-PSI). ...**“

„... Der Nautiker, der eine Schiffsbrücke bedient, ist daher mit hohen kognitiven Anforderungen konfrontiert: Er muss viele Geräte im Blick behalten, verschiedenste Werte überwachen und in einem Toleranzbereich halten, die Daten zu einem Gesamtbild seines Schiffes zusammenführen, den Kurs bestimmen, verfolgen und dabei anderen Schiffen ausweichen. Daneben muss er sich um Ladung, Mannschaft und die Kommunikation mit Verkehrskontrolle, Reeder, Charterer und anderen Schiffen kümmern.

Das hier näher zu beschreibende **Teilprojekt** „Verbesserung der kognitiv-handlungsregulatorischen Funktionalität von Schiffsbrücken: Analyse, Modellierung und Simulation, Designempfehlungen“ **ist schließlich für die Verankerung der Nutzerperspektive und die Anpassung der kognitiven und handlungsregulatorischen Funktionalität im verbesserten Brückendesign zuständig.** Angestrebt ist, durch eine anthropologische und beobachtende Herangehensweise (vgl. z.B. Hutchins, 1995) und über verschiedene Rückkopplungsschleifen auch die Perspektive der Nutzer in den Designprozess mit einzubringen. ...

Um eine Schiffsführungszentrale aufzubauen, die wirkliche Fortschritte für die Sicherheit und Effizienz der Navigation bringen kann, muss man sich daher wesentlich detaillierter mit dem Nautiker und seinen kognitiven Voraussetzungen auseinandersetzen, als bisher geschehen: Wie sammelt er seine Informationen? Wie integriert er verschiedene Daten zu einem Gesamtbild seines

Schiffszustandes? Welche Informationen und Handlungen gehören für ihn zusammen, welche Anzeigen hält er für wichtig? Und nicht zuletzt: Wie gestaltet er generell seinen Arbeitsprozess, was geht in seinem Kopf vor, wie steuert er seine Handlungen? Daher werden im im hier beschriebenen Teilprojekt über verschiedene Forschungswege Informationen über die Informationsverarbeitung und die Handlungsregulation bei der Schiffsführung gesammelt, die so konkret und nutzerorientiert sind, dass sie als Grundlage für ein verbessertes Design von Schiffsbrücken dienen können.“

KOMMENTAR KERSANDT : Wesentliche, hier als Probleme „aufgetürmte“, Fragen sind bereits ausführlich beantwortet worden (Prozessstruktur, Aufgaben, Tätigkeitsmerkmale, Ursachen menschlichen Versagens ...).

„Der simulierte Nautiker“

„... Das **wesentliche Mittel** für die Erarbeitung von **Design-Empfehlungen** ist die **Erstellung eines Computersimulationsmodells der psychischen Prozesse des Nautikers**.

Dieses ist in erster Linie eine eindeutige, vollständige, konsistente und dynamische Formulierung der Erkenntnisse, welche im Projektverlauf über den menschlichen Nautiker und seine Interaktion mit dem komplexen sozio-technischen System Schiffsbrücke und mit der maritimen Umwelt gewonnen werden.

Darüber hinaus wird dieses Modell als Stellvertreter des menschlichen Nautikers eingesetzt werden, um die kognitiven Anforderungen verschiedener Geräte- und Brückendesigns in unterschiedlichen Anforderungssituationen zu ermitteln und vergleichend zu bewerten.

Ein **Fernziel** ist zudem die Weiterentwicklung des Modells zu einem **Vorschlagssystem, welches den menschlichen Nautiker in seiner Fahrtätigkeit entlasten und das Schiff gegebenenfalls in Standard-Situationen führen kann.**

Sowohl auf Grund der gegebenen Konstellation als auch der unmittelbaren und mittelbaren Ziele liegt es nahe, ein Modell der maritimen Schiffsumwelt als 'Umwelt', ein Modell des Schiffes als 'Körper', ein Schiffsbrücken-Modell als 'sensumotorische Schnittstelle' und das Nautik-Modell als autonomen kognitiven 'Agenten' zu interpretieren, der in Verfolgung einer eigenen Agenda über die Schiffsbrücke mit dieser Umwelt (und gegebenenfalls mit von anderen Nautikern geführten Schiffen) interagiert.

Theoretische Ausgangsbasis für diesen Agenten ist die **PSI-Theorie**, die durch die Auseinandersetzung mit dem Handeln von Menschen in komplexen Situationen und den Fehlern, die sie dabei machen (Dörner, 1989), entstanden ist. Es handelt sich dabei um eine ganzheitliche psychologische **Theorie der menschlichen Handlungsregulation**, welche die Interaktion von Kognition, Motivation, Emotion, Wahrnehmung, Lernen und Gedächtnis beschreibt (Dörner, 1999; Dörner, 2002).

Die Entwicklung der PSI-Theorie, wie auch ihre Anwendung auf die Abbildung eines Nautikers im DGON-Projekt, folgt einer funktional-(re)konstruktiven Modellbildung, die von der Frage ausgeht, **wie ein (psychisches) System konstruiert sein könnte, welches das beobachtete Verhalten erzeugt** und welches die festgestellten Fähigkeiten aufweist. Die **Antwort besteht in einem Nachbau des untersuchten Systems**, d.h. man bemüht sich, das untersuchte **System durch Konstruktion eines Modells zu verstehen und zu erklären**. Dementsprechend folgt die Konstruktion dieses Modells weder einem Standard-Agenten-Entwurf aus der Informatik noch ist sie KI-Ansätzen wie Problemlösen durch Suchen, Produktionssystemen oder neuronalen Netzen zuzuordnen, sondern **die durch die PSI-Theorie postulierten psychischen Instanzen und**

Prozesse werden generisch durch einen 'computational approach' nachempfunden“

KOMMENTAR KERSANDT : *Neben fachlichen Bedenken können Einwände aus ethischer und philosophischer Sicht nicht ungehört bleiben !*

„Die PSI-Theorie geht nicht von einer zentralen Exekutive aus, sondern von einer Menge von parallel verlaufenden, informationsverarbeitenden Prozessen, die sich gegenseitig anstoßen und über aufgebaute Gedächtnisinhalte koordinieren. Durch einen automatisch ablaufenden Wahrnehmungsprozess, der per **Vergleich der aktuellen Sinneseindrücke mit sensorischen Schemata Objekte in der Umwelt identifiziert, wird regelmäßig ein Situationsbild** aufgebaut; ...

KOMMENTAR KERSANDT : *Wie richtig und aktuell ist dieses Situationsbild bei falschen oder nicht verarbeiteten Informationen ? Für die Suche nach guten Lösungen verbleibt häufig keine Zeit und so wird einfach irgendeine Lösung gewählt. Dieses Verhalten aber , so zeigen es die Seeunfallursachen, ist für die Absicherung der Qualität der Aufgabenerfüllung bzw. für die Erreichung geplanter oder vorgegebenenr Ziele äußerst schädlich und irreführend.*

„... Für die Ermittlung des Handlungsplans werden unter Nutzung des Wissens über die Operatoren, über die der Nautiker verfügt (im Wesentlichen Kurs und Geschwindigkeit setzen), verschiedene mögliche zukünftige Entwicklungspfade im Erwartungshorizont aufgebaut und hinsichtlich der nautischen Bedürfnisse bewertet. Dieses Vorgehen vereinigt Aspekte einer Breitensuche und einer iterativen Verbesserung, denn einerseits werden mögliche zu erreichende Zustände erst im Laufe der Suche gebildet und die Richtung der Suche wird dabei durch nautisches Wissen angeleitet. Andererseits wird ein Pfad (Handlungssequenz) gebildet, dessen 'Länge' dem eingesetzten kognitiven Aufwand entspricht. Dabei wird der eingesetzte kognitive Aufwand durch den Bedürfnisdruck und die Schrittweite der Suche durch den Auflösungsgrad (s.u.) moduliert. Eine besondere Rolle bei der Verhaltensmodulation spielen die beiden basalen kognitiven Bedürfnisse Bestimmtheit und Kompetenz (siehe Abbildung). Bestimmtheit ist das Bedürfnis nach Vorhersagbarkeit der Umwelt. Es reguliert das Ausmaß, in dem Menschen ihre Umgebung überwachen und Wissen über neuartige Objekte und Sachverhalte erwerben. Kompetenz ist das Bedürfnis nach Beherrschbarkeit der Umwelt. Es reguliert das Ausmaß, in dem Menschen ihre Fähigkeiten erproben und Herausforderungen suchen; man könnte auch sagen, sich möchten erfolgreich sein und sich beweisen. Diese Bedürfnisse – zusammen mit anderen Steuergroßen (wie Eindeutigkeit und Wünschbarkeit des Erwartungshorizonts; Umfang, Stärke und Erfolgserwartung der Absichten im Absichtsgedächtnis) - modulieren die Arbeitsweise des kognitiven Systems. Sie determinieren damit, ob wir schneller oder langsamer handeln, sorgfältiger oder weniger sorgfältig arbeiten, häufiger oder seltener das Situationsbild auf Stand bringen, usw. Wir nehmen also an, dass das kognitive System selbstregulatorisch arbeitet, indem es seine Arbeitsweise an seinen 'Workload-Zustand', seine Problemlösefähigkeit und die Güte seines Umweltwissens anpasst.“

KOMMENTAR KERSANDT : *Ja, das kann man zwar annehmen, aber gerade diese „Selbstregulation“ (die natürlich verständlich und nachvollziehbar ist) ist in der Regel die Ursache von Fehlhandlungen ! Darauf wurde bereits hingewiesen : Informationen werden „angepasst“ und „solange „hineinbogen“, bis sie in die Erwartungshaltung des Nautikers hineinpassen, ob das nun der Situation entspricht oder nicht ! Sie werden auch „übersehen“ und „vergessen“ oder „übergangen“. Alle diese Eigenschaften sind zutiefst menschlich und wurden bei der Untersuchung von Ursachen für Seeunfälle beobachtet. Die Erkenntnis, dass das kognitive System selbstregulatorisch arbeitet, bedarf keines Beweises. Welche Lösungen aber gibt es, um die Verlässlichkeit des Systems in seiner Gesamtheit abzusichern ?*

Das 'Nautik- psi' zeigt - bereits in seinem bisherigen Entwicklungszustand - eindrücklich die Erkenntniskraft, die von einem solchen Modellierungsprozess ausgeht: Mit möglichst wenigen, 'eleganten' Parametern und Funktionen **kann ein fiktiver Nautiker simuliert** werden, **der** in seinem **Verhalten einem menschlichen Nautiker** hinsichtlich bestimmter Verhaltensparameter (Steuerungsverhalten) **ähnelt**. In einem im Rahmen des Projekts erstellten Brücken Mock-Up sind Untersuchungen geplant, die das Ausmaß an Übereinstimmung empirisch zu ermitteln erlauben.

In späteren Projektphasen ist daran gedacht, das 'Nautik-psi' **direkt mit einem Brückensimulator interagieren zu lassen**. Bereits jetzt liefert der fiktive Nautiker Einblicke in die psychischen Leistungen beim Navigieren von Schiffen; **in Zukunft wird er auch als effektives Testinstrument für Brückentechnik und –prozeduren genutzt werden können.**

Literatur

- [1] Dörner, D. (1989). Die Logik des Misslingens: Strategisches Denken in komplexen Situationen. Hamburg: Rowohlt.
- [2] Dörner, D. (1999). Bauplan für eine Seele. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- [3] Dörner, D. (2002). Die Mechanik des Seelenwagens. Bern: Huber.
- [4] Hutchins, E. (1995). Cognition in the wild. Cambridge, MA: MIT Press.
- [5] Lützhöft, M. (2004). The Technology is great when it works. Maritime Technology and Human Integration on the Ship's Bridge. Linköping: Unitryck.
- [6] Meck, U., Strohschneider, S. und Brüggemann, U. (in Vorb.). Interaction Design in Ship Building: Integrating the User Perspective in Ship Bridge Design. Design Studies.
- [7] Schröder, J.-U. (2004). Datenerfassung bei Unfallursachen und begünstigenden Faktoren für Unfälle in der Seeschifffahrt. In: Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin - Sonderschrift S. 81

KOMMENTAR KERSANDT : Für die erwartete Güte des „Nautik-PSI“ gibt es bisher keine vergleichbaren Anwendungsbeispiele. Als „Mensch“- Nautiker lehne ich es wegen der vielen anderen bestehenden Möglichkeiten ab, auf solche künstlichen „Werkzeuge“ bei der Gestaltung meiner Arbeitsumwelt zurückzugreifen.

Die außerordentlich große qualitative, auch kulturelle „Streubreite“, das unterschiedliche Maß an Erfahrung, charakterliche Unterschiede, differenzierte Persönlichkeitseigenschaften, unterschiedliche Ausbildungen, der Wechsel situativer Anforderungen u.v.a.m. provozieren die Frage, welche Art von Nautiker in ein „Nautik – PSI“ verwandelt werden soll ?

„Die PSI – Theorie: Psychologische Grundlagen für das Simulationsmodell eines Nautikers“

Von : Ulrike Brüggemann, Stefan Strohschneider & Ute Rek

IfTP DGON Memorandum Nr. 1, April 2006

Erstellt im Rahmen des BMBF-Projektes DGON-Bridge

Teilprojekt Institut für Theoretische Psychologie der Otto-Friedrich-Universität Bamberg

...

„Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass sich die Psychologie im Allgemeinen - und im Gegensatz zum Ansatz der PSI-Theorie - nur sehr zögerlich als Systemwissenschaft versteht. Anstatt dessen orientiert sie sich am Ideal einer ‚messend-induktiven‘ Naturwissenschaft, dass eigentlich schon seit dem frühen 20. Jahrhundert in den Naturwissenschaften selbst gar nicht mehr vertreten wird. Wir gehen daher im Folgenden kurz auf die erkenntnis- und wissenschaftstheoretischen Zusammenhänge ein, nicht zuletzt weil sie für unsere Vorgehensweise im Rahmen des

DGON-Bridge-Projektes bedeutsam sind:

Die intransparente, plastische, von vergangenen Erfahrungen geprägte Binnenstruktur der Black-Box menschliche Psyche macht nämlich zwangsläufig auch die **Überprüfung einer Theorie schwierig, welche das Innere dieser Black Box beschreibt**. Denn man kann weder das Innere der Black Box zerstörungsfrei vermessen, noch kann man, wie beim klassischen Experimentaldesign, alle im Innere angenommenen Parameter kontrollieren, um so alle Variablen bis auf die zu variierende unabhängige Variable konstant zu halten. Letzteres wäre aber für die Interpretation der Variation der abhängigen Variable notwendig.

Die PSI-Theorie trägt dem Charakter eines solchen Systems Rechnung, in dem sie selbst die Form eines Systems hat, welches aus einer Menge miteinander verknüpfter Hypothesen besteht.

Natürlich kann eine derartig komplexe Theorie weder verifiziert noch in ihrer Gesamtheit falsifiziert werden.

Als wichtiger als die Beweisbarkeit, sehen wir jedoch, dem Theoriepluralismus Poppers (Mittelstraß, 1980-1996) folgend, die **Bewährung und die Nützlichkeit einer Theorie im Wissenschaftsbetrieb** an.

Die Vertreter der PSI-Theorie folgen diesen Ideen, indem sie zum ersten das durch die PSI-Theorie beschriebene kognitive Modell der menschlichen Psyche in seiner konkretformalen Formulierung als Computersimulationsmodell vorlegen. Dadurch wird zum einen die Komplexität einer solchen Theorie handhabbar und zum anderen werden auf diesem Wege bereits einige der von Vollmer genannten Anforderungen an eine Theorie gefördert bzw. sogar erzwungen (bspw. Zirkelfreiheit, innere Widerspruchsfreiheit, Vollständigkeit, Präzision).

Zum zweiten tritt die PSI-Theorie dann zu Bewährung an, indem das Verhalten des Computersimulationsmodells, von dem häufig einfach nur als von ‚dem Ψ ‘ gesprochen wird, mit dem Verhalten realer Personen verglichen wird: Ψ (das kognitive Modell) oder Versuchspersonen regulieren das Verhalten eines virtuellen Körpers in einer virtuellen Umwelt und dieses Verhalten wird anschließend vergleichend ausgewertet.“

KOMMENTAR KERSANDT: Das genau ist einer der kritischen Punkte ! Nach dem Verständnis des Verfassers sollte das DGON –Bridge Projekt nicht dafür verwendet werden, die Bewährung und Nützlichkeit der PSI-Theorie im Wissenschaftsbetrieb nachzuweisen. Ich wehre mich dagegen, diese theoretische Ausgangsposition mit den nützlichen Zielstellungen des Projektes hinsichtlich des Brückendesigns zu vermischen. Für mich ist der Nautiker kein virtuelles Gebilde, das man simulieren will, um dem Theoriepluralismus zu folgen.

Aus der Sicht eines Erkenntniszuwachs für die theoretische Psychologie mag die Untersuchung allerdings sinnvoll sein.

Anliegen des AIT – Ansatzes 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 wissenschaftlicher Untersuchungen und praktischer Erprobungen. 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 erfahrungsreiche Praxis selbst zur Verfügung.

„Die umfassende Natur der PSI-Theorie und ihre Entwicklung an einer wissenschaftlichen Hochschule bedingt zum einen, dass es eine Basistheorie gibt, auf der in bewusster und gewünschter Vielfalt viele Forschungsarbeiten aufgebaut sind; diese überprüfen und arbeiten einzelne Bereiche im Hinblick auf spezifische Fragestellungen aus.

Einige dieser Arbeiten finden Eingang in die Theoriebasis, andere werden verworfen und wieder dritte bleiben isoliert in spezifischen Implementationsvarianten bestehen.

...

Diese Konzentration der Implementationen auf ein solitäres, in der Gegenwart als Direktkonsument lebendes PSI ist der Grund dafür, dass **einige Bereiche der Theoriebasis nicht so detailliert ausgearbeitet sind, wie dies für die praktische Anwendung der PSI-Theorie zur Modellierung und Simulation menschlichen Verhaltens in einer modernen Arbeitsumwelt, bspw. zur Beschreibung eines wachhabenden Offiziers auf einer Schiffsbrücke, notwendig ist.**

Daher haben wir im DGON-Projekt folgende Vorgehensweise vorgesehen:

- Als Basis für alle Folgearbeiten erfolgt zunächst durch diesen Text eine Skizzierung der Theoriebasis.
- In einem weiteren Text werden dann die in der PSI-Theorie nicht detailliert ausgearbeiteten Konzepte hervor gehoben und ausgearbeitet.
- Im Anschluss daran erfolgt eine **Übertragung der Konzepte auf den Anwendungsbereich ‚Nautiker auf der Schiffsbrücke‘**, die abschließend durch die formal-konkrete Realisierung in Form eines Computersimulationsmodells implementiert wird.

„Entwicklung einer Schiffsumweltsimulation in C++ auf Basis digitaler Seekarten im S-57-Format“

Von : Philipp Geyer, IWK Universität Jena

DGON Memorandum Nr. 3, August 2007

Überarbeitete Version einer Diplomarbeit im Studiengang Wirtschaftsinformatik in der Fakultät Wirtschaftsinformatik und Angewandte Informatik der Otto-Friedrich-Universität Bamberg

Zielsetzung der Arbeit: Die Schiffsumweltsimulation

Die Schiffsumwelt (Untiefen, Wasser, Land, andere Schiffe, Verkehrszeichen etc.) spielt für die Arbeit des Nautikers eine bedeutende Rolle. Seine primäre Aufgabe ist die Navigation durch diese Umwelt. Als Teil der Gesamtsimulation muss daher eine Schiffsumwelt simuliert werden, um mit dem PSI-Modell die wesentlichen psychischen und kognitiven Prozesse eines Nautikers nachbilden zu können.

Ziel dieser Diplomarbeit ist es, ein Konzept einer solchen Schiffsumweltsimulation zu entwickeln und prototypisch umzusetzen. Dieses Dokument beschreibt wichtige Anforderungen und Rahmenbedingungen, das Vorgehen bei der Entwicklung und die Schiffsumwelt-simulation selbst.“

„Das Forschungsprojekt DGON-BRIDGE

...

Als Ergebnis des Projektes soll ein **Referenzmodell** für Reeder, Zulassungsbehörden, Werften und

Zulieferindustrie, aber auch für aufsetzende Forschungsvorhaben erstellt werden. Dieses soll ein **modulares Konzept für das Brückendesign mit standardisierten Einbauten** und einer integrierten Systemarchitektur darstellen. Durch funktional einheitlich gestaltete Arbeitsplätze und ein einheitliches, ergonomisches Bedienkonzept sowie neuartige Assistenzfunktionen soll der Nautiker entlastet, der Einarbeitungsaufwand gesenkt und Fehlbedienungen (und somit auch das Sicherheitsrisiko) reduziert werden. Nicht zuletzt erhofft man sich durch die Modularisierung und Standardisierung Kostenvorteile bei Entwicklung, Bau und Wartung von Brücken und somit eine Steigerung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit deutscher Reeder, Werften, Schiffsbrückenausrüster und ihrer Zulieferer ([DGO]).

Neu ist vor allem auch eine deutlich stärkere Betrachtung des Faktors "Mensch" als dies im Brückenbau bisher geschah. Die Entwicklung war bislang meist durch die technischen Möglichkeiten und gesetzlichen Anforderungen bestimmt, und nicht von Erkenntnissen über den Nutzer getrieben. Dabei kann das Gesamtsystem aus Brücke und Brückenkontrolle (Nautiker) nur dann effizient funktionieren, wenn auch die Schnittstellen zwischen den Teilsystemen optimiert werden.

Dies bedeutet, dass die Verbesserung der Mensch-Maschine-Interaktion eine zentrale Rolle spielen muss, um Risiken in der Schiffsführung zu vermindern. Dies ist der Ansatzpunkt des am Institut für theoretische Psychologie der Universität Bamberg durchgeführten Teilprojekts.“

KOMMENTAR KERSANDT : *Das ist bezüglich der Zielstellung mit dem AIT – basierten System NARIDAS identisch.*

„Die Modellbildung bei PSI erfolgt funktional-rekonstruktiv. Dies bedeutet, dass man von einem beobachteten Verhalten ausgeht und versucht, ein Modell zu entwickeln, welches die verschiedenen beobachteten Verhaltensmerkmale konsistent integriert. Während dieses Prozesses der Modellbildung wird dabei versucht, das untersuchte System selbst zu verstehen und zu erklären ([BSR06]).

Das PSI-Simulationsmodell soll eine eindeutige, vollständige, konsistente und dynamische Formulierung der gewonnenen Erkenntnisse sein und damit **eine ebenfalls konsistente und eindeutige Theorienbildung ermöglichen.**“

KOMMENTAR KERSANDT : *Das erscheint als Widerspruch zu den Formulierungen im Memorandum „ IFTP DGON Memorandum Nr. 1, April 2006 :*

„Natürlich kann eine derartig komplexe Theorie weder verifiziert noch in ihrer Gesamtheit falsifiziert werden. Als wichtiger als die Beweisbarkeit, sehen wir jedoch, dem Theoriepluralismus Poppers (Mittelstraß, 1980-1996) folgend, die Bewährung und die Nützlichkeit einer Theorie im Wissenschaftsbetrieb an.“

„Das auf diese Weise zu entwickelnde Simulationsmodell dient aber nicht nur der Formulierung der Erkenntnisse und Entwicklung und Absicherung der Theorie. **Da es ein Modell der relevanten psychischen Prozesse des Nautikers ist, kann es innerhalb einer Simulation des Gesamtsystems stellvertretend für ihn eingesetzt werden.** Damit leistet es einen wichtigen Beitrag zum Erlangen neuer Erkenntnisse.“

KOMMENTAR KERSANDT : *Der Erwartung, ein Modell der relevanten psychischen Prozesse des Nautikers zu erhalten, ist nur sehr schwer Glauben zu schenken. Es dann auch noch innerhalb einer Simulation stellvertretend für ihn einzusetzen, erscheint unrealistisch und ist zumindest mit meiner*

ethischen und moralischen Auffassung vom Menschen Nautiker unvereinbar.

Wenn aus der Stellvertreterrolle eines Modells des Nautikers nun noch neue Erkenntnisse (und das müssen ja Erkenntnisse sein , die zur Zielstellung des Projektes passen) gewonnen werden sollen, muss spätestens an dieser Stelle neben aller Freude über den erwarteten Erkenntniszuwachs in der theoretischen Psychologie die Frage nach der Verwendbarkeit der Ergebnisse in der Praxis der Schiffsführung gestellt werden.

„Die Möglichkeiten, während des Projekts entstandene neue Geräte- und Brückendesigns zu testen, sind sehr eingeschränkt. Zwar gibt es Demonstrationsaufbauten von Brücken (also funktionsfähige 1:1 Nachbildungen). Mehrere verschiedene Designs aufzubauen und zu testen ist allerdings sehr aufwändig und kostspielig. **Daneben ist fraglich, wie weit das Verhalten einer Testperson in einer solchen Simulation ihrem realen Verhalten, insbesondere in kritischen Situationen, entspricht. Auch verhalten sich Testpersonen in der gleichen Situation immer wieder unterschiedlich, daher fällt ein Vergleich verschiedener Aufbauten schwer.**“

KOMMENTAR KERSANDT : *Und da haben wir das Dilemma aus anderer Sicht ! Das ist nun mal der Charakter der Schiffsführung : komplex, dynamisch, zufällig ! Welchen Wert haben dann aber Aussagen, die aus dem Vergleich des menschlichen Verhaltens mit dem des „PSI-Nautikers“ resultieren ?*

„In dem am Institut für theoretische Psychologie der Universität Bamberg durchgeführten Teilprojekt wird daher die Entwicklung einer Gesamtsimulation angestrebt. Diese soll Nautiker (auf Basis des PSI-Modells), Brücke, Schiff und Umwelt umfassen, und es dadurch ermöglichen, die kognitiven Anforderungen verschiedener Geräte- und Brückendesigns in unterschiedlichen Situationen zu ermitteln und vergleichend zu bewerten.“

KOMMENTAR KERSANDT : *Das ist nun ein Widerspruch zur ersten Aussage.*

„Ein weiteres Fernziel ist es, **auf Basis des PSI-Modells des Nautikers ein Vorschlagssystem zu entwickeln.** Dieses könnte als **Assistenzsystem** auf einem echten Schiff den Nautiker bei seiner Arbeit unterstützen und das **Schiff in Standardsituationen führen.** Voraussetzung dafür ist die Beschreibung des menschlichen Nautikers und die Analyse seiner Stärken und Schwächen mit Hilfe des PSI-Modells: erst die Kenntnis dieser Stärken und Schwächen ermöglicht es, die Informationspräsentation der jeweiligen Situation anzupassen. So können in Stresssituationen besonders relevante Informationen hervorgehoben werden, während andere, allgemeinere Informationen bewusst ausgeblendet werden, um den Nautiker nicht zu überlasten.“

KOMMENTAR KERSANDT : *In Standardsituationen benötigt der Mensch Nautiker keine Hilfe und in komplexen Situationen kann auf ihn bisher und in absehbarer Zukunft nicht verzichtet werden. Die Stärken und Schwächen des Nautikers sind weitgehend bekannt (siehe z.B. Informationsverarbeitungs-mängel; Seeunfallursachen). Lösungen für die situationsgerechte Präsentation von bewerteten Zuständen sind vorhanden und wurden getestet. Gefahrenhöhe oder auch „Erfüllungsgrad“ einer Aufgabe werden nach Prioritäten geordnet angeboten. Die Höhe der Gefahr wird grafisch abgebildet und die Bedienoberfläche des AIT-basierten Systems wurde durch Experten auf ihre Gebrauchsfähigkeit getestet.*

„An einen Ersatz des Nautikers durch das PSI-Modell wird hierbei jedoch nicht gedacht. Zum einen

reicht der Funktionsumfang des im Forschungsprojekt entwickelten PSI-Modells hierzu nicht aus, es beschränkt sich auf die Navigation auf See. Fahrten im Hafen sollen mit ihm nicht abgebildet werden. Ausführlicher zu diskutieren wäre, ob dieser Ansatz dafür geeignet wäre.“

KOMMENTAR KERSANDT : *Was versteht denn der Autor dieses Beitrages unter der „Navigation auf See“ ? Was sind „Fahrten im Hafen“ ? Wenn der Schiffsführungsprozess in seiner Gesamtheit gemeint ist, gelten viel umfangreichere Einflüsse wie die Definition und die Aufgabenstrukturierung zeigen.*

„Denn das PSI-Modell stellt die psychischen Prozesse des Nautikers, und damit den Weg zu einer Entscheidung, in den Mittelpunkt. Damit fällt dieser Ansatz unter die kognitions-wissenschaftliche KI-Forschung. Für einen „Autopilot“ stünde jedoch eine optimale Entscheidung im Zentrum des Interesses. Dabei treten in diesem großen Lösungsraum mit Sicherheit

NP-Optimierungsprobleme auf. **Eine Möglichkeit, mit diesen umzugehen wäre die Nachbildung menschlichen Verhaltens (also das PSI-Modell). Allerdings könnte auch ein Ansatz aus der ingenieurwissenschaftlichen KI-Forschung (für den die Art, wie ein Mensch eine Lösung finden würde, irrelevant ist) weiterführender sein. Hier ergäbe sich wiederum die Frage, wie eine solche Lösung für den Menschen nachvollziehbar und überzeugend präsentiert werden könnte.**

Nicht zuletzt bleibt fragwürdig, ob man die Kontrolle einer so komplexen, teuren und auch gefährlichen Maschine wie ein Schiff es ist, vollständig an einen Computer übergeben will.“

KOMMENTAR KERSANDT : *Das sind sehr realistische Überlegungen über Grenzen und Möglichkeiten eines „Nautik – PSI“ ! Es sei an dieser Stelle wiederholt : eine ingenieurpsychologische KI – Lösung liegt mit dem AIT – System vor ! Und dafür war es nicht irrelevant, auf der Basis welcher Signale der Nautiker seine Lösungen findet ! Im Gegenteil : der Selektion und Bewertung durch WISSEN ging eine umfangreiche Prozessanalyse voran.*

„Das Nautik-PSI: Modelldokumentation & Bedienungsanleitung“

Von :Ulrike Brüggemann, Kerstin Klemp & Stefan Strohschneider

IfTP bzw. IWK DGON Memorandum Nr. 4

September 2007

Erstellt im Rahmen des BMBF-Projektes DGON-Bridge Teilprojekt Fachgebiet Interkulturelle Wirtschaftskommunikation der Friedrich-Schiller- Universität Jena

„Vorbemerkungen

Unser **Ziel** ist es, **möglichst schnell ein möglichst einfaches kognitives Modell** zu implementieren, dass autark arbeiten kann, d.h. **dass auf einem einzelnen Rechner ohne den Demonstrator mit seiner professionellen Schiffssimulation** (gegebenenfalls incl. einer Radarmodulerweiterung) und seinen Brückenkonsolen **lauffähig ist.**

Daher haben wir uns entschlossen, zunächst sehr einfache Modelle für alle benötigten Systeme und Informationen selbst zu erstellen und diese so zu gestalten, dass sowohl diese einfachen Modelle als auch gegebenenfalls eine Schnittstelle zu den entsprechenden Fremdmodellen (und gegebenenfalls Geräten) innerhalb einer Software-Schnittstelle zusammengefasst werden. Diese Schnittstelle wird dann vom kognitiven Modell benutzt, d.h. aus Sicht des kognitiven Modells wird es keinen

Unterschied machen, welche Modelle und/oder Geräte hinter der entsprechenden Schnittstelle arbeiten.

Daraus resultieren **zwei möglichen Betriebsarten des kognitiven Modells**, nämlich einerseits unabhängig lauffähig auf einem einzelnen Rechner im Zusammenspiel mit unserem eigenen Schiffsumwelt- und Schiffsmodell und andererseits lauffähig im Zusammenspiel mit Brückenkonsolen und einem Fremdmodell des Schiffs und seiner Umwelt; diese beiden Betriebsarten werden im Folgenden als **Autark- bzw. Demonstratorbetrieb** bezeichnet.

„Hinsichtlich der Modelle sind drei inhaltliche Ebenen zu unterscheiden ... :

- das *kognitive Modell* (Nautik-PSI), welches die Psyche des menschlichen Nautikers abbildet,
- die *Embodiment-Modelle*, welche die Körperlichkeit berücksichtigen, d.h. sie bilden den Körper des menschlichen Nautikers, seine Bewegung auf der Brücke und die an das menschliche Wahrnehmungs- und Bewegungssystem angepassten Benutzeroberflächen der Brückeneinrichtung ab (d.h. sie würden entfallen, wenn ein autonomer Agent das Schiff steuert),
- und die *Umwelt-Modelle*, die die Umwelt der Brücke, also das Schiff und die Schiffsumwelt abbilden.

KOMMENTAR KERSANDT : *Selbst der unvoreingenommene Leser dieser und weiterer Vorhaben zur Simulation kann sich des Eindrucks nicht erwehren, dass hier etwas mit großem Aufwand simuliert werden soll, was schon längst Realität ist : der Schiffsführungssimulator.*

Es kann den Wissenschaftlern des Bereiches „Theoretische Psychologie“ nur empfohlen werden, sich in die Praxis (dazu gehören in diesem Zusammenhang auch die Simulatorbetreiber) zu begeben und ihren Verfahrensweise nochmals zu überdenken.

Warum wird nicht versucht (wie es auch andere Nutzer machen), die in einem Simulator verfügbaren Daten auszulesen und unter Beachtung ihres beabsichtigten Verwendungszweckes weiter zu verwenden (Datalogs) ? Will sich die „Theoretische Psychologie“ an der Universität Jena ein eigenes „Testfeld“ praktischer Prozesse schaffen, um die PSI-Theorie um einen Anwendungsfall weiterzuentwickeln (Betriebsart „Autarkbetrieb“) ?

