



seit 1558

Friedrich-Schiller-Universität Jena · Postfach · D-07740 Jena



Philosophische Fakultät

Fachgebiet Interkulturelle
Wirtschaftskommunikation

Ernst-Abbe-Platz 8
D-07743 Jena

**Univ.-Prof.
Dr. Stefan Strohschneider**

Telefon: 0 36 41 · 94 43 76
Telefax: 0 36 41 · 94 43 72

Professur für Interkulturelle
Kommunikation

E-Mail: stefan.strohschneider@
uni-jena.de

Jena, den 20. März 2010

■ **Schlussbericht zum Konsortialprojekt „Entwicklung einer integrierten,
modularen Schiffsführungszentrale“ (DGON-Bridge)**

**Teilprojekt „Verbesserung der kognitiv-handlungsregulatorischen
Funktionalität von Schiffsbrücken: Analyse, Modellierung und Simulation,
Designempfehlungen“**

Stefan Strohschneider, Ulrike Brüggemann, Kerstin Klemp

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie/des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 03SX212 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Teil I: Kurzdarstellung

I.1 Aufgabenstellung

Das Teilprojekt „Verbesserung der kognitiv-handlungsregulatorischen Funktionalität von Schiffsbrücken: Analyse, Modellierung und Simulation, Designempfehlungen“ war im Rahmen des DGON Bridge-Konsortiums verantwortlich für:

- a) die Verankerung der Nutzerperspektive und die Verbesserung der kognitiven und handlungsregulatorischen Funktionalität im integrierten Brückendesign. Hier wurde durch eine anthropologische und beobachtende Herangehensweise und über verschiedene Rückkopplungsschleifen auch die Perspektive der Nutzer in den Designprozess mit eingebracht.
- b) die Erarbeitung eines Computersimulationsmodells der psychischen Prozesse des Nautikers (Nautik- Ψ), welches in seiner endgültigen Ausbaustufe als Stellvertreter des menschlichen Nautikers eingesetzt werden kann, um die kognitiven Anforderungen verschiedener Geräte- und Brückendesigns in unterschiedlichen Anforderungssituationen zu ermitteln und vergleichend zu bewerten.

I.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Wissenschaftliche Voraussetzungen:

- Integrative theoretische Perspektive, die das Handeln des Nautikers unter kognitionspsychologischen, tätigkeitstheoretischen und motivationspsychologischen Aspekten analysiert.
- Methode: Kombination aus anthropologisch inspirierter Feldforschung, Tiefeninterviews und den Methoden des Cognitive Modeling.
- Für die Simulationserstellung: Architektur und grundlegende Algorithmik der PSI-Theorie, für die konkrete Projektarbeit erweitert, adaptiert und für den maritimen Kontext modifiziert.

Organisatorische Voraussetzungen:

Das beschriebene Teilprojekt wurde vom Projektleiter Prof. Dr. Stefan Strohschneider im Rahmen des Instituts für Theoretische Psychologie der Otto-Friedrich-Universität Bamberg (OFUB) beantragt; das Projekt wurde dort auch von Oktober 2005 - April 2007 bearbeitet. Die räumlichen und sächlichen Voraussetzungen für die Projektarbeit wurden in diesem Zeitraum von der Universität Bamberg zur Verfügung gestellt. Auf Grund der Berufung von Prof. Strohschneider an das Fachgebiet Interkulturelle Wirtschaftskommunikation der Friedrich-Schiller-Universität Jena (FSU) wurde das Projekt ab Mai 2007 bis Projektende (September 2009) dort weitergeführt. Sämtliche für das Projekt angeschafften Geräte und Gegenstände wurde von der OFUB an die FSU überführt, die räumliche und sächliche Grundausstattung wurde ebenfalls von der FSU bereit gestellt.

Technische Voraussetzungen:

Die für die Projektbearbeitung notwendigen technischen Voraussetzungen wurden vom BMBF bzw. den Universitäten zur Verfügung gestellt; teilweise erfolgte technische Unterstützung (Hardware-Schnittstellen) durch die Projektpartner.

I.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Das erste Aufgabenfeld (Untersuchungen des Arbeitsplatzes und -umfeldes Schiffsbrücke) erfüllte eine Schnittstellenfunktion im Gesamtprojekt und erbrachte insbesondere Leistungen im Zusammenhang mit den Arbeitspaketen 20 (Bedienkonzept), 30 (Standardkomponenten), 50 (Alarmmanagement) sowie 80 (Informationsmanagement), die federführend von den ‚technischen‘ Projektpartnern bearbeitet werden. Da es sowohl hinsichtlich der konkreten Arbeit als auch der Ergebnisse teilweise erhebliche Überschneidungen hinsichtlich der genannten, technisch differenzierten Arbeitspakete gibt, wurden die folgenden vier Schnittstellenleistungen definiert, die diesen Arbeitspaketen nach dem in Tabelle 1 dargestellten Schlüssel zu Gute kamen.

- Es wurde zunächst als Basis ein Kompendium ergonomischen Grundlagen (SN 1) zusammengestellt („Sicherheit, Ergonomie und Human Factors in der Seefahrt“; Rek, Strohschneider & Brüggemann, 2007).
- Entsprechend der Komplexität des Beobachtungsgegenstandes wurde anschließend methodisch zweistufig vorgegangen. So erfolgten in der ersten Stufe zunächst freie und unsystematische Beobachtungen (SN 2.1) nach den in der anthropologischen Feldforschung üblichen Prinzipien, auf deren Basis der Erhebungsfokus für die zweite Stufe der systematischen Forschung (SN 2.2.) konkretisiert wurde.
- Zudem waren in der dritten Stufe Einzelfalluntersuchungen vorgesehen, die zu einem guten Teil im Brücken-Mock-Up (Demonstrator) stattfinden sollten. Sie sollten spezielle Fragestellungen klären und die Parametrisierung des entwickelten Computersimulationsmodells erlauben.

Das zweite Aufgabenfeld (Entwicklung eines Computersimulationsmodells der psychischen Prozesse des Nautikers) erfüllt eine integrative Funktion und ist dementsprechend hinsichtlich des konkreten Arbeitszeitanteils den einzelnen ‚technischen‘ Arbeitspaketen nicht eindeutig zuordenbar. Daher wurde hierfür ein eigenes Arbeitspaket 90 „Kognitives Modell und Theoriebildung“ definiert, das in drei aufeinander aufbauende Stufen gegliedert wurde:

- Theoretische Grundlagen (AP 91)
- Modellentwicklung (AP 92)
- Simulation und Test (AP 93)

Wegen der verspäteten Fertigstellung des Brücken-Mockups musste die ursprüngliche Planung verändert werden (s. dazu die inhaltliche Darstellung unter Abschnitt II.1). Abb. 1

zeigt den ursprünglichen Arbeitsplan des Teilprojektes, Abb. 2 den angepassten und schließlich auch realisierten Arbeitsplan.

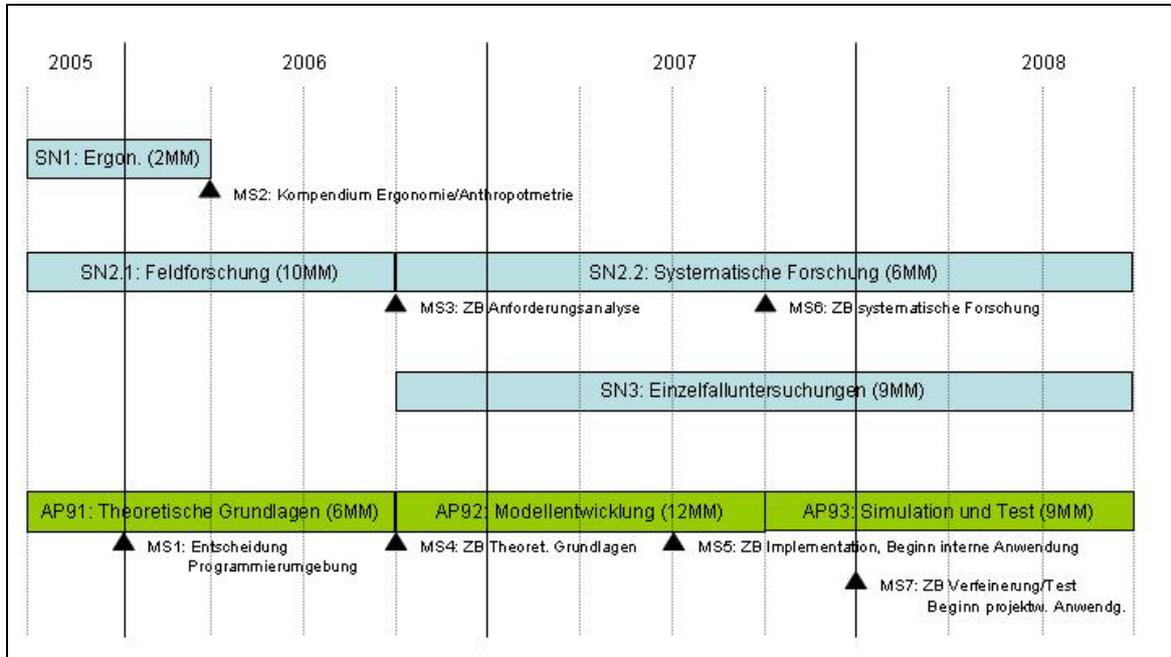


Abb. 1: Ursprünglicher Arbeitsplan des Teilprojektes FSU Jena.

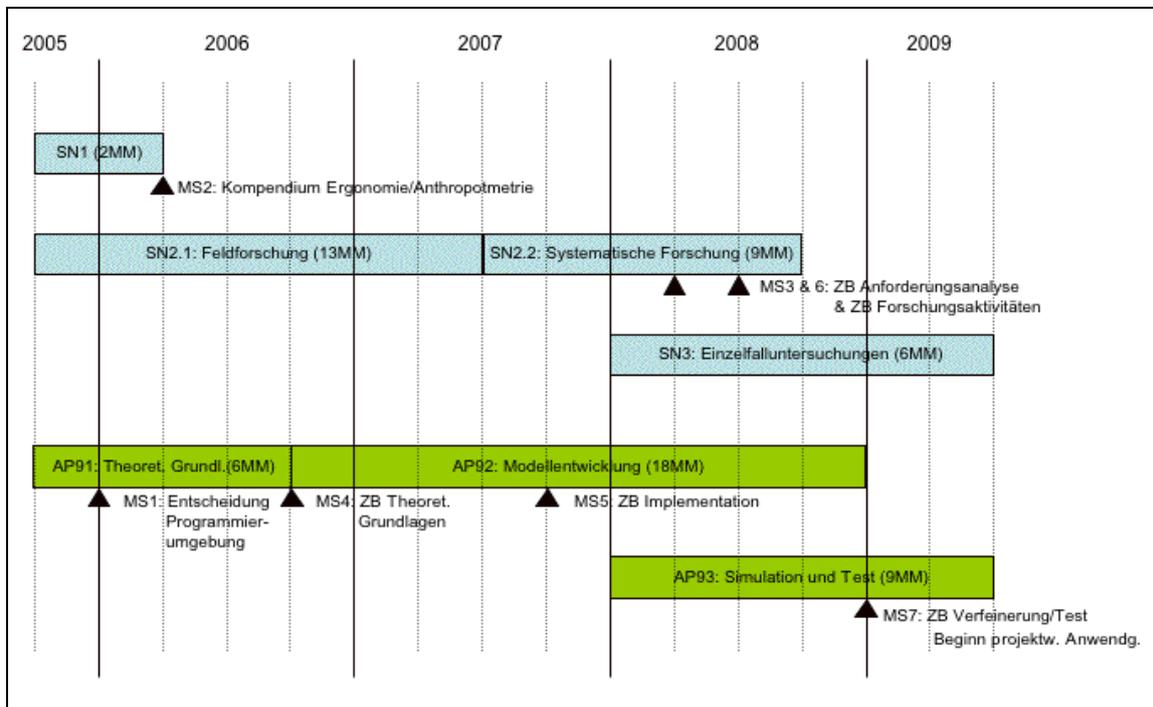


Abb. 2: Tatsächlich realisierter Arbeitsplan des Teilprojektes FSU Jena.

I.4 Wissenschaftlicher und technischer Anknüpfungsstand

Die Arbeiten am Teilprojekt der FSU Jena wurden auf der Basis allgemein verfügbarer und dem methodischen und theoretischen Stand der Wissenschaft entsprechenden Verfahren durchgeführt. Eine Inanspruchnahme besonderer Verfahren, Konstruktionen und Schutzrechte erfolgte nicht.

Die Angaben zur verwendeten Fachliteratur finden sich in den Literaturverzeichnissen der Arbeitspapiere, Memoranden und Publikationen (s. Anlage).

I.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Es erfolgte eine Kooperation mit allen Projektpartnern (SAM Marine Electronics GmbH, Hamburg, dem Schiffahrtsinstitut Warnemünde, der Raytheon Marine GmbH, Kiel, der ThyssenKrupp Marine Systems AG, der Meyerwerft Papenburg, der Aker MTW Werft GmbH und der Technischen Universität Hamburg-Harburg), die insbesondere durch die Arbeiten am Demonstrator fokussiert wurde (bei Industriepartnern im Projektverlauf teilw. mehrfache Namensänderungen).

Daneben wurde die Arbeit am Teilprojekt durch das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg, sowie durch den Verband Deutscher Reeder, Hamburg unterstützt. Die konkreten Forschungsarbeiten wurden darüber hinaus durch die vertrauensvolle und konstruktive Zusammenarbeit mit einer deutschen und einer schwedischen Seerederei ermöglicht.