Hinweise auf diese möglicherweise überflüssigen Bemühungen und Gestaltungshinweise sind u.a. die folgenden Überlegungen der Projektbearbeiter :

- „- die Fremdschiffe werden als größere Echos die Tonnen & Baken als kleinere Echos dargestellt; zudem haben Fremdschiffe einen Bewegungsvektor (siehe Erläuterungen zu 3)
- Erläuterung zu 2) Center: aktuell ist die Position des eigenen Schiffs immer im Zentrum des Bildschirms; *zu klären: benötigen wir die ‚nicht zentrale‘ Darstellungsweise?* (ist zwar etwas Berechnungsaufwand, kann aber problemlos ergänzt werden)
 - Erläuterung zu 3) Zukunft: jedes auf dem Radarschirm dargestellt Schiff ist mit einer Linie versehen, die den errechneten Kurs und die errechnete Geschwindigkeit (siehe Erläuterungen zur Art und Weise der Modellierung / Funktionsweise) darstellt; hiermit kann eingestellt werden, welcher zeitlichen Dauer die Länge der Linie entsprechen soll“

„Das Nautiker-Modell

Die ‚Psyche‘ besteht aktuell aus

- den Steuergrößen und Modulatoren,
- dem Situationsbild,

- den Bedürfnissen, die das Situationsbild bewerten,
- dem Erwartungshorizont, der aus Situationen und ihren Bewertungen (imaginative Bedürfnisse) besteht und aus Aktionen, die diese Situationen verbinden
- dem Absichtsgedächtnis, das pro modelliertem Bedürfnis genau eine Absicht enthält,
- dem Handlungswissen, dass jeder Absicht ein Vorgehen bei Übernahme und Halten der Handlungsleitung zuordnet, und einer Funktion, die das Sicherungsverhalten durchführt.

Steuergrößen und Modulatoren

Erläuterung:

- funktionsfähig (sprich an entsprechender Stelle im Modell verwendet) sind Selektionsschwelle und Sicherungsschwelle; beide sind aber momentan auf einen fixen Wert gesetzt
- die Selektionsschwelle wird als Anzahl Clicks interpretiert, nach denen das Sicherungsverhalten wieder durchgeführt werden muss; Darstellung siehe Absichtsgedächtnis
- gebildet werden handlungsleitende Auswahldruck und Auswahlstärke
- mit den Buttons können die entsprechenden Fenster gegebenenfalls geöffnet und in den Vordergrund gebracht werden

Das Situationsbild

Erläuterung:

- Mode:

ersetzt mehr oder minder das Protokoll- bzw. Absichtsgedächtnis, denn hier ist vermerkt, was das Nautik-PSI gerade tut:

- IN_AHEAD: gerade aus fahren
- IN_TURN: in einem Kurswechsel befindlich
- STABILIZING: darauf wartend, dass Anzeigen stabil werden, um dann auf dieser Basis einen Handlungsplan zu erstellen
- Schiffszustand:
 - Position: des Schiffs; Bezug des Werts vom Positionsrechner
 - Headg.: des Schiffs; Bezug des Werts vom Positionsrechner
 - Course (oG): ‚wahrer‘ Kurs des Schiffs über Grund; Bezug des Werts vom Positionsrechner
 - Speed (oG): ‚wahre‘ Geschwindigkeit des Schiffs über Grund; Bezug des Werts vom Positionsrechner
- Missionseinhaltung:
 - leg_index: Index des aktuellen Schläges, der den Bezugsrahmen bildet; befindet sich das Schiff gerade im Übergangsbereich zwischen zwei Schlägen, so werden beide Indizes angezeigt; Bezug des Werts von der ECDIS
 - Diff Pos: Abstand vom Bezugsschlag; Bezug des Werts von der ECDIS; im Übergangsbereich (wie bei der ECDIS) Abstand zum idealen Wendekreis

- Diff Course: Kursabweichung (des Kurses über Grund) vom Bezugsschlag; Bezug des Werts von der ECDIS; im Übergangsbereich (wie bei der ECDIS) Kursabweichung zum idealen Kurs
- Umweltwirkungen:
- Kursversatz: Differenz zwischen ‚wahrem‘ Kurs und Heading (aufgrund der Wirkung von Wind und Strömung); Bezug des Werts von der ECDIS

Bedürfnisse, Absichten und Handlungswissen

Erläuterung:

- es gibt momentan drei Bedürfnisse,
 - nichts tun (default, -> Trägheit)
 - von der Kurslinie nicht abweichen
 - von der Kursrichtung nicht abweichen
 - an einem vierten (im Fahrwasser bleiben) wird gerade gearbeitet
- jedes Bedürfnis hat eine spezifische Funktionalität, die das *psychische Ausmaß* aus dem Situationsbild bildet; dieses Ausmaß ist das Resultat eines kognitiven Bewertungsvorgang, der das physische Delta (= Ist-Wert-Abweichung vom Soll-Wert 0) bewertet; d.h. dies entspricht der Soll-Ist-Wert Abweichung bei physiologischen Bedürfnissen
- nichts tun: hat immer das psychische Ausmaß 0“

KOMMENTAR KERSANDT : *Das sind Vereinfachungen, die zu falschen Ergebnissen führen können. Selbst das Problem des Kurshaltens oder nicht hat so viele Wirkungszusammenhänge, deren Berücksichtigung für einen kognitiven Bewertungsvorgang mit letztlich richtigen Schlussfolgerungen unerlässlich ist. Die Bewertung zwischen Soll- und Istzustand und die sich daraus ergebende Priorität von Handlungen sind bereits Gegenstand anderer erfolgreicher Lösungen. Ob man dazu nun „Bedürfnis“ sagt, mag der Interpretationsfreiheit der theoretischen Psychologie überlassen bleiben.*

„- die Kurslinie nicht verlassen: es gibt einen Rohwert, der größer 0 ist, falls das Schiff steuerbord der Kurslinie ist, und kleiner als 0 ist, falls das Schiff backbord der Kurslinie ist; der Betrag des Rohwerts ist das phys. Delta; liegt das phys. Delta unterhalb von tol_wert, so ergibt sich das psych. Ausmaß aus einer linearen Funk-tion, die durch die Punkte (0,0) und (tol_wert, ausmass_bei_tol) gebildet wird; liegt das phys. Delta zwischen tol_wert und krit_wert, so ergibt sich das psych. Ausmaß aus der linearen Funktion, die durch die Punkte (tol_wert, ausmass_bei_tol) und (krit_wert, ausmass_bei_krit) gebildet wird; liegt das phys. Delta über dem krit_wert, so entspricht das psych. Ausmaß dem $\text{ausmass_bei_krit} + \text{factor_beyond_krit} * (\text{phys. Delta} - \text{krit_wert})$

- von der Kursrichtung nicht abweichen: es gibt einen Rohwert, der größer 0 ist, falls das Schiff steuerbord der Kurslinie ist, und kleiner 0 ist, falls das Schiff backbord der Kurslinie ist; der Betrag des Rohwerts ist das phys. Delta; liegt das phys. Delta unterhalb von tol_wert, so ergibt sich das psych. Ausmaß aus der linearen Funktion, die durch die Punkte (0,0) und (tol_wert, ausmass_bei_tol) gebildet wird; liegt das phys. Delta zwischen tol_wert und krit_wert, so ergibt sich das psych. Ausmaß aus der linearen Funktion, die durch die Punkte (tol_wert, ausmass_bei_tol) und (krit_wert, ausmass_bei_krit) gebildet wird; liegt das phys. Delta über dem krit_wert, so

entspricht das psych. Ausmaß dem ausmass_bei_krit ; ist das Schiff außerhalb des Toleranzbereichs von „Kurslinie nicht verlassen, ist das psych. Ausmaß 0 (da dies sonst bei großen Distanzen zur Kurslinie jegliches Manövrieren verhindert)“

KOMMENTAR KERSANDT : *In der nautischen Wissensbasis von NARIDAS sind die qualitativen Bewertungen „guter Seemannschaft“ abgelegt. Sie liegen zwischen 0 und 1. Ein aktuell „ankommender“ Messwert wird zu dieser „guten Seemannschaft“ ins Verhältnis gesetzt. Die Gesamtbewertung der geplanten Qualität der Aufgabenerfüllung (als Ziel) enthält allerdings weitere (aufgabenspezifische) Prozessparameter, die der komplexen Denkweise des Nautikers Rechnung tragen und z.B. zu einer Bewertung der Aufgabe „Track Keeping“ führen.*

„- die Bedürfnisstärke ist das Produkt von Wichtigkeit und psychischem Ausmaß

- das Absichtsgedächtnis enthält pro modelliertem Bedürfnis genau eine Absicht,

- eine Absicht verweist auf das aktuelle Bedürfnis = Bewertung des Situationsbildes

- eine Absicht verweist auf imaginative Bedürfnisse = Bewertung zukünftiger imaginierter Situationen (im Erwartungshorizont, s.u.)

- die Auswahlstärke ist die Summe der aktuellen und der zukünftigen (=imaginativen) Auswahlstärke

- die aktuelle Auswahlstärke ist das Produkt von aktueller Bedürfnisstärke und Erfolgserwartung (die Erfolgserwartung ist zunächst immer auf den Wert 1 = 100% gesetzt);

- die zukünftige Auswahlstärke ergibt sich aus der Summe der Produkte der zukünftigen Bedürfnisstärke aller Situationen im Erwartungshorizont und der entsprechenden Erfolgserwartung (die Erfolgserwartung ist zunächst immer auf den Wert 1 = 100% gesetzt);

- der chronologische Verlauf der imaginativen Bedürfnisse wird in gleich bleibend, (monoton) fallend, (monoton) steigend, u-förmig oder umgekehrt u-förmig kategorisiert; außerdem wird ermittelt, ob er gegebenenfalls zunächst gleich bleibt und erst in der Zukunft eine Veränderung aufweist (daraus resultiert, ob eine zu treffende Maßnahme jetzt oder in der Zukunft wirksam werden muss).

- eine Absicht verweist auf das dem Bedürfnis entsprechende Handlungswissen (wie beseitigt man das Bedürfnis), welches aktuell aus Handlungsvorschrift besteht, die in dem Takt ausgeführt wird, in dem das Bedürfnis handlungsleitend wird, und einer Handlungsvorschrift, die in allen weiteren Takten ausgeführt wird, in denen das Bedürfnis handlungsleitend bleibt; siehe Handlungswissen

- eine Absicht ist aktiv:

- für das Bedürfnis nichts tun: immer

- für das Bedürfnis Kurslinie halten: falls jetzt oder in Zukunft das physische Delta über dem Toleranzwert liegt

- für das Bedürfnis Kursrichtung halten: falls jetzt oder in Zukunft das physische Delta über dem Toleranzwert liegt.“

Nautical PSI - Virtual Nautical Officers as Test Drivers in Ship Bridge Design

Ulrike Brüggemann and Stefan Strohschneider

Department for Intercultural Business Communication, University of Jena (2009)

(Der Inhalt dieses Artikels ähnelt einem Beitrag der Autoren in deutscher Sprache aus dem Jahre 2008; Quelle: http://www2.uni-jena.de/philosophie/iwk/publikationen/dgon_veroeffentlichung1.pdf
Virtuelle Nautiker als 'Probefahrer' bei der Neukonzeption von Schiffsbrücken
Stefan Strohschneider, Ulrike Brüggemann, Ute Meck)

Abstract. Ship bridges are control centers that operate and manage the ship as a complex socio-technical system. At the University of Jena we have established a project that aims to understand and to explain the nautical officers' behavior.

KOMMENTAR KERSANDT : Kann das Ziel, das Verhalten des Nautikers zu verstehen und zu erklären, mit dem Projekt wirklich erreicht werden ? Gibt es vergleichbare praktische Nachweise ?

This work is embedded within a broader project network that seeks to develop a ship bridge that is more standardized, more integrated and better adapted to human performance.

KOMMENTAR KERSANDT : Dieses Ziel haben andere Lösungsansätze auch bzw. bilden vorhandene Verfahren bereits entsprechende Grundlagen.

Our way to achieve these goals involves anthropologic fieldwork and the construction of a computer simulation called Nautical PSI that models the nautical officers' psychological processes on the theoretical foundation of the PSI theory.

KOMMENTAR KERSANDT : Wenn dieses standardisierte menschliche PSI der Maßstab aller Dinge wird, ist es vorbei mit der individuellen Prozessgestaltung. Wieweit sind theoretischer Erklärungsversuch und praktische Realisierungsmöglichkeiten vereinbar ?

This virtual nautical officer can be used as test driver for virtual bridges during to the design process.

KOMMENTAR KERSANDT : Ganz sicher eignet sich auch der reale Mensch für den Entwurfsprozess.

Keywords: Human / machine interaction, human performance modeling, PSI theory, ship board bridge design.

1 Introduction

A ship bridge is a complex socio-technical system. It provides a control center that brings together different devices that combine and coordinate information and processes.

The user of this ship bridge - the nautical officer - is confronted with many interfaces that depict the ship and the maritime environment and that allow interaction with this environment. This represents a great challenge for the nautical officer's cognitive system: he has to supervise a number of devices, he has to monitor many values and keep them within a certain range, he has to integrate the data to an image of the ship's condition, he has to determine and keep the ship's course and has to avoid collision with other ships under consideration of often adverse environmental conditions. At the same time he has to manage cargo, personnel and communication with traffic control, the ship's owner, charterer and other ships.

KOMMENTAR KERSANDT : Nahezu richtige Problembeschreibung. Das alles trifft aber nur zu, wenn das technische System isoliert von der Güte der Schnittstelle zwischen Mensch und Prozess gestaltet wurde.

An additional complication is that every ship bridge is unique, because ship bridges are ‘grown’ structures that evolve through the installation of new equipment.

This is driven by technical innovations rather than user requirements and accompanied by the permanent expansion of rules and regulations by international bodies during design, construction and maintenance. In addition there is a high cost pressure that supports a ‘wherever there is free space’ mentality and that hinders integrated solutions.

KOMMENTAR KERSANDT : Das beschreibt das Problem unvollständig. Es existieren viele neue Lösungen, z.B. in Form von Unterstützungssystemen, die der Reeder in der Regel dann nicht kauft, solange sie nicht zwingend vorgesehen sind. Dieses Problem wird allgemein „nice to have“ genannt. Obviously this presents great potential for trouble in the human / machine interaction, while it is nearly impossible for a designer to explore this potential completely without the assistance of a simulation tool.

KOMMENTAR KERSANDT : ... oder ohne die Einbeziehung des Menschen und ohne Rückkopplung zwischen Betreiber und Hersteller, wie wir es wegen der abnehmenden Qualität der Bildung / Ausbildung / Fortbildung erleben.

Der Ansatz erscheint unvollkommen. Der Entwickler hat seine technischen Möglichkeiten und untersucht nun, wie der Mensch damit umzugehen in der Lage ist. Ich bin für einen Ansatz, der die Verlässlichkeit des Systems zum Entwurfs- und Betriebsziel hat und auf den „künstlichen Nautiker“, eben das „Nautik – PSI“ verzichten kann.

2 The Human Factors Perspective and the Modeling Approach

These observations are the origin of the DGON-bridge project network (10/2005 - 9/2009) and accordingly two approaches are followed. On the one hand industry partners look from the technology to the user and are addressing the standardization and modularization of the bridge and its equipment. On the other hand we, as psychologists, employ the human factors perspective by looking from the user to the technology, i.e. we aim at a bridge that is better adapted to human performance especially regarding the interaction design of the human / machine interfaces.

KOMMENTAR KERSANDT : Das ist eine theoretische und zugleich künstliche Trennung ! Ingenieurwissenschaftliche Lösungsansätze und die Lösungen selbst nehmen diese Trennung nicht vor. Sie konzentrieren sich immer auf Lösungen, die die Einheit von Mensch und Technik, die technischen Systeme und Verfahren und die Leistungseigenschaften des Menschen mit dem Ziel ihrer Verlässlichkeit als ganzheitliches System zum Gegenstand haben.

Particularly this consideration of the user perspective is long overdue, because in contrast to other industries, the human factors perspective has not fully struck roots into the maritime business [1]: The analysis of maritime incidents shows that the main safety risks are deficiencies in the human / machine interfaces [3], i.e. technology should not only be appropriate and robust in a technical sense but also in a psychological sense [2]. But there is only very limited knowledge about the nautical officers’ cognitive processes: how and which data is he collecting? How is he integrating them to a ‘situational’ image? Which data and actions belong together? Which displays are important under what circumstances? And last but not least, how is he organizing his work process, what is happening in his mind and how is he regulating his actions?

KOMMENTAR KERSANDT : Hier bauen sich die Autoren ein Ausgangsbasis auf, die für sie selbst die Begründung ihres Modellansatzes bilden mögen, die aber in der maritimen Fachwelt durchaus untersucht und in zahlreichen Veröffentlichungen ausführlich dargestellt wurden. Da jeder Verweis

auf vorliegende Arbeiten in den bisherigen Veröffentlichungen der Autoren fehlt, kann den Aussagen nur sehr begrenzt gefolgt werden. Die Gründe, Arbeiten anderer Wissenschaftler, die sich gerade mit dieser Problematik ausführlich beschäftigt haben, nicht zu erwähnen, sollen hier nicht weiter untersucht werden. Beim Studium der Quelle /3/ sollte beachtet werden, dass der Autor auch die Arbeitsunfälle auf See in seine Betrachtung einbezog und daraus Schlussfolgerungen zog. Hier aber werden Seeunfälle im klassischen und von der IMO definierten Sinn verstanden (z.B. Kollisionen, Grundberührungen usw.)

In employing the human factors perspective we used two main approaches: Firstly, we did anthropological field research, i.e. we undertook user interviews in 2005 and 2006 [4] and had several weeks of free and systematical observations on board container feeders in the German Bight and the Baltic Sea in 2006 to 2008 [5,6]. In addition to this, we are going to undertake systematical observations with the assistance of a ship (bridge) simulator in spring 2009. Secondly we are mapping all our findings into a cognitive model of the nautical officer's psychological processes (Nautical PSI). First and foremost this is an unambiguous, complete, consistent and dynamic formulation of our findings.

KOMMENTAR KERSANDT : Das ist eine sehr hohe Einschätzung des entwickelten kognitiven Modells der psychologischen Prozesse des Nautikers (Nautical PSI). Es sei eine eindeutige, vollständige, folgerichtige (konsistent) und dynamische Formulierung der Ergebnisse der Untersuchungen..

Furthermore, this model construction process aims to develop a model that can be used as a representation of the nautical officer in order to determine and evaluate the cognitive requirements of diverse bridge and bridge equipment designs in different situations [7,8]. Last but not least a long-term objectives the further development of the Nautical PSI into an assistance system, which relieves the mariner from part of the navigational burden by steering the ship in standard situations.

KOMMENTAR KERSANDT : Sehr auffällig ist der sich stets wiederholende Bezug auf eigene Veröffentlichungen.

Die Anwendung des „Nautical PSI“ in einem Assistenzsystem, das die Schiffsführung in Standardsituationen „steuert“, muss beobachtet werden, da bereits ausreichend viele Assistenz- oder Unterstützungssysteme für Standardsituationen in der Schiffsführung existieren.

s. Quelle :

Der ingenieurpsychologische „AIT“ - Ansatz bei der Entwicklung eines adaptiven, ganzheitlichen und aufgabenorientierten Systems der Schiffsführung (Teil 1 und Teil 2)
<http://www.forum-schiffsfuehrung.com/22.html>

The application of the Nautical PSI model as a representative of the human being has several advantages as compared to the common way of studying the human / machine interaction in the maritime business. Usually physical models, i.e. bridge mockups ¹, are constructed that can be operated in high fidelity ship (bridge) simulators.

These mockups are either used as a demonstration to present one's product offerings, or commercially available solutions are built into 'educational' simulators for professional training. One would expect that these constructions are also used in 'evaluation' simulators to comparatively evaluate different bridge and/or interaction designs, i.e. to run through different scenarios with different designs and with comparable test drivers.

KOMMENTAR KERSANDT : Über diesen Mangel hat sich der Verfasser an vielen Stellen geäußert. Viele Reeder und auch Simulatorbetreiber haben noch längst nicht begriffen, dass die kostenintensiven technische Einrichtungen zur Gewinnung von Wissen verwendet werden können und müssen.

Die immer wieder auftauchende Frage ist die nach dem WIE ? der Wissensgewinnung, -speicherung und -bewertung sowie die Art und Weise der Rückführung in die Herstellerindustrie und in die

seemännische Praxis. Der Verfasser hat dazu u.a. das Assistenzsystem „NARIDAS“ entwickelt und bereits erfolgreich in einem Schiffsführungssimulator erprobt. (siehe u.a. Kompetenzbewertung in einem Simulator).

Einige weitere Quellen :

Strategische Orientierung der Schiffsführung als eine notwendige Bedingung für Innovationskraft, praxisnahe Lehre und anspruchsvolle Forschung – kritische Bestandsaufnahme und Erfordernisse für die Zukunft

<http://www.forum-schiffsfuehrung.com/10.html>

Herausforderung an Reeder und Hersteller : Erschließung des Wissens und der Erfahrungen als Produktivkraft im maritimen Transportprozeß

<http://www.forum-schiffsfuehrung.com/22.html>

For various reasons this rarely takes place. First of all a representative study is nearly impossible because there is a wide range of nations, professional educations and generations and furthermore there are no findings about distribution of personality traits or types of nautical officers. This would make the recruitment of the participants a challenge in its own right. Secondly, for a realistic picture, the whole work context (i.e. a number of secondary tasks and distractions, oftentimes fatigue etc.) would have to be considered, which is quite complex and can constitute ethical problems in the case of fatigue. Thirdly, this would be prohibitively expensive because such a study would be very time consuming and time in high-fidelity ship (bridge) simulators is very costly.

Consequently, this is a classical field for computer simulation tools like the one presented in this article. They allow the running of multiple scenarios to find event paths and to identify crucial factors. (E.g. the wide ‘terrain’ of mariner personality could be explored to assess the significance of diverse personality parameters.

This could guide further empirical work in parameterizing and validating the model and in identifying user types.) Generally spoken with a simulation tool new developments can be studied and considered more extensively, in more detail and in general more effectively in virtual simulations than in physical mockups and therefore should be used in the development phase.

KOMMENTAR KERSANDT : Die Autoren erwähnen vorhandene Werkzeuge zur Aufdeckung von Schwachstellen, zur Analyse von Entscheidungsstellen /Prozesseingriffspunkten und zur Bewertung der Steuerungsoperationen nicht.

Einige weitere Quellen :

Evaluation von Situational Risk Assessment Systemen - Entwicklung eines Rahmenkonzepts und Demonstration seiner Anwendbarkeit im Bereich der Schiffsführung

<http://www.forum-schiffsfuehrung.com/22.html>

Leistungsmessungen im Schiffsführungssimulator : ein Verfahren für die Bewertung von Komplexität und Kompetenz

<http://www.forum-schiffsfuehrung.com/22.html>

Möglichkeiten für eine risikobasierte Kompetenzbewertung am Schiffsführungssimulator

<http://www.forum-schiffsfuehrung.com/22.html>

¹ Constructional structures consisting of plywood, which gather the designated equipment.

Beyond this application-oriented goal of the development of the Nautical PSI model there is also an additional fundamental research interest. The underlying PSI theory is a holistic psychological theory of the human psyche (see detail below) and one is always looking for application fields that allow testing und further development of one's psychological theory.

KOMMENTAR KERSANDT : Ja, natürlich ! Man kann als Wissenschaftler verstehen, dass ein anderer Wissenschaftler die Praxis als Bestätigung seiner eigenen Theorie zu nutzen versucht. Nur, das Ziel in diesem (geförderten) Projekt (genannt „DGON-Bridge“) kann nicht die schon häufig gesuchte und bisher nur sehr selten gefundene Bestätigung der Theorie von Dörner sein.

The navigation of a ship is a very convenient and rewarding task because a ship (bridge) is quite isolated with very reduced environmental interfaces, i.e. there are relatively limited factors that describe the environmental situation (distance to land masses / sea bottom, distance to prescribed track, closest point of approach to other ships, abidance of right of way and other traffic rules) and very limited possibilities to influence this situation (i.e. setting course and speed). Additionally, this isolation has obvious advantages for empirical observations.

KOMMENTAR KERSANDT : Es ist keine Frage der „reduzierten“ Informationen zur Beschreibung der Situation. Vielmehr ist es eine Frage der Klärung der Bedeutung von Informationen (besser : Signalen), ihres semantischen Inhaltes, ihrer Zusammenhänge und Wirkungen zu anderen Signalen. Heute verfügt der Nautiker nicht nur über die „Stellhebel“ Kurs und Geschwindigkeit. Die Gesamtheit aller Kommunikationsmittel steht im zur Verfügung.

3 The Model System

Both the given constellation and the project objectives suggested interpreting the given situation within the agent paradigm². Consequently, the maritime environment has to be modeled; the ship itself is interpreted as the agent's body and the ship bridge and its equipment are interpreted as the sensorimotor interface for the Nautical PSI agent. This results in the following model system : The virtual nautical officer - the Nautical PSI - is embedded within a set of model 'shells' (see fig. 1).

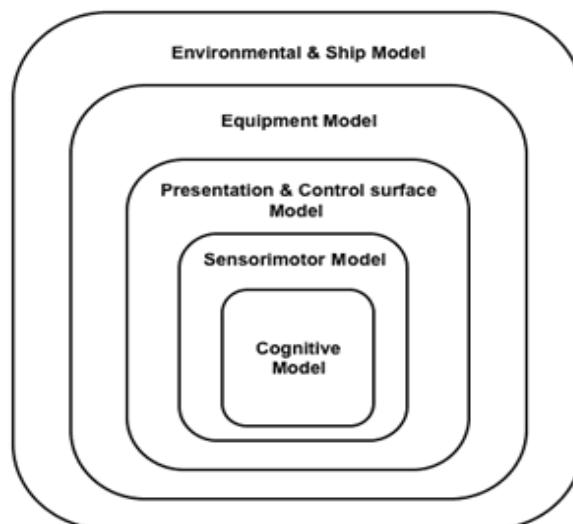


Fig. 1. The model shells

The outermost shell - the environmental model - is a model of the maritime environment that depicts landmasses, water depth, wind, current, navigation marks and other ships.

The second outermost shell - the ship model - is a model of one's own ship that depicts the

movement in the water and over the ground as a result of propulsion, rudder, current, wind and other factors. It also models the ship's sensors like GPS (position, course and speed over ground), anemometer (wind), bathometer (water depths), lugger (speed in water), gyro (heading) and radar (land masses, navigation marks, other ships). For the time being, the two outer shells are complete. They are rendered quite simply, but can be easily replaced with a high-fidelity ship (environment) simulation, a feature that will be tested in late spring 2009.

KOMMENTAR KERSANDT : Das ist ein noch sehr unvollständiges Modell der Umwelt und kann keinesfalls nur auf die angeführten Parameter beschränkt bleiben. Man darf gespannt auf die Erweiterungen sein.

Übrigens ist an dem Modell kein wesentlicher Unterschied zum „Modell der Informationsverarbeitung“, wie es bereits seit vielen Jahren in der Literatur (siehe u.a. : Wörterbuch der Psychologie. Leipzig : VEB Bibliographisches Institut. 1981, S. 316) bekannt ist, zu erkennen. Der Verfasser hat dieses Modell und seine Modifizierung sowie Konkretisierung für die Schiffsführung erfolgreich verwendet und darüber u.a.in seinem Beitrag : Kersandt, D. : „Subjektiver Fehler und Seeverkehrssicherheit“ in „Ortung und Navigation“, Heft 1 /1993, S. 50 -62 berichtet.

The third outermost shell - the equipment model - is a model of the bridge equipment that reproduces the appropriate data processing (e.g. determining the distance of and the time to the closest point of approach to other ships). Also, this shell is finished for the time being and could be partially or totally replaced by the real external devices if they would be provided with appropriate interfaces (these are not state-of-the-art and therefore not going to be tested in the foreseeable future). The next two inner shells represent the interface between the psychological and the physical world. The presentation and control surface model depicts the data presentation and the activation operations of the bridge equipment while the sensorimotor model depicts the capabilities and the conditions of the nautical officers perception and manipulation system and his position on the bridge.

KOMMENTAR KERSANDT : Hier wird es interessant : Auf welche Art und Weise können – hinsichtlich der praktischen Anwendbarkeit – in diesem „sensimotor –model“ die Fähigkeiten und Bedingungen des Empfangs- und Manipulationssystems des Nautikers und seine Position auf der Brücke bestimmt werden ?

The interactions of these two shells allow on the one hand to determine which information can be perceived in principle and how easily it can be perceived. Then the Nautical PSI model considers attention among other factors and determines if a piece of information is actually noticed and how long this process takes. On the other hand, the interaction of these two shells determines which activation operations are executable and how long it takes to enter an operation command successfully. These two shells will be finally completed in spring 2009.

KOMMENTAR KERSANDT : Dieses Stadium der Analyse mag für den Psychologen zwar Neuland sein, das man entdecken möchte. Bei den Nautikern und den Ingenieurwissenschaftlern ist längst bekannt, aus welchen Signalen sich der Nautiker ein Abbild der Situation aufbaut. Anhand der Reaktion auf eine erkannte (oder auch nicht erkannte) Situation reagiert das Gesamtsystem mit einer Veränderung des aktuellen qualitativen Prozesszustandes und kann bereits jetzt die Differenz zu der sogenannten „guten Seemannschft“ mit Begründungen / Ursachen für Abweichungen messen und anzeigen. Wo ist also hier der Neuheitsgrad ?

Finally, the cognitive Nautical PSI model represents the inner core of this shell system. It recreates the mariner's psychological processes and is - for the time being - nearly finished:

2 „An autonomous agent is a system situated within and part of an environment that senses that environment and acts on it, over time, in pursuit of its own agenda and so as to affect what it senses in the future“ (Franklin & Graesser, 1997, S.4).

4 The Simulated Nautical Officer

In search of a psychological foundation for the Nautical PSI we were looking for a comprehensive ‘grand unifying’ theory of the human psyche that describes human performance in all its strengths and weaknesses. Unfortunately, a ‘holistic’ systems perspective is rarely found in psychology and therefore there were only two promising approaches.

KOMMENTAR KERSANDT : Aber das gab es schon sehr lange : „Modell der Informationsverarbeitung“ (siehe u.a. : Wörterbuch der Psychologie. Leipzig : VEB Bibliographisches Institut. 1981, S. 316)

Aus bereits zitierten Quellen, die die Arbeitsweise seiner wissenschaftlichen Nachfolger bestimmen mögen :

„Wie bitte? Liebe unter virtuellen Nagetieren? Mäusepapa Professor **Dietrich Dörner** ist davon überzeugt, auch wenn er das Wort "virtuell" gar nicht so sehr mag. Dass es sich um Mäuse handelt, ist ohnehin Zufall: "**Wir hätten auch kleine Menschen nehmen können**, aber das wäre vielen sicherlich etwas befremdlich vorgekommen." Die Mäusezucht auf dem Bildschirm ist allerdings so schon befremdlich genug, und so ist der Professor daran gewöhnt, für seine Forschung oft nur Kopfschütteln oder Schulterzucken zu ernten.“

„ *Die Arbeiten des Psychologieprofessors aus Bamberg gelten den einen als wegweisend und im höchsten Maße originell, andere sehen sie als Anmaßung an. Er selbst macht sich nur wenig daraus, was andere sagen, und bezeichnet intellektuelle Unabhängigkeit als seine größte Stärke.*“

„**Bei neuen Fragestellungen vermeide ich den Blick in die Literatur. Ich überlege erst einmal selbst, wie ich das Problem angehen kann, dann erst schaue ich mir den Stand der Forschung an.**“

„**Bei vielen Fachkollegen stößt er jedoch auf heftige Kritik. Man wirft ihm Populismus und Sensationshunger vor, hält seinen Ansatz für zu deskriptiv, seine Ergebnisse für banal.**“

Der Verfasser jedenfalls hat die Veröffentlichungen einiger ehemaliger Mitarbeiter von Dörner und die der Projektbearbeiter der UNI Jena aufmerksam gelesen und versucht, sie zu verstehen. Das mag nicht vollständig gelungen sei, da er selbst aus seiner eigenen Praxis den ingenieurwissenschaftlichen Lösungsansatz bevorzugt, aber es reicht, um die Aufmerksamkeit der nautischen Fachwelt (bei allem Verständnis für die Freiheit der Forschung) auf die Konsequenzen der angestrebten Forschungsergebnisse eines Projektes, das den Namen der DGON trägt, zu lenken.

One the one hand, there are the two cognitive structures ACT [10] und SOAR [11], which both are production systems. They describe psychological processes as the result of a deduction mechanism that draws conclusions from data and rules. The disadvantage of these architectures is that they primarily show cognitive behavior and lack assumptions about motivational and emotional processes [12,13,14,15].

KOMMENTAR KERSANDT : O.k., dann darf man auf die Lösung der Autoren gespannt sein, die den Nautiker auch hinsichtlich seiner Motivation und seiner Emotionen zu beschreiben in der Lage sind und darüber hinaus diese Vorteile auch noch praktisch umsetzen können.

One the other hand, there is the PSI theory of Dörner, which originates form the examination of the behavior of human beings in complex situations and the errors that can occur [16]. It is a grand

psychological theory of the human psyche with emphasis on action regulation that describes the interaction of cognition, motivation, emotion, perception, learning and memory [12,17,18,19].

KOMMENTAR KERSANDT : Das ist beinahe schon ein Mensch ! Wollen wir das ? Für einem Ingenieurwissenschaftler kommen die Größe und Bedeutung einer „Theorie“ in ihrer praktischen Anwendbarkeit und Wirkung sowie in den Wirkungsfolgen zum Ausdruck. Die Vertreter der „Dörner-Schule“ blieben den Beweis bisher schuldig.

The development of the PSI theory and our application on nautical officers' behavior follows a reconstructive approach, i.e. starting from the question of how a (psychological) system that shows observed behavior could be constructed, one is trying to understand and explain the system's behavior through reverse engineering. Therefore, an agent (an autonomous program) constructed on the foundation of the PSI theory does not follow a standard architecture, nor is this an artificial intelligence approach. Instead one tries to rebuild the psychological instances and processes postulated by the PSI theory.

KOMMENTAR KERSANDT : Bisher sind das alles nur Absichten. Mit einer allgemeinen Beschreibung von (theoretischen) Möglichkeiten der PSI – Theorie ist mit dem Satz : „...one tries to rebuild the psychological instances and processes postulated by the PSI theory“ noch nichts erklärt.

We preferred the PSI theory basically because it's a comprehensive theory that includes motivational and stress adaptation processes, which appears to be especially important in the context of our research.