Teil II: Eingehende Darstellung

II.1 Erzielte Ergebnisse

a) Vorbemerkungen:

Zu Beginn der Projektarbeiten ergaben sich einige neuartige und teilweise unerwartete Erkenntnisse, die die zu einer Veränderung der Laufzeiten einzelner Arbeitspakete und – in gewissen Grenzen – auch zu veränderten Schwerpunktsetzungen in der Forschungsarbeit zwangen:

- Es existierten auch auf internationaler Ebene praktisch keine für DGON-Bridge verwertbaren Tätigkeitsanalysen für Nautiker, damit konnten sich unsere Arbeiten zum Thema „Arbeitsplatz und Arbeitsumfeld Schiffsbrücke“ kaum auf wissenschaftlich verwertbare Vorarbeiten stützen. Zwar gibt es im deutschen Sprachraum eine Reihe von vorwissenschaftlichen Zustandsbeschreibungen, diese waren jedoch für unsere

Projektpartner als Arbeitsgrundlage nicht brauchbar. Im europäischen Ausland sind vergleichbare Ansätze ebenfalls erst im Entstehen (z.B. die Arbeitsgruppe Lützhöft, Göteborg) Dies erhöhte den Arbeitsaufwand für Feldforschung beträchtlich.

- Die Bereitstellung des Brücken-Mock-Ups durch die Projektpartner verzögerte sich erheblich bis zum Frühsommer 2009. Dadurch konnten die geplanten Einzelfalluntersuchungen erst mit großer Verspätung und nur exemplarisch durchgeführt werden.
- Im Verlauf der Beobachtung im Rahmen von Mitfahrten auf der Brücke deutscher und schwedischer Schiffe zeigte sich ferner der in der Literatur noch nicht hinreichend beschriebene Sachverhalt, dass die wesentlichen Schwierigkeiten der Brückenwache nicht im Bereich der Navigation liegen, sondern in der ständigen Unterbrechung der navigatorischen Tätigkeit durch andere Anforderungen. Navigation als zielgerichtetes Handeln ist in ein komplexes System von Tätigkeiten eingebettet, das die Interaktion von Nautikern mit den Brückengeräten in entscheidendem Maße beeinflusst und das beim Brückendesign generell beachtet werden muss.
- Die psycho-soziale Situation auf Schiffen machte es zur Erreichung der Projektziele notwendig, längere Zeiträume auf Schiffen zu verbringen, um eine Atmosphäre des Vertrauens aufzubauen, welche Beobachtungen des ‚natürlichen‘ Verhaltens und insbesondere Filmaufnahmen zulässt und damit eine „thick description“ (Geertz) des nautischen Handelns ermöglicht.
- Die visuelle Wahrnehmung spielt im nautischen Prozess eine noch größere Rolle als ursprünglich angenommen. Informationen über die Schiffsumwelt (Landverteilung, Wassertiefen, Tonnen, Fremdschiffe in Radar und ECDIS), die von Nautikern sowohl optisch als auch technisch vermittelt verarbeitet werden, können dem Nautik-PSI weder von Brückenkonsolen über eine Schnittstelle zur Verfügung gestellt werden (eine solche Schnittstelle gibt es bislang nicht), noch kann auf die der ECDIS zu Grunde liegenden S-57 Daten über eine Schnittstelle zugegriffen werden (da diese Schnittstelle einen ECDIS-Kernel erfordert, der an die 100.000 € kostet). Dementsprechend wurde eine eigene Schnittstelle zu den S-57 Daten erstellt, welche die Detektierbarkeit von Umweltobjekten durch verschiedene Sensoren berücksichtigt (menschliches Auge, Radar, ECDIS, AIS) und insbesondere die gegenseitige Verdeckung von Umweltobjekten abbildet.

b) Untersuchungen des Arbeitsplatzes und -umfeldes Schiffsbrücke

- ba) Sichtung und Integration des internationalen Forschungsstandes im Hinblick auf die Ziele des DGON Bridge-Projektes

Die Ergebnisse der Literaturanalysen wurden in der ersten Phase in Form eines Kompendiums zusammengestellt (Rek, Strohschneider & Brüggemann, 2007). Die entsprechend der wissenschaftlichen Standards kontinuierlich weitergeführte Literaturliteraturarbeit wurde danach nicht mehr gesondert zusammengestellt, sondern floss in die laufenden Arbeiten ein und ist in den Literaturverzeichnissen der Publikationen, Arbeitspapiere und Memoranda dokumentiert.

bb) Untersuchungen zu den „Nutzermodellen“ von Entwicklern und Designern von Brückeninstrumenten und -architekturen

Eine der Grundvoraussetzungen für gutes industrielles Design ist es, realistische Vorstellungen von den Voraussetzungen und Anforderungen der Gerätenutzer zu haben sowie die Einsatzbedingungen der Geräte präzise zu kennen. Eine sehr umfangreiche interviewbasierte Untersuchung mit Geräteentwicklern und -designern der deutschen maritimen Industrie brachte diesbezüglich überraschende Ergebnisse, die im Memorandum Nr. 2 (s. Anlage) detailliert dargestellt und begründet werden. Die wesentlichen Erkenntnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Geräteentwickler verfügen nur in Einzelfällen über profunde und differenzierte Kenntnisse von kognitiver Ergonomie und anderen human-factors-bezogenen Grundlagen der nautischen Tätigkeit.
- Die Vorstellungen, die Entwickler von „ihren“ Nutzern haben (Nutzermodelle), differieren stark, und reichen im Fall von nautischen Offizieren vom Modell des „autonomen Entscheiders“ bis hin zum „Verwaltungsknecht“. Die damit verbundenen Differenzen hinsichtlich der notwendigen und gewünschten technischen Funktionalitäten werden nicht reflektiert; die Passung zum Selbstbild der Nautiker wird nicht problematisiert.
- In aller Regel erwarten die Entwickler auf Seiten der Nutzer vertieftes Systemverständnis (was in der Praxis jedoch nicht gegeben ist; s.u.) oder aber sie versuchen, „idiotensichere“ Lösungen zu entwickeln, die jedoch dann mit den Autonomiebestrebungen der Nautiker kollidieren.
- Die wesentlichen Kriterien für technische Entwicklungen sind neben den gesetzlichen Rahmenbedingungen vor allem die Kostenvorstellungen der Käufer (d.h. der Reeder) und nicht die Bedürfnisse der Nautiker. Eine funktionale Verbesserung der Brückengeräte (und eine damit verbundene Verringerung der Fehlerraten) ist daher erst dann zu erwarten, wenn entweder die Käufer der Brücken human-factors-

gerechtes Konstruieren als Kostenvorteil begreifen oder entsprechende internationale Regulationen beschlossen werden.

- Systematische Rückkoppelungsschleifen zwischen Entwicklungsabteilungen und Nutzern fehlen durchgängig; Feedback wird nur unsystematisch und eher zufällig eingeholt. Die Grundlage für modernes „Interaction Design“ ist daher nicht gegeben.

Die Weiterführung derartiger Interviews mit Spezialisten wie Werftkapitänen oder Lotsen im weiteren Projektverlauf bestätigte dieses Bild: Es herrscht im Bereich des Brückendesigns eine erhebliche Diskrepanz zwischen den Machbarkeitsideen und konstruktiven Rahmenbedingungen der Entwickler auf der einen und den Anforderungen und Nutzungsvoraussetzungen der Nautiker auf der anderen Seite.

Aus diesem Teil der Untersuchungen konnten eine Reihe konkreter Empfehlungen für das Brückendesign abgeleitet werden, die in den weiteren Berichtspunkten diskutiert werden.

bc) Analysen der Tätigkeitsstrukturen von Nautikern während der Brückenwache

Die Tätigkeitsstrukturen von Nautikern wurden während umfangreicher, mehrwöchiger Mitfahrten analysiert. Die sehr umfangreichen Ergebnisse sind in Memorandum Nr. 6 dokumentiert, an dieser Stelle ist vor allem ein Befund wesentlich: Die eigentliche Navigation macht maximal ein Drittel der Gesamttätigkeiten eines Nautikers während der Brückenwache aus, eine Übersicht über die anderen Tätigkeit erlaubt Abbildung 1.

Insgesamt ist die workload insbesondere in der Revierfahrt enorm hoch und eine wesentliche Anforderung an die Nautiker besteht darin, Vigilanz und Aufmerksamkeit auf einem hohen Niveau zu halten. Wenn man sich die umfangreiche Liste an Verbesserungsvorschlägen, die Nautiker zum Thema „Brückendesign“ äußern, anschaut (s. Memorandum Nr. 7), dann fällt auf, dass die meisten Verbesserungsvorschläge dem Themenfeld „Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit und Reduktion von Ablenkungen“ zuzuordnen sind. Die organisatorischen Rahmenbedingungen der Tätigkeit werden von den Nautikern nicht reflektiert. Wesentliche Schlussfolgerungen sind:

- Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Videoanalyse und der Äußerungen der Nautiker in der Befragung erscheint eine Umgestaltung des Arbeitsplatzes Schiffsbrücke entsprechend der modernen Arbeitsinhalte der nautischen Tätigkeit notwendig. Dringend erforderlich erscheint ein Arbeitsplatz, der sowohl die Überwachung des Seegebietes als auch die Erledigung der administrativen Aufgaben im Ein-Mann-Wachbetrieb erlaubt. Ein weiterer Schwerpunkt sollte auf der Gestaltung der Fenster liegen, die zumindest bei nicht ganz neuen Schiffen in Größe

und Material den Bedürfnissen der Brückenbesatzung bei der Ausübung ihrer Hauptaufgabe nur unzureichend genügen. Zudem muss die Möglichkeit gegeben sein, sich in Ruhephasen auf der Brücke „die Beine zu vertreten“, um Aufmerksamkeits- und Konzentrationsverlust entgegen zu wirken.

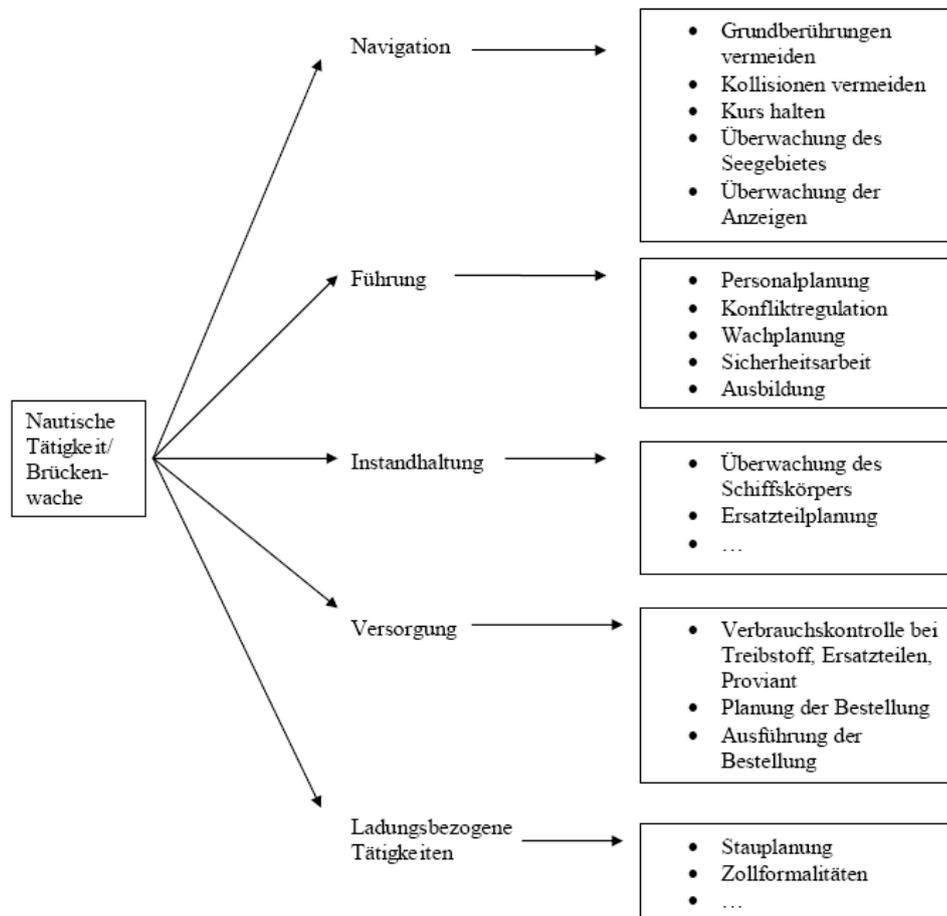


Abb. 3: Struktur der Tätigkeit auf einem Containerschiff (ohne Berücksichtigung von besonderen Ereignissen wie z.B. Absturz des Ladungsrechners oder sonstiges Geräteversagen).

- Deutlich wird ferner die eher suboptimale Geräteverortung. Die Nautiker wünschen – und aus psychologischer Sicht ist das zu unterstreichen – eine Gruppierung der Geräte und Anzeigen nach Funktionalität und eine standardisierte Verortungslösung. Dafür sind weiterführende Befragungen und experimentelle Untersuchungen nötig, um einen für möglichst viele Anwender günstigen Standard zu definieren.
- Der Großteil der Äußerungen bezieht sich auf die Nutzerfreundlichkeit der Software, hier scheint eine stärkere Verschränkung von Entwicklertätigkeit und Nutzerbefragung angezeigt. Vor allem die Anzahl der Menüebenen und die

mangelnde Unterstützung des Anwenders durch die Seitengestaltung sind für die Nautiker ein Problem. Eine intuitive Anwendungslogik sowie die Bereitstellung von auf der Bedienkonsole befindlichen Buttons für basale Funktionen erscheinen hier besonders wichtig. Die einzelnen Tasten und Knöpfe sollten durch entsprechende Oberflächengestaltung unterscheidbar und durch Ertasten mit den Fingerspitzen erkennbar sein, um ein Abwenden der Aufmerksamkeit vom Geschehen außerhalb der Brücke unnötig zu machen.

bd) Untersuchungen zur Informationsverarbeitung und nautischen Problemlösung auf der Brücke

In einem weiteren Schritt wurde die eigentliche navigatorische Tätigkeit mittels Videokameras aufgezeichnet und anschließend mittels der Auswertungssoftware *Interact* eine detaillierten Analyse unterzogen. Die Ergebnisse sind in Memorandum Nr. 8 dokumentiert. Die Hauptergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen (alle Details in Memorandum 8 - man beachte, dass sich die Auswertungen nur auf den (relativ geringen) Anteil der Arbeitszeit beziehen, der tatsächlich die Schiffsführung im engeren Sinne betrifft).