KOMMENTAR KERSANDT : Diese Erklärung hatten wir schon mal. Aber die Autoren sind sich (noch) nicht sicher, sonst würden sie das Verb „appears“ vermeiden.

In the following the theory itself and its application to the mariner's psychological processes will be described.

KOMMENTAR KERSANDT : O.k., jetzt kommt's !

The PSI theory does not assume a central executive process, but rather a set of parallel operating mechanisms for information processing.

KOMMENTAR KERSANDT : Ja, aber das ist überhaupt nicht neu. Für diese Erkenntnis brauchen wir die PSI- Theorie (noch) nicht ! Das Problem der parallelen, oft ineinander verschachtelten und voneinander abhängigen und sich gegenseitig beeinflussenden Signalverarbeitung führt bekannterweise zu Fehlern. In der Regel wird ein Abbild der Situation erzeugt, das nicht oder nur teilweise der Realität entspricht. Die bekannten Lösungen beruhen gerade auf der Analyse von Informationsverarbeitungsprozessen, auf der exakten Beschreibung von auftretenden oder aufgetretenen Mängeln (z.B. bei der Entstehung von Seeunfällen) und berücksichtigen genau diese Mängel für die verbesserte Gestaltung von Mensch-Prozess-Schnittstellen.

These mechanisms trigger each other and coordinate each other via memory structures (see fig. 2):

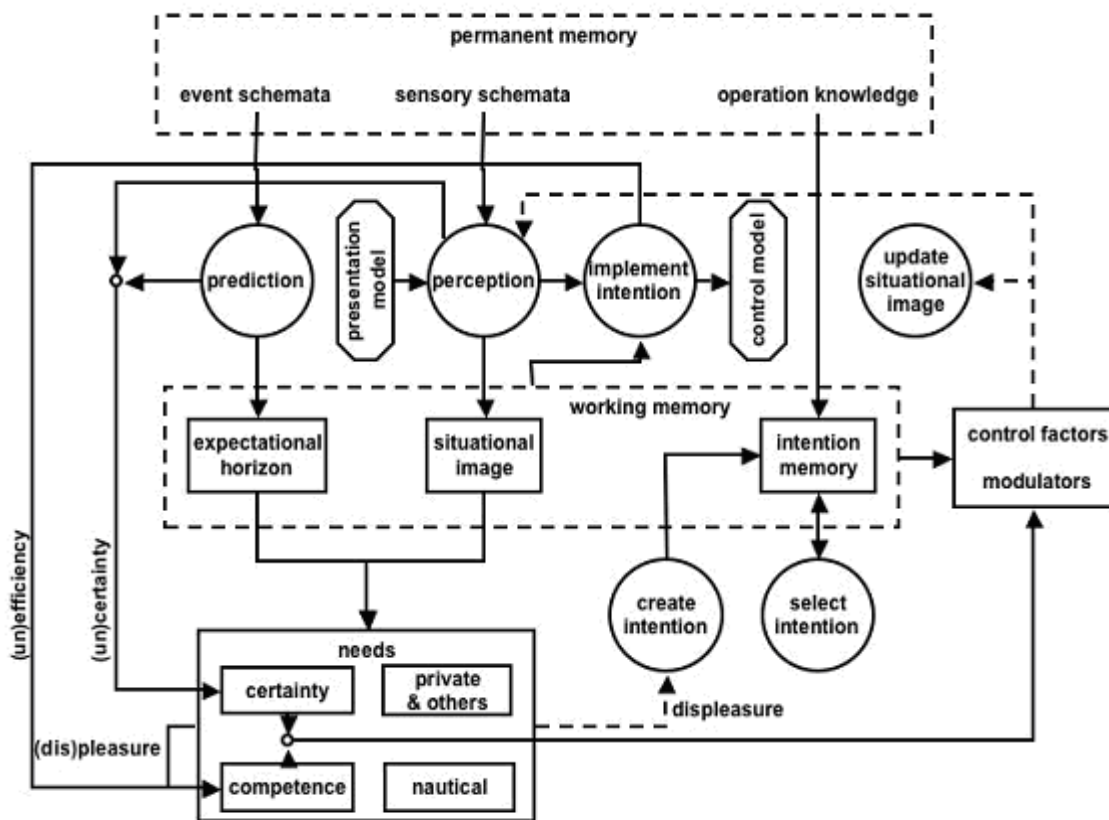


Fig. 2. The PSI architecture; see text for explanation

First of all, there is an automatic perception process that identifies objects in the environment. At regular intervals this process is used to create a ‘situational’ image.

KOMMENTAR KERSANDT : Ja , natürlich; wie auch sonst ?

In the case of a mariner this is something like: I am at position xy, the water is 20 meters deep; there is a distance of 100 meters to the prescribed track and a deviation of 0.1 degree to the course to the next track point; there is a ship 1,000 meters in front of me and another one starboard astern.

KOMMENTAR KERSANDT : Das ist die unvollständige Beschreibung einer außerordentlich einfachen (weder kompliziert, noch komplex, noch zufällig, wenig dynamisch) Situation. Der erste Teil gehört zur (vollständig) automatisierten Bahnführung, der zweite greift in die Aufgabe Kollisionsverhütung ein.

In addition to the identification of environmental objects, ongoing events are identified by a similar process and are categorized (the ship in front of me has the same course but it is slower: it is a ‘fellow runner’; the ship astern is considerably faster than me and has changed it’s course to starboard: it is an ‘overtaker’). On the one hand, these identified events complement the situational image. On the other hand, they inevitably result in the knowledge-driven construction of an ‘expectational’ horizon, an extrapolation of the current situational image into the future. In the case of the nautical officers this could be: the ship on starboard is going to overtake me and is going to finish this maneuver in five minutes; if I don’t do anything, I will crash into the stern of the ship ahead.

KOMMENTAR KERSANDT : Eine Reihe von existierenden Lösungen sind seit geraumer Zeit in der Lage, die Situation nicht nur durch ihre „verkörpernden“ Signale darzustellen, sondern können sie auch interpretieren (bewerten) und bei Einbeziehung der KVR auch verbal (qualitativ) umsetzen.

Situations are evaluated according to nautical needs: Two basic needs are to ‘stay on the track’ and to ‘head for the next track point’. More complex needs are to avoid the more or less endangering objects above and beneath the surface like buoyage, other ships, the coastline and shallows (the need for avoiding collisions with other ships has already been implemented; other obstacles are subject to future work). Beside that there are other non-nautical needs (see below).

If a departure from the track is noticed or if such a departure is to be expected, the need ‘stay on track’ is activated by a certain degree, that reflects the degree of deviance and that depends on the significance of the need (the departure of the track may lead to trouble with the master or the ship’s owner, but a collision with another ship compromises lives: of one’s own and of others). The activation of a need always creates an intention.

KOMMENTAR KERSANDT : Im mathematischen Sinn beschreiben die Autoren ein Optimierungsproblem mit mehrkriteriellen Entscheidungen.

Die Anwendung eines solchen Modells hat der Verfasser im Verlaufe seiner eigenen Entwicklungen als nicht geeignet verworfen. Er hat das gerade beschriebene Problem der zwei Erfordernisse bzw. der mehrfachen Erfordernisse dadurch gelöst, dass er die aktuelle Qualität der Aufgaben der Schiffsführung durch die Einbeziehung nautischen Wissens von einem Unterstützungssystem bewertet lässt. Dieses System hilft dem Nautiker, die partielle Prozessgüte hinsichtlich der festgelegten Ziele (Situationsanalyse, grafische Darstellung) und die Priorität der notwendigen Handlungen durch eine gewichtete partielle Prozessbewertung zu erkennen und auf Abforderung die Ursachen für Prozesszustände zu erfahren. Handlungsempfehlungen komplettieren die bereits erfolgreich in der Praxis und am Simulator getestete Lösung.

An intention is a temporary memory structure whose function lies in linking all knowledge that is needed to eliminate the current need or otherwise to avoid the emergence of an anticipated need. Particularly, this is knowledge about intervening operations and their consequences that originate from experience, training and observation. But first and foremost - when an intention has become dominant – it will try to find a plan to satisfy the underlying need and once a promising plan has been found, it will be implemented and supervised.

Usually there are several intentions in the intention memory. Not all of them refer to the ship guidance. In addition to intentions like ‘correct course deviance’ and ‘avoid collision with the ship ahead’ there may be other nautical intentions like ‘fix cargo documents’, ‘have the railing painted’ or distractive intentions like ‘drink coffee’, ‘smoke a cigarette’, ‘have a chat’ etc. (exemplary distractions will be implemented in spring 2009).

KOMMENTAR KERSANDT : Auf die Ergebnisse darf man gespannt sein.

Moreover, to satisfy one need often means to evoke another one, e.g. during a track return maneuver it is inevitable that the course to the next track point is temporarily abandoned. (Because during this maneuver the ship is necessarily heading towards the track, and therefore necessarily not heading towards the track point at the end of the according section of the track).

Therefore, a selection mechanism must exist, that operates on the basis of a valueexpectation-principle.

KOMMENTAR KERSANDT : Ja, genau das macht das vom Verfasser entwickelte System ! In den hier speziell angewendeten mathematischen Verfahren spricht man von „Wichtungsfaktoren“. Diese zu finden und in unzähligen praktischen Experimenten zu modifizieren, so dass sie insgesamt „stimmig“ sind und die „gute Seemannschafft“ eines erfahrenen Nautikers repräsentieren, war ein aufwendiger Prozess der Systementwicklung.

This mechanism selects a ‘dominant’ intention, which rules the behavior. By use of the above-mentioned knowledge, a promising plan is determined and its implementation is supervised until another intention becomes dominant. For instance, while returning to the track, the intention ‘stay on track’ becomes weaker while the strength of the intention ‘head for next track point’ (which asks - if you are on the track - for steering the same course as ‘stay on track’) does not change. At some point near the track it becomes stronger, takes command and puts the ship onto the prescribed track.

KOMMENTAR KERSANDT : Auch hier wieder eine ausschließliche Beschreibung bekannter Vorgänge. Eine Lösung ist immer noch nicht zu erkennen.

For the determination of a promising plan, Nautical PSI uses knowledge about the effects of intervention operations, mainly the change of course and maybe further on the change of speed.

KOMMENTAR KERSANDT : Aha ! Wissen wird benötigt !

The degree of a course change is varied and thereby a set of alternative future developments is build up in the expectational horizon. These alternatives are evaluated according to nautical needs (for the time being, distance to prescribed track, deviance from course to next track point and distance to other ships that have the right of way in the closest point of approach), and the best one is taken, i.e. the appropriate course change towards the track and the resulting course change on the track later on will be implemented. Like all other psychological processes, this planning process is modulated by a set of so called control factors and modulators that - among other things - determine the invested cognitive effort (here the number of tested alternatives and the temporal depth of the projection):

Particularly important for the behavior modulation are two basic ‘cognitive’ needs which have sort of a self-optimizing function: On the one hand the need for certainty urges us to get to know our environment, to make it predictable, and on the other hand the need for competence compels us to test and improve our ability to influence our environment.

KOMMENTAR KERSANDT : Für die Verhaltensmodulation werden also zwei grundsätzliche „kognitive“ Erfordernisse benötigt : erstens das Erfordernis für die Bestimmtheit, die uns antreibt, unsere Umwelt kennenzulernen, um sie vorhersagbar zu machen und zweitens die Notwendigkeit der Kompetenz, die uns zwingt, unsere Fähigkeit zur Beeinflussung der Umwelt zu erproben und zu verbessern. Das ist offensichtlich eine gesicherte theoretische Erkenntnis. Auf die praktische Umsetzung im „Nautical PSI“ wird mit Spannung gewartet.

These two needs together with other control factors (like the unambiguousness and desirability of the expectational horizon; amount, strength and success probability of the intentions in the intention memory) modulate the cognitive system’s mode of operation. They determine if we work faster or more slowly, more or less accurately, update more or less often our situational image etc. Thus we assume that the cognitive system works according to self-adjusting principles by adapting its mode of operation to the workload condition, to its ability to solve problems and to the quality of its environmental knowledge. In the maritime environment the (lack of) certainty mainly stems from confidence in the situational image and the expectational horizon, i.e. it depends on the perceived reliability of the displayed information, the ease of transforming the displayed information into a situational image and especially from one’s own ability to correctly predict the future, i.e. are my expectations fulfilled.

KOMMENTAR KERSANDT : Und auch das ist alles bekannt. Deshalb wurden ja gerade Verfahren entwickelt, die die zahlreichen Signale aufgabenorientiert und situationsspezifisch zusammenführen (Datenfusion), bewerten und zu komplexen Zustandsabbildungen verarbeiten.

The (lack of) competence stems from the subjective capability to handle one’s own ship and

especially its equipment and from the capability to meet one's own needs.
In principle, all described instances and processes have been implemented and concluding work (especially on the modulation) will be done in spring 2009.

KOMMENTAR KERSANDT : Warum wird dann jetzt schon veröffentlicht. Das Projekt ist doch noch gar nicht abgeschlossen. Welche Erkenntnisse soll der Leser ziehen ?

Open questions refer to the modeling of perception errors and learning. This mainly results from our deliberate choice of a higher abstraction level than previous elaborations and implementations of the PSI theory with respect to sensory schemata and knowledge about situation-action consequences. Also, we currently only deal with small punctual obstacles like other ships and buoys, and have not yet considered widespread obstacles, such as land masses and shallows.

KOMMENTAR KERSANDT : Das sind noch längst nicht alle Einschränkungen, die gemacht wurden und die noch gemacht werden müssen. Wie am Anfang stellt sich immer wieder die Frage nach dem Ziel der Projektarbeit !

5 Validating the Model

Validating a complex cognitive model is a discussion and a challenge in its own right. The main problem is that a complex model comprises a lot of assumptions and parameters that oftentimes can not be measured directly and/or can not be examined independently from other assumptions and/or parameters in an appropriate and sufficient way.

KOMMENTAR KERSANDT : Ja natürlich ist das so. Der Verfasser hat deshalb auf Lösungen zurückgegriffen, die dem Charakter des Schiffsführungsprozesses sehr nahe kommen und dessen Unschärfe, Komplexität, Dynamik und Zufälligkeit berücksichtigen ! Auch hier bestand das Problem des Nachweises der Plausibilität der Algorithmen. Das konnte nicht allein mit mathematischen Verfahren geschehen, sondern gelang fast ausschließlich durch experimentelle Untersuchungen, durch mehr als 40.000 Tests in der Praxis, an Simulatoren und mit Hilfe von Rechenprogrammen sowie durch Expertenbefragungen.

Literaturhinweise (hier 2 aus vielen Veröffentlichungen):

1) Kersandt, D. : „Diagnosesystem für dynamische Fahrprozesse mit Gefahrenabschätzung und Alarmmanagement auf der Basis NARIDAS“ in: HANSA Nr. / / 2007. S. 68 ff)

Gauss, B. : „Evaluation von Situational Risk Assessment Systemen - Entwicklung eines Rahmenkonzepts und Demonstration seiner Anwendbarkeit im Bereich der Schiffsführung“
Evaluation of Situational Risk Assessment Systems - Development of a Framework and Demonstration of its Applicability in the Domain of Ship Navigation
URL: <http://opus.kobv.de/tuberlin/volltexte/2008/1818/>

<http://www.forum-schiffsfuehrung.com/22.html>
oder direkt von :
<http://opus.kobv.de/tuberlin/volltexte/2008/1818/>

Also, ‘many assumptions and parameters’ imply that there are numerous possibilities to influence the model's behavior and that the same results in the overt behavior may be reached by different changes in the inner mechanisms. Therefore, there is a great danger of an unreflected ‘tweak it till it thinks’. Our conclusions are twofold: Firstly, we think that a validation should take place on the level of the overt behavior of the whole system, instead of trying to prove single assumptions and parameters. Secondly, we think that more important than proving the validity of a theory (and a resulting model), is to prove its value and its usefulness in the scientific community.

KOMMENTAR KERSANDT : Und genau das habe ich als Ingenieurwissenschaftler und Kapitän auf Großer Fahrt von Anfang an vermutet ! Die Betonung dieses Zieles ist allerdings für ein vorrangig auf dem Gebiet der Theorie tätigen „Institutes“ und für die „scientific community“ nicht ungewöhnlich. Nur darf es nicht mit seiner angekündigten Eignung und Verwendung vermengt werden, die falsche Hoffnungen wecken : „This virtual nautical officer can be used as test driver for virtual bridges during to the design process.“

Bisher jedenfalls kann es das nicht ! Dem Verfasser erscheint das Original – auch aus ethischen Gründen – als besser geeignet.

Competing factors could be completeness, consistency, broadness, preciseness, testability, repeatability, ability to describe, explain, replicate and predict behaviour etc.

KOMMENTAR KERSANDT : Auf diese Hinweise kann man nun eigentlich verzichten, weil sie selbstverständlich sind und weil der Verfasser die meisten davon bei der Validierung seines Modellansatzes berücksichtigt fand (siehe Literaturhinweise).

In general, there are several possibilities to validate a theory (and a resulting model): Firstly, one can conduct consistency checks. Secondly, one can accomplish a sensitivity analysis to identify crucial assumptions and factors that dominate the system's overt behavior and that therefore should be considered and examined more closely. Thirdly, the overt behavior of the system can be compared to human behavior – this culminates in a Turing test. All three approaches were and will be followed.

KOMMENTAR KERSANDT : Mit großer Zurückhaltung weist der Verdasser auf existierende Arbeiten hin, die die Entwickler des „Nautical PSI“ besser studiert hätten.

Especially in the last phase of the project in spring and early summer 2009 we will use the behavior data gained in the systematical observations on board of container feeders (in 2006 to 2008) and in a ship (bridge) simulator (in spring 2009) to parametrize the model and to comparatively evaluate the model's overt behavior.

6 Conclusion

The Nautical PSI impressively demonstrates the value of a combined anthropological fieldwork and modeling approach: Employing a psychological perspective in accomplishing anthropological fieldwork on container feeders and trying to reconstruct the nautical officers' psychological processes by reverse engineering was a process valuable in itself because it gave us many insights into the challenges the nautical officer's cognitive system is confronted with.

KOMMENTAR KERSANDT : Allein mir fehlt der Beweis für diese „Eigen“ - Bewertung : „The Nautical PSI impressively demonstrates ...“. In diesem Artikel fand ich dafür keinen Beweis. Dass die Feldarbeit für die Autoren viele Einsichten brachte, ist sicher richtig.

This allows us to draw general psychological conclusions from on-board observations concerning ship bridge design and design of human machine interfaces [6]. It also allows us to construct a model that, for the time being, is autonomously able to follow a prescribed track, to abide the right of way and thereby compensate for disturbances by the current and wind. It describes when and which information is obtained in a certain situation, and which resulting actions are taken. Although there is still a long way to go to complete this simulation of a nautical officer's psychological processes, we feel that we have laid a promising foundation, especially for an effective instrument for testing bridge design, equipment and procedures.

The degree of similarity between real and virtual behavior will be evaluated in empirical studies in early summer 2009 using a ship (bridge) simulator that can be steered by human and virtual mariners (to be reported at the conference).

References :

1. Grech, M.R., Horberry, T.J., Koester, T.: Human Factors in the maritime domain. CRC, Boca Raton (2008)
2. Lützhöft, M.: The Technology is great when it works. In: Maritime Technology and Human Integration on the Ship's Bridge. Unitytryck, Linköping (2004)
3. Schröder, J.-U.: Datenerfassung bei Unfallursachen und begünstigende Faktoren für Unfälle in der Seeschifffahrt. In: Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – Sonderschrift S81 (2004)
4. Meck, U., Strohschneider, S., Brüggemann, U.: Interaction Design in Ship Building: Integrating the User Perspective in Ship Bridge Design. Journal of Maritime Research (subm.)
5. Strohschneider, S., Meck, U., Brüggemann, U.: Human Factors in Ship Bridge Design: Some Insights from the DGON-BRIDGE-Project. In: Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation (eds.) International Symposium Information on Ships (ISIS) 2006. Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation (DGON), Hamburg (2006)
6. Brüggemann, U., Klemp, K.: Psychological conclusions from on-board observations concerning ship bridge design and design of human machine interfaces. In: Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation (eds.) International Symposium Information on Ships (ISIS) 2008. Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation (DGON), Hamburg (2008)
7. Brüggemann, U., Klemp, K., Strohschneider, S.: Nautik-PSI: Ein Simulationsansatz für Designprobleme auf Schiffsbrücken. In: Herczeg, M., Kindsmüller, M.C. (eds.) Mensch & Computer 2008. Viel mehr Interaktion, pp. 425–428. Oldenbourg, München (2008)
8. Brüggemann, U., Strohschneider, S., Meck, U.: Virtuelle Nautiker als ‚Probefahrer‘ bei der Neukonzeption von Schiffsbrücken. Künstliche Intelligenz 22(3), 62–65 (2008)
9. Franklin, S., Graesser, A.: Is it an agent, or just a program? A taxonomy for autonomous agents. In: Müller, J.P., Wooldridge, M.J., Jennings, N.R. (eds.) Intelligent Agents III. Agent Theories, Architectures, and Languages. ECAI 1996 Workshop (ATAL), pp. 21–35. Springer, Berlin (1997)
- 364 U. Brüggemann and S. Strohschneider
10. Anderson, J.R.: The Architecture of Cognition. Harvard University Press, Cambridge (1983)
11. Laird, J.E., Newell, A., Rosenbloom, P.S.: Soar: An Architecture for General Intelligence. Artificial Intelligence 33, 1–64 (1987)
12. Dörner, D.: Die Mechanik des Seelenwagens. Huber, Bern (2002)
13. Bösner, T.: A Discussion of The chunking of Skill and Knowledge by Paul R. Rosenbloom, John E. Laird & Allen Newell. In: Elsendoorn, B.A.G., Bouma, H. (eds.) Working Models fo Human Perception, pp. 411–418. Academic Press, London (1989)
14. Cooper, R., Shallice, T.: Soar and the case for unified theories of cognition. Cognition 15(2), 115–149 (1995)
15. Detje, F.: Handeln erklären. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden (1999)
16. Dörner, D.: Die Logik des Misslingens: Strategisches Denken in komplexen Situationen. Rowohlt, Hamburg (1989)
17. Dörner, D.: Bauplan für eine Seele. Rowohlt, Reinbek bei Hamburg (1999)
18. Dörner, D.: The Mathematics of Emotions. In: Detje, F., Dörner, D., Schaub, H. (eds.) The Logic of Cognitive Systems - Proceedings of the Fifth International Conference on Cognitive Modeling (ICCM 2003) Bamberg 10. - 12.04.2003, Universitätsverlag, Bamberg, pp. 75–80 (2003)
19. Brüggemann, U., Strohschneider, S., Klemp, K.: Das Nautik-ψ: Modelldokumentation & Bedienungsanleitung. IfTP bzw. IWK DGON Memorandum Nr. 4. Fachgebiet Internationale Wirtschaftskommunikation der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Jena (2007)

A Data-Fusion Oriented Approach for Ship-Bridge Information Management

International Symposium Information on Ships „ISIS 2008“ (18. - 19. 09.2008)

R. Müller (-Demuth), University of Technology, Business and Design, Germany

Michaela Demuth, Marc Haase, Matthias Harnack, Shipping Institute Warnemünde, Germany

„... A crosssystem data management is necessary for process information harmonizing and weighting. Such a system aims to bundle efficiently sensor-information, warnings and alarms. Determined process-dependent sets and hierarchies of information will be carried out.

The following paper presents a data-fusion oriented approach based on the JDL data-fusion model. It was adapted for ship-bridge information management. Different information layers were defined according to the JDL model. A datafusion system will be presented that provides process-dependant sets and hierarchies of information. The investigation goal is to enhance modern bridge design layout in the field of information handling for warnings and alerts. ...

... The goal of a new data and alert management should be the discharge of the nautical staff during the operational task by confining the permanent information overflow. The integrative load of the operator during sorting and prioritising of process information and process handling has to minimise by a vital display of significant and qualified process data.

An intelligent information management means a high requirement in extraction of relevant information during the high dynamical process of ship handling. It is not satisfactory to assigning the quality and weight of different information in a static and predefined manner. Rather in information assessment a context-dependending view is necessary to take into account the permanent shifting of significance and impact of the current process information. ...



Figure 1: Cooperative partners of the DGON-Bridge Project

KOMMENTAR KERSANDT : Vergleiche : NARIDAS – evaluation of a Risk Assessment System for the Ship’s Bridge

B Gauss and M Rötting, Berlin University of Technology, Department of Human-Machine Systems, Germany; **D Kersandt**, AVECS Corporation AG, Germany

Human Factors In Ship Design, Safety and Operation. RINA –The Royal Institution of Naval Architects. International Conference.- 21-22 March 2007, London, UK

„SUMMARY

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. ...

... 3. THE SOLUTION : NARIDAS

A possible solution to the problem of data overload, caused by the continuous expansion of 'information acquisition systems', is the development of support systems for the cognitive processing stage of information analysis. On this stage, the information acquired on the first stage is integrated by relating it to the current goals. The operators extract the meaning of the information in their task environment for decision and action selection.

An important semantic category at this stage is the concept of risk. Risk can be defined as the anticipation of an event with negative consequences. In dynamic human-machine systems, subjective risk assessments are directly linked to decision making and action. If subjective risk is too high, the operator will change his or her plan and take adjusting actions to reduce risk to an acceptable level. Of course, it is crucial for adequate decision making that risk is assessed correctly, i.e., that the operators' subjective risk reflects the situation's actual or 'objective' risk. Thus, a risk assessment system could support the cognitive processing stage of information analysis in order to overcome the data overload problem. In addition to the raw sensor data of information acquisition systems, a risk assessment system offers a task-oriented integration of the acquired information.

For ship navigation, the Navigational Risk Detection and Assessment System (NARIDAS) is a novel approach to support integration of nautical data by dynamic risk assessments. ...

... 7. CONCLUSIONS

In conclusion, the results of the evaluation studies show that NARIDAS provides a valid model for the risks of ship navigation, and a promising tool for reducing data overload and enhancing situational risk awareness of the bridge team. In both studies, usability of NARIDAS and acceptance by the practitioners were high.

Besides the presentation of a novel support system, the purpose of this paper is to give an example for the role of evaluation and for useful procedures within a parallel-iterative approach to system development in the maritime domain. The objective of this methodology is to achieve a user-centred design of technological systems, by involving the future users and considering human factors aspects from the very beginning of the design process."

Den vollständigen Vortrag findet der Leser im weiteren Text diese Beitrages.

KOMMENTAR KERSANDT : *Der Autor greift eine Problematik auf, die im NARIDAS-Projekt bereits seit Jahren bearbeitet wird. Beiträge darüber befinden sich in mehreren Büchern, in einer öffentlich geförderten Studie, in einer für den FB Seefahrt in Warnemünde angefertigten Ausarbeitung, in zahlreichen Veröffentlichungen in Fachzeitschriften usw.. Die Ergebnisse wurden in F/E-Berichten niedergelegt, auf nationalen und internationalen wissenschaftlichen Konferenzen veröffentlicht, patentrechtlich abgesichert und in mehreren Beiträgen für das Internet aufbereitet. Beispiele zu dieser Aussage liefern u.a. folgende Arbeiten :*

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

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

Kersandt, D. : **Diagnosesystem für dynamische Fahrprozesse mit Gefahrenabschätzung und Alarmmanagement auf der Basis NARIDAS.**

HANSA International Maritime Journal 07/ 2007, S. 68 ff

Kersandt, D. : **Strategische Orientierung der Schiffsführung. Schiff & Hafen, Heft 02 / 2008 S. 78 -83**

Kersandt, D. : **Patentschrift DE 44 23 233 C 2 / Anmeldetag 02.07.1994**
Vorrichtung und Verfahren zur Erkennung, Quantifizierung, Steuerung und Überwachung sicherheitsrelevanter Systemzustandsgrößen in der bordautonomen und landgestützten Führung von Schiffen

Kersandt, D. : **Offenlegungsschrift DE 10 2006 056 669 A1 2008.06.05 / Anmeldetag 30.11.2006**

Gefahren- und Alarmsystem für Verkehrsmittel (GASV)

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein **Gefahren- und Alarmsystem für Verkehrsmittel (GASV)**

Bei der Führung von Kraftfahrzeugen, Schiffen oder Flugzeugen (Verkehrsmittel), werden die Sicherheit und Wirtschaftlichkeit als zentrale Kenngrößen angesehen. Das Verhalten des Operators im Steuerungsprozess ist von der Fähigkeit geprägt, Gefahren für die Erfüllung partieller oder ganzheitlicher prozesstypischer Aufgabenstellungen aus den unzähligen Zustandsanzeigen, einschließlich der Alarmanzeigen, zu erkennen und zu bewerten.

Mit der Erfindung werden die in großen Mengen und in außerordentlicher Vielfalt anfallenden und zu berücksichtigenden Daten unterschiedlicher Beschaffenheit und Ausprägung erfasst, geprüft, einer aufgaben- und situationsspezifischen Struktur zugeordnet, wenn notwendig und möglich, mittels bekannter mathematischer Verfahren zu Prozesseingangsgrößen verdichtet und zu einem zunächst technisch-physikalischen Abbild der aktuellen Situation zusammengefügt. Das erfindungsgemäße System übernimmt die strukturierten und geprüften Eingangsgrößen und bewertet sie hinsichtlich ihrer aktuellen Gefahr für die Erreichung von wissensbasierten oder auf andere Weise definierten Schwellwerten.

Ist diese erste Verarbeitungs- bzw. Diagnosestufe abgeschlossen, liegt ein bewertetes Abbild aller Eingangsgrößen des Mensch – Maschine – Systems vor.

In einem zweiten Verarbeitungs- bzw. Diagnosevorgang werden in Abhängigkeit von der jeweiligen Aufgabenspezifik des Systems die vorverarbeiteten und bewerteten Eingangsgrößen zur Abschätzung der Gefahren in partiellen Betriebsprozessen und im Gesamtsystem aggregiert. Dabei wird die Gefahr als Ausdruck dafür verstanden, vorgegebene Qualitätsmerkmale in ihrer vorgesehen Ausprägung mehr oder weniger exakt zu erreichen.

Die prozessspezifischen Zustandsdiagnosen ermöglichen die Planung, Gestaltung, Überwachung, Kontrolle und die operative Einschätzung der Qualitätskenngrößen für Wirtschaftlichkeit und Sicherheit. Die Zustandsdaten können im Verkehrsmittel selbst auf verschiedenen Überwachungsdisplays, einschließlich drahtloser mobiler Stationen, angezeigt und zu Betriebs- oder Verkehrszentralen übertragen werden.

Neben einer strategischen Gefahrenplanung wird der komplizierte, komplexe, dynamische und zufällige Prozess echtzeitfähig abgebildet, bewertet und dargestellt und erlaubt das operative Gefahrenmanagement. Das erfindungsgemäße System ist in Form eines Baukastens strukturiert. Der Baukasten enthält die Elemente eines jeden aufgaben- bzw. prozessspezifischen Moduls und die verschiedenen partiellen Module zur Überwachung, Kontrolle und Steuerung einzelner Prozesse bzw. des Prozesses in seiner Gesamtheit.

Die Erfindung kann neben ihrer Verwendung als integrierende Systemeinheit für Zustandsdiagnosen auch zur Analyse des Verhaltens beim Eintritt von Gefahren, zur Kompetenzbewertung, zur Aktualisierung von Expertenwissen und zur Erhöhung der Verlässlichkeit von Mensch – Maschine – Systemen eingesetzt werden.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und System wird ein wesentlicher qualitativer Zuwachs gegenüber der physikalischen und funktionellen Integration komplexer Mensch – Maschine - Systeme geschaffen, da neben der Anzeige von Messdaten und Alarmzustandswerten der Informationsverarbeitungsprozess auf die Erkennung der Bedeutung der Daten bis hin zu ihrer Bewertung ausgedehnt und als Entscheidungsgrundlage für die Planung, Gestaltung, Überwachung, Kontrolle und Steuerung von Mensch – Maschine – Systemen, z.B. Verkehrsmitteln, erweitert wird.

Für die Darstellung des menschlichen Wissens und die Nachbildung menschlicher Überlegung wird vorzugsweise die Fuzzy – Logik angewendet. Jede andere Form der Datenfusion ist jedoch denkbar.

6. Kritik an der PSI - Theorie

Überblick über computersimulierte Szenarien aus Untersuchungen zum "Komplexen Problemlösen"

[geringfügig überarbeitete Version von Kapitel 2 aus [Funke, J. \(1992\). Wissen über dynamische Systeme: Erwerb, Repräsentation und Anwendung.](#) Berlin: Springer.]

...

2.2.1 Arbeiten der Bamberger Arbeitsgruppe (DörNER)

... Die bisherigen Untersuchungen dieser Arbeitsgruppe haben zur Aufdeckung einer Liste typischer "Verhaltensdefizienzen" beim Umgang mit komplexeren Systemen geführt. Hierzu gehören: (1) Fehler bei der Ausarbeitung und Anwendung von Operationen ("Entscheidungsverhalten"), (2) Fehler bei der Organisation der Behandlung einzelner Teilprobleme ("Selbstorganisation"), (3) Fehler bei der Konstruktion des internen Modells des in Frage stehenden Realitätsbereiches ("Hypothesenbildung") sowie (4) Fehler beim Umgang mit Zielen ("Zielbehandlung"). Die in diesen Fehlern sichtbare "Logik des Mißlingens" entsteht durch das Zusammenspiel kognitiver und emotional-motivationaler Prozesse. ...

... Ziel der Bamberger Arbeitsgruppe ist jedoch nicht ein Aufzeigen dieses Versagens von Menschen beim Umgang mit komplexen Systemen, sondern "vielmehr die Erforschung der Regelmäßigkeiten und Gesetze im Zusammenhang der verschiedenen kognitiven, emotionalen und motivationalen Prozesse, die wir bei unseren Vpn beobachten können." (DörNER et al., 1988, p. 219). In einer neueren Arbeit legen DörNER, SCHAUB, STÄUDEL und STROHSCHNEIDER (1988) ihre Vorstellungen über die allgemeine Struktur eines handlungsregulierenden Systems dar, genauer gesagt die "constraints", denen dieses System unterworfen ist.

Ausgangspunkt der Rahmenvorstellungen sind Architektur-Fragen: die unterstellte Gedächtnisstruktur "muß" als "Tripel-Netzwerk" aufgebaut sein, das aus drei "netzwerkartig-verschachtelten Hierarchien" (sensorisch, motorisch, motivatorisch) besteht. Diese drei Netzwerke stehen natürlich nicht isoliert nebeneinander, sondern sind untereinander verbunden. Neben dieser Netzwerk-Annahme betrifft eine zweite Grundannahme das Konzept der Absicht. Absichten bilden die zentralen Einheiten der Analyse von Handlungsregulationsprozessen; sie stellen eine Bündelung von Elementen der drei verschiedenen Netzwerke dar, eine "zeitweilige Strukturierung von Gedächtnisinhalten". Einzelnen Absichten sind verschiedene Eigenschaften zugeordnet (z.B. Geschichte, Wichtigkeit, Zeitperspektive, Zeitbedarf, Erfolgswahrscheinlichkeit, Kompetenz). ...

Damit kommen wir zu einem anderen Aspekt der Bewertung: erklärt die Theorie Phänomene, erlaubt sie

Ableitungen? In der vorgelegten Form lautet die Antwort: nein! Um dieses "nein" besser zu begründen, habe ich aus der zitierten Arbeit einmal gesetzesmäßige Aussagen ("... unser Hauptziel ist ... die Erforschung der Regelmäßigkeiten und Gesetze ...", p. 219) gesammelt. Hier ein Ausschnitt:

(G1) Wenn ein sensorisches Schema aktiv ist, dann kann ein motorisches Aktionsprogramm aktiviert werden (p. 220; jedoch auch *ohne* sensorische Schemata ist motorische Aktivierung denkbar, p. 221).

(G2) Wenn ein Ereignis stattfindet, welches einen Mangelzustand beendet, dann ist der Zielzustand erreicht (p. 221; die Aussage ist im Text genau umgekehrt formuliert: ist der Zielzustand erreicht, müßte ein Ereignis stattgefunden haben, welches ...).

(G3) Je drängender ein zugrundeliegender Mangelzustand, desto wichtiger die damit verbundene Absicht (p. 222).

(G4) Wenn für einen Mangelzustand mehrere möglichen Zielzustände existieren, dann wird derjenige gewählt, der am leichtesten erreichbar ist (p. 224).

(G5) Je höher die epistemische Kompetenz, desto genauere Kompetenzeinschätzungen und desto zuverlässigere Zeitschätzungen erfolgen (p. 224).

(G6) Wenn Erwartungshorizont und Umgebungsbild nicht passen, dann werden Emotionen ausgelöst (p. 227).

(G7) Je häufiger SELECTINT Absichten neu rangieren und auswählen muß, desto labiler und sprunghafter wird die Arbeit des gesamten Systems (p. 229).

(G8) Je mehr Absichten sich in der Zeit drängen, desto stärker wird der Zeitdruck für das System (p. 230).

(G9) Je besser die Qualität des Datenmaterials, desto besser die Qualität der Absichtsbehandlung (p. 230).

(G10) Je besser die Qualität der Absichtsbehandlung, desto besser die Qualität des Datenmaterials (p. 230).

Die zehn ausgewählten Gesetzmäßigkeiten erweisen sich zum Teil als sehr schwache Aussagen (z.B. läßt das "kann" bei G1 viel zu), zum Teil als Definitionen (z.B. G8), zum Teil als schlichte Korrelationsaussagen (z.B. G9 und G10), zum Teil implizieren sie einfach die Rationalität des Systems (z.B. G4). Zu dieser Art von Aussagen finden sich kritische Anmerkungen etwa bei BRANDTSTÄDTER (1982), aber auch bei HOLZKAMP (1986).

Natürlich gibt es weitere Fragen, die sich bei Betrachtung dieses Modells stellen. Um die formulierten Gesetzesaussagen zu empirisch gehaltvollen Sätzen zu machen, muß z.B. die Indikatorproblematik behandelt werden. Dazu ist zu klären, wie etwa Größen wie "Erwartungshorizont", "Umgebungsbild", "Qualität der Absichtsbehandlung" empirisch erfaßt werden können. Für das Kompetenzkonstrukt z.B. (vgl. Aussage G5) hat STÄUDEL (1988) einen Fragebogen vorgestellt, von dem allerdings nicht zu erwarten ist, daß er die höchst flüchtigen Prozesse (die ja wohl als state-Variablen zu verstehen sind) verlässlich einfangen kann. Dies ist zugleich ein Hinweis darauf, daß die Implementationen der Modellvorstellungen auf einem Rechner nicht reicht, um aus den Vorstellungen eine Theorie über empirische Sachverhalte zu machen: damit kann allenfalls die logische Struktur der Aussagen - ihre Widerspruchsfreiheit - überprüft und zugleich das dynamische Verhalten dieser aufeinander bezogenen und zeitlich voneinander abhängigen Aussagen demonstriert werden, aber nicht mehr. Die empirische Prüfung wird durch das Vorlegen eines Simulationsmodells nicht suspendiert (vgl. KAISER & KELLER, 1991).

Ein letzter Kritikpunkt zu diesem Modell bezieht sich auf die Art der Modellbildung: soweit erkennbar, handelt es sich um ein eher mathematisch-numerisches Variablenmodell (einzelne formale Parameter in Gleichungen nehmen irgendwelche Werte an) im Unterschied zu "echten" Computersimulationsmodellen, die nicht mit kontinuierlichen Zahlen, sondern mit Bedeutungen operieren. LÜER und SPADA (1990, Kap. 3.2.3) sehen die erstgenannte Vorgehensweise als zu wenig flexibel an, da bei ihr die Modellierung von Lernmechanismen (im Sinne der Übertragung auf unterschiedliche inhaltliche Bereiche) fehle, wie sie in adaptiven, sich selbst modifizierenden Produktionssystemen etwa abgebildet werden könnte, die sich die Simulationsmodelle der zweiten Phase nutzbar machen. Daß diese von LÜER und SPADA bevorzugte Vorgehensweise jedoch auch Grenzen hat, wird beim Blick auf die empirische Überprüfung deutlich.

Ausgehend von den KÜHLHAUS-Arbeiten hat die Bamberger Arbeitsgruppe ein handlungsregulierendes System konzipiert, das kurz dargelegt und kritisiert wird. Die bloße Tatsache, daß Annahmen in Form eines Simulationsprogramms vorliegen, macht jedoch noch keine Theorie aus - der empirische Gehalt bleibt angesichts der Indikatorproblematik unklar.

Agenten und unsere Emotionen

Ein Vergleich von Dörners PSI-Theorie mit der Emotionstheorie von Ortony, Clore und Collins

Gordon Bernedo Schneider

Universität Osnabrück

Masterstudiengang Cognitive Science

Masterarbeit

Erstgutachter: Dipl. Inform. Claus Hoffmann

Zweitgutachter: Prof. Dr. Kai-Uwe Kühnberger

Seite 59 : Bei der PSI-Theorie sind die meisten Bedürfnisse (außer Hunger und Durst) Bedürfnisse nach Information. Sie müssen also erlernt werden. **Welche Art von Information für das Individuum bedeutsam sein kann, ist somit nicht „vorgeschrieben“, sondern hängt vom Kontext ab, in dem sie erlernt wurde.**

Seite 59 ff :

Kritik an der PSI-Theorie

Ein grundsätzliches Problem kognitiver Theorien besteht darin aufzudecken, wie sich die Konstrukte und die angenommenen Prozesse verankern lassen. Das Modell von Dörner ist ein gutes Beispiel dafür. Das Konstrukt „Auswahldruck einer Absicht“ wird in Analogie zu motivationspsychologischen Erwartungs-mal-Wert-Modellen als Produkt von Wichtigkeit, Dringlichkeit, Erfolgswahrscheinlichkeit und Erledigungswert plus einem Aktualitätsgewicht formalisiert, ergibt sich also aus fünf anderen Konstrukten, deren empirische Verankerung unklar bleibt.

„So lobenswert die Formalisierung ist (sie ermöglicht konkrete Vorhersagen und ist damit prinzipiell falsifizierbar), **so problematisch bleibt deren Prüfbarkeit am «Stachel der Empirie», wenn die Quantifizierung der Konstrukte zum Prozess der Absichtsbehandlung im Dunklen bleibt.**

Mit einer einmaligen Messung wäre es ja nicht getan, aber selbst die wäre nicht problemlos möglich“ (Funke, 2003).

Es bleibt unklar, wie man die Gültigkeit seiner Implementation als Modell für menschliche Seelenprozesse überprüfen könnte. An vielen Stellen sind auch andere Modell-Lösungen denkbar.

Dementsprechend findet man bei Funke (2003) **folgende Kritik:**

„Im markanten Gegensatz zu amerikanischen Autoren wie Anderson (1993) oder Newell (1990) verzichtet Dörner weitgehend darauf, experimentelle Befunde als Eckpunkte seiner Konstruktion heranzuziehen. Er erwähnt nicht einmal, was zu Begrenzungen des Arbeitsgedächtnisses, zu visuellen, akustischen und verbalen Repräsentationsformaten oder aus Reaktionszeitstudien zu Prozessabläufen bekannt ist“ (Funke, 2003, S. 75-76).

Ein generelles Problem besteht bei der Überprüfung der PSI-Theorie, da es sich bei den von Dörner und seinen Mitarbeitern durchgeführten Experimenten um eine künstliche Welt (die Insel) handelt. Spannend wäre es zu sehen, wie sich PSI in der realen Welt zurechtfinden würde.

Neben solch grundsätzlichen Kritikpunkten sind auch speziellere „Schwachstellen“ ausfindig zu machen. Bei dem geschilderten Inselexperiment bemerkt Detje (2002) folgendes: Genauere Betrachtungen der Informationsverarbeitungsprozesse bei PSI zeigte konzeptionelle Schwächen des PSI-Programms, die für die Unterschiede im taktischen und strategischen Vorgehen verantwortlich sein können und verweisen auf Möglichkeiten, die PSI-Theorie zu ändern, so dass PSIs Verhalten sich noch mehr dem menschlichen Problemlöseverhalten anpassen kann (S. 323).

Ein Vergleich der PSI-Theorie mit gängigen Agentendefinitionen

Wie wir bereits in Abschnitt 8.1 gesehen haben, kann die PSI-Theorie hervorragend zum Erschaffen von Agenten verwendet werden. Es sollen in diesem Abschnitt nun also auch die Dörner-Agenten anhand des in Abschnitt 4.1 eingeführten Kriterienkatalogs von Wooldridge und Jennings (1995) überprüft werden. Zu diesem Zweck legen wir zunächst unser Augenmerk auf das Kriterium der Autonomie.

Inwiefern wird ein Agent durch das Anwenden der PSI-Theorie in seiner Autonomie unterstützt? Wie sieht es beispielsweise mit dem für die Autonomie wichtigen Kriterien der Zielorientierung und Flexibilität aus? Ein zielorientiertes und flexibles Verhalten wird durch die Anwendung der PSI-Theorie im hohen Maße unterstützt. PSI verfügt (wie bereits in Abschnitt 6.3 beschrieben wurde) über verschiedene Möglichkeiten und Strategien, um seine Ziele zu erreichen. PSI kann eine ganze Reihe von Prozessen anstoßen, die schließlich zielführende Verhaltensweisen aktivieren. Eine Möglichkeit ist die Suche nach einer bereits gespeicherten Verhaltenskette, die von der augenblicklichen Situation zum Ziel führt. Gelingt die Erreichung des Ziels auf diese Weise nicht, so wird als nächstes versucht, mit Planen eine Lösung zu erzielen. Schlägt diese Vorgehensweise ebenfalls fehl, so hat PSI immer noch Möglichkeiten, seine Ziele durch verschiedene Formen der Exploration zu erreichen. Wie man sieht, verfügt ein PSI-System über eine ganze Reihe von Handlungsmöglichkeiten. **Je nachdem wie es um die Bedürfnisse von PSI bestellt ist, entscheidet das System selbst, wie es bei der Lösung von Problemen vorgeht. Neben der Stärke des Bedarfs geht auch die Erfolgswahrscheinlichkeit in die Steuerung des Verhaltens ein.** So ist ein PSI-System einerseits dazu in der Lage, sich gegebenenfalls Gelegenheiten oder Gefahren zuzuwenden. Andererseits kann das System sich durch laterale Inhibition vor Verhaltensoszillationen schützen. Somit ist das System zum einen sehr flexibel, zum anderen kann es aber auch sehr starr agieren, wenn es notwendig ist.

Obwohl bereits erste Arbeiten existieren, die PSI unter sozionischen Gesichtspunkten beleuchten, lässt sich bis dato nur wenig über die generelle Kooperationsfähigkeit von PSI-Agenten aussagen. Der interessierte Leser sei an dieser Stelle auf Dörner et al. (2002) und Detje (2001) verwiesen.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass man PSI-Agenten nach der hier vorliegenden Definition durchaus von autonomen Agenten sprechen kann.

Das zweite Kriterium nach Wooldridge und Jennings (1995) ist die Reaktionsfähigkeit. Dass PSI-Agenten im hohen Maße dazu in der Lage sind, auf ihre Umgebung mit einem angemessenen Verhalten zu reagieren, wurde bereits theoretisch in Abschnitt 6.3 und praktisch anhand einer virtuellen Welt in Abschnitt 8.1 gezeigt. Auch die Selbständigkeit (pro-activeness) von Agenten, also die Forderung, dass der Agent die Initiative ergreifen und zielgerichtetes Verhalten zeigen soll, ist bei PSI-Agenten durch ein flexibles Absichtsmanagement gewährleistet.

Die Fähigkeit zur sozialen Interaktion haben die PSIs durch die Einführung des Affiliationsbedürfnisses.

Die Legitimitätssignale zur Beseitigung des Affiliationsbedarfs wirken „normstiftend“ (Dörner, 2002). Aufgrund der auf diese Weise gebildeten Werte und Normen kann eine bessere Kommunikation zwischen Agenten etabliert werden. Auch die Agentendefinition von Steels (1994)

passt ziemlich gut auf die PSIs. Die PSIs sind nämlich ziemlich gut dazu in der Lage, sich selber am Leben zu halten. Dies konnte durch Experimente auf der „Insel“ (vgl. Abschnitt 8.1) gezeigt werden.

Fazit

Dadurch, dass bei der PSI-Theorie ein komplettes System betrachtet wird, anstatt sich lediglich auf ein separates Emotionsmodul zu konzentrieren, **stehen die Chancen gut, mit ihrer Hilfe die Funktionsweise des emotionalen Gehirns besser begreifen zu können.**

Die hier aufgeführten empirischen Belege (vgl. Abschnitt 8.1) zeigen, dass PSI als Modell für das menschliche Verhalten ziemlich gut zu verwenden ist. Bei einer oberflächlichen Betrachtung kann kaum ein Unterschied zwischen dem menschlichen und dem PSI-Verhalten ausgemacht werden. Bei genauerer Betrachtung hingegen findet man die erwähnten Unterschiede. **Diese Unterschiede führen Dörner und seine Mitarbeiter darauf zurück, dass menschliche Versuchspersonen mitunter Phasen der Selbstbeobachtung einschalten. Sie können sich also bewusst überlegen, was sie tun und warum sie es tun.**

Natürlich haben diese Überlegungen auch Einfluss auf die strategischen Möglichkeiten der Probanden, die sich letztlich auch im Verhalten niederschlagen. An einer Möglichkeit PSI mit der Fähigkeit zur Selbstreflexion auszustatten, wird zur Zeit geforscht und konnte bei der Implementation von PSI derzeit noch nicht berücksichtigt werden.

Synthese und Einordnung

Nachdem wir nun empirische Belege und auch Kritiken zur Theorie von Ortony et al. (1988) und der Theorie von Dörner gesehen haben, stellt sich nun die Frage, wie diese Ansätze zusammenfassend zu bewerten sind.

Stellt man sich die generelle Frage, über welche Möglichkeiten wir verfügen, um die dynamische und hochkomplexe Welt in der wir leben zu begreifen, so kommt man auf mindestens **zwei verschiedene Vorgehensweisen.**

Eine Methode besteht darin, die Welt in immer kleinere Teile zu zerlegen, diese zu analysieren und somit ihren Aufbau zu verstehen. Die diesem Vorgehen zugrunde liegende Idee ist die, dass man nach der Analyse der einzelnen Teile, die Einzelverständnisse zusammenfügt, um auf diese Weise zu einem Verständnis des Ganzen zu gelangen.

Dieses reduktionistische oder kartesianisch genannte Denken ist in der Welt der Wissenschaft weit verbreitet.

Diese Sichtweise führte einerseits dazu, dass z.B. physikalische Gesetze, wie beispielsweise das Gesetz der Gravitation, genauestens verstanden und angewendet werden konnten; auf der anderen Seite aber führte dieses Denken auch zu einer übermäßigen Spezialisierung verschiedener Wissenschaftsrichtungen. Das OCC-Modell ist ein gutes Beispiel für ein reduktionistisches Modell. Die durch das OCC-Modell beschriebenen Emotionen werden nämlich isoliert und ohne Betrachtung der mit ihnen interagierenden kognitiven Prozesse klassifiziert. In Situationen mit vielen miteinander verbundenen Variablen, stößt die reduktionistische Art des Denkens jedoch schnell an ihre Grenzen, da beim Auseinanderspalten in Teile die Zusammenhänge zwischen den Teilen verloren gehen.

Eine andere Herangehensweise, um Wissen über die Welt zu erlangen und dabei gleichzeitig die Zusammenhänge im Auge zu behalten, besteht im Systemdenken. Die systemische Sichtweise steht dem einfachen Ursache-Wirkungdenken dahingehend gegenüber, da hier die

Grenzen zwischen Ursache und Wirkung gewissermaßen verwischt werden.

In einem System kann das, was eben noch als Ursache angenommen wurde, aufgrund von Rückkopplungsprozessen plötzlich zum Effekt werden. So ist es etwa in Räuber-Beute-Systemen nicht sehr sinnvoll, von Ursachen (gestiegene Räuberzahlen) und Wirkungen (sinkende Beutezahlen) zu sprechen, wenn im weiteren Verlauf aufgrund gesunkener Beute die Räuber auszusterben drohen und dadurch den Beutetieren wieder Lebensraum verschaffen (Funke, 2003, S. 142).

In einem System kann eine Ursache mehrere Wirkungen nach sich ziehen, genauso wie eine Wirkung die Folge vieler Ursachen sein kann. Das Verhalten eines Systems hängt nicht davon ab, wie sich ein einzelnes Systemteil verhält, sondern wie es mit den anderen Systemteilen interagiert. Trotz eines Verständnisses der Einzelteile wäre man beispielsweise niemals dazu in der Lage, die Funktionsweise eines lebenden Systems zu verstehen. Beim Auseinandernehmen des Systems würde das Zusammenspiel der einzelnen Teile, und somit das Leben selbst, verloren gehen.

Es bedarf eines Verständnisses dafür, wie das zu untersuchende System mit seinem übergeordneten System zusammenspielt, denn gemäß einer systemwissenschaftlichen Sicht ist jedes System ein Subsystem eines anderen. Damit die Quelle von Problemen erkannt, und vor allem Lösungen in komplexen Systemen gefunden werden können, ist eine nichtlineare Denkweise von Nöten. **Die PSI-Theorie von Dörner ist ein solch nichtlinearer, systemischer Ansatz. Zusammen mit ihrer Implementation beschreibt und erklärt sie die menschliche Handlungsregulation durch die Formalisierung psychischer Prozesse in ihrer Gesamtheit.**

Schauen wir uns doch vorerst kurz an, welche kognitiven Architekturen neben der PSI-Theorie existieren und um was für eine Art von Architektur es sich hierbei handelt. Zunächst soll geklärt werden, was unter einer kognitiven Architektur verstanden wird, und welche Ergebnisse man sich (aus kognitionswissenschaftlicher Sicht) bei der Beschreibung solcher Architekturen verspricht.

Seite 9 :

Agenten

Bevor wir uns nun einigen Definitionsversuchen hinwenden, sollen zuerst einige Motivationen für die Verwendung von Agenten skizziert werden:

Eine Motivation für den Einsatz von Agenten besteht darin, Systeme zu konstruieren, die über menschenähnliche Fähigkeiten, insbesondere bezüglich deren Handlungsregulation, verfügen.

Eine andere Motivation für die Verwendung von Agenten, liegt in dem Bestreben, sich in der Mensch-Computer Kommunikation von der direkten Objektmanipulation zu lösen.

Bisher manipulierte der Nutzer die Objekte, mit denen er arbeitet, oft auf „direktem“ Wege. Da die zur Verarbeitung notwendigen Daten aber immer mehr werden und da der Nutzer einer immer stärker werdenden Überfrachtung von Funktionen in den Anwendungen gegenüber steht, wird der Ansatz der direkten Manipulation zur Kommunikation zwischen Computer und Mensch immer unangemessener.

Agenten als vorherrschende Benutzerschnittstelle einzusetzen, wird mit einem Paradigmenwechsel hin zur indirekten Manipulation beschrieben (Pauk, 1997). Der Benutzer arbeitet nun nicht mehr direkt mit den Objekten, die er verändern möchte, sondern er beauftragt nun Agenten (oder Assistenten) mit verschiedenen Aufgaben. Die entsprechenden Agenten verfügen entweder über ein elaboriertes Benutzermodell und Wissen über den Aufgabenbereich, in dem sie agieren sollen, so dass sie selbständig den Auftrag ausführen können, oder sie besitzen

Mittel und Werkzeuge, sich dieses Wissen selbst zu beschaffen.

Eine weitere Motivation für die Verwendung der Agentenmetapher liegt darin, dass sie eine Abstraktion darstellt, die den Entwicklern die Handhabung und Wartung eines (komplexen) Systems erleichtert (Elbers, 2002).

Annäherung an eine Agentendefinition

Wenn wir nun nach einer Agentendefinition suchen, dann kann eine Herangehensweise sein, zunächst mit einer möglichst weitgefassten Definition zu beginnen. Somit wird sichergestellt, dass wir auch wirklich alle Entitäten umfassen, die auf diesen Begriff passen.

Anschließend können wir uns dann immer stärker werdenden Definitionen zuwenden, damit der Agentenbegriff an Schärfe gewinnt. Russell und Norvig (1995) liefern eine sehr allgemeine Definition, die im Folgenden betrachtet werden soll:

„An Agent is anything that can be viewed as perceiving its environment through sensors and acting upon that environment through effectors“ (S. 31).

Diese Auffassung von Agenten ist mit der oberen Hälfte des Problemlösungskreises nach Meyer (1990) (zitiert nach Hilmer (1999)) vereinbar. In diesem Problemlösungskreis werden Ereignisse aus der Umwelt durch einen Sensor in Daten umgewandelt, die ein Problemlöser verarbeitet. Dieser Problemlöser erstellt dann einen Aktionsplan, mit dem er, im Rahmen seiner Kompetenzen und Fähigkeiten, die Umwelt beeinflussen kann. Der Problemlösungskreis ist in zwei Teile unterteilt, die reale Welt, in der die Umsetzung der einzelnen Aktionen durch Effektoren geschieht und die Modellwelt, in der das Planen stattfindet (Hilmer, 1999). Problemlösungskreis und Agent werden in Abbildung 1 nebeneinandergestellt.

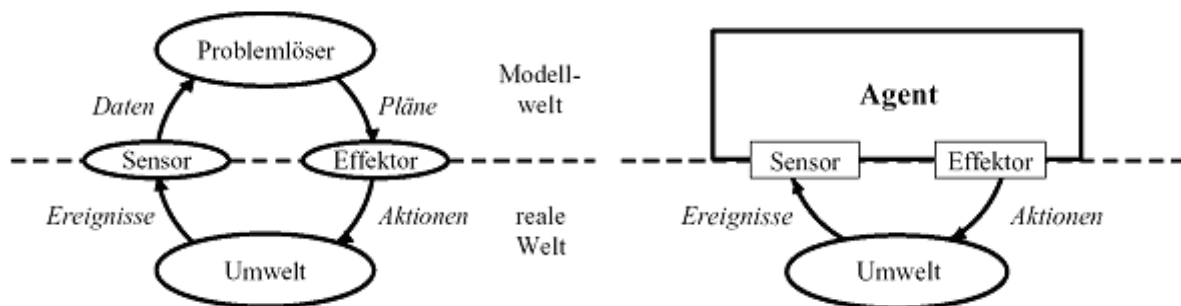


Abbildung 1: Gegenüberstellung von Problemlöserkreis und Agent. Aus Hilmer (1999).

Nach der soeben geschilderten Sichtweise von Agenten ist nicht spezifiziert worden, ob es sich dabei um einen Menschen, Roboter oder ein Softwareprogramm handelt. So hat ein menschlicher Agent beispielsweise Augen, Ohren und andere Organe, die ihm als Sensoren dienen und Arme, Beine und andere Körperteile, die als Effektoren fungieren können, während für einen Softwareagenten Wahrnehmungen und Handlungen analog dazu aus codierten Bitfolgen bestehen.

Ein Roboteragent hingegen besitzt beispielsweise Kameras oder Infrarotsensoren zum Wahrnehmen seiner Umwelt und hat Greifarme, Räder oder Beine als Effektoren.

Wir wissen nun dank Russell und Norvig (1995), dass ein Agent die Fähigkeit dazu hat, seine Umwelt wahrzunehmen, Berechnungen durchzuführen und auf deren Basis schließlich zu handeln. Auch wenn die von Russell und Norvig (1995) vorgeschlagene Definition keine wirklich klare Vorstellung von dem erzeugen kann (und sicherlich auch nicht möchte), was ein Agent nun ist, so

liefert sie uns doch eine erste Klassifikationsmöglichkeit.

Damit wir aber Agenten von automatisch ablaufenden Prozessen oder Suchmaschinen unterscheiden können, müssen wir uns um eine etwas schärfere Definition bemühen. Schauen wir uns einige Eigenschaften an, über die ein Agent verfügen sollte.

Wozu braucht man emotionale Agenten?

Im Forschungsfeld der Künstlichen Intelligenz (KI) hat man sich in ihren Anfängen überwiegend auf repräsentationale, deliberative Mechanismen und Prozesse (wie z.B. Planen, Suchen und Schlussfolgern (reasoning)) konzentriert, um verschiedene Arten von Agenten zu steuern. Diese Mechanismen wurden in einer Vielzahl von Bereichen erfolgreich angewendet. Mit diesen Vorgehensweisen gelang es Entwicklern beispielsweise Computerprogramme zu erschaffen, die dazu in der Lage sind, selbst Großmeister im Schach zu besiegen.

Weshalb sollte man nun also an der Entwicklung emotionaler Agenten interessiert sein, wenn die bisher angewendeten Strategien so Erfolg versprechend erscheinen?

Ein Grund dafür ist, dass es Anwendungsdomänen gibt, bei denen verschiedene Arten von Anforderungen (constraints) das Anwenden von deliberativen Methoden beschränken.

So gibt es Anwendungsbereiche, in denen einem Agenten hochgradig dynamisches Verhalten z.B. bezüglich seiner Echtzeitfähigkeit abverlangt wird. In einigen Domänen oder Umgebungen ist die Einhaltung von Zeitlimits und somit eine Einschränkung der zur Verfügung stehenden Prozesszeit erforderlich. Eine weitere Einschränkung bezüglich der bereitstehenden Ressourcen stellt beispielsweise limitierter Speicherplatz dar. Zudem können auch Anforderungen hinsichtlich Fehlertoleranz oder Einschränkungen energetischer Art eine Rolle spielen. In ressourcenbeschränkten Umgebungen sind ausschließlich deliberative Methoden vermutlich kein guter Weg, um Agenten zu kontrollieren (Scheutz und Sloman, 2002). Für einige der genannten Anforderungen und Beschränkungen scheinen teilweise nicht-repräsentationale, reaktive Kontrollmethoden besser geeignet zu sein. Im Speziellen können emotionale Zustände als effiziente „lowcost“ Kontrollmechanismen in unstrukturierten, ressourcenbeschränkten Umgebungen und kompetitiven Szenarien sehr nützlich sein. Darüber hinaus scheinen aber auch höherstufige „emotionale“ Prozesse, für eine flexible Erledigung von Aufgaben, von Bedeutung zu sein.

Die Koevolution von Intellekt und Emotion beim Menschen spricht dafür, dass Gefühle eine Funktion für den Intellekt haben und dass sich beide irgendwie ergänzen. Weitere Indizien für diese These liefert Antonio Damasio, der Fälle schildert, in denen Patienten mit Schädigungen im Frontallappen, eine Reduktion ihres emotionalen Erlebens erfahren.

Interessanterweise stören diese Schädigungen auch die Fähigkeit, vernünftige Entscheidungen zu treffen. Die Fehler, die bei Entscheidungsprozessen dieser Patienten vorkommen, sind ähnlicher Natur, wie die von Expertensystemen der KI oder Maschinen, die auf zweiwertiger Logik Entscheidungen treffen müssen. Aufgrund dieser Beobachtungen schloss man, dass Emotionen für flexible und rationale Entscheidungsprozesse, auch in der KI essentiell sind (vgl. www.media.mit.edu/affect; Stand: Oktober 2001).

Nicht nur die KI kann von den Erkenntnissen der Neurowissenschaften profitieren. Durch die Untersuchung von emotionalen Agenten können emotionale Modelle aufgebaut und implementiert werden, die die theoretischen Analysen und Vorhersagen in Bezug auf menschliche Emotionen verifizieren sollen.

Diese Art der Modellierung passt gut in den klassischen Wissenschaftszyklus, bestehend aus

empirischer Beobachtung und anschließender Theoriebildung.

Begonnen wird mit einem kognitiven Phänomen aus der Wirklichkeit und seiner theoretischen Beschreibung. Anschließend werden Experimente durchgeführt, um diese Theorie zu verifizieren, bestenfalls zu falsifizieren.

Des Weiteren könnten Vorhersagen für einen bestimmten Fall deduziert werden. Die empirisch konstruierte Theorie kann dann in ein komputationales Modell, z.B. einen emotionalen Agenten transformiert werden. Das empirische Experiment wird anschließend durch ein „virtuelles Experiment“ ersetzt. Dieses Experiment läuft dann als Simulation des Agentenmodells auf einem Computer.

KOMMENTAR KERSANDT : Soeben hat der Leser erfahren, welchen Gegenstand die Thematik des „DGON-Bridge“ - Projektes hat ! Nun kommt die Anwendung der Ergebnisse :

Aus diesem Simulationsprozess ergibt sich zweierlei:

Zum einen werden Vorhersagen für die Dynamik der echten Welt erzeugt. **Wenn diese Vorhersagen nicht greifen, so sind zum anderen möglicherweise Veränderungen des Agentenmodells von Nöten**, was seinerseits wiederum Veränderungen in dem ursprünglichen, empirisch begründeten Modell erfordert. In diesem Falle dient die Erneuerung des Modells als Startpunkt für einen neuen Zyklus empirischer bzw. simulierter Experimente (Bortz und Döring, 2001; Scheutz und Sloman, 2002).

Ein weiteres Argument für emotionale Agenten in der KI besteht in der möglichen Unterstützung und Verbesserung der Mensch-Maschine bzw. Mensch-Roboter Interaktion.

Die Notwendigkeit für das Erschaffen von emotionalen Agenten beruht u.a. auf der Hypothese, dass solche Agenten besser und auf eine natürlichere Art und Weise mit dem Menschen interagieren können.

„...agents that take human affect into account in their responses will appear more believable, realistic, interesting, etc. to humans“ (Scheutz und Sloman, 2002, S. 85).

In Verbindung mit diesem Argument meinen einige Autoren, dass die Glaubwürdigkeit (believability) des Agenten unmittelbar damit verbunden ist, dass er Emotionen besitzt (Reilly, 1996).

Als vorerst letzte Begründung für die Beschäftigung mit emotionalen Agenten, die in diese Arbeit einfließen soll, steht die Annahme, dass in Domänen, in denen autonomes Verhalten von Systemen wünschenswert ist, die Berücksichtigung von Emotionen dazu beisteuert, die Autonomie von Agenten zu erhöhen.

Wie man an Patienten mit einer Reduktion emotionalen Erlebens als Folge einer Frontalhirnschädigung beobachten konnte, neigen jene dazu, von äußeren Reizen abhängig zu sein und resultierend daraus, Schwierigkeiten beim Planen zu haben. Generell kann man behaupten, dass solche Patienten durch ihre höhere Abhängigkeit von Reizen in ihrer Umgebung auch weniger autonom sind als gesunde Menschen. Diese Studien sind zwar nicht als unumstößliche Belege zu sehen, jedoch geben sie wichtige Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen Autonomie und Emotionen.

7. Zum Vergleich : kurze Darstellung einer Lösung mit ingenieurwissenschaftlichem Hintergrund

Sicherheit und Wirtschaftlichkeit in der Schiffsführung

Lösungsansätze für die Gestaltung von Prozessführungssystemen : das AIT – System im Vergleich zum PSI – Ansatz

Diethard Kersandt

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 Mangel an Aussagekraft von statistischen Aussagen bei der Auflistung von Seeunfallursachen zu Ungunsten einer verhütungsorientierten Untersuchung und Klassifikation ist unübersehbar. 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.

Die folgende Ausarbeitung soll dafür einen Anhaltspunkt liefern. Sie stellt den ingenieurwissenschaftlichen / ingenieurpsychologischen **Lösungsansatz AIT von KERSANDT** und seine konkreten praktischen Resultate vor und versucht, ihn in einer kritischen Analyse dem aus der Sicht der theoretischen Psychologie entstandenen **PSI – Ansatz von DOERNER** gegenüberzustellen.

1. Begriffserklärung

AIT : Adaptive, Integrated, Task oriented

Anpassungsfähiges, ganzheitliches System zur aufgabenbasierten Zustandsdiagnose auf der Grundlage dynamischer, situationsspezifisch strukturierter Informationen mit bewerteten qualitativen Prozessparametern entsprechend des kognitiven Modells der Informationsverarbeitung (AIT – Ansatz nach Diethard Kersandt auf ingenieurpsychologischer Grundlage). Die Güte des AIT- Ansatzes wird 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.

PSI : Persönlichkeits – Systeme - Interaktionen

Die PSI-Theorie von [Dietrich Dörner](#) ist eine Theorie der Absichts- und Handlungsorganisation des Menschen. In der Theorie wird beschrieben, wie und warum Menschen sich so verhalten wie sie es tun.