- Mehr als drei Viertel der Navigationszeit werden mit Überwachungsaufgaben verbracht, relativ häufig sitzen die Nautiker dabei nicht vor dem Fahrstand sondern laufen hin und her.
- Die Überwachungsaktivitäten verdoppeln sich in Situationen hohen Verkehrsaufkommens.
- Als Überwachungsmittel dominieren der Blick aus dem Fenster und das Studium der ECDIS deutlich vor dem Radar und dem Fernglas. Je höher das Verkehrsaufkommen, desto häufiger und länger schauen die Nautiker aus dem Fenster.
- Was die Gerätebedienung betrifft, so dominieren in Situationen niedrigen Verkehrsaufkommens Manipulationen an der ECDIS deutlich vor dem Radar und dem Ruder; bei hohem Verkehrsaufkommen dominieren Kurskorrekturen (die einhändig und im Stehen, bei gleichzeitigem Blick aus dem Fenster bzw. auf die Seekarte ausgeführt werden). Die Abbildung 2 zeigt exemplarisch die Art der Ergebnisse:
- Wie bereits erwähnt werden in ruhigen Verkehrssituationen allerdings mehr als 45 Minuten pro Stunde mit Arbeiten im Büro bzw. am Kartentisch verbracht – unterbrochen immer wieder von kurzen Umgebungskontrollblicken. Bei hohem Verkehrsaufkommen steigt der Anteil der „Überwachung“ auf etwa 33 Minuten pro

Stunde. Im Hinblick auf den Zeitbedarf dominiert bei der Überwachung deutlich der Blick aus dem Brückenfenster.

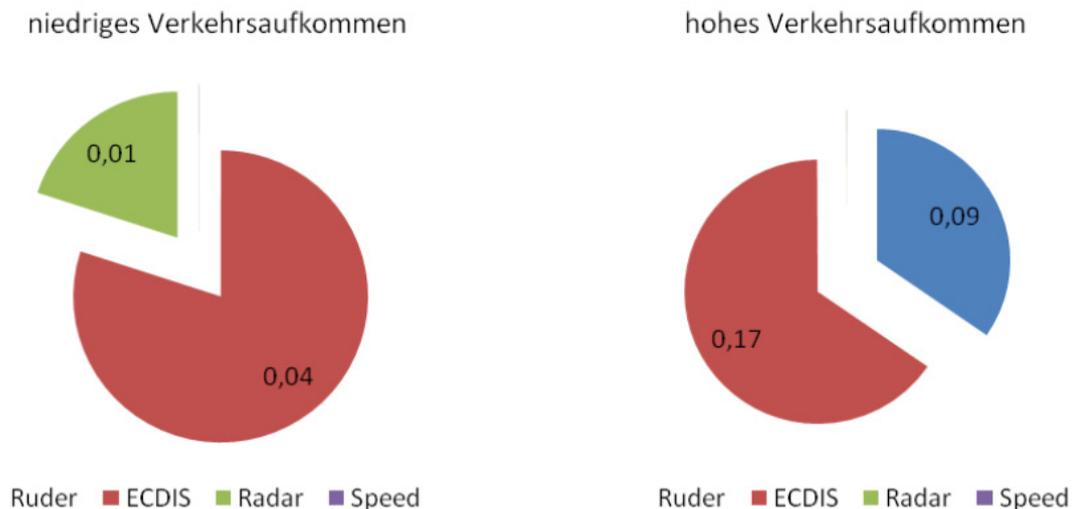


Abb. 4: Mittlere Dauer von Gerätebedienungen in Minuten/Stunde.

be) Einzelfallstudien zur Usability von Integrationslösungen am Demonstrator

Wegen der verspäteten Fertigstellung des Demonstrators konnten die geplanten Einzelfalluntersuchungen am Demonstrator nur noch exemplarisch durchgeführt und damit die prinzipielle Machbarkeit sowie der Charakter der zu gewinnenden Ergebnisse verdeutlicht werden (vgl. dazu Memorandum 8). Dabei zeigte sich (a) dass der Demonstrator geeignet ist, auch hochschweringe Schiffsführungsaufgaben unter Laborbedingungen zu realisieren, (b) die Anlage insgesamt geeignet ist, um unterschiedliche Gerätedesigns und Layoutkonfigurationen zu testen sowie (c) die erarbeiteten Analysemethoden (Tätigkeitskategorien, videobasierte Detailauswertungen) für den intendierten Zweck sehr gut geeignet sind. Damit ist die Basis für wissenschaftlich weiterführende Forschungsprojekte geschaffen.

c) Kognitive Modellierung des psychischen Geschehens beim Nautiker während der Brückenwache

Das wesentliche Mittel für die Erarbeitung von Design-Empfehlungen ist die Erstellung eines Computersimulationsmodells der psychischen Prozesse des Nautikers (Nautik- Ψ). 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 wurden. Insbesondere kann dieses Modell in seiner

endgültigen Ausbaustufe 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.

Theoretische Ausgangsbasis für das Computersimulationsmodell der psychischen Prozesse des Nautikers (Nautik- Ψ) ist die PSI-Theorie (Details siehe Memorandum Nr. 1 "Die PSI-Theorie: Psychologische Grundlagen für das Simulationsmodell eines Nautikers"), die durch die Auseinandersetzung mit dem Handeln von Menschen in komplexen Situationen und den Fehlern, die sie dabei machen, 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. 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.

Die PSI-Theorie versteht den Menschen als ein soziales, in einer arbeitsteiligen Informations- und Wissensgesellschaft lebendes Wesen, dessen Physiologie und Umwelt zeitbedingten, teilweise rhythmischen Veränderungen unterworfen sind.

Die theoretische Rekonstruktion der menschlichen Psyche durch die PSI-Theorie beginnt, dem funktional-rekonstruktiven ‚evolutionären‘ Forschungsansatz folgend, mit einfachen Anforderungen und arbeitet sich zu anspruchsvolleren Umwelten und Bewältigungsmechanismen vor. Dementsprechend konzentrieren sich die theoretische Differenzierung und die meisten der bisherigen PSI-Implementierungen auf ein im Hier und Jetzt agierendes, solitär lebendes Wesen, das vorgefundene Konsumgüter nicht in irgendeiner Art und Weise zubereitet, das keine Vorratshaltung betreibt, das keine Werkzeuge benutzt und das nicht in einer arbeitsteiligen, Informationen speichernden und austauschenden Gesellschaft lebt.

Auf Basis dieses ‚archaischen‘ Ψ s wurde im Projektverlauf die Anwendung der PSI-Theorie auf einen modernen Menschen im Alltag und/oder an einem heutigen Arbeitsplatz vorbereitet, indem eine Anpassung und Differenzierung der betroffenen Konzepte diskutiert wurde (Details siehe Memorandum Nr. 5 „Alltags- Ψ : Theoretische Differenzierung der PSI-

Theorie für den Menschen im heutigen Alltag und in der Arbeitswelt“¹). Damit wird Ψ weniger ein ‚Spielball des Gestern‘ (wie Tiere und kleine Kinder) und zunehmend ein ‚aktiver Konstrukteur des Morgen‘.

Schlussendlich wurden diese differenzierten Konzepte auf den Bereich ‚Schiffsführung‘ angewandt. Zum Ende der Projektlaufzeit weist das Nautik- Ψ folgende Leistungsmerkmale auf (Details siehe Memorandum 4: „Modelldokumentation und Bedienungsanleitung“, sowie das lauffähige Programm auf der beigelegten CD):

- Schiffsumweltsimulation auf der Basis von S-57-codierten Seekarten des BSH (Landmassen, Wassertiefen, Tonnen, Fremdschiffe)
- Schiffssimulation auf der Basis eines Massenpunktes und einwirkender Kräfte durch Antrieb, Strom und Wind (sowohl Eigenschiff als auch Fremdschiffe)
- Aufbau eines Situationsbildes und eines Erwartungshorizonts (Eigenschiffzustand und -dynamik, Track- bzw. Fahrwassereinhaltung, Kollisionsgefahr durch Fremdschiffe, usw. aktuell und in der zukünftigen Entwicklung)
- Selbständige Track- und Fahrwasserverfolgung; absichtsbasierte, situationsabhängige Korrektur von Störungen (bspw. durch Wind und/oder Strom)
- Selbständige Kollisionsvermeidung in Zwei-Schiff-Situationen
- automatisch Fortschreibung des Situationsbildes; zeitbedingter Zerfall der Zuverlässigkeit der einzelnen Bestandteile des Situationsbildes; absichtsbasierte, gezielte Beschaffung von Informationen zur Auffrischung des Situationsbildes in Abhängigkeit von der Zuverlässigkeit der Bestandteile
- Konzept für ein differenziertes Präsentations-, Bedienungs- und Anordnungsmodell der Brückengeräte und eines sensumotorischen Modells des Nautikers; exemplarische Umsetzung des Konzepts:
- Konkurrenz von unmittelbar nautischen Schiffsführungsaufgaben zu weiteren Aufgaben auf der Brücke (exemplarisch)
- Verhaltensmodulation (task – work-load Interaktion), d.h. Adaption der Arbeitsweise des kognitiven Systems an den Workload und die Bewältigungsfähigkeiten (exemplarisch)
- Kopplung an die im Demonstrator verwendete, professionelle Schiffsumweltsimulation (ersetzt die eigene Schiffsumwelt- und Schiffssimulation, mit der unabhängig von

¹ Das Memorandum diente der Dokumentation und Schärfung unseres theoretischen Verständnisses und wendet sich an Personen, die an der PSI-Theorie auf theoretische Ebene arbeiten und/oder sie zur Modellierung menschlichen Verhaltens in Alltag und/oder Arbeitswelt einsetzen.

professionellen Simulatoren gearbeitet werden kann) auf der Basis von NMEA-Telegrammen

Das ‚Nautik-Ψ‘ zeigt bereits in diesem 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. Bereits jetzt liefert der fiktive Nautiker Einblicke in die psychischen Leistungen beim Navigieren von Schiffen; bei entsprechender Weiterentwicklung wird er auch als effektives Testinstrument für Brückentechnik und -prozeduren genutzt werden können.

Dem Zuwendungsempfänger sind keine anderen vergleichbaren Ansätze bekannt oder bekannt geworden. Während der Präsentation und Diskussion der Projektergebnisse auf HCII 2009 in San Diego zeigte sich, dass der hier verfolgte Ansatz alleinstehend ist und wegen seines Potentials bei den Fachkollegen auf intensives Interesse stieß.

II.2 voraussichtlicher Nutzen, Verwertbarkeit des Ergebnisses

Das hier dargestellte Teilprojekt strebte keine unmittelbar wirtschaftlich verwertbaren Ziele an, da das Projekt auf eine forschungsorientierte Erarbeitung von Grundlagen zielte, die sowohl von eigenständigem Interesse sind als auch Dienstleistungsfunktion für die im Verbundprojektantrag beschriebenen wirtschaftlichen Ziele der Projektpartner erfüllen sollten. Daher lagen die eigenen Verwertungsziele im Bereich der wissenschaftlichen Anschlussfähigkeit in den Bereichen:

- Human Factors-Forschung,
- Cognitive Modeling,
- Integrative Handlungsregulationstheorie und
- Robotik.

Die wissenschaftliche Anschlussfähigkeit wurde erreicht (s. II.4 – Veröffentlichungen).

II.3 bekannt gewordene Fortschritte bei anderen Stellen

Für das Teilprojekt nicht relevant.

II.4 Erfolgte und geplante Veröffentlichungen

- Brüggemann, U., Strohschneider, S. & Rek, U. (2006). *Die PSI-Theorie: Psychologische Grundlagen für das Simulationsmodell eines Nautikers*. Bamberg: Institut für Theoretische Psychologie der Otto-Friedrich-Universität Bamberg, IfTP DGON Memorandum Nr. 1.
- Strohschneider, S., Meck, U. & Brüggemann, U. (2006): Human Factors in Ship Bridge Design: Some Insights from the DGON-BRIDGE-Project. In Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation (Hrsg.), *International Symposium Information on Ships (ISIS) 2006* (CD-ROM). Hamburg: Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation e.V. (DGON).
- Meck, U., Strohschneider, S. & Brüggemann, U. (2006). *Ergebnisbericht zur Interviewstudie 'Nutzermodelle'*. Bamberg: Institut für Theoretische Psychologie der Otto-Friedrich-Universität Bamberg, IfTP DGON Memorandum Nr. 2.
- Geyer, Philipp. (2007). *Entwicklung einer Schiffsumweltsimulation in C++ auf Basis digitaler Seekarten im S-57 Format*. Jena: Fachgebiet Internationale Wirtschaftskommunikation der Friedrich-Schiller-Universität Jena, IfTP bzw. IWK DGON Memorandum Nr. 3.
- Brüggemann, U., Strohschneider & S., Klemp, K. (2007). *Das Nautik-Ψ: Modelldokumentation & Bedienungsanleitung*. Jena: Fachgebiet Internationale Wirtschaftskommunikation der Friedrich-Schiller-Universität Jena, IfTP bzw. IWK DGON Memorandum Nr. 4.
- Brüggemann, U., Strohschneider, S. (2008). *Alltags-Ψ: Theoretische Differenzierung der PSI-Theorie für den Menschen im heutigen Alltag und in der Arbeitswelt*. Jena: Fachgebiet Internationale Wirtschaftskommunikation der Friedrich-Schiller-Universität Jena, IfTP bzw. IWK DGON Memorandum Nr. 5.
- Brüggemann, U., Meck, U. & Strohschneider, S. (2008). Virtuelle Nautiker als ‚Probefahrer‘ bei der Neukonzeption von Schiffsbrücken. *Künstliche Intelligenz*, 22(3), 62-65.
- Brüggemann, U., Klemp, K. & Strohschneider, S. (2008). Nautik-PSI: Ein Simulationsansatz für Designprobleme auf Schiffsbrücken. In M. Herczeg & M. C. Kindsmüller (Hrsg.), *Mensch & Computer 2008: Viel mehr Interaktion* (S.425-428). München: Oldenbourg Verlag.
- Brüggemann, U. & Klemp, K. (2008). Psychological conclusions from on board observations concerning ship bridge design and design of human machine interfaces. In Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation (Hrsg.), *International Symposium Information on Ships (ISIS) 2008* (CD-ROM). Hamburg: Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation e.V. (DGON).
- Meck, U., Strohschneider, S. & Brüggemann, U. (2008). *Interaction Design in Ship Building: Integrating the User Perspective in Ship Bridge Design*. Eingereicht bei der Zeitschrift *Journal of Maritime Research*.