Die PSI-Theorie führt menschliches [Handeln](#) auf eine Reihe von [Informationsverarbeitungsprozesse](#) zurück, wobei sie die wesentlichen psychischen Funktionen wie [Wahrnehmung](#), [Denken](#), [Lernen](#), [Emotion](#), [Motivation](#) und [Gedächtnis](#) zu erklären versucht. Die Theorie wird mit Hilfe von Computersimulationen auf Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit geprüft.

(Quellen : [http://de.wikipedia.org/wiki/PSI-Theorie_\(D%C3%B6rner\)](http://de.wikipedia.org/wiki/PSI-Theorie_(D%C3%B6rner)))

2. Der ingenieurwissenschaftliche AIT – Ansatz von KERSANDT

2.1. Kurze Situationsbeschreibung

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 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 im Situationsbewusstsein und in der Situationseinschätzung begründet und im allgemeinen Sprachgebrauch als „menschliches Versagen“ oder „menschliche Fehler“ klassifiziert werden.

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 für die Steuerung eines Risiko-Systems keine diesbezüglichen risikobasierten 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 !

Wann aber wird eine kritische Situation so bewusst erlebt, dass sie sich in das Gedächtnis einprägen kann ? Wird eine kritische Lage überhaupt als solche empfunden, wenn sie erfolgreich bewältigt wurde ? Überdeckt der Erfolg den Prozess der kritischen Analyse des Erlebten und der selektiven Speicherung von Wissen zu einem Komplex von Erfahrungen ?

Der breite Spielraum zwischen Sicherheit und Gefahr, die freie Interpretation der Größen „Gefahr“ oder „Risiko“ unterliegt beim heutigen Stand der Technik den überaus vielschichtigen Niveaus der menschlicher Leistungsfähigkeit, der Ausbildung, der Erfahrung, dem Wissen, dem Leistungsvermögen, der Leistungsbereitschaft und dem gesellschaftlichen Anforderungsniveau an Sicherheit ganz allgemein und nach maritimer Sicherheit und maritimem Umweltschutz im besonderen. Es erscheint aus heutiger Sicht undenkbar, dass ein Risikosystem ohne die Berechnung der Größen auskommt, durch die es charakterisiert ist : *die Gefahr bzw. das Risiko*.

Ein Verfahren zur Berechnung der Gefahrenhöhe als Prozesskenngröße für operative Entscheidungen in der Schiffsführung existierte bisher nicht. Traditionelle mathematische Verfahren reichen nicht aus, komplexe Zusammenhänge zeitnah abzubilden. Das ist einer der Gründe, warum das Wissen von Experten wieder aufgewertet, die „gute Seemannschaft“ analysiert und aktiviert und zur Erkennung, Lösung und Voraussicht von Prozesszuständen eingesetzt wird, wenn die „Maschinen“ versagen.

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 und Umwelt bei der Führung eines Schiffes über See optimal beherrscht wird.

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 Dynamik 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.

Die **IMO** veröffentlicht in ihrem Dokument „Guidelines On Ergonomic Criteria For Bridge Equipment And

Layout“ (MSC/Circ. 982 ; 20.Dezember 2000) umfassende Anforderungen an die Gestaltung und Anordnung von Arbeitsstationen auf einer Brücke.

Angesichts der technischen Möglichkeiten, der internationalen und nationalen Forderungen sowie der Erklärungen der Hersteller in Produktbroschüren bleiben solche Fragen offen, wie :

- Welche der vielen hundert Informationen sind in einer bestimmtem Situation nicht, mehr oder weniger bzw. sehr wichtig und wofür sind sie wichtig ?
- Wie kann der Nautiker aufwendige bzw. unnötige Arbeit vermeiden und auf welche Prozesse sollte er sich vorrangig konzentrieren ?
- Durch welche Mittel und Methoden können Gefahren und Risiken erkannt werden und wie können negative Auswirkungen von Fehlern verhindert oder minimiert werden ?

Es ist eine menschliche Eigenschaft, Signale, die auf eine vorhandene Gefahr hindeuten, zu unterdrücken oder zu verleugnen. Diese Eigenschaft führt neben der begrenzten **Leistungsfähigkeit** des Menschen in der Informationsverarbeitung zu sicherheitsrelevanten Mängeln in der Erkennbarkeit komplexer Wirkungszusammenhänge, die letztlich in nicht mehr beherrschbaren Zuständen enden.

Verdrängung, Erwartung und begrenzte Leistungsfähigkeit des Nautikers in der Informationsverarbeitung verdecken die Fähigkeit einer weitgehend objektiven Situationsanalyse.

Die Wandlung in der Wertung einer Gefahr bis in das Stadium einer unmittelbaren Bedrohung von Menschenleben geschieht in einem tiefen geistigen Prozess an dessen Ende die Akzeptanz der Gefahr steht, die das Geschehen versachlichen und das Abrufen geeigneter Gegenmaßnahmen auslösen kann.

Wenn im Verlaufe dieser Prozesse die Gefahr in ihren sie charakterisierenden Erscheinungen, Wirkungen und Bewertungen eher unscharf, nebulös, nicht greifbar, nicht beschreibbar, nicht konkret wird, dann werden auch Aktionspunkte (Eingriffspunkte in den Prozess) unbestimmt und mit ihnen die Aktionen selbst wirkungslos bleiben.

Die Gefahr eskaliert in ein Stadium, aus dem es kein Entrinnen mehr gibt. Es kommt zur Katastrophe !

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.

Genau an dieser Konfliktstelle setzt der ingenieurpsychologische AIT – Ansatz an.

2.2 Der Schiffsführungsprozess

Die klassische Definition eines Mensch – Maschine – Systems (wie sie bei Fahrer-Fahrzeug-Systemen angewendet wird), die im allgemeinen die Beziehungen zwischen seinen personellen und maschinellen Bestandteilen umfasst, muss für die Schiffsführung zunächst um die Komponente „Umwelt“ erweitert werden. Das begründet sich allein damit, dass ein Schiff zugleich Arbeits- und Lebensraum seiner Besatzung ist und unter den gegebenen gesellschaftlichen, natürlichen, sozialen und organisationellen Bedingungen seine Transportaufgabe zu erfüllen hat.

Schiffsführung ist ein „Mensch – Maschine (Schiff) – Umwelt – System“ (M-M-U – System).

Auf der Betrachtungsebene Schiff und im Prozess Schiffsführung wird die Komponente „Mensch“ in der Regel durch einen Nautiker / Wachoffizier verkörpert. Ausnahmefälle treten bei der Besetzung der Brücke unter besonderen Umständen auf : schlechtes Wetter, starker Verkehr, spezielle Betriebszustände (z.B. Ansteuerung), Fahrt unter Lotsenberatung usw..

Ausguck und Rudergänger sind zwar aus verschiedenen Gründen auch wichtig, werden aber im Rahmen dieser Betrachtung nicht erfasst. Unter der Komponente „Maschine“ wird zunächst das Schiff in seiner Gesamtheit und dann spezifisch die Schiffsführungstechnik (im Regelfall die gesamte technische Ausstattung der Brücke mit den Schnittstellen zu Hauptmaschine und Ruderanlage) verstanden. Die Komponente „Umwelt“ schließt natürliche, soziale, organisationelle und juristische Aspekte ein.

Der Charakter der Schnittstelle zwischen Mensch und Umwelt hat sich im Verlaufe des technischen Fortschritts stark verändert. Direkte Beziehungen sind durch indirekte ersetzt und ergänzt worden.

Schiffsführung ist ein aus partiellen Prozessen bestehende Einheit, die sich durch große Komplexität, Dynamik und Zufälligkeit auszeichnet. Sie wird einerseits manuell geregelt, andererseits werden mehrere teilautomatisierte System verwendet. Die Herstellung der Verbindungen (Abruf von Informationen; Eingabe von Daten) zwischen Nautiker und Prozess erfolgt über „Dialoge“ mittels Displays und Bedienelementen.

Schiffsführung als bezeichnendes Merkmal der Arbeitstätigkeit und Handlungsregulation des Nautikers kann als die Steuerung der Bewegung (im kybernetischen Sinn sind es Zustands-änderungen 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

- organistionellen 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 anforderungs-gerechten 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).

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. Steuerungs-operationen 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 Informationsver-arbeitungsprozesses 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.

Zum **System** „Schiffsführung“ in seiner **Gesamtheit** gehören Individuen (Nautiker), Gruppen (Art, Anzahl und Qualität der Brückenbesetzung), Organisationen (Reeder, Behörden, Leitstellen), Orgainsationsumwelt (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“.

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

Elemente der Verlässlichkeit bilden :

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

Funktionalität :

Das System „Schiffsführung“ 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.

Autorität des Menschen :

Der Charakter des Schiffsführungsprozesses schließt ein, dass der Nautiker unvorhersehbare, oft zufällig aufeinandertreffende Ereignisse erkennen und bisher unbekannte Situationen, für die es noch keine verfahrenstechnisch vorgesehenen Abläufe gibt, beherrschen kann. Das Schiffsführungssystem 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 unbekanntem 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 aktuellen Situationen auftreten.

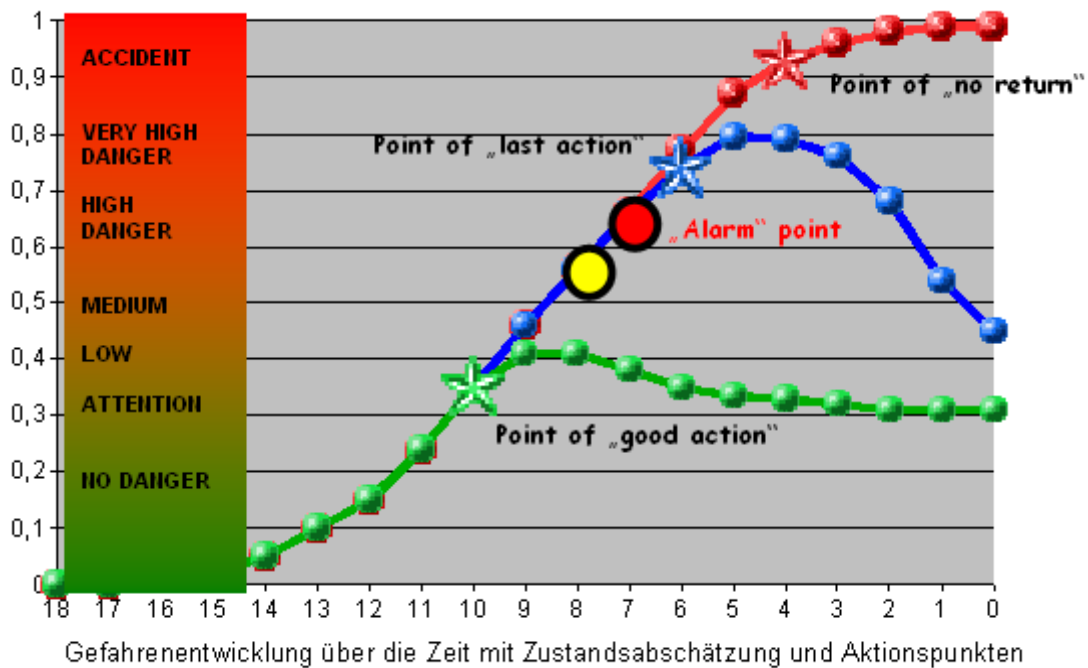
In Bezug auf die Verlässlichkeit des Schiffsführungssystems in seiner Gesamtheit muss seine **Fehlerfreundlichkeit** ein Bestandteil der Gestaltung sein. Es kommt also in erster Linie nicht darauf an, Fehler gänzlich zu vermeiden, sondern ihre negativen Wirkungen zu verhindern.

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.

Gelingt es außerdem, für die Bewertung der Kompetenz des Nautikers nachvollziehbare Gefahrenkriterien zu definieren, diese aufzuzeichnen und als Vergleichsbasis bei „Falldiskussionen“ für eine „**fehlerbewußte Prozesssteuerung**“ einzusetzen, kann die Verlässlichkeit des Systems weiter verbessert werden. Das gilt sowohl für den unmittelbaren taktischen Zeitabschnitt der Seereise als auch für die strategische Prozessplanung und natürlich auch für die Gestaltung von komplexen Aufgabenstellungen im Simulatorbetrieb für Ausbildung und Training.

Die vier Elemente der Verlässlichkeit widerspiegeln den Charakter des AIT – Lösungsansatzes : anpassungsfähig – ganzheitlich – aufgabenorientiert mit den Rückkopplungseigenschaften in Form der Bewertung der Prozesszustandsparameter. Ihre Qualität wird durch die Höhe der Gefahr für die Erreichung festgelegter Ziele (aufgabenspezifiziert) zum Ausdruck gebracht.

Gefahren gehen von einer Störung oder einer Gruppe von Störungen aus und sind geeignet, den Schiffsführungsprozess aus seiner ‚stabilen‘ Lage zu bringen. Sie werden durch Daten / Informationen beschrieben. Die Höhe der Gefahr ist wie folgt skaliert und bietet damit eine der Grundlagen für ein aufgabenspezifisches, betriebszustands- und situationsabhängiges **Alarmmanagement**.



Mit der AIT – Lösung wird der aktuelle Stand der Aufgabenerfüllung angezeigt.

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.

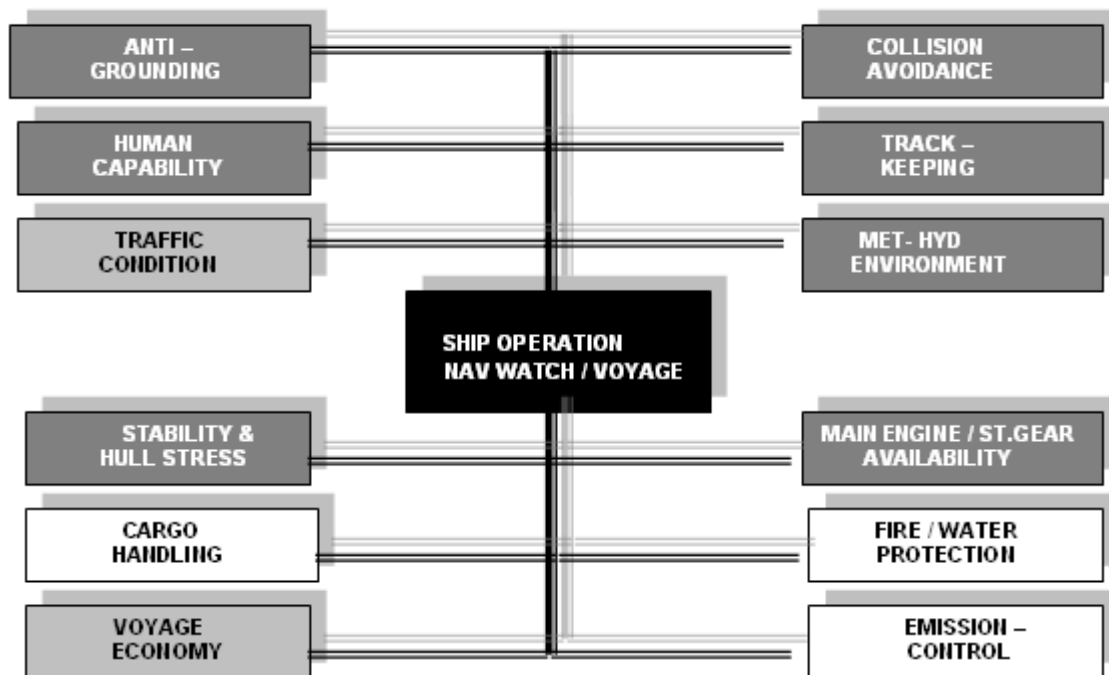
Die **Suche** nach Gefahren ist das Zusammentragen von evidenten Anzeichen oder Symptomen für eine Gefahr, während das **Ziel** der Gefahrenerkennung darin besteht, ausgehend von den Zeichen oder Symptomen, die Verbindung zwischen Ursache und Wirkung herausfinden.

Gefahrenindikatoren sind **Signale**, die dem Nautiker Gefahren bzw. Gefährdungen anzeigen. Die Höhe der Gefahr in einem partiellen Prozess ist qualitätsbestimmend (handlungsregulierende Wirkung!).

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.

Schiffsführung ist in eine **Systemhierarchie** eingeordnet und erfüllt in dieser ihre Aufgabe.

Sie untergliedert sich in verschiedene **partielle Prozesse**, in denen **partielle Aufgaben** erfüllt werden müssen.



Partielle Prozesse der Schiffsführung

Aufgabenstellungen in der Schiffsführung (nach KERSANDT):

ANTI – GROUNDING: *Grundberührungen vermeiden und Geschwindigkeit den natürlichen geografischen Bedingungen anpassen*

Habe ich genügend Manöverraum, um ausweichen zu können ?

Welche Manövriereigenschaften hat mein Schiff ?

Wie groß ist der Manöverraum, in dem ich mich gerade befinde ?

Mit welcher Geschwindigkeit kann ich laufen, um notfalls rechtzeitig zu stoppen oder kann ich einem Objekt noch ausweichen?

Reicht die Wassertiefe unter Berücksichtigung der gerade gelaufenen Geschwindigkeit, der Grundbeschaffenheit, der Wellenhöhe und des Krängungswinkels aus, um noch sicher manövrieren zu können ?

Wie groß sollte meine Geschwindigkeit höchstens sein ?

Wieviel Bodenfreiheit habe ich eigentlich noch ? Halte ich die Vorgaben ein ?

Ist mein Schiff tiefer getaucht ?

COLLISION AVOIDANCE : *Andere Fahrzeuge / Objekte in sicherem Abstand passieren*

Wann werde ich ein ausgewähltes Ziel in welchem Abstand passieren und wie weit ist es jetzt noch entfernt ?

Besteht gegenwärtig eine Kollisionsgefahr und wie groß wird sie sein, wenn ich das Ziel passiere ?

Sehe ich das Ziel optisch oder habe ich es mit verminderter Sicht zu tun?

Befindet sich ein Ziel im Nahbereich ?

Wie groß ist jetzt überhaupt mein Nahbereich ?

Bin ich ausweichpflichtig oder das Ziel und welches Manöver muss ich wann einleiten, falls ich ausweichen muss ?

HUMAN CAPABILITY : *Menschliche Leistungseigenschaften und –besonderheiten in der Seewache einkalkulieren*

Verfüge ich gegenwärtig über die erforderlichen Leistungsvoraussetzungen, um die sichere und wirtschaftliche Schiffsführung zu garantieren ?

Wie wirken sich Länge der Wachzeit und Tageszeit auf das Situationsbewußtsein und die Abschätzung von Situationen aus ?

Ist die Brücke unter den gegebenen Bedingungen richtig besetzt ?

TRACK KEEPING: *Operative Bahnbreite einplanen und einhalten*

Welche Bahnbreite benötige ich bzw. kann ich tolerieren, wenn ich unter den verschiedenen Betriebszuständen und bei Vorgabe einer „safety contour“ fahre ?

Kann ich die gegenwärtige Bahnabweichung hinsichtlich des erforderlichen und geplanten Tracklimits noch akzeptieren ?

Welche räumliche Differenz zwischen vorhandenem und augenblicklich benötigtem Manöverraum (geschwindigkeitsabhängig) ist vorhanden ?

Laufe ich unter den gegebenen Bedingungen mit der richtigen Geschwindigkeit ?

Welche Wassertiefe unter dem Kiel habe ich gerade ?

TRAFFIC CONDITION : *Verkehrsbedingungen im Seegebiet berücksichtigen*

Welche Verkehrsbedingungen sind gegenwärtig in einem bestimmten Umkreis um mein Schiff vorhanden und in welcher Weise beanspruchen sie mich ?

Wie hoch ist die Verkehrsdichte ? Laufen die Schiffe mehr parallel oder habe ich es in der Mehrzahl mit kurskreuzenden Fahrzeugen zu tun ?

Befindet sich gegenwärtig ein „gefährliches“ Schiff in der Nähe oder muss ich mit einer „engen“ Begegnung rechnen ?

MET- HYD ENVIRONMENT : *Natürliche met.-hydrologische Umweltbedingungen bei Kurs- und Fahrtgestaltung berücksichtigen*

Mit welchen Einflüssen auf Kurs und Fahrt durch Wind und Strom muss ich rechnen ? Wie groß sind die Driftwinkel durch Wind und Strom ?

Ist die gegenwärtige Wellenhöhe für mich gefährlich und welchen Rollwinkel kann ich noch akzeptieren ?

Auf welchen Kursen und bei welchen Geschwindigkeiten treten Resonanzen auf ?

Welche Verhältnisse bestehen augenblicklich bezüglich der Resonanzkriterien ?

Muss ich mit parametrischem Rollen rechnen ?

STABILITY & HULL STRESS: *Beanspruchung des Schiffskörpers und Stabilitätseigenschaften beachten*

In welchem Verhältnis stehen die berechneten Stabilitätskenngrößen zu den dynamischen Zustandsänderungen des Schiffes (Rollen, Stampfen) ?

Welche Maßnahmen sind geeignet, die Stabilität zu verbessern ?

Wie hoch ist die Längs-, Quer- und Torsionsbeanspruchung des Schiffskörpers im Seegang ?

Mit welchen Maßnahmen kann die Beanspruchung des Schiffskörpers im Seegang verändert werden ?

AVAILABILITY MAIN ENGINE & STEERING GEAR: *Technischen Zustand / Verfügbarkeit von Hauptmaschine und Ruderanlage berücksichtigen*

Sind Ruderanlage und Hauptmaschine in einem technisch einwandfreien Zustand und unter allen Einsatzbedingungen verfügbar ?

Wie wirkt sich der Zustand einzelner technischer Parameter auf die Verfügbarkeit aus ?

Mit welchen Wirkungen auf die partiellen Prozesse Kollisionsverhütung, Bahnführung und Umwelt muss ich rechnen, wenn die technischen Anlagen nicht oder eingeschränkt betriebsbereit sind ?

CARGO HANDLING : *Schutz der Ladung (Qualität) garantieren*

Gibt es Anzeichen für die Unverträglichkeit der Ladung ?

Ist die Ladung seefest gestaut und gelascht ?

Wie ist der Zustand überwachungspflichtiger Ladungseinheiten (z.B. Temperatur) ?

FIRE & WATER PROTECTION : *Brandschutz einhalten, kontrollieren und Wassereintrich verhindern*

Gibt es Anzeichen für eine Brandgefahr ? Welche Messwerte zeigen die Rauch- und Feuerüberwachungsanlagen ?

Wie ist der Verschlusszustand der Schottenschließanlage ?

Gibt es Hinweise für Leckagen ?

VOYAGE ECONOMY: *Wirtschaftliche Aufgabenstellung der Reise erfüllen (Geschwindigkeit, Zeit, Kosten)*

Welche Distanz habe ich noch bis zum Bestimmungsort zurückzulegen und welche Zeit bleibt mir, um das geplante ETA einzuhalten ?

Kann ich die geplanten Reiseparameter mit der augenblicklichen Geschwindigkeit erfüllen und wenn nicht welche Geschwindigkeit müsste oder könnte ich laufen ?

Wie hoch ist mein Treibstoffverbrauch ? Laufe ich die geplante wirtschaftliche Geschwindigkeit ?

Welche Kosten habe ich bisher verbraucht und wie sehen die Kosten bei Ankunft am Bestimmungsort aus ?

EMISSION CONTROL : *Emissionsgrenzen technischer Anlagen und im Schiffsbetrieb einhalten*

Wie lauten die Verhältnisse der aktuellen Emissionen zu den Grenzwerten laut „emission control area“ bei

Stickoxid

Kohlenmonoxid

Kohlenwasserstoff

Schwefeldioxid

Kohlendioxid ?

Wie groß sind lastabhängige und lastunabhängige Emissionsgefahr ?

2.3 Charakter und Merkmale der Tätigkeit des Nautikers

Charakter und Merkmale der Tätigkeit des Nautikers folgen aus dem Charakter des Schiffsführungsprozesses.

Für die Qualität der Schiffsführung im Sinne der Definition und ihres angestrebten Resultates, die sichere und wirtschaftliche Ortsveränderung (Zustandsänderung), spielen deshalb **kognitive Prozesse** und Formen **mentaler Beanspruchung** bzw. die entsprechenden Beanspruchungs-kategorien eine nicht unerhebliche Rolle (geistige Tätigkeit in engerem Sinne, Überwachungs-, Kontroll- und Steuerungstätigkeiten).

Geistige Tätigkeit in engerem Sinne liegt vor, wenn der Mensch die Aufgabe hat, *"aus vorliegenden Informationen unter Verknüpfung mit gedächtnismäßig gespeicherten und erlernten Sachverhalten Entscheidungen abzuleiten und neu auftretende Probleme zu lösen"* / SCHMIDTKE, 1981 /.

Von **Überwachungstätigkeit** spricht man, wenn der Mensch die Aufgabe hat, *"das Funktionieren einer Anlage ... zu überprüfen und gegebenenfalls korrigierend einzugreifen"* / SCHMIDTKE, 1981 /.

Zu **Kontrolltätigkeiten** gehören Arbeiten, bei denen der Mensch *"am ortsfesten oder ortsveränderlichen Arbeitsplatz die Aufgabe hat, Qualität und Quantität des erzeugten Gutes mit vorgegebenen Produktionsnormen zu vergleichen und gegebenenfalls Entscheidungen über die Produktionseinstufung in Güteklassen zu treffen"* / Wörterbuch der Psychologie, 1981 /.

Steuerungs- (Regelungs)-tätigkeiten sind Tätigkeiten, bei denen *"unmittelbar oder mittelbar der Ablauf des Produktionsprozesses auf ein voraus festgelegtes Programm oder eine optimale Nutzung der Fertigungsanlagen abzustimmen oder ein dynamisches System zu steuern"* ist / SCHMIDTKE, 1981 /.

Grundlage aller Steuerungsoperationen (der operativen Arbeit des Nautikers) sind Informationen und **Informationsverarbeitungsvorgänge** : Prinzipien, Verfahren und Methoden zur Aufnahme, Verarbeitung, Speicherung und Weitergabe in ihrer Art und Weise, zweckmäßigen Auswahl und rationellen, situationsbedingten Kombination. Diese Prozesse unterscheiden sich qualitativ von technischen Prozessen, die nach physikalischen Gesetzmäßigkeiten ablaufen.

Das Informationsmodell und seine Widerspiegelung in einzelnen Systemelementen bilden die Grundlage aller Entscheidungen und Handlungen des Nautikers.

Innerhalb dieser Elemente kann es zu verschiedenen **Ereignissen** kommen, die sich durch Informationen (im Sinne der Definition : ... Information ist beseitigte Ungewissheit...) beschreiben lassen. Die Ereignisse bewirken **Zustandsänderungen** im betroffenen Element und begründen dessen **Verhalten**.

Im Schiffsführungsprozess treten aus systemtechnischer Sicht drei wesentliche Komponenten auf : der zu überwachende und zu steuernde dynamische **Prozess**, das **Prozessführungssystem** sowie der **Operateur**. Der Transformationsprozess bei der Wahrnehmung des Prozessgeschehens durch einen Operateur wird wie folgt dargestellt.

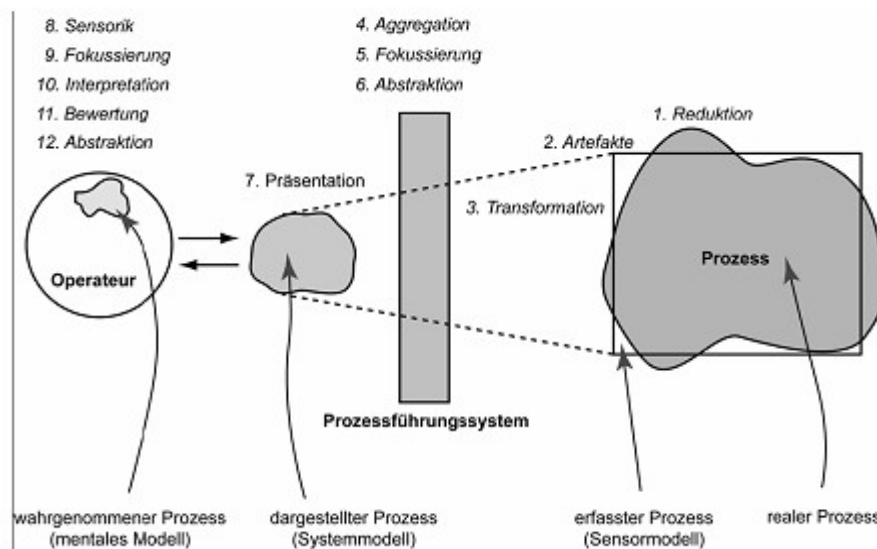


Abbildung des Prozessgeschehens über das Systemmodell des Prozessführungssystems in das mentale Modell des Operateurs / Herczeg, 2004 /

Nach HERCZEG entstehen dabei teils zwangsläufig, teils unbeabsichtigt, **Deformationen** in der Wahrnehmung des realen Prozesses und seiner Eigenschaften:

„1. Die maschinelle Sensorik erfasst nur einen Teil des Prozesses, kodiert die Messdaten und erzeugt dabei Lücken.

2. Durch fehlerhafte maschinelle Sensorik entstehen Artefakte, wodurch real nicht Vorhandenes im Prozessführungssystem erscheint.

3. Durch Vorverarbeitungsfunktionen in der maschinellen Sensorik zur Erzeugung von Messdatagrammen (Nachrichten) werden Transformationen (Normierungen, Skalierungen, Kodierungen) der Messdaten vorgenommen, die die Sensordaten weiter verändern.

4. Maschinelle Funktionen im Prozessführungssystem aggregieren die Daten durch meist mathematische und logische Verknüpfungen und fassen so mehrere einfache Daten zu abstrakteren Daten und komplexeren systeminternen Datenstrukturen zusammen.

5. Eine Fokussierung durch maschinelle Funktionen des Prozessführungssystems lenkt und reduziert die Sicht des Operateurs auf einen Ausschnitt des ganzen Prozesses.

6. Maschinelle Funktionen des Prozessführungssystems vereinfachen die Präsentation des Prozesses durch Bildung abstrakter Prozessgrößen, die für die Operateure Bedeutung haben und für diese verständlich sind.

7. Die Präsentation durch maschinelle Funktionen visualisiert auch Nicht-Visuelles mit unklaren Konsequenzen hinsichtlich vorhandener Erfahrungen und mentaler Modellbildungen.

8. Die Informationsaufnahme durch die menschliche Wahrnehmung mit ihren Beschränkungen erfasst nur einen Teil des Präsentierten.

9. Eine Fokussierung durch die menschliche Aufmerksamkeit reduziert den präsentierten Ausschnitt durch selektives Wahrnehmen weiter.

10. Die erfahrungsbasierte Interpretation durch den Menschen versucht die Dekodierung des Wahrgenommenen zur Extraktion von Information, um Systemzustände zu erkennen.

11. Die erfahrungs- und erwartungsbasierte Bewertung durch den Menschen erzeugt Bedeutungen von Systemzuständen.

12. Abstraktion durch den Menschen führt zu einer weiteren Vereinfachung des Wahrgenommenen.“ / Herczeg, 2004 /

Durch **interaktive und komplexe Zustandsänderungen** stets neu entstehende, örtlich und zeitlich abgeschlossene Situationen erzeugen **Abbilder** im Menschen, die einer Bewertung unterzogen und bei Differenzen zwischen der subjektiv abgebildeten Realität und den inneren Vorstellungen (dem **"inneren"** Modell) über Sicherheit, Risiko und Gefahr in Regelbefehle umgesetzt werden (Handlungsregulation!). **Aus der Höhe der Differenz ergeben sich die Art und der Zeitpunkt einer Entscheidung bzw. Handlung.**

Häufig aber verschwimmen die Grenzen zwischen den Zuständen *"stabil"* und *"instabil"*, *"sicher"* und *"unsicher"*, *"keine Gefahr"* und *"Gefahr"*, so dass potentielle Gefahren schwer, zu spät oder gar nicht erkennbar sind, in ihren interaktiven und dynamischen Wirkungen nicht überschaut werden und prophylaktische Maßnahmen zur Gefahrenabwehr nicht rechtzeitig ergriffen werden.

Die beiden "Reibflächen" einer gestörten Mensch-Maschine-Schnittstelle im Schiffsführungsprozess sind :

- die **unvollständige, nicht situationsgerechte Abbildung der Realität** durch objektiv nicht vorhandene und / oder durch falsch oder nicht genutzte Informationen

und

- die Verfügbarkeit des Menschen über eine **"innere"**, zu jeder Zeit und unter allen Bedingungen abrufbare **"Vergleichsbasis"** seines Wissens und seiner Erfahrungen.

Die Prozesskenngröße „Höhe der Gefahr“ entzog sich bisher der für operative Entscheidungen notwendigen Quantifizierung.

Von der Richtigkeit und Schnelligkeit der Entscheidungen ist die Arbeitsweise eines sehr komplexen Mensch-Maschine-Umwelt-System abhängig. **In schwierigen Fällen werden kognitiv besonders hohe Anforderungen gestellt.** Die Ursache besteht darin, dass zwar die Ereignisse in einem Element noch **deterministisch** zu beschreiben, zu messen und relativ leicht zu erkennen sind, der Prozess durch **interaktive** Beziehungen jedoch **stochastischen** Charakter erhält und durch die Möglichkeit einer **"kombinatorischen Explosion"** eine außerordentlich schwer übersehbare Menge möglicher Zustände annehmen kann.

Eine Lösung des **Komplexitätsproblems** wird nicht dadurch erreicht, dass man die Komplexität verdrängt. Mit der Verdrängung werden auch Lösungen zu ihrer Beherrschung verdrängt. Es ist also offenkundig falsch, die „Komplexität zurückzufahren“, d.h. sie zu reduzieren; man muss vielmehr Verfahren für das „Komplexitätsmanagement“ entwickeln.

Ohnehin kann man den zu beherrschenden Schiffsführungsprozess nicht nach eigenen, subjektiven Vorstellungen verändern. Er ist durch objektive naturwissenschaftliche Gesetze und Gesetzmäßigkeiten gekennzeichnet, die unabhängig vom menschlichen Willen existieren und ablaufen. Veränderbar sind nur Verfahren zur Beschreibung und Gestaltung des Prozesses.