- Klemp, K., Brüggemann, U. & Strohschneider, S. (2009). *Anforderungsanalyse mit Schwerpunktthemen Brückendesign, Gestaltung von Displays und Controls, Arbeitsabläufen und sozialen u. organisatorischen Randbedingungen und Behandlung von Alarm- und Informationsmanagement*. Jena: Fachgebiet Internationale Wirtschaftskommunikation der Friedrich-Schiller-Universität Jena, IfTP bzw. IWK DGON Memorandum Nr. 6.
- Brüggemann, U. & Strohschneider, S. (2009). Nautical PSI - virtual nautical officers as test drivers in ship bridge design. In V.G. Duffy (Hrsg.), *Digital Human Modeling*, HCII 2009, LNCS 5620, S.355-364. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Brüggemann, U., Klemp, K. & Strohschneider, S. (2009). Psychological conclusions from on board observations concerning ship bridge design and design of human machine interfaces. In *HCI International 2009 - Posters* (CD-ROM, S. 831-835). Heidelberg: Springer.
- Klemp, K., Brüggemann, U. & Strohschneider, S. (2009). Die nautische Tätigkeit. Forschungsbericht über die Mitfahrten auf einem Containerschiff. Jena: Fachgebiet Interkulturelle Wirtschaftskommunikation der Friedrich-Schiller-Universität Jena, IfTP bzw. IWK DGON Memorandum Nr. 7.
- Klemp, K., Dietel, C., Brüggemann, U. & Strohschneider, S. (2010). Empirische Analysen zur Schiffsführung. Die Auswertung der Beobachtungen auf Schiffsbrücken und im Simulator. Jena: Fachgebiet Interkulturelle Wirtschaftskommunikation der Friedrich-Schiller-Universität jena, IfTP bzw. IWK DGON Memorandum Nr. 8.

Working Papers:

- Brüggemann, U. (2006). Schnittstelle der Simulationssoftware von SIW und IfTP, Konzept I vom Februar 2006. Bamberg: Institut für Theoretische Psychologie der Otto-Friedrich-Universität Bamberg, IfTP DGON Working Paper Nr. 1.
- Brüggemann, U., Strohschneider, S. & Rek, U. (2006). Anforderungen an den Demonstrator. Bamberg: Institut für Theoretische Psychologie der Otto-Friedrich-Universität Bamberg, IfTP DGON Working Paper Nr. 2.
- Klemp, K., Brüggemann, U., Strohschneider, S. (2010). Executive Summary. Durchführung und Ergebnisse der Brückenbeobachtungen im Rahmen des DGON-Bridge Projektes. Jena: Fachbereich für Interkulturelle Wirtschaftskommunikation der Friedrich-Schiller-Universität Jena, IfTP DGON Working Paper Nr. 3.

Übersicht über die Anlagen:

- Kurzfassung (Berichtsblatt)
- Nautik-PSI Programm CD
- Memoranden 1-8

Liste der Working Papers

Brüggemann, U. (2006). *Schnittstelle der Simulationssoftware von SIW und IfTP, Konzept I vom Februar 2006*. Bamberg: Institut für Theoretische Psychologie der Otto-Friedrich-Universität Bamberg, IfTP DGON Working Paper Nr. 1.

Brüggemann, U., Strohschneider, S. & Rek, U. (2006). *Anforderungen an den Demonstrator*. Bamberg: Institut für Theoretische Psychologie der Otto-Friedrich-Universität Bamberg, IfTP DGON Working Paper Nr. 2.

Klemp, K., Brüggemann, U., Strohschneider, S. (2010). *Executive Summary. Durchführung und Ergebnisse der Brückenbeobachtungen im Rahmen des DGON-Bridge Projektes*. Jena: Fachbereich für Interkulturelle Wirtschaftskommunikation der Friedrich-Schiller-Universität Jena, IfTP DGON Working Paper Nr. 3.



TP “Verbesserung der Verbesserung der kognitiv-handlungsregulatorischen Funktionalität von Schiffsbrücken”



**Institut für Theoretische Psychologie
(IfTP)**

Otto-Friedrich-Universität Bamberg,
Kapuzinerstr. 16, 96045 Bamberg

Working Paper: IfTP DGON WP 1.0

Erstelldatum: 27.02.06

letzte Änderung: 11.07.06

Von: Ulrike Brüggemann

Thema: Schnittstelle der Simulationssoftware von SIW und IfTP,
Konzept I vom Februar 2006

Der folgende Text stellt eine bestimmte Entwicklungsstufe des Schnittstellenkonzepts dar. Das hier beschriebene Konzept ist zwar mittlerweile nicht mehr aktuell, dennoch sollen die darin enthaltenen Überlegungen in der vorliegenden Form dokumentiert werden. Das hier beschriebene Konzept erwies sich in den Diskussionen mit dem SIW wegen diverser technischer Probleme als nicht praktikabel, das SIW hat stattdessen ein anderes Konzept vorgeschlagen (siehe Protokoll des SIW des Treffens am 04.07.2006 in Warnemünde). Dieses ist dem Demonstrator-Konzept sehr ähnlich, welches Herr Ehrke (SAM), Herr Becker (Raytheon) und Frau Brüggemann (IfTP) am 05.07.2006 in Hamburg entworfen haben (Darstellung wird von Herr Ehrke vorbereitet). Da letzteres flexibler und umfangreicher ist, werden wir dieses bei dessen zu Stande kommen nutzen; ansonsten werden wir das Angebot des SIW (Schnittstelle der Simulationssoftware von SIW und IfTP, Konzept II vom Juli 2006) annehmen.

Verarbeitete Treffen:

01.02.2006 Warnemünde: Prof. Dr. Reinhard Müller (SIW), Michaela Demuth (SIW), Marc Haase (SIW), Matthias Harnack (SIW), Mirco Thiel (SIW), Dr. Ing. Anke Zölder (SIW), Ulrike Brüggemann (IfTP)

22./23.02.2006 Bamberg: Ute Rek (IfTP), PD Dr. Stefan Strohschneider (IfTP), Marc Haase (SIW), Matthias Harnack (SIW), Ulrike Brüggemann (IfTP)

1. Einleitung, Zielsetzung

Das Ziel des SIW ist ein Vorschlag für die Verbesserung des Informations- und Datenmanagements auf Schiffen. Dafür erfolgt zunächst eine Sammlung der auf der Schiffsbrücke eingehenden und sie verlassenden Informationen (In- und Outputs).

Das Ziel des IfTP ist das Verstehen und Erklären des Verhaltens des auf der Brücke agierenden Nautikers, indem ein Computersimulationsmodell dieses Nautikers auf Basis der PSI-Theorie erstellt wird (Nautik-PSI); auf Basis der bei Konstruktion und Anwendung des Modells gewonnenen Erkenntnisse werden dann Empfehlungen hinsichtlich der Verbesserung der kognitiv-handlungsregulatorischen Funktionalität von Schiffsbrücken gegeben.

Fernziel ist dabei die Ableitung eines autonomen Agenten aus dem kognitiven Modell des IfTP in Form eines Vorschlagsystems, welches das Schiff in Standard-Situationen führen kann. Voraussetzung für diesen autonomen Agenten ist die Beschreibung des menschlichen Nautikers und die Analyse seiner Stärken und Schwächen mit Hilfe eines kognitiven Modells; erst auf dieser Basis wird man die ‚Optimierung‘ in Richtung eines autonomen Agenten angehen können, der für den Nautiker nachvollziehbare Vorschläge macht.

Für den Test und die Anwendung des kognitiven Modells muss eine virtuelle Umwelt geschaffen werden, welche zunächst die Testung und später die Anwendung des kognitiven Modells (bspw. zur Testung verschiedener Informationsmanagementkonzepte) erlaubt. Beim Treffen am 01.02.2006 in Warnemünde wurde zum einen beschlossen, dass das SIW diese virtuelle Umwelt in Form eines Computersimulationsmodells dem IfTP zur Verfügung stellt. Zum anderen wurde beschlossen, dass diese beiden Computersimulationsmodelle so schnell wie möglich in einer möglichst minimalen Version erstellt werden sollen, um dann diese dann detaillierter auszubauen.

Das Ziel dieses Papiers ist es, die Schnittstelle der Computersimulationsmodelle von SIW und IfTP festzulegen.

2. Aufgabe(n) des Nautikers

Wir (SIW und IfTP) gehen von der Annahme aus, dass der Nautiker mit dem Schiff ‚verschmilzt‘, d.h. er empfindet das Schiff als eine Erweiterung seines Körpers, um dessen Bedürfnisse er sich dementsprechend kümmern muss. Vereinfachend könnte man seine Bedürfnisse beschreiben als ‚ausreichend Wasser unter ebenem Kiel‘ und ‚Wohlbefinden von Schiff, Ladung und Mannschaft‘, und zwar sowohl jetzt und als auch in (absehbarer) Zukunft. Dabei sollen rechtliche Vorschriften beachtet werden und soweit als möglich die Maschine geschont und Energie gespart werden. Prinzipiell ist davon auszugehen, dass ein Nautiker immer bemüht ist, Zeit zu sparen, es sei denn, es gibt explizit Zeitfenster, die sich durch

bestimmte Abfertigungsstrukturen, wie bspw. beim Durchschleusen, ergeben oder durch zeitspezifische Umweltbedingungen, wie bspw. die Tide.

Es gibt zwei prinzipiell übergeordnete Aufgaben des Nautikers:

- Das Schiff von A nach B bringen und dabei möglichst auf dem vorgesehen Kurs bzw. den vorgesehenen Tracks bleiben. (Die Modellierung der Bearbeitung dieser Aufgabe wird hier zunächst angestrebt.)
- Das Schiff auf Reede halten.

3. Sensoren

Es gibt drei Bereiche, hinsichtlich derer der Nautiker Informationen über seine Umwelt erhält und die durch die Schnittstelle des SIW abgebildet werden (siehe folgende Unterkapitel):

- statische und dynamische Umwelt des Schiffs
- Zustand des Schiffs
- Zustand der Maschine

Es wurde beschlossen, die Kommunikation mit der Umwelt, bspw. via Funk, zunächst nicht im Rahmen der Umwelt-Interaktion des Nautikers zu modellieren, sprich weder werden durch Kommunikation Informationen über die Umwelt eingeholt noch wird die Umwelt durch Kommunikation beeinflusst. Allerdings wird die Kommunikation gegebenenfalls (je nach Befunden der Feldforschung) als eine Arbeitsaufgabe des Nautikers berücksichtigt, die dann auch seine Zeit in Anspruch nimmt.

Sofern die soziale Umwelt abgebildet werden muss (je nach Befunden der Feldforschung), ist dies Aufgabe des IfTP.

1.1. Schiffsumwelt

Die Schiffsumwelt teilt sich zunächst einmal in eine statische und eine dynamische Umwelt:

- Das statische Umweltmodell beschreibt die geographischen Gegebenheiten (Küstenlinien, Wassertiefe, feste Hindernisse im Wasser, Bojen, Tonnen, Leuchttürme, etc.).
- Das dynamische Umweltmodell beschreibt zum einen andere Schiffe und zum anderen Wetter- und Wasserbedingungen (Wind, Strömung, Wellengang, etc.). Die anderen Schiffe reagieren zunächst nicht auf das Verhalten des Nautikers und des von ihm geführten Schiffs. Dies soll gegebenenfalls in einer weiteren Ausbaustufe ergänzt werden.

Das IfTP möchte die Wahrnehmungsprozesse im Sinne einer Mustererkennung nicht detailliert abbilden, da der Schwerpunkt der Modellierung auf der Informationsverarbeitung liegt. Daher wurde beschlossen (Treffen am 01.02.2006 in Warnemünde und am 22./23.2.2006 in Bamberg), dass die Input-Informationen von der Umweltsimulation des SIW soweit zusammengefasst werden, wie dies durch eine technische Vorverarbeitung realistisch

leistbar ist, d.h. das kognitive Modell muss sich nicht mit dem Erkennen von etwas als etwas beschäftigen. (Bspw. wird der Typ oder die Position eines anderen Schiffs angegeben; das kognitive Modell muss sich nicht direkt mit den Sensordaten beschäftigen um diese mit Hilfe einer Mustererkennung auszuwerten.)

Dementsprechend besteht auf der einen Seite die Schiffsumwelt aus Objekten, die mehr oder minder sichtbar (Signal + Signalstärke in der Abbildung 1: ‚Schiffsumwelt-Schnittstelle‘) und die mehr oder minder auf- bzw. sinnfällig sind (Signalsalienz¹ in der Abbildung 1: ‚Schiffsumwelt-Schnittstelle‘); auf der anderen Seite ist es Sache des Nautik-PSIs, wie diese aus der Umwelt einströmenden Signale durch die Wahrnehmung verarbeitet werden, d.h. je nach Konfiguration des Wahrnehmungssystems in Abhängigkeit vom Zustand des kognitiven Systems (Schwellen und Filter auf der Schnittstellenseite des Nautik-PSIs in der Abbildung ‚Schiffsumwelt-Schnittstelle‘) werden diese Signale wahrgenommen oder nicht.

¹ Umgangssprachlich würde man sagen: Hochsaliente Objekte ‚springen einem ins Auge‘, während man nach niedrig salienten Objekten explizit Ausschau halten muss. Präziser ausgedrückt: Hochsaliente Objekte werden wahrgenommen, ohne dass dieses einer aktiven Aufmerksamkeitszuwendung und/oder Informationssammlung bedarf, d.h. wenn entsprechende Signale das Wahrnehmungssystem erreichen, drängen sie sich bottom-up dem kognitiven System auf und werden ‚passiv‘ registriert. Niedrigsaliente Objekte werden hingegen nur dann registriert, wenn durch das kognitive System eine *aktive* Aufmerksamkeitszuwendung und/oder eine Informationssammlung erfolgt, d.h. wenn das Wahrnehmungssystem top-down auf die Wahrnehmung des Objekts ausgerichtet wird. Wenn man bspw. aus dem Fenster schaut, erreicht die Wahrnehmung einer auffällig gestrichenen und blinkenden Boje automatisch das kognitive System, während hingegen nach einem ähnlich großen treibenden Stück Holz bewusst und aufmerksam Ausschau gehalten werden muss.

Die Salienz eines Objektes ergibt sich zum einen aus bestimmten Eigenschaften, die dem Wahrnehmungssystem geschuldet sind: Es gibt auffällige Warnfarben, -muster, -töne etc., die sich regelrecht aufdrängen und die leichter wahrzunehmen sind. Auf der anderen Seite hat die Salienz eine inhaltliche Komponente, denn es gibt Objekte die bedeutsam sind, wie bspw. ein Schlange, und solche, die es nicht sind, wie bspw. ein auf dem Boden liegender Ast.

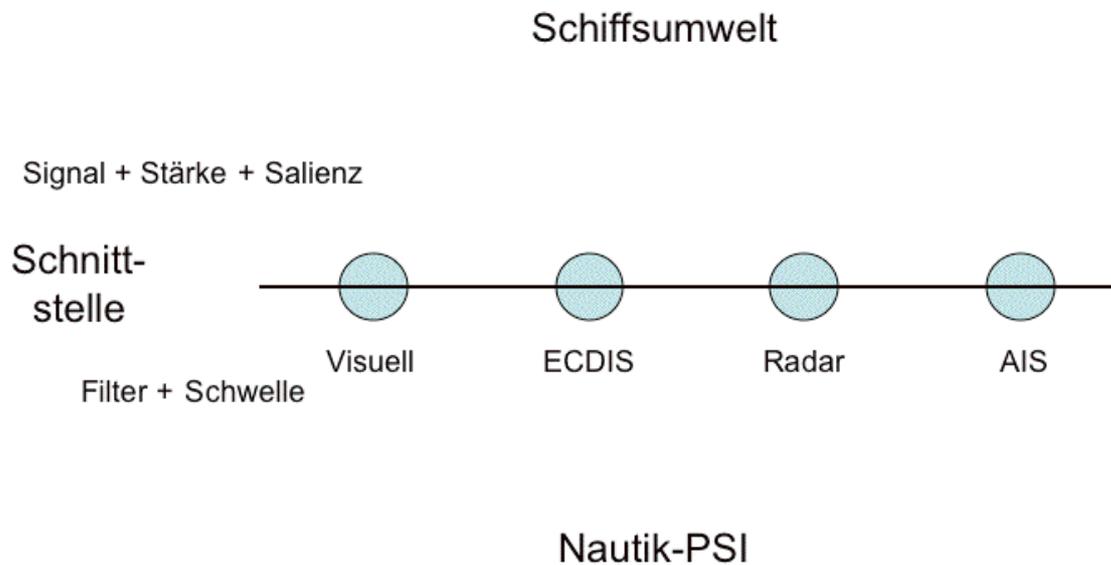


Abbildung 1: Schiffsumwelt-Schnittstelle

Da der Schwerpunkt der Modellbildung auf der Informationsverarbeitung liegt, ist es notwendig, von Anfang an mit mehreren ‚Sinneskanälen‘ zu arbeiten, die dem Nautik-PSI Informationen über seine Umwelt zur Verfügung stellen, sprich mit dem es die Umweltobjekte wahrnehmen kann. Hier wurden zunächst die folgenden vier ‚Sinneskanäle‘ festgelegt:

- Visuell
- ECDIS
- Radar
- AIS

In späteren Ausbaustufen ist denkbar, die Konfiguration von technischen Geräten durch den Nautiker (Empfindlichkeit, Ein- und Ausblendung von dargestellten Informationen, (De)aktivierung von Alarmen, etc.) als Effektoren zu modellieren, die auf Seite der Schnittstelle des SIW die Signalbereitstellung beeinflussen.

Für jeden dieser Sinneskanäle muss für jede Position, die das Schiff im Missionsgebiet einnehmen kann (gegebenenfalls in einer späteren Ausbaustufe in Abhängigkeit von Wetterbedingungen, verfügbaren Geräten, etc.), die Liste der potentiell wahrnehmbaren Objekte erstellt werden. Welche Objekttypen es gibt, welche Eigenschaften diese Objekte

haben und welche Eigenschaften der Objekte durch welchen ‚Sinneskanal‘ wahrgenommen werden können, ist in der weiteren Schnittstellentwicklung festzulegen. Am 22./23.02.2006 wurde beschlossen, dass das SIW hierfür einen Vorschlag auf Basis der in der ECDIS vorliegenden Informationen vorlegen wird.

Als Basis für die Erzeugung der statischen Umwelt wird das SIW die ECDIS einsetzen. Damit das IfTP diese nicht auch in Lizenz erwerben muss, ist es notwendig sich a) in einem Szenariolauf auf ein Missionsgebiet zu beschränken und b) die Daten nicht dynamisch aus der ECDIS abzufragen, sondern sie durch das SIW in einem Vorablauf einer Vorverarbeitung und Umcodierung zu unterziehen, die dann in Abhängigkeit von der Schiffposition entsprechende ‚sichtbare‘ Objekte liefert.

1.2. Schiffszustand

Teil des Umweltmodells des SIW ist ein Schiffsmodell, welches dieses zunächst als starren Körper beschreibt und welches das Verhalten des Schiffskörpers im Wasser als Resultat der Wechselwirkung mit den herrschenden Wind-, Wetter- und Wasserbedingungen beschreibt.

Dies wird zunächst durch folgende Parameter erfasst, die zu präzisieren und gegebenenfalls in späteren Ausbaustufen zu differenzieren bzw. zu ergänzen sind:

- Position des Schiffs
(zunächst wahre Position; bei Bedarf erfolgt später eine Differenzierung in Daten verschiedener Sensoren, die vom Nautiker integriert werden müssen)
- Kurs des Schiffs
(zunächst wahrer Kurs; bei Bedarf erfolgt später eine Differenzierung in Daten verschiedener Sensoren, die vom Nautiker integriert werden müssen)
- Tiefe über Grund
(zunächst wahrer Kurs; bei Bedarf erfolgt später eine Differenzierung in Daten verschiedener Sensoren, die vom Nautiker integriert werden müssen)
- Wind
- Roll- und Stampfstress des Schiffs
- Belastungsfaktor des Schiffs
(zunächst wird dieser festgelegt und vom SIW zur Berechnung des Roll- und Stampfstress in Abhängigkeit von Wind, Wetter- und Wasserbedingungen benutzt; dieser Punkt soll die Schiffsstatik, das Alter es Schiffs etc. berücksichtigen; in späteren Ausbaustufen kann diese Belastbarkeit dann gegebenenfalls durch entsprechende Effektoren (Art und Weise der Beladung, Umpumpen der Ballasttanks, etc.) durch den Nautiker beeinflusst werden)

nachträgliche Ergänzung/Frage des IfTP: Inwiefern halten wir es für sinnvoll, auch hier die Signale wie im Falle der Schiffsumwelt seitens des SIW mit Stärke und Salienz zu versehen und seitens des IfTP mit Wahrnehmungsfiltren und –schwelen zu verarbeiten? Wir (IfTP)

meinen, wir sollten das in jedem Fall in der Schnittstelle bereits vorsehen, auch wenn es zunächst nicht mit Werten gefüllt wird, denn nur so lassen sich später in der Anwendung Effekte von veränderten Displays, Alarmen, etc. untersuchen.

1.3. Maschinenzustand

Der Maschinenzustand ist insofern wichtig, als er die Möglichkeiten des Nautikers einschränkt.

Er wird zunächst durch folgende Parameter erfasst, die zu präzisieren und gegebenenfalls in späteren Ausbaustufen zu differenzieren bzw. zu ergänzen sind:

- Maschinenverfügbarkeit
- Energieverbrauch und Tankanzeige
- Maschinenstress
- Maschinenfaktor des Schiffs

(zunächst wird dieser festgelegt und vom SIW zur Berechnung des Maschinenstress in Abhängigkeit von ??? benutzt; in späteren Ausbaustufen kann diese Belastbarkeit dann gegebenenfalls durch entsprechende Effektoren (???) durch den Nautiker beeinflusst werden)

nachträgliche Ergänzung/Frage des IfTP: Inwiefern halten wir es für sinnvoll, auch hier die Signale (in einer ersten Ausbaustufe) wie im Falle der Schiffsumwelt seitens des SIW mit Stärke und Salienz zu versehen und seitens des IfTP mit Wahrnehmungsfiltren und –schwelen zu verarbeiten? Wir meinen, wir sollten das in jedem Fall in der Schnittstelle bereits vorsehen, auch wenn es zunächst nicht mit Werten gefüllt wird, denn nur so lassen sich später in der Anwendung Effekte von veränderten Displays, Alarmen, etc. untersuchen.

4. Effektoren

Ähnliches wie für die Sensoren gilt auch für die Effektoren: Das Erlernen der sensumotorischen Koordination von Ruder und Umdrehungszahl bzw. Propellerstand zur Setzung von Kurs und Geschwindigkeit ist nicht primäres Ziel des IfTP, da zum einen der Schwerpunkt der Modellierung des IfTP auf der Informationsverarbeitung liegt, und da wir (IfTP und SIW) zum anderen zunächst von einem erfahrenen Nautiker ausgehen, für den dies anscheinend ein Automatismus ist, der keine kognitive Belastung darstellt. Außerdem gibt es einen Autopiloten, der im Regelfall in der Lage ist, einen vorgegebenen Kurs mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit zu steuern.

Zunächst wurden folgende Effektoren festgelegt, die zu präzisieren und gegebenenfalls zu differenzieren bzw. zu ergänzen sind:

- Kurs setzen
- Geschwindigkeit setzen

5. Programmiersprache, Entwicklungsumgebung, Zielsystem, etc.

Zum ersten wurde beschlossen, dass das SIW-Modul dem IfTP in Form von C++-Sourcecode zur Verfügung gestellt wird. Zum zweiten wurde beschlossen, dass ANSI-konform programmiert wird.

Das SIW klärt, für welches Betriebssystem die Software im Endeffekt kompiliert werden muss (im Falle des Einsatzes des Nautik-PSIs als autonomer Agent).

Es wird angestrebt, dass nach Möglichkeit ein Compiler gefunden wird, der von beiden Seiten ohne finanziellen Aufwand genutzt werden kann, so dass der Code beidseitig problemlos ausgetauscht werden kann.

nachträgliche Ergänzung Ulrike Brüggemann (IfTP): Im Grunde genommen ist es egal, mit welchen Entwicklungsumgebungen in der Entwicklungsphase gearbeitet wird und auf welchem Betriebssystem die Software in dieser Phase läuft, sofern sicher gestellt ist, dass a) ANSI-konform gearbeitet wird und dass es b) einen Compiler gibt, der das Endergebnis dann gegebenenfalls für das Zielsystem als autonomen Agenten übersetzt. Dies scheint ja für C++ kein Problem zu sein, oder? Zudem ist Punkt b) eine Zukunftsvision, zu der wir uns den Wege nicht verbauen wollen und kein technisches Problem, was wir in unmittelbarer Zukunft lösen müssen. Da sich bis dahin auch technisch noch einiges verändern kann, möchte ich daher vorschlagen, dass wir uns das Leben leicht machen und mit unseren gewohnten Entwicklungsumgebungen und Betriebssystemen arbeiten. Außerdem ist der Austausch von Code zwischen verschiedenen Entwicklungsumgebungen oder sogar verschiedenen Betriebssystemen meiner Erfahrung nach mit einem geringfügigen Aufwand verbunden (sofern man ANSI-konform arbeitet), hat jedoch den großen Vorteil, dass Speicherfehler und compilerspezifisch erlaubte Verletzungen des Standards, Sonderregelungen, Abweichungen, etc. auffallen, also Sachen, die wir vermeiden wollen, da sie später Probleme machen werden.

6. Schnittstelle

- Initialisierung des SIW-Moduls (gegebenenfalls incl. Laden der Daten)
- jeweils eine Klasseninstanz für die vier ‚Sinneskanäle‘, welche je nach Position eine entsprechende Signalliste liefern (Member-Funktionen); abgeleitet von einer Eltern-Klasse?
- ein Klasseninstanz für den Schiffszustand, welches die entsprechenden Werte liefert (Member-Funktionen)
- ein Klasseninstanz für den Maschinenzustand, welches die entsprechenden Werte liefert (Member-Funktionen)

- nachträgliche Ergänzung IfTP: Sinnvollerweise würde das SIW eine Klassenhierarchie (der externen Objekte) vorgeben?

7. Zeitplan

- die Schnittstellenspezifikation soll im Mai 2006 abgeschlossen werden
- das IfTP macht darauf aufmerksam, dass auch eine ‚abgespeckte‘ Version des Nautik-PSIs relativ umfangreich ist und eines gewissen Programmieraufwands bedarf; Ergänzung IfTP: laut Zeitplan im Projektantrag wird im Oktober/November 2006 mit der Implementation begonnen und erste interne Tests sind dann ab Juli/August 2007 geplant; es ist aber auf jeden Fall möglich, die Schnittstelle bereits im Mai/Juni zu testen.