Insofern kann sich die Forderung nach Einfachheit nur auf diese Verfahren beziehen. Gelingt es, derartige Verfahren zu entwickeln, steigt damit zugleich die Problemlösungskompetenz – ein Vorteil gegenüber anderen Mitwettbewerbern.

In der Umsetzung dieser Erkenntnisse bedeutet das, die Kompetenz in kleinen, gut strukturierten und damit überschaubaren Systemelementen / Prozessbestandteilen zu erhöhen, sie kommunikationsfähig zu machen (ihnen ein Mittel zur Verständigung „in die Hand“ zu geben) und sie verantwortlich für das Ergebnis sowie seine Verwendung in anderen Teilbereichen (kooperationsfähig) zu machen. Mit derartigen Lösungen können selbst komplexe Systeme sicher beherrscht werden. Sie schließen eine hohe Intelligenz, den Blick für das Wesentliche und eine vorausschauende Wirkungseinschätzung ein.

Eine **risikobasierte Systemgestaltung** gestattet es, sehr frühzeitig auf Fehler zu reagieren, da sich der Zeitpunkt der Erkennbarkeit eines Fehlers zum Ort und zum Zeitpunkt seines Entstehens hin verschiebt und nicht unmittelbar vor Eintritt des negativen Ereignisses liegt.

Aber nicht nur die Reaktionszeiten werden trotz dieser „fehlertoleranten“ Systeme verkürzt, sondern es

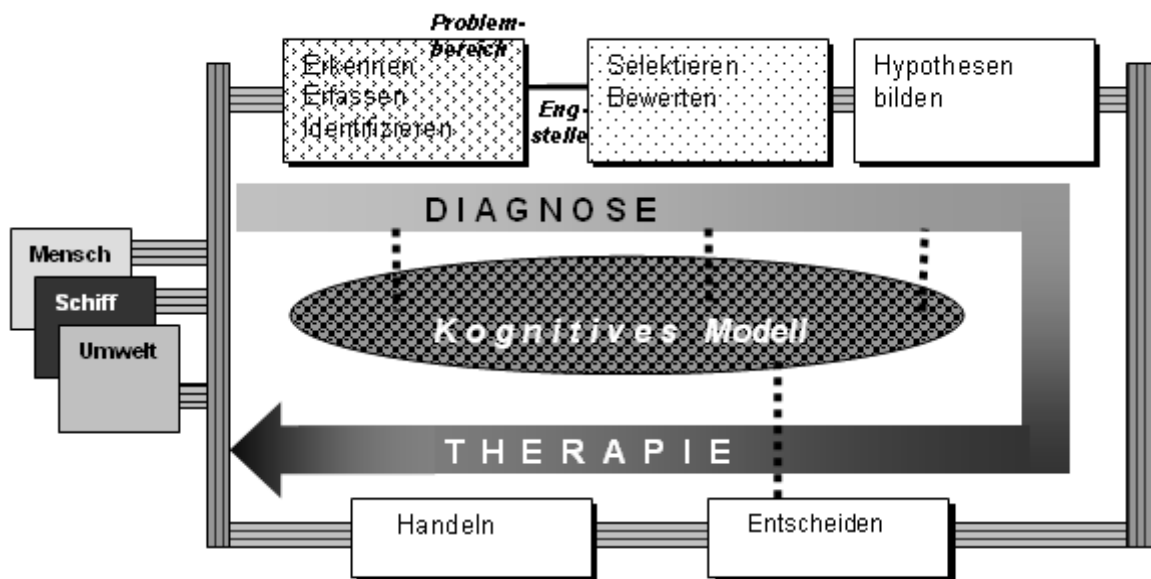
gelingt, die gemachten Fehler zu analysieren und sie vor einer nächsten Entscheidung bereits zu berücksichtigen.

Ein wesentliches Anliegen der Gefahrenabschätzung ist die Verwertung von Erfahrungen aus früheren Fehlern, um diese für die Vermeidung von zukünftigen Fehlern einzusetzen. Aber : Erfahrungen hinsichtlich der Bedingungen und Zustände, die zu einem Seeunfall führen können, liegen an Bord der Schiffe nicht oder nur außerordentlich selten vor, da entweder nie jemand in eine derartige Situation gekommen ist oder den instabilen Grenzbereich durch eigene oder fremde Aktion durchschritten hat, ohne ihn als solchen zu erkennen und als Erfahrung abzuspeichern. Das heißt, es herrscht ein akuter Mangel an einem adäquaten „inneren Modell“, das aber die wichtigste Voraussetzung für die Erkennung und vergleichende Bewertung sicherheitsrelevanter Situationen bildet.

Es soll in diesem Zusammenhang auch darauf hingewiesen werden, dass Neigungen vorhanden sind, konflikt erhöhende Informationen zu übergehen und konfliktreduzierende Informationen über zu bewerten, weil sie einfach besser in das Streben nach Sicherheit hineinpassen. Informationen werden immer dann gesucht, wenn das Eintreten von Ereignissen / Prozesszuständen unsicher ist. Die Intensität der Suche nach Informationen ist mit dem Wunsch verbunden, die eigene Sicherheit zu erhöhen. In bestimmten Fällen werden "schlechte" Informationen solange angepasst, bis sie in das "gute" Modell hineinpassen. Nur selten wird das Basis-Modell verworfen.

Die Informationssuche (subjektiv) dann abgebrochen wird, wenn das erwartete Ereignis als sicher oder nahezu sicher angenommen wird.

Alle diese menschlichen Eigenschaften waren u.a. die Ursache dafür, den Nautiker von seinen Aufgaben „Erkennen, Erfassen, Identifizieren von Informationen“ zu entlasten und ihn auch bei der „Selektion und Zustandsbewertung“ zu unterstützen.



Das kognitive Modell der Wahrnehmung /Wörterbuch der Psychologie, 1981 /

Komplexe Prozesse sind durch die Menge der Informationen, die ein Mensch in einer bestimmten Zeiteinheit erhält und durch den proportionalen Anteil von Erfolgs- und Misserfolgsinformationen geprägt. Jede Suche nach Information kostet Zeit, die die Entscheidungsausführung in Richtung des Zeitpunktes eines möglichen Gefahreintrittes verschiebt.

In der Reduzierung dieser Zeitdifferenz liegen die Möglichkeiten für neue Verfahren der Informationsverarbeitung und die wirtschaftliche Begründung für humanorientierte technische Lösungen in Systemen mit hohem Gefahrenpotential.

Solche Verfahren müssen sich an verschiedenen Situationen und Betriebszustände anpassen können, müssen durch ihren ganzheitlichen Lösungsansatz auch Wechselwirkungen zu anderen Ereignissen berücksichtigen und auf die Erfüllung der Qualitätsanforderungen einzelner Aufgaben konzentriert sein (AIT – Ansatz).

2.4 Erkanntes Problem : Informationsmängel als Ursache von Fehlhandlungen

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 / 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 !

Das bei erfahrenen Schiffsoffizieren / Operateuren vorhandene **leistungsbestimmende Signal-inventar** ist u.a. dadurch gekennzeichnet, dass

- sie bereits im Stadium des Entstehens von Störungen über **Vorsignale** die sich anbahnende Situation erkennen und vorbeugend tätig werden können;
- vorausschauend der Prozess nach effektiven Signalen abgesehen wird;
- sie über eine Reihe von **Kontrollsignalen** (Rückmeldungssignale) verfügen, die sie in die Lage versetzen, den Erfolg oder Misserfolg einer Handlung vor Eintritt einer negativen Wirkung zu bewerten.

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 be formulated and implemented in a timely manner.... One of the most important goals of Bridge Resource Management training is to develop a mariner's ability to identify an error chain in sufficient time for them to take appropriate action to prevent an accident or near-accident from occurring." / JOHNSON, 1993 /

HERCZEG 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 attribuieren, 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.“ / HERCZEG, 2004 /

Bei der Untersuchung von Fehlhandlungen wurde die in der Arbeitspsychologie bewährte Vorgehensweise des Vergleiches mit "regelgerechtem Verhalten" gewählt, weil durch die Gegenüberstellung mit Seeunfällen die psychische Regulation besonders augenscheinlich gemacht werden kann. Als **regelgerechtes Verhalten** wurde hier die "**gute Seemannschaft**" als qualitatives Ziel der Aufgabenerfüllung verwendet.

Eine "Fehlhandlung" kann (in Anlehnung an HACKER, 1980) im Schiffsführungsprozess wie folgt definiert werden :

Fehlhandlungen sind 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.

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 Fehlausprägung der unentbehrlichen **Regulationsgrundlagen im Handlungsprozess** sind.

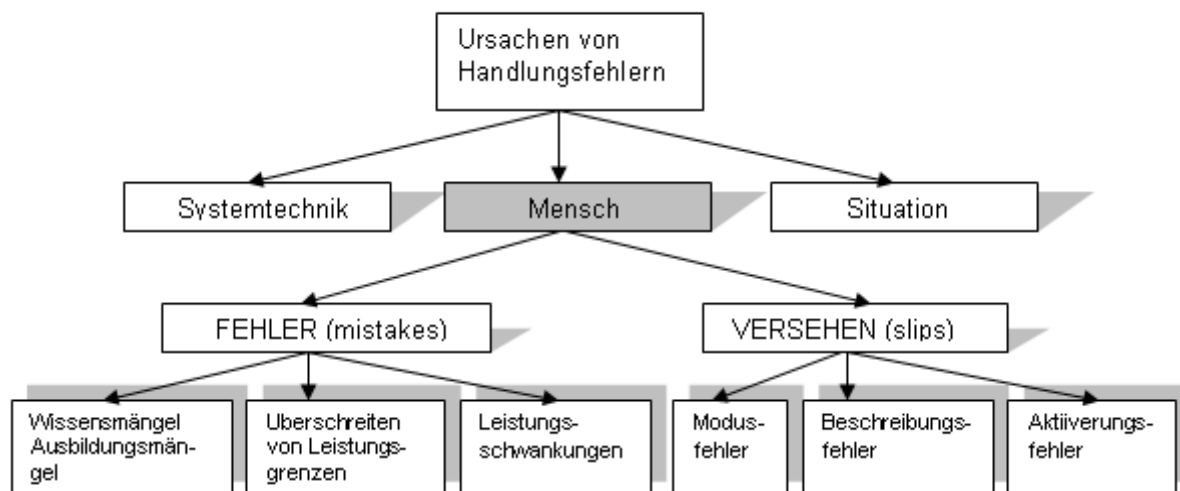
Seeunfälle bilden eine Extremform am Ende einer Kette von Fehlhandlungen.

Die Betrachtung von Fehlhandlungen ist nur aus einem ganzheitlichen Systemdenken heraus sinnvoll. Die Ursachenanalyse muss, wie das untersuchte System selbst, zielorientiert und mehrdimensional sein.

Das heißt

- eine Fehlhandlung entsteht in dem in der Umwelt agierenden **ganzen System**,
- Fehlhandlungen entstehen im Verlauf **dynamischer Vorgänge** in System und Umwelt,
- Fehlhandlungen entstehen an den **Konfliktstellen** unterschiedlicher Zielstellungen,
- Handlungsalternativen** müssen analysiert und bewertet werden, um Fehlhandlungen zu erkennen und die Risikogestaltung abschätzen zu können,
- Fehlhandlungen und Entscheidungsrisiken sind **sehr eng gekoppelt**, so dass die Höhe der kalkulierten bzw. eingegangenen Gefahr mit „**assessment**“- Verfahren berechnet werden müssen,
- Einsatz und **Einfluss von Folgesystemen / von Systemreserven** für das risk management bzw. die Erfüllung des Reiseplanes als Ziel müssen beachtet werden.

KRAISS gibt folgende Zusammenhänge als Ursache von Handlungsfehlern an :



Ursachen von Handlungsfehlern (nach KRAISS, 2004)

Eine Auswertung von 100 Schiffsunfällen (WAGENAAR und GROENEWEG, 1987) ergab, dass nur in 4 von 100 Fällen kein menschlicher Fehler vorweggegangen war.

Am bedeutungsvollsten waren Fehler auf der **kognitiven** Stufe (70 %), ihnen folgten Fehler als Resultat **situativer** Stresswirkungen (23 %) und schließlich Fehler, die mit den **sozialen** Bedingungen verbunden waren (7 %).

Die häufigsten Fehler auf der **kognitiven Stufe** waren

- falsche Hypothesen,
- Gewohnheiten,
- Persönlichkeitseigenschaften und Training.

Auf der **situationsbedingten** Stufe waren am häufigsten

- ergonomische Aspekte,
- körperlicher und umweltbedingter Stress.

Fehler im **sozialen** Bereich waren ausnahmslos mit sozialem Druck auf die Personen verbunden.

In der **Hälfte aller untersuchten Unfälle** wurden als menschliche Fehler das **Aufstellen falscher Hypothesen und gewohnheitsgemäßes Verhalten** festgestellt.

2.5 Ergebnisse einer Informationsmangelanalyse von KERSANDT ¹⁾

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.

1) 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

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 konfliktindu- zierende Anregung der Motivation	- arbeitsorganisatorische, Stimulierungs- und Qualifizierungsmöglichkeiten

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.

Die Ursache besteht darin, 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 Zustände annehmen kann.

Bisherige Lösungen und Berechnungen beruhen ausschließlich auf mechanistischem, determiniertem Verhalten und scharfen Parametergrenzen, die eine Gefahrendiagnose als Ausgangspunkt für Steueroperationen erschweren.

Schließlich haben Wissenschaftler die Erfahrung machen müssen, dass die von ihnen erdachten und entwickelten mathematisch-physikalischen Lösungen für die Beschreibung des Schiffsverhaltens unter den verschiedenen Betriebs- und Umweltbedingungen sich nicht ohne Probleme in praktisches Handeln umsetzen lassen, sondern in vielen Fällen durch den Nautiker „überstimmt“ werden.

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.

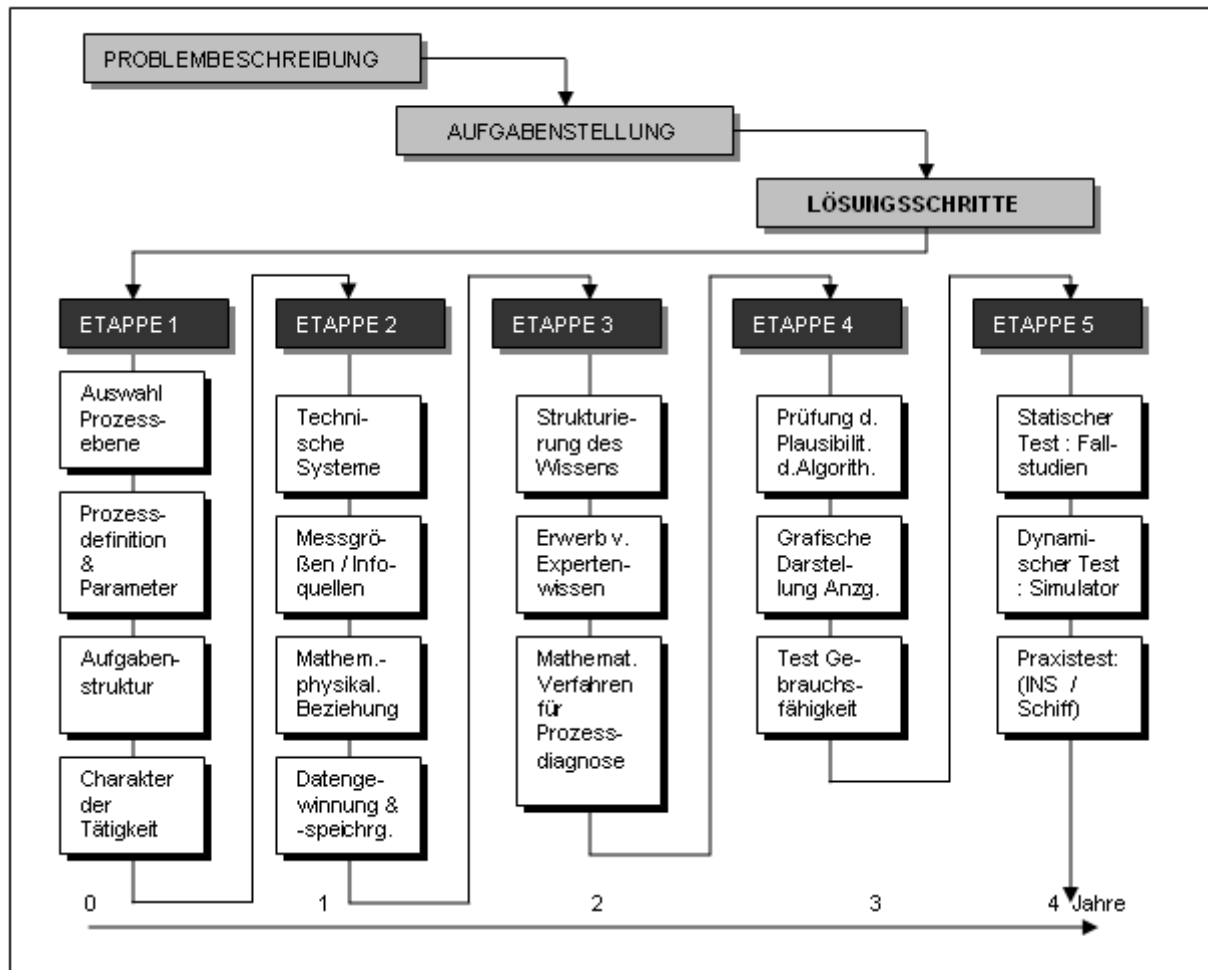
Gefühl, Sinn und Verstand des Seemannes helfen dabei und bilden einen der Hintergründe für die „gute Seemannschaft“.

Letztlich aber stellt sich jede Situation im Verhalten des Mensch-Maschine-Umwelt- Systems in seiner Gesamtheit dar und dieses Verhalten lässt sich in Form von bewerteten Zuständen messen.

3. Zustandsdiagnose durch Nautisches Assistenzsystem

3.1 Einführende Bemerkungen

Für die Entwicklung eines Assistenzsystems nach dem AIT – Lösungsansatz wurden folgende Etappen bearbeitet :



Von der Problembeschreibung bis zur Lösung : eine Vorgehensweise aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht

Assistenzsysteme für dynamische Systeme

Der Nautiker benötigt unterstützende Systeme und Verfahren, die in der Lage sind, aus den massenhaft erzeugten Daten die Informationen zu erkennen und zu bewerten, die für die Diagnose mehr oder weniger komplexer Zustände geeignet sind und solche Methoden beinhalten, mit denen die Wirkungen und Abhängigkeiten qualitativer Kenngrößen des Prozesses eingeschätzt werden können.

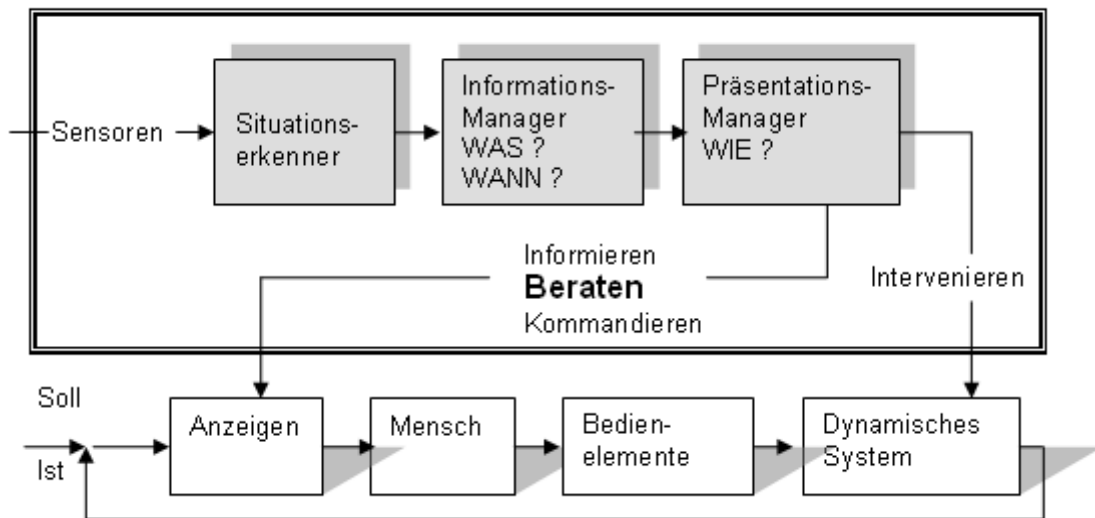
Neben dieser, auch als **Situationserkennung** bezeichneten Komponente, gehören zu einem Assistenzsystem für dynamische Systeme auch ein Informationsmanager und ein Präsentationsmanager.

Situationserkennung : Nach der aufgabenorientierten Struktur des Schiffsführungsprozesses werden den 8 – 12 partiellen Bereichen Informationen aus technischen und nichttechnischen Quellen zugeordnet. Dazu gehören Bewegungsparameter von Radarzielen, Bahnparameter, Manövrier-eigenschaften, Wetter und Seegangdaten, ökonomische Kenndaten, Informationen über den Wachoffizier, Zustandswerte der Ruder- und Maschinenanlage u.a.m.. Aus der Gesamtheit aller Informationen wird mittels spezieller mathematischer Verfahren und unter Nutzung von Expertenwissen ein Bild der aktuellen Situation konstruiert – die Situation wird „erkannt“; ihr Zustand ist Grundlage weiterer Empfehlungen / Entscheidungen des Nautikers.

Informationsmanager : Die Höhe der Gefahr für die Erreichung von Zielen (Soll) der partiellen Prozesse und des Schiffsführungsprozesses in seiner Gesamtheit ist für alle Steuerungsaktionen die entscheidende Qualitätskenngröße. Die sichtbaren Grenzwerte „guter Seemannschaft“ haben handlungsregulierende Wirkung und tragen zu einem bewußten Umgang mit aktuellen Gefahren in allen partiellen Prozessen bei

(Prozess-Stabilisierung durch Gestaltung der Differenzen zwischen Soll- und Istzuständen).

Präsentationsmanager: Für die Darstellung der Informationen, z.B. auf einem Conning Display, sorgt der Präsentationsmanager. Hier kommen in starkem Maße ergonomische Kriterien für die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle zur Anwendung. In der Schiffsführung werden Informationen vor allem visuell und akustisch angeboten.



Assistent für dynamische Systeme / nach KRAISS, 2004 ¶

Assistenten im komplexen Schiffsführungsprozess haben vor allem eine beratende Funktion. Sie sollten den jeweiligen Betriebszustand bei der Situationsbewertung berücksichtigen, auf Expertenwissen zurückgreifen und aufgabenspezifische Angebote machen.

3.2 Mathematische Grundlagen

Entsprechend der Elemente des nautischen Fahrprozesses werden jedem Element **Ereignisse** zugeordnet. Diese lassen sich durch Prozessdaten beschreiben. Die Ereignisse bewirken **Zustandsänderungen** im betroffenen Element und begründen dessen **Verhalten**.

Im Ergebnis der Berechnungen müssten die Gefahren eine **mathematische** und eine **grafische „Gestalt“** annehmen.

Sie drücken bei dem verwendeten **aufgabenorientierten Lösungsansatz** die Höhe Gefahr aus, eine der partiellen Aufgaben nicht in der vorgesehenen (geplanten) Qualität zu erfüllen bzw. gegen den aktuellen Prozesszustand in den partiellen Prozessen der Schiffsführung an.

Verfahrensprinzip:

Das mathematische Modell verarbeitet die nach den Regeln guter Seemannschaft bewerteten einzelnen Parameter nach der bekannten Schwerpunktmethod der Fuzzy-Logic und einer anschließenden Defuzzifizierung zu einer aggregierten Gefahrenaussage: z.B. „HIGH DANGER“ und versieht diese Zustandsdiagnose mit einem „therapeutischen Anteil in Form einer aus den Kollisionsverhütungsregeln abgeleiteten Handlungsempfehlung, z.B. „last minute manoeuvre“.

Für die 3 Parameter einer Begegnungssituation erhält man zum Beispiel eine Bewertung, die vergleichbare „Gefahrenaussagen“ liefert (z.B.: der Passierabstand ist gefährlich dicht, das Ziel passiert gleich, der Abstand ist ziemlich gering).

Alle Kapitäne, Lotsen, Nautische Offiziere, eben die Experten, wissen, ohne es auszusprechen, welche Größen sie meinen und verständigen sich auf diese Weise nach den „stillen Regeln“ guter Seemannschaft.

Sie kommen, wie das mathematische Modell, zu einer aggregierten Gesamtaussage der Höhe der Gefahr einer Begegnung (z.B. „das kann eng werden“). Das gelingt durch eine Kombination aus „unscharfen“ mathematischen Lösungsmethoden und Expertenwissen.

Die Prozessdaten werden direkt oder nach einer Vorverarbeitung dem strukturierten mehrstufigen Raster zugeführt und mit Hilfe von Zugehörigkeitsfunktionen **bewertet** (Abb).

Um das gewünschte nichtlineare Verhalten der Wirkungen der Eingangsgrößen zu erzeugen und die in der Praxis spürbare Eskalation des Zeit- und Handlungsdruckes mathematisch zu realisieren, wurden entsprechende **Inferenzstrategien** entwickelt.

Die Lösung soll mit „**Differenzenquotient der Zugehörigkeitsfunktionen zweier unscharfer Mengen**“ benannt werden:

Zustand maximaler Gefahr - Zustand erlaubter Gefahr (gute Seemannschaft)

Gefahr (G) = _____

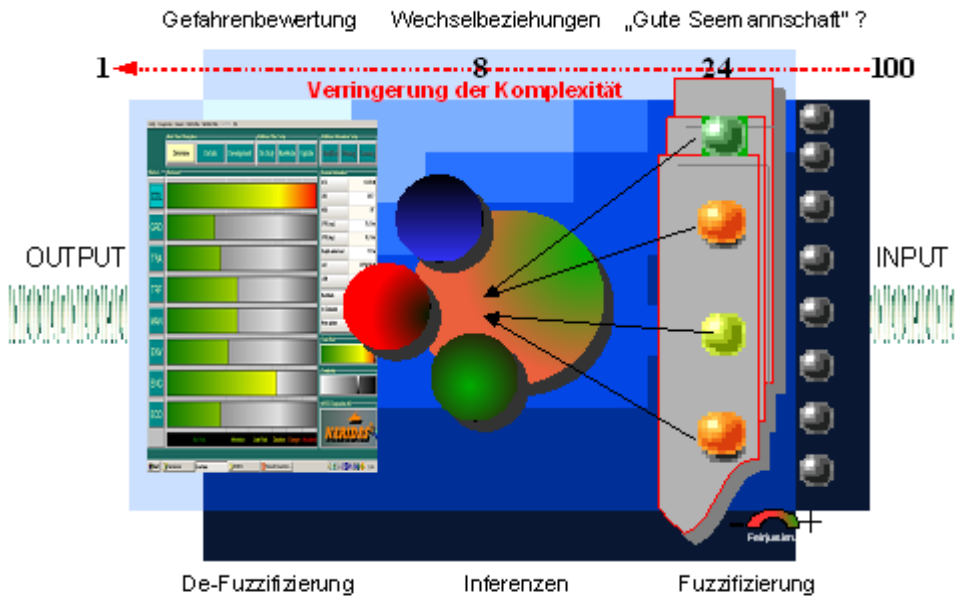
Zustand maximaler Gefahr - Zustand aktueller Gefahr

Durch eine wissensbasierte Informationsverarbeitung gelingt es, ca. 100 Eingangsgrößen aus den verschiedenen Quellen auf eine einzige Zustandsaussage zu verdichten, wobei die aufgaben-strukturierte Zustandsabschätzung (gegenwärtig 8 partielle Prozesse) im Interesse einer „Diagnose auf einen Blick“ sinnvoll erscheint (Abb.).

Ganz wesentlich für die aufgaben- und situationsspezifische Zustandsdiagnose ist die Verwendung betriebszustandsabhängiger Wissensbasen „guter Seemannschaft“. Sie bilden eine Grundlage für die Berechnung der Höhe der Gefahr und ihrer Interpretation (oder auch „Bedeutung“) in Abhängigkeit von der aktuellen Situation, in dem sich das Schiff befindet.

Da die physikalisch bestimmten Ereignisse unterschiedlicher Dimension (sm, min, Grad/min u.a.) und Bedeutung sind, lassen sie sich so nicht für die gefundene Beziehung verwenden. Man steht vor der Aufgabe, die Zustände maximaler, erlaubter und aktueller Gefahr in ihrer „menschliche Interpretation“ (z.B. „mehr oder weniger gefährlich“) zu definieren und sie für eine qualitative Aussage (in Form von Sprache) aufzubereiten.

Das gelingt durch die Kombination aus „unscharfen“ mathematischen Lösungsmethoden und Expertenwissen.



Prinzipbild Prozessdaten-Eingangsraster : intelligente Datenfusion

Setzt man die Zugehörigkeitsfunktion des Zustandes maximaler Gefahr (z.B. $cpa \leq 0.1 \text{ sm}$), mit $\mu = 1.0$ und die der „guten Seemannschaft“ (z.B. bei $cpa = 0.8 \text{ sm}$) mit $\mu = 0.5$, (totale Sicherheit ist in der Seefahrt nicht erreichbar) kann man alle aktuellen Zugehörigkeitsfunktionen je nach Größe des gemessenen / berechneten cpa in ein „Eingangsraster“ zwischen $\mu = 0.0$ und 1.0 setzen.

Auf diese Weise erhält man z.B. für die 3 Begegnungsparameter geeignete Berechnungs-möglichkeiten, die vergleichbare „Gefahrenaussagen“ liefern (z.B.: *der Passierabstand ist gefährlich dicht, das Ziel passiert gleich, der Abstand ist ziemlich gering*).

Das mathematische Modell verarbeitet die nach den Regeln guter Seemannschaft bewerteten einzelnen Parameter nach der bekannten Schwerpunktmethode und einer anschließenden Defuzzifizierung zu einer aggregierten Gefahrenaussage : z.B. „**HIGH DANGER**“ und versieht diese Zustandsdiagnose mit einem „therapeutischen“ Anteil in Form einer aus den Kollisionsverhütungsregeln abgeleiteten Handlungsempfehlung : z.B. „**last minute manoeuvre**“.

Man findet zum Beispiel für den Differenzenquotienten der Zugehörigkeitsfunktionen der unscharfen Mengen „**Passierabstand**“ :

$$gef_{cpa} = \frac{1 - \mu_{gs}}{1 - \mu_{ac}} * wf_{cpa}$$

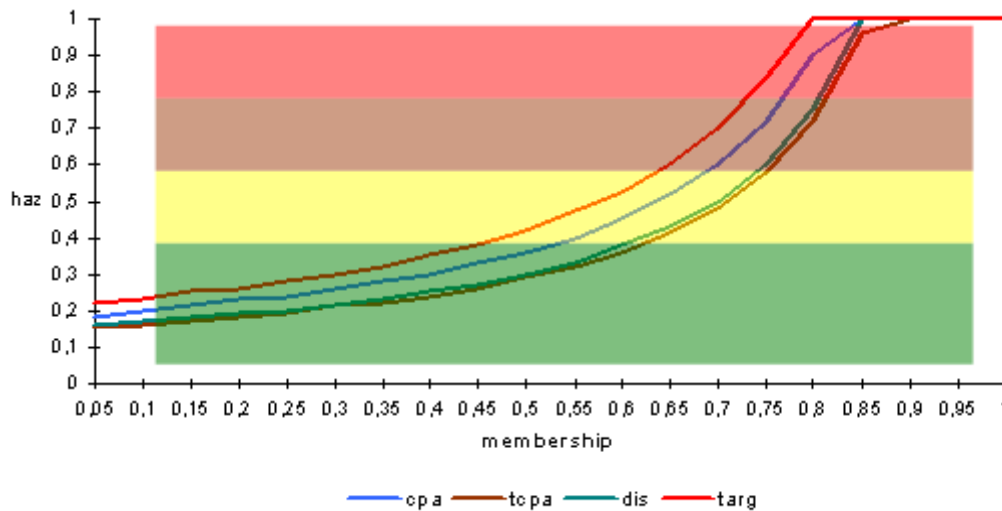
(wf_{cpa} ist ein Parameterwichtungsfaktor)

Durch Aggregation mit der folgenden Beziehung der so berechneten 4 Parameter erhält man Aussagen zwischen „keine Gefahr“ und „höchste Gefahr“ der aktuellen Situation der Begegnung :

$$risk_{targ act} = wf_{targ} * (gef_{cpa} + gef_{tcpa} + gef_{dis}) / (wf_{cpa} + wf_{tcpa} + wf_{dis})$$

$$0 \leq gef_{targ act} \leq 1$$

Der typische Kurvenverlauf der auf diese Weise berechneten Parameter und des Gesamtrisikos der Begegnung ist aus folgender Abbildung ersichtlich. Man erkennt, dass jeder „scharfe“ Zustand der Größen in „unscharfe“ Zustände transformiert werden kann, dass dazu sowohl die physikalisch genaue Messung der Parameter und ihre mathematische Aufbereitung nach „klassischen“ mathematischen Verfahren gehören als auch die Anwendung „unscharfer“, Expertenwissen basierter mathematischer Methoden zur Verdichtung und humanorientierten Präsentation von Informationen.



Fuzzy- und wissenbasierter Risikoverlauf der Begegnungsparameter und aggregierte Gesamtrisikoaussage targ mit quantifizierbaren Gefahren- bzw. Handlungsgrenzen
 NO DANGER – ATTENTION – LOW – MEDIUM - HIGH – VERY HIGH - ACCIDENT

Die Kurve zeigt den zunächst geringen Anstieg der Gefahr, den dann folgenden dynamischen Verlauf im mittleren Teil, der aber in Begegnungssituationen häufig (insbesondere durch erfahrene Nautiker) nicht als gefährlich angesehen wird, den dann aber sehr schnellen Zuwachs der Gefahr im oberen Teil der Kurve bis hin zur höchsten Gefahr, aus der man dann kaum noch enttrinnen kann. Mit dem Verfahren kann nunmehr auch die Forderung nach der Quantifizierung eines „**Sicherheitszielbereiches**“ erfüllt werden.

Die Quantifizierung der Gefahr ermöglicht dann auch „rückwirkend“ die Verwandlung in eine humanorientierte Zustandsbeschreibung durch qualitative Aussagen.