TP “Verbesserung der Verbesserung der kognitiv-handlungsregulatorischen Funktionalität von Schiffsbrücken”



**Institut für Theoretische Psychologie
(IfTP)**

Otto-Friedrich-Universität Bamberg,
Markusplatz 3, 96047 Bamberg

Working Paper: IFTP DGON WP 2.0

Erstelldatum: 21.06.06

letzte Änderung: 12.07.06

Von: Ulrike Brüggemann, Stefan Strohschneider, Ute Rek

Thema: Anforderungen an den Demonstrator

Dieser Text nennt zunächst in Kurzform unsere Anforderungen und Wünsche hinsichtlich des Demonstrators (1.). Da zum einen diese Anforderungen und Wünsche aus der Zielsetzung und dem Arbeitsplan unseres Teilprojektes resultieren und da zum anderen der Demonstrator die verschiedenen Teilprojekte integrieren soll, geht der Text anschließend zur Begründung und zur Information kurz auf unsere Zielsetzung (2.) und auf den zur Erreichung der Zielsetzung vorgesehenen Arbeitsplan (3.) ein. Auf dieser Basis werden dann die Anforderungen und Wünsche hinsichtlich des Demonstrators detailliert abgeleitet (4.). Abschließend (5.) werden Schlussfolgerungen zur Frage der Module und Schnittstellen im Demonstrator dargestellt.

1. Zusammenfassung der Anforderungen und Wünsche hinsichtlich des Demonstrators

- Der Fahrstand muss in realistische Größe vorhanden sein (incl. der nautischen Standard-Systeme in realistischer Installation).
- Idealerweise sollte die Brücke vollständig in realistischer Größe abgebildet sein; idealerweise sollten die anderen, nicht unmittelbar der Steueraufgabe dienenden, Schiffssysteme durch ‚Platzhalter‘ abgebildet werden, so dass insbesondere Alarmquellen und ‚Abarbeitungsstationen‘ für die Quittierung und Bearbeitung von Alarmen (und gegebenenfalls weiterer Aufgaben) räumlich realistisch angeordnet sein könnten.

- Die Anzeigen der installierten Systeme müssen realistisch auf Bedienung und Eingaben (insbesondere Steuereingriffe) reagieren
- Die Art der erzeugten Alarme, ihre Quittierung und der Bearbeitungsaufwand müssten realistisch sein.
- Die Bedienung der Geräte und die Steuereingriffe müssen protokollierbar sein (für die Auswertung).

-> resultierende Forderung:

Es wird ein interaktives Modell des Schiffs und der Schiffsumgebung benötigt, welches die Systeme, die den Nautiker durch Anzeigen über seine Umwelt (Schiff und Schiffsumgebung) informieren, mit realistischen Daten versorgt, und auf Bedien- und Steuereffektoren realistisch und interaktiv reagiert; hierzu gehört gegebenenfalls auch ein ‚Störfallmodell‘, welches entsprechende Alarme realistisch erzeugt und idealer Weise auf Bearbeitung des Störfalls realistisch reagiert.

Dieses Modell kann jedoch gegenüber High-Fidelity-Simulatoren reduziert sein.

- Als Input für das kognitive Modell des Nautikers (Nautik- Ψ) in benötigen wir eine Schnittstelle, die die Inhalte der auf den Anzeigen dargestellten Informationen dem Nautik- Ψ zur Verfügung stellt und entsprechende Steuerbefehle entgegen nimmt.

2. Zielsetzung

Das Ziel des IfTP im DGON-Projekt ist das Verstehen und Erklären des Verhaltens des auf der Brücke agierenden Nautikers um auf dieser Basis Empfehlungen für ein kognitiv-funktional verbessertes Design von Schiffsbrücken und ihrer Ausstattung zu geben.

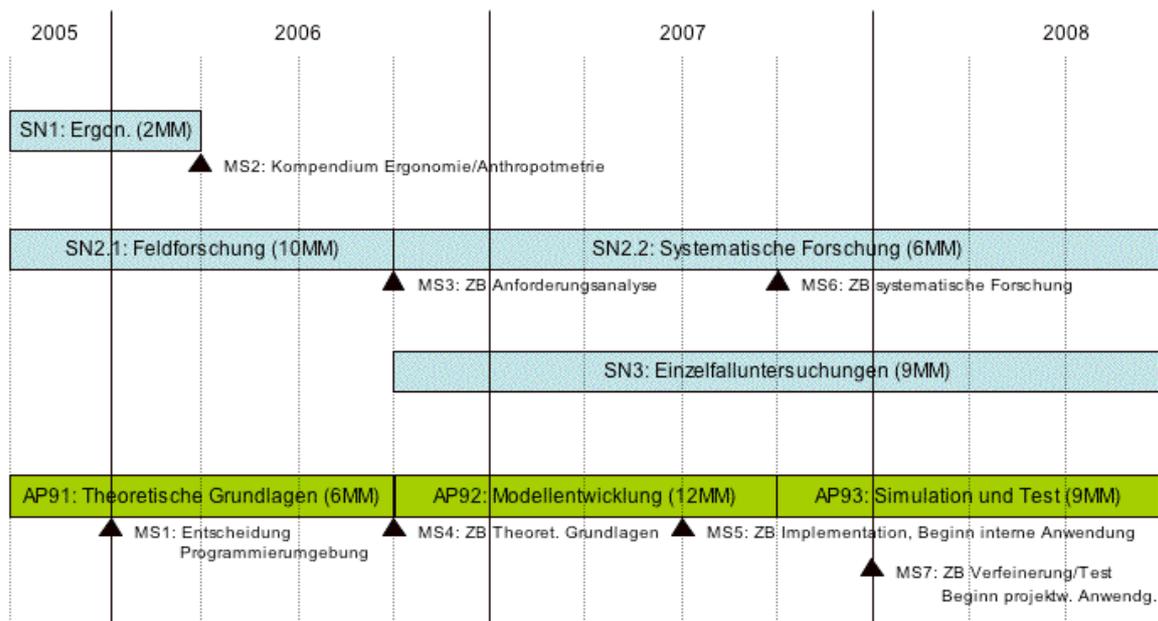
Mittel zum Zweck ist die Erstellung eines Computersimulationsmodells der psychischen Prozesse des Nautikers auf Basis der PSI-Theorie mit Schwerpunkt auf Informationsverarbeitung und Handlungsregulation (Nautik- Ψ): Das Modell soll abbilden, welche Absichten ein Nautiker auf welche Art und Weise verfolgt, wie ein Nautiker dafür die Instrumente auf seiner Brücke nutzt um mit ihrer Hilfe zu einem Situationsbild und einen Erwartungshorizont zu gelangen und welchen Einfluss dabei Instrumentenanordnung und Art und Weise der Informationspräsentation (Brückendesign, Displays, Bedienkonzept, etc.) haben. Auf Basis der bei Konstruktion und Anwendung des Modells gewonnenen Erkenntnisse können dann Empfehlungen hinsichtlich der Verbesserung der kognitiv-handlungsregulatorischen Funktionalität von Schiffsbrücken gegeben werden.

Dieser Zielsetzung entsprechend soll abgebildet werden, wie ein realer Nautiker arbeitet und nicht, wie ein idealer Nautiker arbeiten sollte. Unserer Ansicht nach ist die Beschreibung des menschlichen Nautikers und die Analyse seiner Stärken und Schwächen mit Hilfe eines kognitiven Modells die Voraussetzung für die ‚Optimierung‘ des kognitiven Modells (Nautik-

Ψ) in Richtung auf einen autonomen Agenten, der den menschlichen Nautiker in seiner Fahrtätigkeit in Form eines Vorschlagssystems entlastet und das Schiff in Standard-Situationen führen kann (Fernziel).

3. Arbeitsplan

Im DGON-Projekt verfolgen wird den folgenden Arbeitsplan:



Wie man sieht, gibt es in der Projektplanung zwei Stränge, die sich gegenseitig befruchten: Der eine Strang (in der Abbildung blau dargestellt) ist die psychologische Forschung, deren Erkenntnisse in den zweiten Strang, die kognitive Modellierung (in der Abbildung grün dargestellt) einfließen und dort in Form eines Computersimulationsmodells (des Nautik-Ψs) formalisiert werden. Dies erlaubt den Test der einfließenden Annahmen auf Vollständigkeit, Stimmigkeit, Widerspruchsfreiheit, etc. sowohl einzeln als auch im Zusammenspiel. Außerdem resultieren aus der Modellierung Fragen für die Forschung und durch Sensibilitätsanalysen kann gegebenenfalls das Augenmerk auf besonders relevante Bereiche und Fragen gelenkt werden.

Zur Vorbereitung dieser kognitiven Modellierungsarbeiten (die schwerpunktmäßig von Frau Brüggemann bearbeitet werden) erfolgten zunächst Recherchen und Analysen im Hinblick auf die einzusetzende Programmiersprache und Entwicklungsumgebung (Milestone 1): Wir haben uns für die Programmiersprache C++ entschieden, da sie a) in den hardwarenahen Ingenieurwissenschaften weit verbreitet ist, b) ein Standard vorliegt (ANSI) und c) da es sehr viele Compiler und Entwicklungsumgebungen gibt, die eine Übersetzung für

nahezu alle Zielsysteme zulassen. Wir haben uns für die Entwicklungsumgebung C++ Builder von Borland entschieden, die diese auf der einen Seite Tools und Bibliotheken für die komfortable Erstellung einer graphischen Benutzeroberfläche (GUI) integriert und es auf der anderen Seite ermöglicht, den ‚inhaltlichen‘ Code und den ‚darstellenden‘ Code getrennt zu halten, so dass das Nautik-Ψ mit einer graphischen Oberfläche laufen kann, aber nicht muss.

Zur Vorbereitung der psychologischen Forschungsarbeiten (die schwerpunktmäßig von Frau Rek bearbeitet werden) und als ‚Dienstleistung‘ für den Projektverbund, wurde zudem zunächst das Kompendium „Sicherheit, Ergonomie und Human Factors in der Seefahrt“ (SN 1; Milestone 2) vorgelegt.

Seitens der psychologischen Forschung erfolgt in der ersten Projektphase (Herbst 2005 - Herbst 2006) eine anthropologische ausgerichtete, freie Feldforschung (SN 2.1), deren Resultat eine Phänomenbeschreibung und eine Anforderungsanalyse der Aufgaben des Nautikers sein wird (Milestone 3).

In der zweiten Projektphase (Herbst 2006 - Herbst 2008) wird dann die Feldforschung auf Basis der in der ersten Phase gewonnen Erkenntnisse fokussiert und systematisch (SN 2.2) ausgewertet. Eine erste Zwischenbilanz (Milestone 6) wird im Herbst 2007 gezogen werden. Parallel zur systematischen Feldforschung sind Einzelfalluntersuchungen (SN 3) geplant, die der kognitiv-handlungsregulatorischen Bewertung der im Projektverbund entwickelten Konzepte hinsichtlich Brückendesign, Bedienkonzept, Informations- und Alarmmanagement, etc. dienen.

Seitens der kognitiven Modellierung werden in der ersten Projektphase (Herbst 2005 - Herbst 2006) die theoretischen Grundlagen für das kognitive Modell (AP 91) erarbeitet: Ein erstes Zwischenergebnis hierzu liegt mit dem IfTP DGON-Memorandum No. 1 („Die PSI-Theorie“) vor; zwei weitere Memoranden sind in Vorbereitung, die zum einen für das Projekt benötigte Konzepte der PSI-Theorie detailliert ausarbeiten (Zukunfts-PSI) und zum anderen die Übertragung und Anwendung der PSI-Theorie auf die Beschreibung eines Nautikers (Nautik-Ψ) erläutern. Die Fertigstellung dieser Memoranden ist für den Herbst 2006 vorgesehen; sie werden im Wesentlichen den Zwischenbericht „Theoretische Grundlagen“ (Milestone 4) bilden.

Am Beginn der zweiten Projektphase (Herbst 2006 - Herbst 2008) steht dann der Programmentwurf, der möglichst schnell in eine erste Implementation umgesetzt wird (AP 92; Milestone 5, Sommer 2007), die soweit getestet und verfeinert wird, dass eine projektweite Anwendung beginnen kann (Milestone 7, Winter 2007/08), in deren Rahmen weitere Tests und Verfeinerungen (AP 93) erfolgen werden.

Aktuell bemühen wir uns bereits die Schnittstellen ab zu stimmen und gegebenenfalls dazu technische Tests durchzuführen.

4. Einsatz des Demonstrators und resultierende Anforderungen

4.1. ... für die psychologische Forschung

Während die anthropologisch orientierte, freie Feldforschung im Wesentlichen durch Beobachtung und gegebenenfalls Videoaufzeichnungen bei Mitfahrten auf Brücken erfolgt und ein möglichst breites Spektrum abdecken soll um einen möglichst umfassenden Überblick zu erhalten, gehen die systematische Feldforschung und die Einzelfalluntersuchungen gezielt spezifischen Fragestellungen nach und werten die Beobachtungen systematisch aus.

Hinsichtlich der systematischen Feldforschung ist es sehr wünschenswert, den menschlichen Nautiker unter kontrollierten und reproduzierbaren Bedingungen, sozusagen ‚unter Laborbedingungen‘, im Demonstrator beobachten zu können. Insbesondere werden die Einzelfalluntersuchungen nur dort möglich sein, da die im Projektverbund entwickelten und zu untersuchenden Konzepte dort implementiert werden sollen.

Daraus resultiert für uns die Forderung, dass der Demonstrator ein möglichst realistisch aussehendes und reagierendes Modell des Arbeitsbereichs Schiffsbrücke sein sollte. Realistisch reagierendes Modell heißt für uns, das sowohl die Anzeigen der installierten Systeme als auch die angezeigten Inhalte realistisch auf Einstellungen und Eingaben des Nautikers reagieren sollten, denn alle dahinter zurück bleibenden Varianten haben unser Ansicht nach erhebliche Nachteile:

- Variante 1 - Vorführen:

Man könnte den Nautiker zum passiven Beobachter eines auf den Anzeigen ablaufenden Geschehens machen (indem man bspw. real erhobenen Daten einspielt und die Geräteeinstellungen fest vorgibt).

Anschließend könnte man den Nautiker nach seiner subjektiven Bewertung der Anzeigen fragen und erfassen, welche der dargestellten Inhalte in welcher Güte wahrgenommen wurden.

Damit wird aber lediglich ‚passiv‘ die Wahrnehmung und die Ausbildung der mentalen Repräsentation des Geschehens durch den Nautiker erfasst, dessen ‚aktives‘ Verhalten aber nicht.

- Variante 2 - Vorführen & Bedienen:

Man könnte den Nautiker zum passiven Beobachter eines auf den Anzeigen ablaufenden Geschehens machen (indem man bspw. real erhobenen Daten einspielt), würde ihm jedoch gestatten, an den Geräte Einstellungen vorzunehmen.

Anschließend könnte man den Nautiker nach seiner subjektiven Bewertung der Anzeigen fragen und erfassen, welche der dargestellten Inhalte er in welcher Güte wahrgenommen hat. Zusätzlich hätte man die Möglichkeit zu erfassen, welche Bedienschritte er vornimmt, welche Informationen er sich verschafft, etc. und dies zur Güte seiner Wahrnehmung in Bezug setzen.

D.h. hier könnte man zumindest das Bedienverhalten des Nautikers erfassen.

Es wäre auch möglich, dass sich eine bestimmte Situation entwickelt und man dann den Nautiker fragt „Was würdest Du jetzt tun?“ um so sein Schiffsteuerungsverhalten zu erfassen. Dies wäre dann aber immer nur schlaglichtartig und nicht prozesshaft möglich, da das Schiff und die Schiffsumwelt nicht auf Aktionen des Nautikers reagieren würden. Auch hier würde also nicht das dynamische Schiffsführungsverhaltens des Nautikers erfasst.

Das Arbeitsfeld Schiffsbrücke und die Arbeit des Nautikers ist aber gerade dadurch geprägt, dass der Nautiker sich permanent durch ein reaktives und proaktives Verhalten - im Wesentlichen weit vorausschauend - an eine sich wandelnde Umwelt und die daraus resultierenden Einflüsse und Gefahren für sein Schiff adaptiert. Daher es ist aus unserer Sicht unangemessen, sich bei der Erfassung des Nautikerverhaltens auf Situationswahrnehmung, Bedienverhalten und Einzelentscheidungen zu beschränken, sondern wir plädieren für einen Demonstrator, der ein möglichst realistisch aussehendes und reagierendes Modell des Arbeitsbereichs Schiffsbrücke sein sollte. Das heißt für uns konkret und im Detail:

- Die Größe des Fahrstandes im Demonstrator sollte der Größe des Fahrstandes auf einer realen Brücke entsprechen und mit den Standardbrückensystemen und -bedienelementen zur Bearbeitung der nautischen Aufgabe ausgestattet sein.
- Idealerweise sollte sogar die gesamte Brücke in realistischer Größe abgebildet werden, wobei für die anderen ‚nicht-nautischen‘ Schiffssysteme (also jene Systeme, die nicht unmittelbar für die Bearbeitung der eigentlichen nautischen Steueraufgabe benötigt werden) Platzhalter installiert werden könnten. Auf diese Weise könnten verschiedene räumliche Quellen von Alarmen, verschiedene ‚Abarbeitungsstationen‘ von Alarmen und gegebenenfalls weitere ‚Abarbeitungsstationen‘ für zusätzlicher Aufgaben installiert werden und somit wäre die notwendige Bewegung des Nautikers auf der Brücke und die notwendige, sich über eine gewisse Zeitdauer erstreckende Anwesenheit an anderen Arbeitsstationen als dem eigentlichen Fahrstand, realistisch abbildbar, ohne bei den Alarmen oder anderen Aufgaben ins Detail gehen zu müssen.

- Die Art der erzeugten Alarme, ihre Quittierung und der Bearbeitungsaufwand müssten realistisch sein.
- Die Anzeigen der installierten Systeme sollten realistisch auf Einstellungen und Eingaben des Nautikers (im Folgenden Bedien-Effektoren genannt) reagieren, d.h. wenn man bspw. den Range des Radars verändert, sollten sich dann auch die Bildschirmanzeige verändern und gegebenenfalls Ziele verschwinden bzw. zusätzliche auftauchen.
- Die auf den installierten Systemen dargestellten Inhalte sollten realistisch auf Steuereingriffe des Nautikers (im Folgenden Steuer-Effektoren genannt) reagieren, d.h. wenn der Nautiker einen anderen Kurs setzt, müssen sich bspw. die Anzeigen für andere Schiffe, die Windrichtung, die Wassertiefe, etc. entsprechend ändern.
- > Insbesondere die letzten beide Punkte machen eines interaktives Modell des Schiffs und der Schiffsumgebung notwendig, welches die Systeme, die den Nautiker durch Anzeigen über seine Umwelt (Schiff und Schiffsumgebung) informieren, mit realistischen Daten versorgt, und auf Bedien- und Steuereffektoren realistisch reagiert; hierzu gehört gegebenenfalls auch ein ‚Störfallmodell‘, welches entsprechende Alarme erzeugt
- Die Bedienung der Geräte und die Steuereingriffe müssen protokollierbar sein (für die Auswertung).

4.2. ... für die Anwendung des kognitiven Modells

Um unser kognitives Modell des Nautikers testen, parametrisieren und anwenden zu können, benötigen wir ein Umweltmodell für das Nautik- Ψ in Form einer Softwareschnittstelle, die die Informationen zur Verfügung stellt, welche die auf der Brücke installierten Systeme dem Nautiker über Schiff und Schiffsumgebung liefern. In diesem Zusammenhang planen wir, die Brückenfenster wie Monitore zu behandeln, die dem Nautiker genau wie der Radarschirm Informationen über Objekte in der Schiffsumgebung liefern.

Wir planen nicht, die Wahrnehmungsprozesse im Sinne einer Mustererkennung detailliert abzubilden, da der Schwerpunkt der Modellierung auf der Informationsverarbeitung liegt und wir wissen, dass Menschen Instrumente ablesen können. D.h. wir brauchen ein interaktives Schiffs- und Schiffsumgebungsmodell, wie es bereits zuvor für den Demonstrator gefordert wurde; als Input benötigen wir jedoch nicht die virtuellen Sensordaten sondern die Inhalte der auf den Anzeigen dargestellten Informationen (Typ und Umfang der benötigten Informationen siehe Kapitel 4.3).

Zusätzlich werden wir ein Brückenmodell ergänzen, das die Anordnung und Sichtbarkeit der Instrumente und die Bewegung des Nautikers auf der Brücke beschreibt; dieses Modell wird zudem für jedes Instrument und den dargestellten Inhalt den

Ableseaufwand abbilden. D.h. das kognitive Modell muss sich nicht mit dem Erkennen von etwas als etwas beschäftigen. (Bspw. wird der Typ oder die Position eines anderen Schiffs angegeben; das kognitive Modell muss sich nicht direkt mit den Sensordaten beschäftigen um diese mit Hilfe einer Mustererkennung auszuwerten.)

Als Output des kognitiven und Input des Schiffs- und Schiffsumgebungsmodell sollte es eine Implementation sowohl der Bedien- als auch der Steuereffektoren geben. Ähnliches wie für die Wahrnehmung gilt auch für die eigentlichen Schiffssteuerung: Das Erlernen der sensumotorischen Koordinationen zur Bedienung von Ruder und Umdrehungszahl bzw. Propellerstand zur Setzung von Kurs und Geschwindigkeit ist nicht primäres Ziel des IfTP, da zum einen der Schwerpunkt der Modellierung des IfTP auf der Informationsverarbeitung liegt, und da wir zum anderen zunächst von einem erfahrenen Nautiker ausgehen, für den dies ein Automatismus ist, der keine kognitive Belastung darstellt. Außerdem gibt es einen Auto- bzw. Trackpiloten, der im Regelfall in der Lage ist, einen vorgegebenen Kurs mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit zu steuern. Daher würden uns gerne zunächst auf die beiden Steuereffektoren ‚Kurs setzen‘ und ‚Geschwindigkeit setzen‘ beschränken.

An dieser Stelle sei bereits darauf hingewiesen, dass sich durch Diskussionen mit SIW, SAM und Raytheon gezeigt hat, dass die hier skizzierte Idealvorstellung nur teilweise realisierbar sein wird, da weder eine Schiffs(umwelt)simulation noch die im Demonstrator zu installierenden Brückenkonsolen Schnittstellen zur Verfügung stellen, wie sie hier gefordert werden. Diese Problematik wird im Kapitel 5 (Modulen und Schnittstellen) detaillierter diskutiert und es werden die prinzipiellen Lösungsmöglichkeiten genannt. In der Entwicklung eines gemeinsamen Vorschlages für ein Demonstratorkonzept mit SAM und Raytheon (welches von Herr Ehrke dargestellt wird) wurde jedoch für all die Informationen, die benötigt werden (vgl. folgendes Kapitel), eine Lösung bzw. ein work around gefunden.

4.3. benötigte Informationen

Die Verfügbarkeit folgender Informationen sehen wir als elementar an:

- Informationen über den geplanten und tatsächlichen Missionsverlauf (falls die Mission extern vorgegeben wird)
 - Wegepunkte und
 - Tracks.
- idealer Weise Informationen über die Eigenbewegung des Schiffes, insbesondere
 - Rollen und Stampfen
genauer gesagt Belastung durch Rollen und Stampfen.

Denn die Verletzung bestimmter Toleranzgrenzen führt dazu, dass das Wohlbefinden bzw. die Intaktheit von Schiff, Ladung und/oder Mannschaft eingeschränkt werden und damit der Nautiker ein wesentliches Ziel verfehlt; diese Eigenbewegung wird dem menschlichen Nautiker auf einem realen Schiff durch köpereigene (und evtl. technische?) Sensoren vermittelt, aber wie ist das im Demonstrator?

Da Diskussionen mit SIW, SAM und Raytheon gezeigt haben, dass dies in der Praxis meistens keine Rolle spielt und dies ein Sensorium wäre, dass lediglich eine autonome Nautiksoftware benötigen würde (Fernziel), werden wir uns im Projekt auf ruhige See beschränken, dies aber als Erweiterungsmöglichkeit vorsehen.

- Informationen über die Fortbewegung des Schiffes, insbesondere über
 - Position,
 - Kurs und
 - Geschwindigkeit.
- Informationen über den Zustand des Schiffes, welche
 - die Eigen- und Fortbewegung des Schiffes,
 - die Anfälligkeit für andere Umweltbedingungen (insbesondere Gefährdung durch Hindernisse und maritime Bedingungen) und
 - die Rechte und Pflichten des Nautikers bzw. des Schiffes
 maßgeblich beeinflussen und im weiteren Missionsverlauf beeinflussen werden, d.h.
 - Schiffstyp und Tonnage
 - Schiffsform und Trimmung
 - rate of turn
 - Tiefgang (aus Beladung)
 - gesetzter Kurs (jetzt und im Missionsverlauf)
 - gesetzte Geschwindigkeit (jetzt und im Missionsverlauf)
 - idealer Weise Strömung (jetzt und im Missionsverlauf) und Wind (jetzt und im Missionsverlauf) für die zukünftige Belastung des Schiffes durch Rollen & Stampfen: Denn daraus müsste Seegang resultieren?
Dafür werden Wetterbericht und entsprechende Karten benötigt?
 Da Diskussionen mit SIW, SAM und Raytheon gezeigt haben, dass dies in der Praxis meistens keine Rolle spielt und dies ein Sensorium wäre, dass lediglich eine autonome Nautiksoftware benötigen würde (Fernziel)m werden wir uns im Projekt auf ruhige See beschränken, dies aber als Erweiterungsmöglichkeit vorsehen
- Informationen über statische und dynamische Hindernisse (gefährliche Objekte im weitesten Sinne) in der Umgebung des Schiffes, insbesondere
 - Festland,
 - Untiefen, Wracks etc.,

- Leuchttürme, Tonnen, etc.,
- Wasser unterm Kiel = Tiefe über Grund und
- andere Schiffe (Typ, Position, Kurs, Geschwindigkeit).

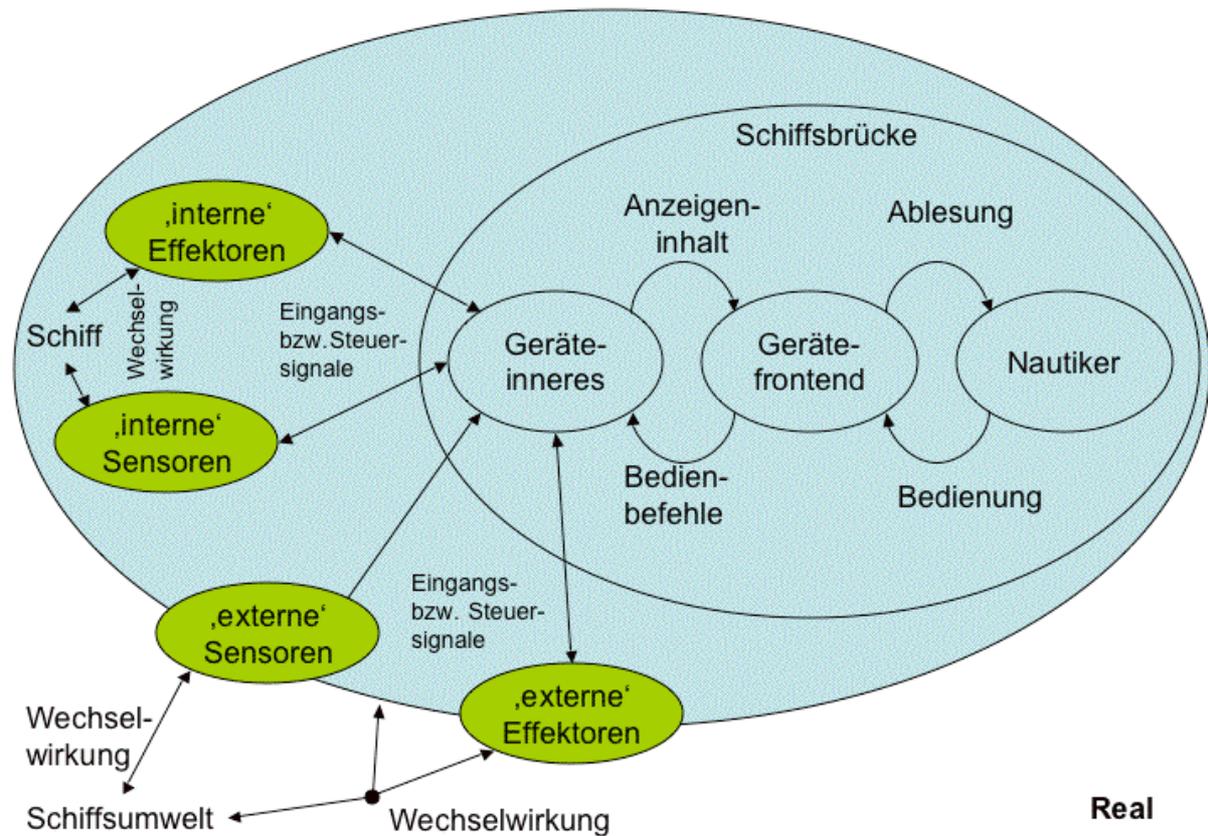
Da die Informationen aus verschiedenen Quellen stammen, die sich ergänzen aber auch unter Umständen widersprechen können und da die Integration dieser Quellen eine wesentliche Aufgabe des Nautikers ist, soll gerade für die Informationen über andere Schiffe und sonstige Hindernisse (als prototypisch und exemplarisch für andere Informationen) mit mehreren Quellen gearbeitet werden, d.h. idealerweise visuell und mit ECDIS, Radar und AIS.