Mit gewöhnlichen Differentialgleichungen lässt sich insbesondere ein im Hochrisikobereich feststellbares nichtlineares Verhalten des Menschen nicht erreichen, so dass sich der Lösungsansatz aus einer Kombination von Fuzzy-Control, Expertenwissen und Differenzenquotientenbildung als sehr vorteilhaft erweist.

4. Die AIT – Lösung : “NARIDAS (Navigational Risk Detection and Assessment System)”

Vorbild für die Erkennung der Bedeutung von Informationen durch technische Systeme / Verfahren waren bei dem vollzogenen **ingenieurwissenschaftlichen** Ansatz Funktionsabläufe im menschlichen Gehirn :

Aufnahme einer subjektiv ausgewählten Einzelinformation – Prüfung auf Einhaltung von Grenzwerten – Herstellung von Zusammenhängen zu anderen in das Problem hineinpassenden Informationen - Einschätzung der Gesamtheit der als wichtig erkannten Informationen – Vergleich der Bewertung mit inneren Vorstellungen über die geplante Güte der zu erfüllenden Aufgabe – Abklärung der Bedeutung der festgestellten Differenz – Ableitung von Prozesseingriffen – Ausführung der Handlung – Bewertung des Handlungserfolges.

Mit NARIDAS werden die in großen Mengen und in außerordentlicher Vielfalt anfallenden und zu berücksichtigenden Daten erfasst, geprüft, einer aufgaben- und situationsspezifischen Struktur zugeordnet, wenn notwendig und möglich, mittels bekannter mathematischer Verfahren zu Prozesseingangsgrößen verdichtet und zu einem zunächst technisch-physikalischen Abbild der aktuellen Situation zusammengefügt. Liegen notwendige Daten, unabhängig von ihrer Quelle technischen oder nichttechnischen Ursprungs, nicht, unvollständig oder falsch vor, wird das nach Ablauf einer datenabhängigen Zeittoleranz über einen Hinweis auf den aktuellen Überwachungszustand eines oder mehrerer partieller Prozesse angezeigt.

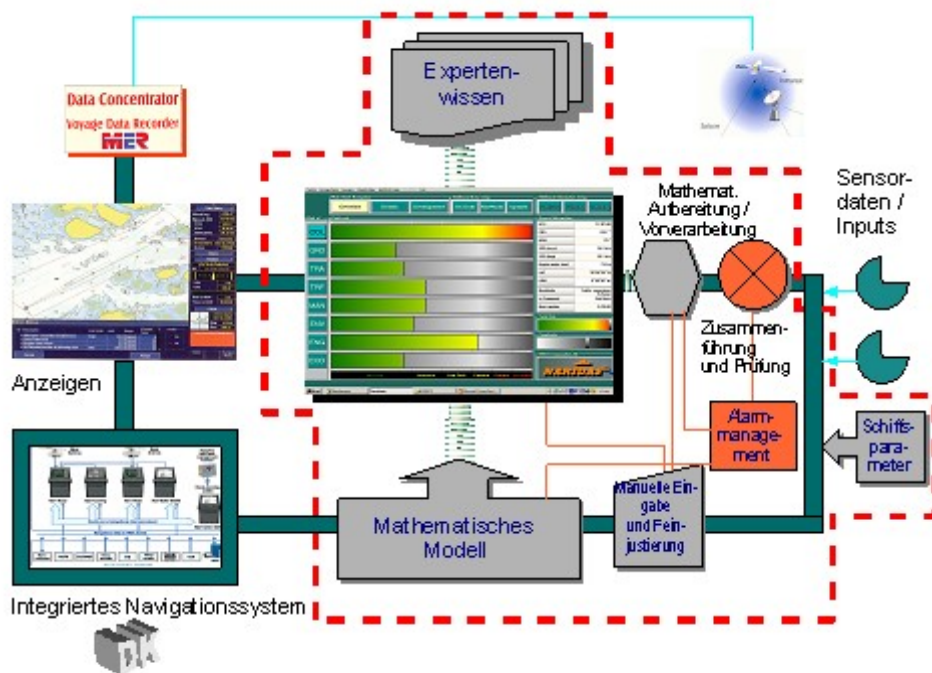
Während an dieser Stelle in der Regel die traditionelle Mensch – Technik – Schnittstelle mit allen Gestaltungsfolgen angeordnet ist und dem Operateur die Bewertung von Daten und Zuständen überlassen wird, übernimmt NARIDAS die strukturierten und geprüften Eingangsgrößen und bewertet sie hinsichtlich ihrer aktuellen Gefahr für die Erreichung von wissensbasierten oder auf andere Weise definierten Schwellwerten und Prozesszielen.

Durch eine wissensbasierte Informationsverarbeitung gelingt es, ca. 100 Eingangsgrößen aus den verschiedenen Quellen auf eine einzige Zustandsaussage zu verdichten, wobei die aufgabenstrukturierte Zustandsabschätzung (gegenwärtig 8 partielle Prozesse) im Interesse einer „Diagnose auf einen Blick“ sinnvoll erscheint.

Ganz wesentlich für die aufgaben- und situationsspezifische Zustandsdiagnose ist die Verwendung betriebszustandsabhängiger Wissensbasen. Sie bilden eine Grundlage für die Berechnung der Höhe der Gefahr und ihrer Interpretation (oder auch „Bedeutung“) in Abhängigkeit von der aktuellen Situation, in dem sich das Schiff befindet.

Differenzen zwischen Soll – und Istzustand sind geeignet, die Höhe der Gefahren für die anforderungsgerechte Erfüllung der geplanten und allgemein auch erwarteten Qualität der Aufgaben der Schiffsführung zu messen, zu bewerten und zu hinterfragen

NARIDAS ist in Form eines Baukastens strukturiert (s.Abb. „AIT – Baukasten“). Der Baukasten enthält die Elemente eines jeden aufgaben- bzw. prozessspezifischen Moduls und die verschiedenen partiellen Module zur Überwachung, Kontrolle und Steuerung einzelner Prozesse bzw. des Prozesses in seiner Gesamtheit : Collision Avoidance, Anti-Grounding, Track Keeping, Strength/Stability, Environment, Wheel/Engine, Economy, Traffic Loading, Bridge Manning, Cargo, Fire/Water, Emission. Eine Erweiterung durch weitere partielle Modulen / Prozesse ist denkbar.



Der AIT – „Baukasten“

Daten aus dem Schiffsführungsprozess werden gesammelt, geordnet (strukturiert), geprüft, verdichtet und vorverarbeitet. Daraus werden (entsprechend der gegenwärtigen Struktur) die für jeden Bereich typischen Eingangsgrößen gebildet; z.B. cpa, tcpa, range aller Ziele für die Berechnung des Risikos im Bereich „**COLLISION**“. Diese Eingangsgrößen werden von der implementierten Wissensbasis (nautisches Expertenwissen) hinsichtlich der von ihnen ausgehenden Gefahr für die Erreichung eines Prozesszieles einzeln bewertet.

Wie der Schiffsführer auch, leitet NARIDAS daraus dann ein komplexes Bewertungskriterium für die aktuelle Lage und für den Moment des Passierens der Ziele mit dem Eigenschiff ab (d.h. cpa, tcpa und Abstand werden mit Hilfe eines speziellen mathematischen Verfahrens zu einer Größe zusammengefasst). Die Einleitung einer Handlung ist das Ergebnis des Problemerkennungs- und bewertungsprozesses. Dieses Kriterium ist für NARIDAS die Höhe der Gefahr der möglichen Zustände zwischen „0“ und „1“.

In das partielle Risiko „**GROUNDING**“ gehen nach Sammlung der entsprechenden Eingangsdaten, ihrer Verdichtung und Vorverarbeitung solche Eingangsgrößen wie das Verhältnis von möglicher und aktueller Geschwindigkeit im Manöverraum, kritische Geschwindigkeit in Flachwasser und Bodenfreiheit im Verhältnis zur Wassertiefe ein.

Das Risiko „**TRACK**“ wird durch die Abweichung von der vorgeschriebenen Bahnbreite, der Wassertiefe unter dem Kiel und der Differenz zwischen verfügbarem und aktuell in Anspruch genommenem Manöverraum gebildet.

In Abhängigkeit vom Betriebszustand (navmode) werden in einem bestimmten Radius um das Eigenschiff die Verkehrsdichte, die Verkehrsart (parallel zu kreuzend) und die Nähe gefährlicher Ziele ermittelt und zum partiellen Risiko „**TRAFFIC**“ zusammengefasst.

Das Risiko „**MANNING**“ berücksichtigt Abweichungen von einer normgerechten Besetzung der Brücke, die Tageszeit und die Dauer des ununterbrochenen Wachdienstes.

Aus der Sicht des Schiffsführers ist der Zustand der Maschinen- und der Ruderanlage „**ENGINE**“ von großer Bedeutung für die Einleitung, die Durchführung und / oder den Abbruch von Manövern hinsichtlich der Teilrisiken „Collision“, „Grounding“ und „Environment“. Eingang in die Risikoberechnungen finden die jeweiligen Verhältnisse zwischen den aufgeführten Soll – und Istzustandswerten.

Das Risiko „**ENVIRONMENT**“ berücksichtigt die aktuellen Driftwerte des Schiffes durch Wind und Strom, den Rollwinkel, die Wellenhöhe und die Annäherung an Resonanzkriterien.

Schließlich wird das partielle Risiko „**ECONOMY**“ durch die Einhaltung solcher Kriterien wie ökonomische Geschwindigkeit, Brennstoffverbrauch und Einhaltung des geplanten ETA bestimmt.

Die **Validität des Modells**, insbesondere seine Wissensbasis und seine mathematischen Verfahren sowie die Gestaltung der Benutzungsoberfläche wurden in vorhergehenden Studien getestet. Die Ergebnisse fanden u.a. in verschiedenen Modellverbesserungen und Gestaltungsänderungen ihren Niederschlag. In der zunächst letzten Testreihe wurde NARIDAS an einen Schiffsführungssimulator gekoppelt und bei realitätsnahen Bedingungen weiter evaluiert. Als Ziel der Evaluation wurde festgelegt, die Auswirkungen des Einsatzes von NARIDAS auf Situational Risk Awareness, Navigationsleistung und Lernerfolg im Simulator zu untersuchen.

Zusammenfassende Einschätzung von Testreihen am Schiffsführungssimulator ²⁾

In beiden Versionen (mit und ohne AIT-System) zeigen die Gefahrenbewertungen einen ähnlichen Verlauf. Die Mittelwerte liegen bei Anwendung von AIT etwas unter den Werten ohne AIT.

Die „Aufenthaltsdauer“ eines Schiffes mit AIT im Bereich hoher Gefahren > 80 % des partiellen Prozesses „Anti-Collision“ ist kleiner als die ohne AIT. Im Bereich > 70 % stellt sich eine „gesteuerte“ Gefahrenhöhe ein, die größer als die ohne AIT ist. Ursache hierfür scheint die genaue Kenntnis von Gefahrenhöhen und ihren Hintergründen sowie die Prioritätskenntnis der Ziele zu sein. Beide Erscheinungen können als Anzeichen für die Verbesserung der Navigationsleistung einerseits und die Erhöhung der Aufmerksamkeit andererseits angesehen werden.

2) Bericht in : Kersandt, D. : Diagnosesystem für dynamische Fahrprozesse mit Gefahrenabschätzung und Alarmmanagement auf der Basis NARIDAS. HANSA International Maritime Journal 07/ 2007, S. 68 ff

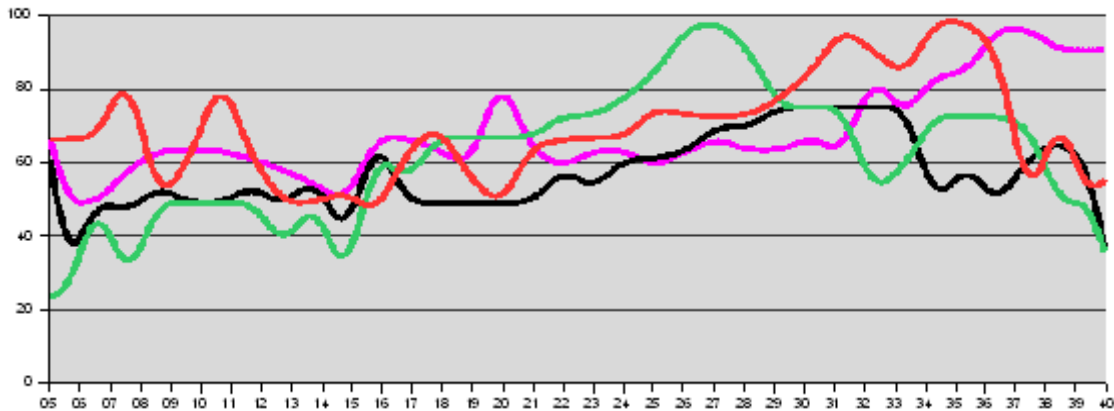
Gestaltungseffekte von Gefahren zeigen sich in der kontrollierten Duldung höherer oder niedrigerer Gefahren in einem partiellen Prozess (z.B. Kollisionsverhütung) zugunsten oder zuungunsten anderer partieller Gefahren.

In Schiffsführungsbereichen mit ähnlichen „Denkweisen“ von Mensch und Maschine liegt die Navigationsleistung („gute Seemannschaft“; gesteuertes Gefahrenverhalten) auf konstant gutem Niveau, z.B. Kollisionsverhütung (COLL). In anderen partiellen Prozessen, in denen Geübtheitsgrad und Anwendungsgrad der seemännischen Kenntnisse noch nicht so gut mit den Bewertungsgrundlagen von AIT übereinstimmen, kann es zu größeren Abweichungen im Verhalten des Menschen und den Bewertungen des Assistenzsystems kommen, z.B. wirtschaftliche Gefahren (ECO).

Ein Vergleich verschiedener partieller Gefahren zeigt den Erfolg von „Gestaltungsversuchen“ des Menschen. Die Bestrebungen, mit wirtschaftlicher Geschwindigkeit zu fahren, „konkurrieren“ mit den Umweltgefahren (Resonanzprobleme bei geringen Geschwindigkeiten). Während die Bewertung der Umweltgefahren zwischen Mensch und Maschine etwa ähnlich ist, kann bei der ökonomischen Gefahr keine Systematik erkannt werden. Der eingeprägte „Verhaltensmechanismus“ : Sicherheit geht vor Wirtschaftlichkeit dominiert.

Das Verhalten der Übungsteilnehmer war stark von deren bisherigen Problemerkennungs- und -lösungsgewohnheiten geprägt. Wenn es eine gute Übereinstimmung mit den Bewertungen von AIT gibt, kann dies als ein Anzeichen für die Verlässlichkeit und die Leistungsfähigkeit des Assistenzsystems eingeschätzt werden.

AIT ist dazu geeignet, das Verhalten (den Nautiker) zu ermitteln, das (der) nach dem Verlauf aller Messwerte die unter den gegebenen Umständen mögliche beste Navigationsleistung vollbracht hat und als Vergleichsschiff mit dem „Normverhalten guter Seemannschaft“ definiert werden kann. Es ist in der Regel nicht das Schiff mit der Gefahr „0“, sondern das Schiff mit einem guten „kooperativen Gefahrenverhalten“. Sinnvoll ist es, das „Normverhalten“ in einer bestimmten Trainingsaufgabe als „Lehrmeinung“ und mit der Praxis abgestimmt vor Beginn der Übung in einem Testlauf unter Mitwirkung von Experten zu definieren. Dieses Normverhalten bildet die Vergleichsbasis, an der sich die anderen Schiffe zu messen haben. Es variiert von Aufgabe zu Aufgabe, von Situationsverlauf zu Situationsverlauf.



Kollisionsgefahren ausgewählter Schiffe (Zeitraum 5. – 40. Minute)

5. Zusammenfassung

Das AIT – System basiert auf einer klaren Definition des Schiffsführungsprozesses, berücksichtigt die mit dem Prozess verbundenen Tätigkeitsmerkmale des Nautikers, beachtet die aus präventiver Sicht ermittelten Ursachen von Informationsmängeln innerhalb der kognitiven Informationsverarbeitungsprozesse und die mit den definierten Mängeln einhergehenden Probleme der Situationserkennung und der Handlungsregulation, arbeitet innerhalb einer prozesstypischen Hierarchie, nimmt eine Aufgabenstrukturierung vor und definiert deren Ziele und Qualitätsmerkmale, passt sich an unterschiedliche Betriebszustände an und aktiviert entsprechendes Prozesswissen, führt eine aktuelle Zustandsdiagnose durch, enthält eine variable, individuell wählbare Alarmsensibilität, bewertet alle Eingangsgrößen und die von ihnen bestimmten Zustände partieller Prozesse, zeigt den aktuellen Prozesszustand grafisch an, berechnet den wahrscheinlichen Zustand für den Zeitpunkt + 1 Minute, reduziert die Anzahl der angebotenen Informationen durch eine intelligente Datenfusion, gibt erste Empfehlungen für situationsbedingte Entscheidungen und zeichnet Prozesszustände in Form grafischer Darstellungen mit den dazugehörigen Daten und Bewertungen auf.



Beispiel für ein Conning-Display nach KERSANDT auf der Grundlage des AIT – Lösungsansatzes

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

Literaturauswahl :

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

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

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

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

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

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

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

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.;

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

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

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.

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

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

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

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

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

Kersandt, D. : **Sind Katastrophen auf See vermeidbar?** Hannover Messe . - Forumsprogramm 15.04.2005

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.

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

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

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

Kersandt, D.: Fragen und Vorschläge für eine strategische Orientierung der maritimen Forschung. – Hansa International Maritime Journal 09 / 2006, Seite 182

Kersandt, D.: **NARIDAS –Ergebnisse einer zweiten Expertenbefragung.** - Hansa International Maritime Journal 10/ 2006

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

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

Kersandt, D. : Diagnosesystem für dynamische Fahrprozesse mit Gefahrenabschätzung und Alarmmanagement auf der Basis NARIDAS.

HANSA International Maritime Journal 07/ 2007, S. 68 ff

Kersandt, D. : **Strategische Orientierung der Schiffsführung.** - Schiff & Hafen, Heft 02 / 2008 S. 78 -83

Kersandt, D. : **Patentschrift DE 44 23 233 C 2 / Anmeldetag 02.07.1994**

Vorrichtung und Verfahren zur Erkennung, Quantifizierung, Steuerung und Überwachung sicherheitsrelevanter Systemzustandsgrößen in der bordautonomen und landgestützten Führung von Schiffen

Kersandt, D. : **Offenlegungsschrift DE 10 2006 056 669 A1 2008.06.05 / Anmeldetag 30.11.2006 Gefahren- und Alarmsystem für Verkehrsmittel (GASV)**

Kersandt, D. : **Der ingenieurpsychologische „AIT“ – Ansatz : Entwicklung eines adaptiven, ganz-heitlichen und aufgabenorientierten Systems der Schiffsführung (Teil 1).**- HANSA. -Heft 7 (Juli) 2008

Kersandt, D. : **Der ingenieurpsychologische „AIT“ – Ansatz : Entwicklung eines adaptiven, ganzheitlichen und aufgabenorientierten Systems der Schiffsführung (Teil 2).**- HANSA. - Heft 8 (August) 2008

Kersandt, D. : **Leistungsmessungen im Schiffsführungssimulator - ein Verfahren für die Bewertung von Komplexität und Kompetenz.** - HANSA Heft 06 (Juni) 2009. - S. 58 ff

NARIDAS – evaluation of a Risk Assessment System for the Ship’s Bridge

B Gauss and M Rötting, Berlin University of Technology, Department of Human-Machine Systems, Germany; **D Kersandt**, AVECS Corporation AG, Germany

Human Factors In Ship Design, Safety and Operation. RINA –The Royal Institution of Naval Architects. International Conference.- 21-22 March 2007, London, UK

SUMMARY

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.

1. INTRODUCTION

Accident analyses show that human error is a dominant factor in about 80% of maritime accidents. Many of these human error accidents are attributed to failures of situation awareness [1]. It has been argued that it is often not adequate to attribute the main causes of accidents in complex human-machine systems like ships to active failures of the operators ‘at the sharp end’ (here: on the ship’s bridge). Instead, it appears more promising for the prevention of future accidents to investigate the latent failures in the system ‘at the blunt end’ (design, organisation, management etc.) [2]. In hindsight, for the accident researcher, it might be rather easy to detect operator errors in the chain of events resulting in an accident. But in many cases, things were less clear for the bridge team during the event: ‘Errors do not look like errors at the time they are perpetrated, and the accidents that are caused by them look impossible beforehand’ [3].

However, there is no doubt that situation awareness of the bridge team was insufficient in many severe marine accidents. Situation awareness can be defined as ‘the perception of the elements in the environment within a volume of time and space, the comprehension of their meaning, and the projection of their status in the near future’ [4]. If we have identified situation awareness failures as

an important cause of accident, we should ask *why* bridge crews lose situation awareness. The answer to this question will enable us to find out what can be done that situation awareness is enhanced or at least maintained in critical situations.

2. The ROOT CAUSE: Data Overload

The overabundance of data provided by the technical systems on the ship’s bridge is a crucial factor that makes the task of maintaining situation awareness difficult. Watch officers are confronted with data overload, caused by the ever-growing number of displays, screens and navigation devices on the bridge.

Data overload is considered a significant problem in many domains of human-machine systems: ‘The ubiquitous computerisation of the modern world has enormously advanced our ability to collect, transmit and transform data, producing unprecedented levels of access to data. However, our ability to interpret this avalanche of data, i.e., to extract meaning from artificial fields of data, has expanded much more slowly, if at all. In studies across multiple settings, we find that practitioners are bombarded with computer-processed data, especially when anomalies occur. We find users lost in massive networks of computer-based displays, options and modes’ [5].

On the ship’s bridge, the poor design of user-interfaces aggravates this problem. The integration of different navigation aids is insufficient, and there are no common standards for user-interfaces on the ship's bridge [6]. Screens tend to be complex, packed with numeric information, and difficult to operate correctly. In addition, the number of alarms is often confusing.

Generally, automated systems can support four different stages of human information processing and behaviour [7] (Figure 1). Today shipboard automation concerns mainly the first and the last stage: information acquisition with all kinds of sensors and the related displays, devices or systems (e.g., ARPA, GPS, AIS) and action implementation (e.g., autopilot, track control).

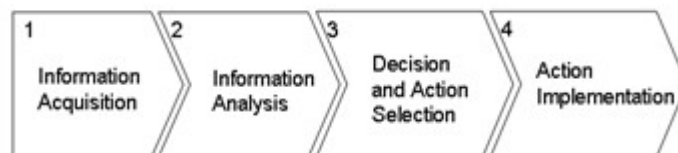


Figure 1: Stages of human information processing

In consequence, the prevailing approach to modern aids for ship navigation has reached its limit. More and more information is acquired and presented by technological systems, but the tasks to assess the information from multiple sources and to decide what to do next remain with the human operators. The bridge team cannot profit any more from the very fast and accurate numerical description of the ship navigation process provided by modern computer-based systems, because there is too much data available.

3. THE SOLUTION : NARIDAS

A possible solution to the problem of data overload, caused by the continuous expansion of ‘information acquisition systems’, is the development of support systems for the cognitive processing stage of information analysis. On this stage, the information acquired on the first stage is integrated by relating it to the current goals. The operators extract the *meaning* of the information in their task environment for decision and action selection.

An important semantic category at this stage is the concept of *risk*. Risk can be defined as the anticipation of an event with negative consequences. In dynamic human-machine systems, subjective risk assessments are directly linked to decision making and action. If subjective risk is too high, the operator will change his or her plan and take adjusting actions to reduce risk to an acceptable level. Of course, it is crucial for adequate decision making that risk is assessed correctly, i.e., that the operators' subjective risk reflects the situation's actual or 'objective' risk. Thus, a risk assessment system could support the cognitive processing stage of information analysis in order to overcome the data overload problem. In addition to the raw sensor data of information acquisition systems, a risk assessment system offers a task-oriented integration of the acquired information.

For ship navigation, the *Navigational Risk Detection and Assessment System* (NARIDAS) is a novel approach to support integration of nautical data by dynamic risk assessments. The basis of NARIDAS is the breakdown of the navigation process into eight task dimensions [11]:

- COLLISION AVOIDANCE (COL): pass other ships or objects safely;
- ANTI-GROUNDING (GRD): adjust own ship's speed to the natural conditions;
- TRACK KEEPING (TRA): keep track and consider manoeuvring area;
- TRAFFIC (TRF): account for characteristics and density of traffic;
- BRIDGE MANNING (MAN): consider the condition of the bridge crew;
- ENVIRONMENT (ENV): account for the meteorological and hydrological conditions;
- ENGINE/WHEEL (ENG): consider the state of propulsion and rudder engines;
- ECONOMY (ECO): comply with the economic criteria of the voyage.

For each of these task dimensions, NARIDAS calculates the corresponding risk by means of knowledge-based and rule-based procedures. In a first step, about 100 technical or physical input parameters – that are continuously updated from various sources (e.g., ARPA, electronic chart, integrated navigation system) – are processed by crisp mathematical algorithms for nautical calculations. In doing so, the input parameters are integrated into 24 higher-order variables. These higher-order variables are further processed with fuzzy algorithms comparing their current values with standard values for 'good seamanship' to obtain the eight navigational risk values on a scale from 0='no risk' to 1='accident'.

As an example, the COLLISION risk is assessed by combining closest point of approach (CPA), time to closest point of approach (TCPA), and other characteristics of all radar targets, based on ARPA data. In addition to the radar image, ARPA displays present a multitude of numeric information for each target (e.g., bearing, heading, course, speed, CPA, TCPA). NARIDAS detects the three most dangerous ARPA targets and calculates one corresponding risk value for the current situation. So, ARPA information is reduced drastically and integrated into one meaningful category, 'collision risk', which is directly related to the tasks of the human operators.

On the graphical user interface of NARIDAS, the eight situational risk values are displayed in a bar chart (Figure 2). This comprehensive display allows for an assessment of the situational risks of the navigation process at a glance. Also, the system offers access to more detailed explanations, so the users can check the reasons behind the system's risk assessments.



Figure 2: NARIDAS Graphical User Interface (GUI)

Since navigational risks are context-specific, the NARIDAS knowledge-base is customised on three different levels: (1) *long term*: to the particular ship (manoeuvring properties, engine characteristics etc.), (2) *medium term*: to the voyage plan (way points, estimated time of arrival etc.), and (3) *short term*: to the current sea area. For the latter, NARIDAS distinguishes between six different ‘navigation modes’:

- Coastal waters
- Approach
- Traffic separation scheme
- Fairway
- Open sea
- At anchor

For each navigation mode, a specific set of standard ‘good seamanship’ values is activated. As an example, NARIDAS permits a smaller CPA in restricted waters than in open sea for COLLISION (e.g., a CPA of 1 nm is rated ‘high risk’ in open sea, while it is rated ‘OK’ in a traffic separation scheme).

4. DEVELOPMENT PROCESS AND Evaluation FRAMEWORK

In many cases, the development of maritime automation and support systems is technology-driven. The application of user-centred processes for system development is not common in the maritime domain. As a result, many high-tech navigation aids are notorious for their poor usability [8]. Practitioners find the situation on modern ships bridges an ‘ergonomic nightmare’ [9].

Recently, improvements for the design process have been proposed by applying human factors engineering approaches, e.g., for a military integrated bridge system [10]. The main characteristics

of the proposed human factors methodology consist in (1) the use of mock-ups and prototypes, and (2) the involvement of the future operators in evaluation studies.

For the NARIDAS development process, a ‘parallel-iterative approach’ of system development is applied:

- Parallel*: From early stages of the development process, we work on technological and human aspects of the system in parallel.
- Iterative*: The match of these aspects is controlled in iterative evaluation loops with prototypes and the participation of practitioners.

This approach requires the interdisciplinary cooperation of system developers, domain experts and human factors specialists. For the rest of this paper, we will focus on the evaluation process as the key task from the human factors point of view. The main objective of the evaluation is to gather information for the improvement of the system. Evaluation in the NARIDAS development process can be assigned to an ‘evaluation pyramid’ of three levels (Figure 3). On the basic level, the validity of the NARIDAS risk model, is verified. Secondly, the design of the graphical user interface (GUI) is reviewed. Finally, the effectiveness of the complete system is evaluated.

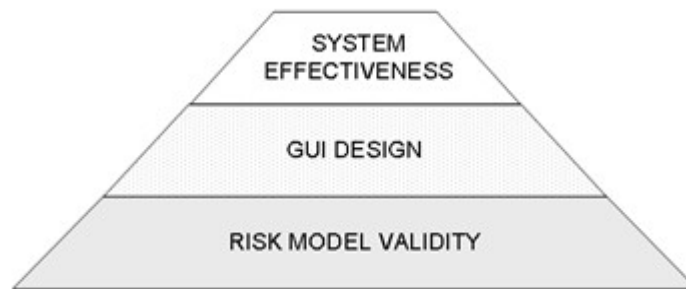


Figure 3: Evaluation pyramid

4.1 RISK MODEL VALIDITY

NARIDAS was invented by one of the authors, Diethard Kersandt, on the basis of his vast experiences in practice as Master and Nautical Officer as well as in the academy as nautical instructor and accident researcher. He designed and adjusted the NARIDAS knowledge base, i.e., the algorithms for risk calculation, in several years of development work. The evaluation objective at the first level is to check how well the algorithms represent the risk assessments of other nautical experts. Of course, it is an essential prerequisite for acceptance and effectiveness of NARIDAS that the risk algorithms reflect the common view on risk and not just the personal opinion of a single expert.

4.2 GUI DESIGN

The most important question at this level is how the risk values should be displayed to provide an optimal overview of the situation. Also the presentation of the additional information (e.g., the details of the risk calculations, explanation components), the menu structure, and general usability criteria (e.g., error tolerance, learnability, acceptance) of the GUI have to be evaluated.

4.3 SYSTEM EFFECTIVENESS

For sure, the demonstration of the system's effectiveness is crucial for success. Why should the ship-owner buy a system, why should the nautical officer use a system, as long as its effectiveness is not clear? Unfortunately, the effectiveness of a risk assessment system is difficult to prove. On the one hand, as we have discussed at the beginning of this paper, it seems obvious that support on the cognitive stage of information analysis should contribute to reduce data overload on the bridge. On the other hand, the benefits of a cognitive support system might appear to be rather subtle, compared to 'classical' navigation aids like radar. Radar makes objects visible that would be invisible without it in conditions of fog or darkness. A risk assessment system makes risk visible. Before, risk has never been visible, and we have been navigating safely for thousands of years. We have done so without radar, too. What exactly will we gain if we can see the navigational risks?

5. EVALUATION PROCEDURE AND RESULTS

Until now, two studies have been conducted in the NARIDAS evaluation process. Study I addressed the two basic levels of the evaluation pyramid. Study II investigated the top level.

5.1 Study I: RISK MODEL and GUI Design

Study I was carried out in two rounds with a functional NARIDAS prototype, which presented the GUI, and contained the nautical data and risk values for several pre-defined static traffic scenes. The objectives of the study were (1) to compare the NARIDAS risk values with risk judgements of nautical experts and (2) to enquire the experts' opinions about the GUI and the overall concept of this nautical risk assessment system.

5.1 (a) Procedure

Participants were 16 nautical experts (masters, mates, final-year students) of German nationality. All of them were between 25 and 60 year-old men with nautical experience on board of large vessels world-wide. The study was conducted in individual trials. After an introduction to NARIDAS, 14 static traffic scenes were presented to the expert. These scenes represented a broad range of different navigational requirements (e.g. passing Strait of Gibraltar; approaching port of Livorno; open sea) and environmental conditions.

For each scene, the experts received data about own ship characteristics (pilot card), traffic situation and sea area (screenshots of radar and electronic chart), and environmental data (wind, waves, visibility etc). Experts were instructed to judge the navigational risks of the traffic scene on the eight dimensions. After the risk assessment a computer screen with the functional prototype was switched on, so that the experts could explore the system and compare their own risk assessments with the NARIDAS values. During risk assessment and system exploration, experts were asked to think aloud. Verbal data was recorded, transcribed and analysed qualitatively. After completion of the risk judgements, a detailed usability questionnaire with rating questions was administered. At the end of the trial a short structured interview was held on the experts' opinions about NARIDAS.

5.1 (b) Results

Over all traffic scenes and risk dimensions, experts’ judgements and NARIDAS values were highly consistent (Cronbach’s Alpha between .89 and .94). Figure 4 shows examples of experts’ (means) and NARIDAS risk assessments in 3 different scenes. In a sensitivity analysis, rates of ‘misses’ and ‘false alarms’ were determined. A miss was defined as a case if >50% of the experts assessed a risk as ‘dangerous’ (>.80) and NARIDAS assessed the risk as ‘not dangerous’ (<.60). A false alarm was defined as a case if NARIDAS assessed a risk as ‘dangerous’ and >50% of the experts assessed the risk as ‘not dangerous’. With 1.5% (1st round) and 7.1% (2nd round) of false alarms, and 0.9% of misses (both rounds) for a total number of 112 cases (= 14 scenes * 8 risk values), sensitivity of NARIDAS was high.

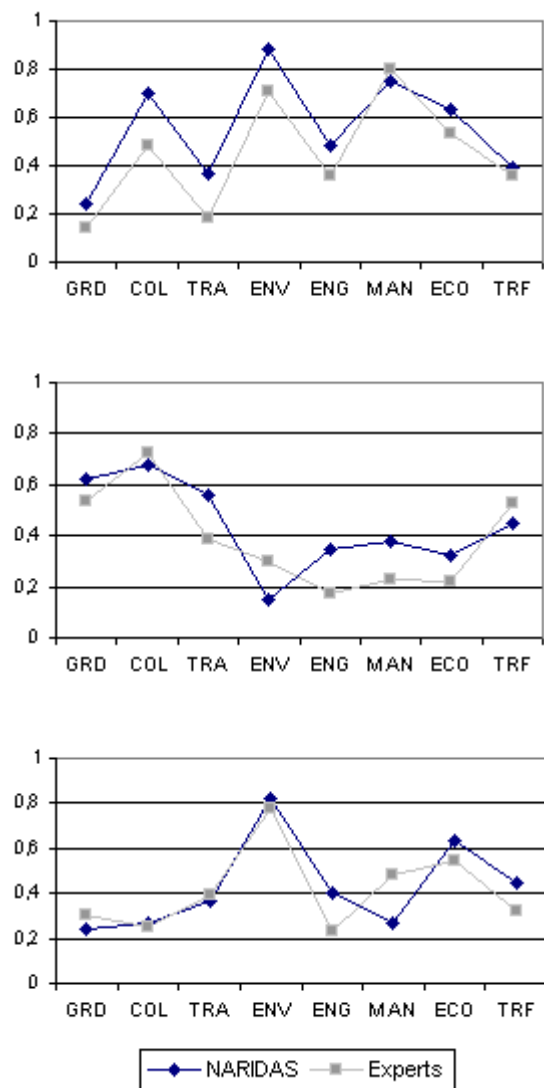


Figure 4: Experts’ (means) and NARIDAS risk assessments in three different traffic scenes

In the questionnaire, the GUI was rated very positive. Participants judged the NARIDAS interface as clearly designed and easy to use. Overall usability of the system, assessed on a 10-items-scale (e.g., ‘NARIDAS is a reliable system’, ‘NARIDAS would enhance the safety of navigation’), achieved 73.2 of 100 points. Also the qualitative data (think-aloud protocols, interviews) showed that the experts considered NARIDAS as a useful support to ship navigation.

5.2 Study II: system Effectiveness

For study II, a fully-function simulator in Elsfleth, Lower Saxony (Figure 5). The objectives of the study were to investigate the effects of NARIDAS on situational risk awareness and navigation performance of the bridge team during a simulated voyage. The NARIDAS prototype was implemented in the ship-handling



Figure 5: NARIDAS in the Elsfleth simulator

5.2 (a) Procedure

NARIDAS was connected to the simulator network, so it was calculating the risks online during the whole voyage. This was the first test of the system under dynamic conditions, after a basic prototype had been installed on board a cruise ship in 1996.

Participants were 23 nautical students in the final year of their studies (all men; age between 21 and 48 years, mean=28 years). They were grouped into 11 bridge teams, each team consisting of one ‘Master’ and one or two ‘Watch Officers’. A traffic scenario in the English Channel of 80 minutes was constructed with high traffic density and rather unpleasant environmental conditions (4m swell from 220°, 30kn wind from 180°, 2.5kn current from 50°). Own ship was a container vessel travelling from Cadiz to Rotterdam.

A simple one-factor experimental design was realised with ‘NARIDAS support’ as independent variable, which was varied within teams. Each team travelled one 40-minutes section of the trip with NARIDAS, the other 40-minutes section without NARIDAS (i.e., NARIDAS display was switched off). The sequence of sections with and without NARIDAS was balanced between teams. Dependent variables were assessed with a combination of different methods. After each section, rating questionnaires were applied to assess situational risk awareness (SRA) and navigation performance (self-ratings by the subjects and assessment of the teams by an experienced instructor). Furthermore, SRA was measured with an online-test, 3 times during each voyage section (after 15, 25 and 35 minutes). For this test, the ‘Master’ received a phone call from the experimenter. He was asked to report the three most dangerous risks at the particular moment, and to rate these risks on a scale from 0 to 100. The answers were recorded, and categorised ex post to the NARIDAS risk dimensions for analysis. As an additional indicator for navigation performance, NARIDAS risk values were recorded during the whole trip.

5.2 (b) Results

In the SRA online-test, subjects had higher risk awareness in the sections travelled with NARIDAS

support (Figure 6). In particular, more collision risks (i.e., dangerous radar targets) were reported by the participants. The difference between the sections with and without NARIDAS is statistically significant (Wilcoxon-Test, $p < .01$). Results also show that only three of the eight risk dimensions (collision, environment, and traffic) were rated ‘dangerous’ during the test. This indicates that overall complexity of the traffic scenario was rather low. The teams were able to handle the requirements of this simulator exercise without major problems.

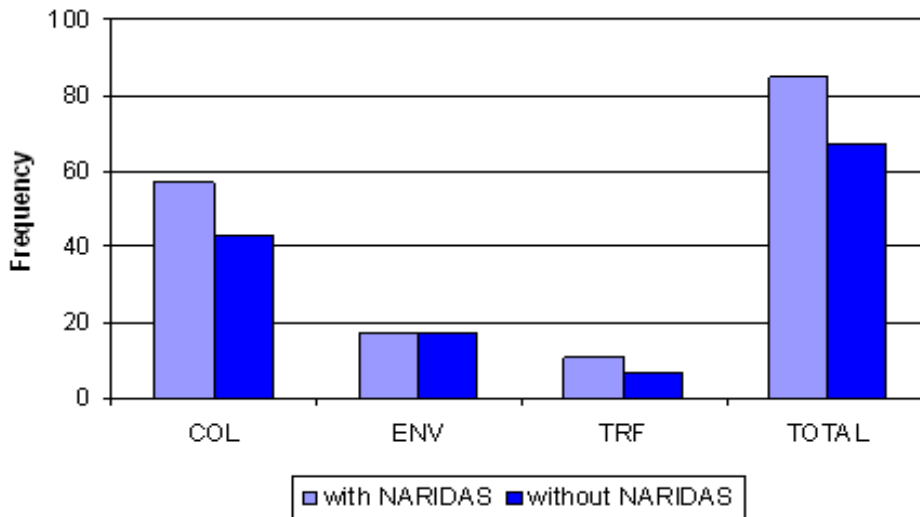


Figure 6: Reported risks in the SRA online-test

Analysis of navigation performance showed that with NARIDAS, a higher risk of collision (the most important risk dimension in the scenario) was associated with better SRA and navigation performance ratings by the instructor. Without NARIDAS, a higher risk of collision was associated with a poorer instructor rating (Table 1).

		Collision Risk	
		With NARIDAS	Without NARIDAS
Instructor Ratings	Navigation Performance	.48	-.59*
	SRA	.68*	-.45

Table 1: Correlations between instructor ratings and recorded collision risk (Spearman-Rho; * $p < .05$)

This result suggests that NARIDAS can contribute to a better handling of high risks. If a high risk is taken consciously (i.e., with a high SRA, supported by a risk assessment system), navigation performance is good, and the situation remains under control. In contrast, if the navigators take a high risk without recognising it (lower SRA, no support), navigation performance becomes unstable.

Again, usability of NARIDAS was rated positive by the participants, and their acceptance of the system was high. In an overall judgement, 19 participants rated NARIDAS as ‘good’ or ‘very good’, the other 4 participants as ‘neither good nor bad’. There were no negative judgements on this novel system.

6. DISCUSSION

In the two empirical studies, results were encouraging on all three levels of evaluation. In study I, the risk values calculated by NARIDAS matched very well with the risk judgements of nautical experts. This result indicates high validity of the NARIDAS risk model. Furthermore, these findings imply that there is a common view on the navigational risks among nautical experts, and this common view can be modelled by a combination of mathematical and fuzzy-set algorithms. However, it should also be noted that consistency of risk assessments between the experts and NARIDAS, as well as inter-individual consistency between the different experts, is high but not perfect. If we use more abstract concepts like risk, we will be confronted with a higher degree of uncertainty than with crisp technical or physical parameters. In complex, dynamic processes like ship navigation, human operators will always have to cope with uncertainty. The concept of risk makes uncertainty measurable and visible. The positive expert ratings on usability and acceptance suggest that practitioners believe they will profit from the display of risks by NARIDAS, despite the residual fuzziness of the risk concept.

For study II, NARIDAS was successfully implemented in the full-mission ship-handling simulator Elsfleth, so the system's operational capability could be demonstrated online in a dynamic setting. Experimental comparison showed positive effects of NARIDAS on situational risk awareness and navigation performance, even though the voyage scenario realised for the simulator study resulted to be not extraordinarily challenging for the well-trained participants. In the future, NARIDAS should be tested under more tricky conditions, e.g. a slowly evolving emergency scenario in a simulator exercise of several hours. We assume that the benefits of NARIDAS should appear even clearer if the bridge team had to switch unexpectedly from operational routine to a peak workload situation. In study II, workload was rather moderate without major variations during the exercise, reflecting an everyday's working scenario.

Furthermore, the measurement of navigational risks by NARIDAS offers perspectives for various applications beyond the use as support tool for the bridge. In the ship-handling simulator, NARIDAS could provide online training feedback for the students as well as standardised assessments of navigation performance. Last but not least, dynamic risk assessments could be integrated into voyage data replay systems. So, incident and accident analyses would profit from risk profiles of critical situations, e.g. to determine the 'point of no return'.

7. CONCLUSIONS

In conclusion, the results of the evaluation studies show that NARIDAS provides a valid model for the risks of ship navigation, and a promising tool for reducing data overload and enhancing situational risk awareness of the bridge team. In both studies, usability of NARIDAS and acceptance by the practitioners were high.

Besides the presentation of a novel support system, the purpose of this paper is to give an example for the role of evaluation and for useful procedures within a parallel-iterative approach to system development in the maritime domain. The objective of this methodology is to achieve a user-centred design of technological systems, by involving the future users and considering human factors aspects from the very beginning of the design process.

8. Acknowledgements

The simulator study reported in this paper was kindly supported by Mr Klaus Damm and Mr Pawel Bednarz from the Elsfleth ship-handling simulator, Department of Maritime Studies at the University of Applied Sciences Oldenburg/ Ostfriesland/ Wilhelmshaven.

9. References

References should be numbered in the text where they occur, with the number in square brackets [1] and a complete list given at the end of the paper:

1. Baker, C.C. & McCafferty, D.B., ‘Accident Database Review of Human-Element Concerns: What Do the Results Mean for Classification?’, *RINA Human Factors in Ship Design, Safety & Operation* (pp. 65-71), 2005.
2. Reason, J., *Human Error*, Cambridge University Press, New York, 1990.
3. Wagenaar, W.A. & Groeneweg, J., ‘Accidents at sea: Multiple causes and impossible consequences’, *International Journal of Man-Machine Studies*, 27, 587-598, 1987.
4. Endsley, M.R., ‘Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems’, *Human Factors*, 37 (1), 32-64, 1995.
5. Woods, D.D., Patterson, E.S. & Roth, M., ‘Can We Ever Escape from Data Overload? A Cognitive Systems Diagnosis’, *Cognition, Technology and Work*, 4, 22-36, 2002.
6. Moreton, M.-B., *Human Factors on the Ship’s Bridge*. PhD Thesis, Liverpool John Moore University, 2000.
7. Parasuraman, R., Sheridan, T.B. & Wickens, C.D., ‘A Model for Types and Levels of Human Interaction with Automation’, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part A: Systems and Humans*, Vol. 30 (3), 286-297, 2000.
8. Lützhöft, M., ‘The technology is great when it works. Maritime Technology and Human Integration on the Ship’s Bridge’. PhD Thesis, University of Linköping, 2004.
9. The Nautical Institute, Alert! The International Maritime Human Element Bulletin, Issue No. 3, April 2004, <http://www.he-alert.org/> [visited 25 January, 2007]
10. Chouvy, N. & Pellen-Blin, M., ‘Integration of Human Factors into the Design Process / Practical Applications of Human Factors Engineering’, *RINA Human Factors in Ship Design, Safety & Operation* (pp. 7-19), 2005.
11. 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 of Human Factors on Board. TÜV Rheinland.- Bremen, November 1995

10. Authors’ biographies

Boris Gauss is a Research Assistant at Berlin University of Technology, Department of Human-Machine Systems, and holds a ‘Diplom’ (German MSc equivalent) in Psychology. He has been doing research on Human-Machine Systems for several years in various domains (e.g., air traffic

control, aircraft evacuation, ship navigation). Currently he is preparing his PhD thesis on ‘Situational Risk Awareness in Human-Machine Systems’.

Dr.-Ing. habil. **Diethard Kersandt** is consultant for maritime companies, working since more than 30 years on problems of human error and the development of support systems in this domain. He holds a ‘Diplom’ (German MSc equivalent) in Sea Transport and a Master’s certificate for deep-sea navigation and went to sea for 8 years as Chief Mate and Nautical Officer on merchant ships. For more than 10 years he held the position of an Assistant Professor and Lecturer at the Maritime Academy in Warnemünde, Germany.

Prof. Dr.-Ing. **Matthias Rötting** holds the position of a University Professor and is the head of the Department of Human-Machine Systems, Berlin University of Technology. ...

8. Zusammenfassung

Die eingangs gestellten Fragen lauteten :

Wollen wir den realen Nautiker oder seine „virtuelle“ Nachbildung als 'Erprober' für neue Schiffsführungssysteme?

Hat die Deutschen Gesellschaft für Ortung und Navigation die Verwendung ihres Namens für das Projekt freigegeben ?

Gibt es Hinweise auf die Verletzung des Status der DGON als „gemeinnütziger Verein“?

Welche Bedeutung haben der aktuelle Stand von Wissenschaft und Technik und „Projektbegründungsgutachten“ für die staatliche Förderung von F/E-Projekten ?

Wie schätzt die DGON die Konsequenzen ein, die sich mit der Bezeichnung des Projektes aus den Ergebnissen der Projektarbeit ergeben ?

In welcher Rolle sieht sich die DGON bei der Behandlung anderer und ähnlicher bisheriger Forschungsergebnisse hinsichtlich der Gemeinnützigkeit und der wissenschaftlichen Diskussion in und außerhalb der Gremien der DGON ?

Welche Konsequenzen zieht der Vorstand der DGON aus wissenschaftlichen Mängeln des unter ihrem Namen laufenden Projektes ?

Kann die Bildung eines Fachausschusses “Schiffsführung” und seine Arbeit eine Quelle wissenschaftlicher und zugleich praxisnaher Diskussion sein, die zur Herausbildung strategisch wichtiger Forschungslinien und ihrer aufmerksamen Beobachtung und Überführung von Ergebnissen in die Praxis der Seefahrt beitragen ?

Hinzugefügt werden kann die Frage, ob sich die am Projekt beteiligten Praxispartner über die dargestellte Problematik bewußt waren und ob sie bereit sind, die Konsequenzen aus dieser Forschung zu tragen. Die Frage ist auch für die Reeder interessant, denn sie kaufen die Produkte und sie verfügen über die Kapitäne und Schiffsoffiziere, die mit der Technik umzugehen und das Recht haben, nach dem “virtuellen Nautiker” oder nach dem “Computermodell des Kapitän” zu fragen.

Der Verfasser glaubt, in seiner Ausarbeitung einige Antworten oder zumindest Anregungen zu weiteren Fragestellungen gegeben zu haben.

Schließlich : Für die Entwicklung und Untersuchung interaktiver Systeme gibt es eine Vielzahl von Lösungsansätzen und Verfahren. Der Verfasser schließt sich der Meinung von Prof. Dr. Michael Herzeg an, dass kaum davon auszugehen(ist), dass die formale Modellierung eines menschlichen Akteurs, wie z.B. eines Nautikers, zu mehr als einem weiteren Hilfsmittel zum schrittweise besseren Verständnis und zur besseren Gestaltung von interaktiven Systemen führen kann.

Keines der existierenden Verfahren taugt zum Ersatz von kontextualisierten, arbeitspsychologischen Analysen und Evaluationen mit richtigen Menschen.

Diese Einschätzung schließt den umfassenden Anspruch der Projektmitarbeiter, ein Referenzmodell für Reeder, Zulassungsbehörden, Werften, Zulieferindustrie sowie für aufsetzende Forschungsvorhaben liefern zu wollen , aus.

Aus wissenschaftlichen und ethischen Gründen sollten Ziele bzw. Fragen wie

„Kann ein Computermodell eines Kapitäns die Seefahrt sicherer machen?“ oder „Virtuelle Nautiker als 'Probefahrer' bei der Neukonzeption von Schiffsbrücken“ oder „Der simulierte Nautiker“ oder „... Das wesentliche Mittel für die Erarbeitung von Design-Empfehlungen ist die Erstellung eines Computersimulationsmodells der psychischen Prozesse des Nautikers.“

nicht zum Gegenstand angewandter Forschung im Bereich der Schiffsführung gemacht werden, sondern als wissenschaftstheoretische Aufgabe in der „Theoretischen Psychologie“ verbleiben.

Die Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation hat nach Kenntnis einiger Mitglieder der Schifffahrtskommission und nach ihrer eigenen Auskunft den Namen „DGON-Bridge“ nicht vergeben. Der Inhalt des Projektes war den befragten Personen weitgehend unbekannt.

Der Verfasser hat seit 2006 mehrfach beantragt, den Namen „DGON“ aus rechtlichen und kommerziellen Gründen für die Projektbezeichnung abzulegen.

Auch auf die Verletzung der Gemeinnützigkeit, auf die Wettbewerbsverzerrung und auf die Möglichkeit einer unbefugten Namensverwendung hat er hingewiesen. Er hat darauf aufmerksam gemacht, dass die Personalunion von Vorsitzendem der Schifffahrtskommission der DGON, Mitglied des Vorstandes des Schifffahrtsinstitutes e.V. an der Hochschule Wismar und zugleich Professor im Bereich Seefahrt dieser Hochschule in Zusammenhang mit der Übernahme von Projektarbeiten durch das Schifffahrtsinstitut durchaus Anlass zu Nachfragen ergeben könnte.

Nach wie vor ist aus diesen und aus wissenschaftlichen Gründen nicht zu empfehlen, den Namen „DGON“ für eine aus staatlichen und privatwirtschaftlichen Quellen finanzierte Forschung zu verwenden. Es sei denn, es gäbe einen Beschluss der Mitgliederversammlung der DGON mit vorheriger und anschließender Fachdiskussion.

Mit bemerkenswerter Auffälligkeit vermieden Projektmitarbeiter in ihren Veröffentlichungen, auf den nationalen Erkenntnisstand in dem bearbeiteten Themenkomplex einzugehen. Sie haben es verstanden, nicht eine einzige Quelle der auf gleichem Gebiet veröffentlichten Arbeiten zu erwähnen.

Das verwundert um so mehr, als der für die Koordinierung des Projektes verantwortlichen Person die laufenden und aktuellen Arbeiten durchaus bekannt sein mussten.

Es ist in diesem Zusammenhang auch interessant zu erfahren, **welche wissenschaftlichen Quellen und Argumente für die Projektbegründung herangezogen wurden und auf der Basis welcher Gutachten öffentliche Forschungsgelder bewilligt wurden.**

Insgesamt wird in Zielstellung und angestrebten Ergebnissen der Eindruck erzeugt, die Untersuchungsgegenstände würden bisher wenig bearbeitet worden sein, Erkenntnisse lägen kaum vor und würden mit großem Neuheitsgrad ausgerüsteter Qualität die Schiffsführung nachhaltig verbessern.

Aus der vorstehenden Analyse ergeben sich viele Fragen. Sie müssen von der DGON, dem Schifffahrtsinstitut e.V. in Warnemünde, insbesondere von dem mit der Koordinierung beauftragten Mitarbeiter, von Mitarbeitern des Fachgebiet Interkulturelle Wirtschaftskommunikation der Friedrich-Schiller-Universität Jena und letztlich auch durch das Ministerium für Bildung und Forschung bzw. Wissenschaft und Technologie beantwortet werden.

Die Nautiker sind aufgefordert, sich an der Diskussion zu beteiligen (z.B. Im „FORUM SCHIFFSFUEHRUNG“ [http://:www.forum-schiffsfuehrung.com](http://www.forum-schiffsfuehrung.com))

Die Öffentlichkeit hat Anspruch auf Informationen über Inhalt, Finanzierung und Ergebnisse des Projektes.

PSI ist die Umsetzung der Theorie in ein Computerprogramm, um sie auf Widerspruchsfreiheit und Vollständigkeit prüfen zu können. Gegen diese Definition kann kein Einwand geltend gemacht werden. Wenn aber, wie es im „DGON-Bridge“ - Projekt verkündet wird, dieses Modell als „Stellvertreter des menschlichen Nautikers“ eingesetzt werden soll, sind Fragen an die Entwickler und an die Träger des Projektes erlaubt.

Wenn der Erfinder der „PSI- Theorie“ Dörner anstrebt, „Wesen zu schaffen, die tiefe Gefühle empfinden und Konflikte erleben können“ und seine Nachfolger in der Erschaffung des „virtuellen Nautikers“ dieses Ziel umsetzen wollen und dafür öffentliche Mittel beanspruchen, ist Skepsis durchaus angebracht.

Als Ingenieurwissenschaftler und Nautiker möchte ich nicht durch eine „artificial soul“ ersetzt werden.

In der PSI – Theorie spricht man von einem „Modell von Perzeption, Emotion, Kognition, Motivation und Aktion für die menschliche Handlungsregulierung.“ Das nun ist keine neue Erkenntnis, wie das seit vielen Jahren bekannte kognitive Modell der Informationsverarbeitung beweist. Auch hier geht es letztlich um ein Zusammenspiel der verschiedenen Komponenten, die im Ergebnis ein Abbild der Situation erzeugen und je nach Ausprägung der bekannten Merkmale einer Situation zu einer Entscheidung mit folgender Handlung führen. Wenn Ingenieurwissenschaftler die Selektion, Aufnahme, Speicherung, Verarbeitung, Bewertung, Bedeutung u.a. von Informationen auf ihre Weise beschreiben und für die Prozessdiagnose u.a. mit Hilfe von nautischem Expertenwissen umsetzen, so tun das die theoretischen Psychologen mit den Begriffen Bedürfnis, Emotion, Motivation u.a. auf ihre Art, ohne dass wirklich neue Inhalte herausgearbeitet werden, die für die Modellierung wesentlich andere Erkenntnisse liefern.

Nach dem PSI-Ansatz setzt sich das menschliche Handeln und seine Regulation „aus einer Menge von „Wenn-Dann“-Regeln zusammen.“ Das Problem, das sich bei dem Versuch, diese Regeln überprüfen zu wollen ergibt, besteht darin, dass die Anzahl von Variablen über die Zusammenhänge behauptet werden (und somit die Anzahl der zu überprüfenden Hypothesen) in der PSI-Theorie außerordentlich groß ist.“

Der Verfasser kann für seine (AIT – Lösung) in Anspruch nehmen, diesen Plausibilitätstest durch eine außerordentlich hohe Zahl von Versuchen in Simulation und Praxis bestanden zu haben. Das steht den Entwicklern und Förderern des “DGON-Bridge” - Projektes noch bevor.

Dazu der Erfinder der PSI – Theorie : „Insgesamt muss man wohl feststellen, dass eine saubere, die einzelnen Hypothesen isoliert testende Prüfung der Theorie jenseits des Möglichen liegt (Dörner, 2002).“

Vermutlich wollen seine Nachfolger das Gegenteil beweisen oder einen anderen Beweis führen.

„Dies heißt nun nicht, dass man die Theorie überhaupt nicht testen kann. **Wir können die Theorie als Ganzes testen.** Man kann sie auf einem Computer simulieren und dann die Verhaltensweisen, die das Computermodell hervorbringt, mit menschlichen Verhaltensweisen vergleichen“ (Dörner, 2002, S. 250).“

Mit allem Ernst sollte der **kritische Hinweis** von Funke beachtet werden :

„So lobenswert die Formalisierung ist (sie ermöglicht konkrete Vorhersagen und ist damit prinzipiell falsifizierbar), so problematisch bleibt deren Prüfbarkeit am «Stachel der Empirie», wenn die Quantifizierung der Konstrukte zum Prozess der Absichtsbehandlung im Dunklen bleibt. Mit einer einmaligen Messung wäre es ja nicht getan, aber selbst die wäre nicht problemlos möglich“ (Funke, 2003).

Die Projektziele sind für ein vorrangig auf dem Gebiet der Theorie tätigen „Institutes“ und für die „scientific community“ nicht ungewöhnlich. Nur darf es nicht mit seiner angekündigten Eignung und Verwendung vermischt werden, die falsche Hoffnungen wecken : „This virtual nautical officer can be used as test driver for virtual bridges during to the design process.“

Bisher jedenfalls kann es das nicht ! Dem Verfasser erscheint das Original – auch aus ethischen Gründen – als besser geeignet.

Wenn die theoretische Psychologie ein Objekt benötigt, sich selbst zu bestätigen, soll sie es bauen – aber **nicht den Nautiker als „Nautik – PSI“ modellieren und ihm die Fähigkeit verleihen, die Brücke als Arbeitsumwelt für Menschen zu gestalten.** Sie sollte das nicht tun oder aber nur dann tun, wenn sie andere Methoden für die Gestaltung von Schiffsbrücken kennt, geprüft hat, als gleichrangig anerkennt oder begründet verwirft.

Das DGON –Bridge Projekt sollte nicht dafür verwendet werden, die Bewährung und Nützlichkeit der PSI-Theorie im Wissenschaftsbetrieb nachzuweisen.

Der Verfasser wehrt sich dagegen, diese theoretische Ausgangsposition mit den nützlichen Zielstellungen des Projektes hinsichtlich des Brückendesigns zu vermischen. Für mich ist der Nautiker kein virtuelles Gebilde, das man simulieren will, um dem Theoriepluralismus zu folgen.

Aus der Sicht eines Erkenntniszuwachses für die theoretische Psychologie mag die Untersuchung allerdings sinnvoll sein.

Anliegen des AIT – Ansatzes 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 wissenschaftlicher Untersuchungen und praktischer Erprobungen.** 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.

In Standardsituationen benötigt der Mensch Nautiker keine Hilfe und in komplexen Situationen kann auf ihn bisher und in absehbarer Zukunft nicht verzichtet werden. Die Stärken und Schwächen des Nautikers sind weitgehend bekannt (siehe z.B. Informationsverarbeitungsmängel; Seeunfallursachen). Lösungen für die situationsgerechte Präsentation von bewerteten Zuständen sind vorhanden und wurden getestet. Gefahrenhöhe oder auch „Erfüllungsgrad“ einer Aufgabe werden nach Prioritäten geordnet angeboten. Die Höhe der Gefahr wird grafisch abgebildet und die **Bedienoberfläche des AIT-basierten Systems wurde durch Experten auf ihre Gebrauchsfähigkeit getestet.**

Der Verfasser hat die Veröffentlichungen einiger ehemaliger Mitarbeiter von Dörner und die der Projektbearbeiter der UNI Jena sowie des Schifffahrtsinstitutes in Warnemünde aufmerksam gelesen und versucht, sie zu verstehen. Das mag nicht vollständig gelungen sei, da er selbst aus seiner eigenen Praxis den ingenieurwissenschaftlichen Lösungsansatz bevorzugt, aber es reicht, um die **Aufmerksamkeit der nautischen Fachwelt** (bei allem Verständnis für die Freiheit der Forschung) **auf die Konsequenzen der angestrebten Forschungsergebnisse** eines Projektes, das den **Namen der DGON** trägt, zu lenken.

Im „DGON-Bridge“-Projekt wurde eine Problematik aufgegriffen, die im NARIDAS-Projekt bereits seit Jahren bearbeitet wird. Beiträge darüber befinden sich in mehreren Büchern, in einer öffentlich geförderten Studie, in einer für den FB Seefahrt in Warnemünde angefertigten Ausarbeitung, in zahlreichen Veröffentlichungen in Fachzeitschriften usw.. Die Ergebnisse wurden in F/E-Berichten niedergelegt, auf nationalen und internationalen wissenschaftlichen Konferenzen veröffentlicht, patentrechtlich abgesichert und in mehreren Beiträgen für das Internet aufbereitet.

Im „DGON-Bridge“-Projekt fehlen Hinweise auf diese Arbeiten und Ergebnisse. Ob dieser Mangel auch bei der Antragsbegründung auftrat, kann hier nicht überprüft werden.

Auf jeden Fall aber trägt die mit der Koordinierung beauftragte Stelle – das Schifffahrtsinstitut e.V. an der Hochschule Wismar – die Verantwortung für eine abgestimmte, rationelle und „saubere“ wissenschaftliche Arbeit, die auch die effektive Verwendung von Mitteln aus dem öffentlichen Haushalt einschließt.

Der Verfasser hat auf Lösungen zurückgegriffen, die dem Charakter des Schiffsführungsprozesses sehr nahe kommen und dessen Unschärfe, Komplexität, Dynamik und Zufälligkeit berücksichtigen ! Auch hier bestand das Problem des Nachweises der Plausibilität der Algorithmen. Das konnte nicht allein mit mathematischen Verfahren geschehen, sondern gelang fast ausschließlich durch experimentelle Untersuchungen, durch mehr als 40.000 Tests in der Praxis, an Simulatoren und mit Hilfe von Rechenprogrammen sowie durch Expertenbefragungen.

Der Verfasser nimmt für die von ihm entwickelte AIT – Lösung in Anspruch, eine quantifizierbare Größe im Schiffsführungsprozess gefunden zu haben, die sich aus der aufgabenorientierten und wissensbasierten Strukturierung und Fusion der Prozessdaten gewinnen lässt und für die Handlungsregulierung maßgeblich ist.

Die Validität der Lösung wurde überprüft und nachdrücklich bestätigt, obwohl dabei nicht das „Modell für menschliche Seelenprozesse“, sondern ein **Assistenzsystem für die Prozessdiagnose (NARIDAS)** in der Praxis und am Schiffsführungssimulator im Mittelpunkt praxisnaher Ergebnisse standen. Insofern kann der Verfasser auch hier die Kritiker von PSI verstehen, dass „an vielen Stellen (sind) auch andere Modell-Lösungen denkbar (sind).“

Nochmals : Ingenieurwissenschaftlicher Lösungsansatz AIT von KERSANDT

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 Mangel an Aussagekraft von statistischen Aussagen bei der Auflistung von Seeunfallursachen zu Ungunsten einer verhütungsorientierten Untersuchung und Klassifikation ist unübersehbar. 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.

AIT : Adaptive, Integrated, Task oriented

Anpassungsfähiges, ganzheitliches System zur aufgabenbasierten **Zustandsdiagnose** auf der Grundlage dynamischer, situationsspezifisch strukturierter Informationen mit bewerteten qualitativen Prozessparametern entsprechend des kognitiven Modells der Informationsverarbeitung. Die Güte des AIT-Ansatzes wird 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.

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

Vorbild für die Erkennung der Bedeutung von Informationen durch technische Systeme / Verfahren waren bei dem vollzogenen ingenieurwissenschaftlichen Ansatz Funktionsabläufe im menschlichen Gehirn :

----> Aufnahme einer subjektiv ausgewählten Einzelinformation – Prüfung auf Einhaltung von Grenzwerten – Herstellung von Zusammenhängen zu anderen in das Problem hineinpassenden Informationen - Einschätzung der Gesamtheit der als wichtig erkannten Informationen – Vergleich der Bewertung mit inneren Vorstellungen über die geplante Güte der zu erfüllenden Aufgabe – Abklärung der Bedeutung der festgestellten Differenz – Ableitung von Prozesseingriffen – Ausführung der Handlung – Bewertung des Handlungserfolges.

NARIDAS (Navigational Risk Detection and Assessment System)” - Kurzbeschreibung

Mit NARIDAS werden die in großen Mengen und in außerordentlicher Vielfalt anfallenden und zu berücksichtigenden Daten erfasst, geprüft, einer aufgaben- und situationsspezifischen Struktur zugeordnet, wenn notwendig und möglich, mittels bekannter mathematischer Verfahren zu Prozesseingangsgrößen verdichtet und zu einem zunächst technisch-physikalischen Abbild der aktuellen Situation zusammengefügt. Liegen notwendige Daten, unabhängig von ihrer Quelle technischen oder nichttechnischen Ursprungs, nicht, unvollständig oder falsch vor, wird das nach Ablauf einer datenabhängigen Zeittoleranz über einen Hinweis auf den aktuellen Überwachungszustand eines oder mehrerer partieller Prozesse angezeigt.

Während an dieser Stelle in der Regel die traditionelle Mensch – Technik – Schnittstelle mit allen Gestaltungsfolgen angeordnet ist und dem Operateur die Bewertung von Daten und Zuständen überlassen wird, **übernimmt NARIDAS die strukturierten und geprüften Eingangsgrößen und bewertet sie hinsichtlich ihrer aktuellen Gefahr für die Erreichung von wissensbasierten oder auf andere Weise definierten Schwellwerten und Prozesszielen.**

Durch eine wissensbasierte Informationsverarbeitung gelingt es, ca. 100 Eingangsgrößen aus den verschiedenen Quellen auf eine einzige Zustandsaussage zu verdichten, wobei die aufgabenstrukturierte Zustandsabschätzung (gegenwärtig 8 partielle Prozesse) im Interesse einer „Diagnose auf einen Blick“ sinnvoll erscheint.

Ganz wesentlich für die aufgaben- und situationsspezifische Zustandsdiagnose ist die Verwendung betriebszustandsabhängiger Wissensbasen. Sie bilden eine Grundlage für die Berechnung der Höhe der Gefahr und ihrer Interpretation (oder auch „Bedeutung“) in Abhängigkeit von der aktuellen Situation, in dem sich das Schiff befindet.

Differenzen zwischen Soll – und Istzustand sind geeignet, die Höhe der Gefahren für die anforderungsgerechte Erfüllung der geplanten und allgemein auch erwarteten Qualität der Aufgaben der Schiffsführung zu messen, zu bewerten und zu hinterfragen

NARIDAS ist in Form eines Baukastens strukturiert. Der Baukasten enthält die Elemente eines jeden aufgaben- bzw. prozessspezifischen Moduls und die verschiedenen partiellen Module zur Überwachung, Kontrolle und Steuerung einzelner Prozesse bzw. des Prozesses in seiner Gesamtheit : Collision Avoidance, Anti-Grounding, Track Keeping, Strength/Stability, Environment, Wheel/Engine, Economy, Traffic Loading, Bridge Manning, Cargo, Fire/Water, Emission. Eine Erweiterung durch weitere partielle Modulen / Prozesse ist denkbar.

Die Validität des Modells, insbesondere seine Wissensbasis und seine mathematischen Verfahren sowie die Gestaltung der Benutzungsoberfläche wurden in vorhergehenden Studien getestet. Die Ergebnisse fanden u.a. in verschiedenen Modellverbesserungen und Gestaltungsänderungen ihren Niederschlag. In der zunächst letzten Testreihe wurde NARIDAS an einen Schiffsführungssimulator gekoppelt und bei realitätsnahen Bedingungen weiter evaluiert.

Again, usability of NARIDAS was rated positive by the participants, and their acceptance of the system was high. In an overall judgement, 19 participants rated NARIDAS as ‘good’ or ‘very good’, the other 4 participants as ‘neither good nor bad’. There were no negative judgements on this novel system.