- Informationen über Verkehrsregelungen, wie
 - Fahrrinnen
 - Verkehrstrennungsgebiete
- evtl. Informationen über Navigationszeichen, wie
 - Leuchttürme, Tonnen ?
- evtl. Informationen über die Schiffsmaschine, wie
 - Leistungsfähigkeit, Reichweite?
 - Leistungskurve, Kraftstoffverbrauch

5. Module und Schnittstellen im Demonstrator

5.1. Abzubildende Realität

Folgendes Bild soll zunächst einmal die Situation auf einer realen Brücke, die im Demonstrator abgebildet werden soll, stark vereinfacht darstellen:



Das Schiff ist mit internen Effektoren, wie bspw. Ballastpumpen, internen Sensoren, wie bspw. Füllstand Ballasttanks, externen Effektoren, wie bspw. dem Ruder und Schrauben, und externen Sensoren, wie bspw. Radar und Echolot, ausgestattet.

Die internen Effektoren und das Schiff wechselwirken miteinander; dadurch ergibt sich unter anderem der Zustand des Schiffes. Das Schiff, die Schiffseffektoren und die Schiffsumwelt wechselwirken miteinander; daraus ergibt sich die Eigen- und die Fortbewegung des Schiffes. Die Sensoren gelangen jeweils durch Wechselwirkung mit dem Schiff bzw. der Schiffsumwelt zu ihren Messdaten die sie an die Geräte auf der Brücke geben (Eingangsdaten). Die Geräte auf der Brücke senden außerdem Steuersignale an die Effektoren von denen sie gegebenenfalls auch Signale zurück erhalten.

Die Anzeigegeräte auf der Brücke kann man sich aus zwei Teilen bestehend vorstellen: Zum einen gibt es die 'innere Logik' des Gerätes, welche aus den vom Sensor kommenden Werten (die bspw. eine Schallreflexion gemessen haben) den interessierenden Wert (bspw. die Tiefe oder die Geschwindigkeit über Grund) ableitet; zum zweiten gibt es die eigentliche Anzeige, die diesen Wert visualisiert.

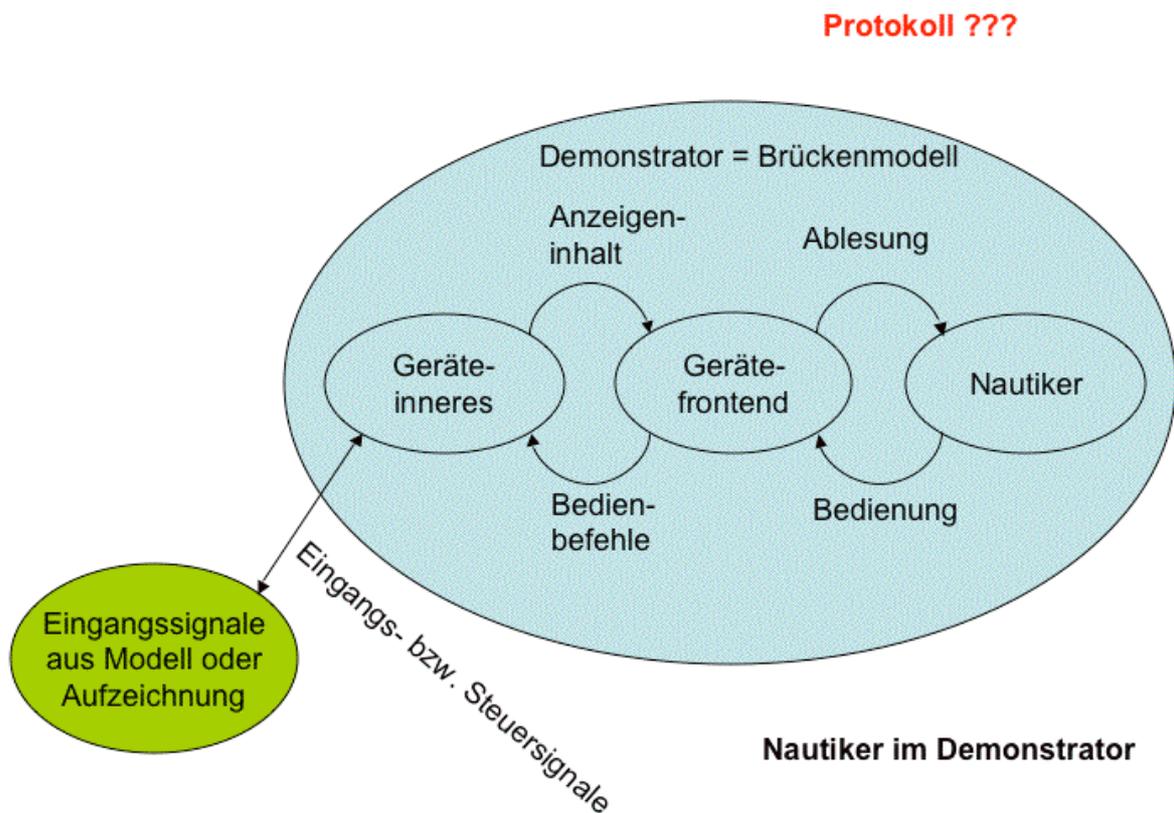
Der Nautiker liest diese visualisierten Werte ab und bildet sich auf dieser Basis ein Bild der gegebenen Situation, auf die er durch entsprechende Bedieneingaben (Gerätebedienung bzw. Schiffssteuerung) reagiert.

5.2. Der Demonstrator

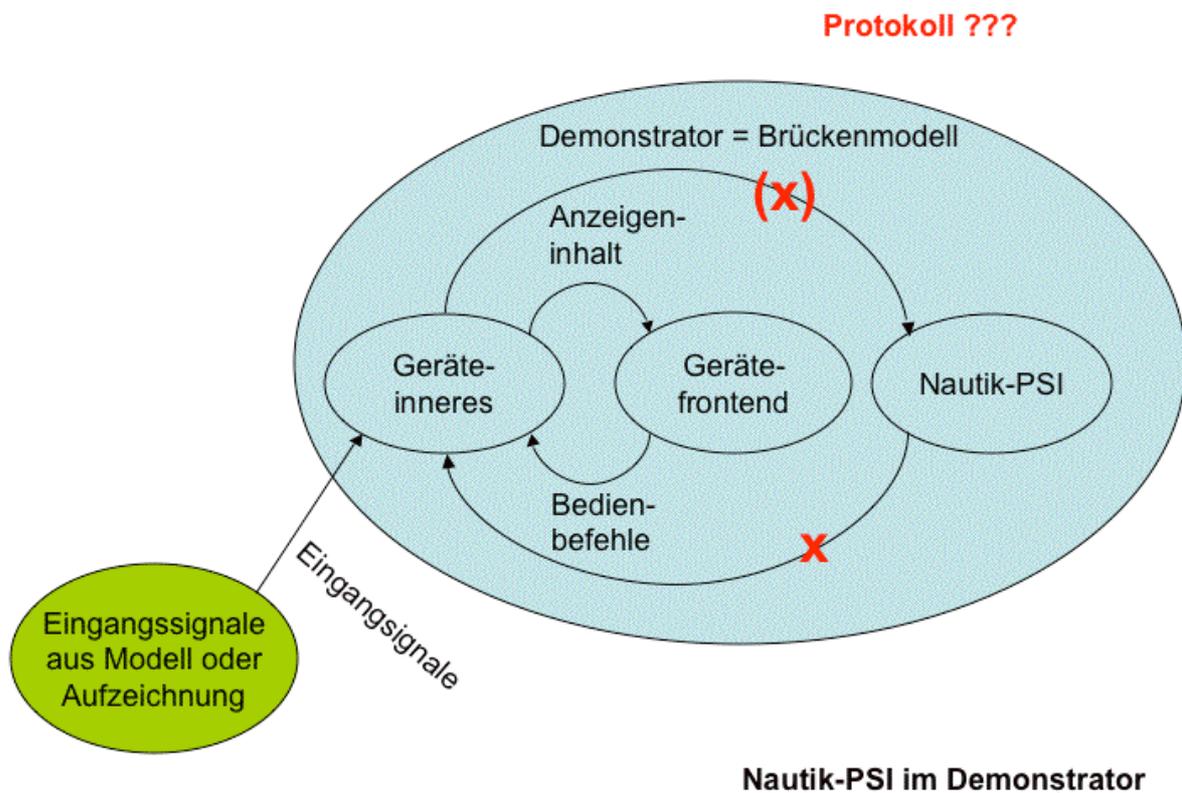
Nun soll ein Modell der Schiffsbrücke in Form des Demonstrators nachgebaut werden. Da Ziel und Zweck des Demonstrators das Testen von Anzeige Konzepten und -geräten ist, die den Nautiker über das Schiff und die Schiffsumwelt informieren, müssen alle als relevant erachteten Sensordaten (vgl. Kapitel 4.3.), die auf der Schiffsbrücke eingehen (Input = Eingangssignale), erzeugt werden. Zudem sollte unser Ansicht nach (vgl. Kapitel 4) diese Erzeugung sinnvoll / plausibel auf alle Signale reagieren, die die Schiffsbrücke verlassen (Output = Steuersignale).

Dies ist die Funktion einer dynamischen Schiffs(umwelt)simulation, wie sie bspw. am MSCW in Warnemünde installiert ist oder wie sie evtl. von SAM für das DGON-Projekt bereit gestellt werden könnte. Zum einen fungiert eine derartige Schiffssimulation als Signalquelle für Sensordaten hinsichtlich des Schiffszustands, der Fortbewegung des Schiffes (Ruderlage, aber auch Position oder Geschwindigkeit durchs Wasser) und gegebenenfalls auch für Fremdziele (andere Schiffe); diese Signale werden in übliche Brückenkonsolen eingespeist. Unter Umständen wird außerdem in irgendeiner Form eine visuelle Darstellung des Blicks aus den Brückenfenstern geliefert. Zum anderen nimmt eine derartige Schiffssimulation Steuersignale der Brückengeräte an die Effektoren des Schiffes (Ruder, Vortrieb) aber auch an die Sensoren, insbesondere für die Einstellung der Radaranlage, entgegen.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass die Brücke im Demonstrator nachgebaut wird und mit einem Teil der Originalgeräte ausgestattet wird, während hingegen das Schiff und die Schiffsumwelt, also als was sich in realitas außerhalb der Brücke befindet und abspielt, durch die Schiffs(umwelt)simulation ersetzt wird; diese sollte all das liefern bzw. entgegen nehmen, was auch sonst vom Schiff geliefert und entgegen genommen wird und diese sollte interaktiv sein, d.h. sinnvoll und plausibel reagieren.



Ersetzt nun das kognitive Modell des Nautikers, das Nautik- Ψ , den Nautiker im Demonstrator, so ergeben sich Probleme, welche daraus resultieren, dass in den Geräten die dargestellte Trennung von Geräteanzeige (front-end) und Gerätefunktion (Geräteinneres) zwar vorliegt aber nicht explizit in Form einer abgrenzbaren Schnittstelle ausgeführt ist: Die dem menschlichen Nautiker angezeigten Inhalte und die vom menschlichen Nautiker eingegebenen Bedienbefehle können nicht durch eine Software anstatt durch einen Menschen abgefragt bzw. bedient werden (das ist zwar technisch möglich, wird aber nicht gefordert und daher auch nicht gemacht). Zusammenfassend zeigt folgende Abbildung die Konsequenzen dieses Problems, die anschließend detailliert erläutert werden.



Im Detail ergeben sich folgende Probleme:

- 1) Die Brückengeräte leisten die Ableitung von Informationen aus den Sensordaten, wie bspw. a) die Ermittlung der wahren Geschwindigkeit des eigenen Schiffes über Grund aus der Zeitreihe der Positionsdaten oder b) das Extrapolieren von Kurs und Geschwindigkeit anderer Schiffes aus deren Radarechos.

Sofern dies wie im Fall a) keiner Bedieneingaben bedarf bzw. ein Standardfall vorliegt, der in jedem Fall berechnet wird, werden diese abgeleiteten Informationen teilweise, bspw. durch eine NMEA-Schnittstelle, zur Verfügung gestellt.

Im Fall b) jedoch, wo eine explizite Bedieneingabe (Akquirieren des targets) notwendig ist um einen Berechnungsvorgang anzustoßen, kann dieser Bedienbefehl nicht von einer Softwareschnittstelle gegeben werden, d.h. entweder müsste a) eine Schnittstelle ergänzt werden oder aber b) entsprechende Berechnungen müssten durch ein zusätzliches, zwischenzuschaltendes Gerätefunktionsmodell ersetzt werden.

- 2) Teilweise führen sogar Bedieneingaben dazu, dass Steuersignale an die Sensoren ausgesandt werden, die deren Funktionsweise steuern (bspw. die Ausrichtung und Bandbreite des Radars).

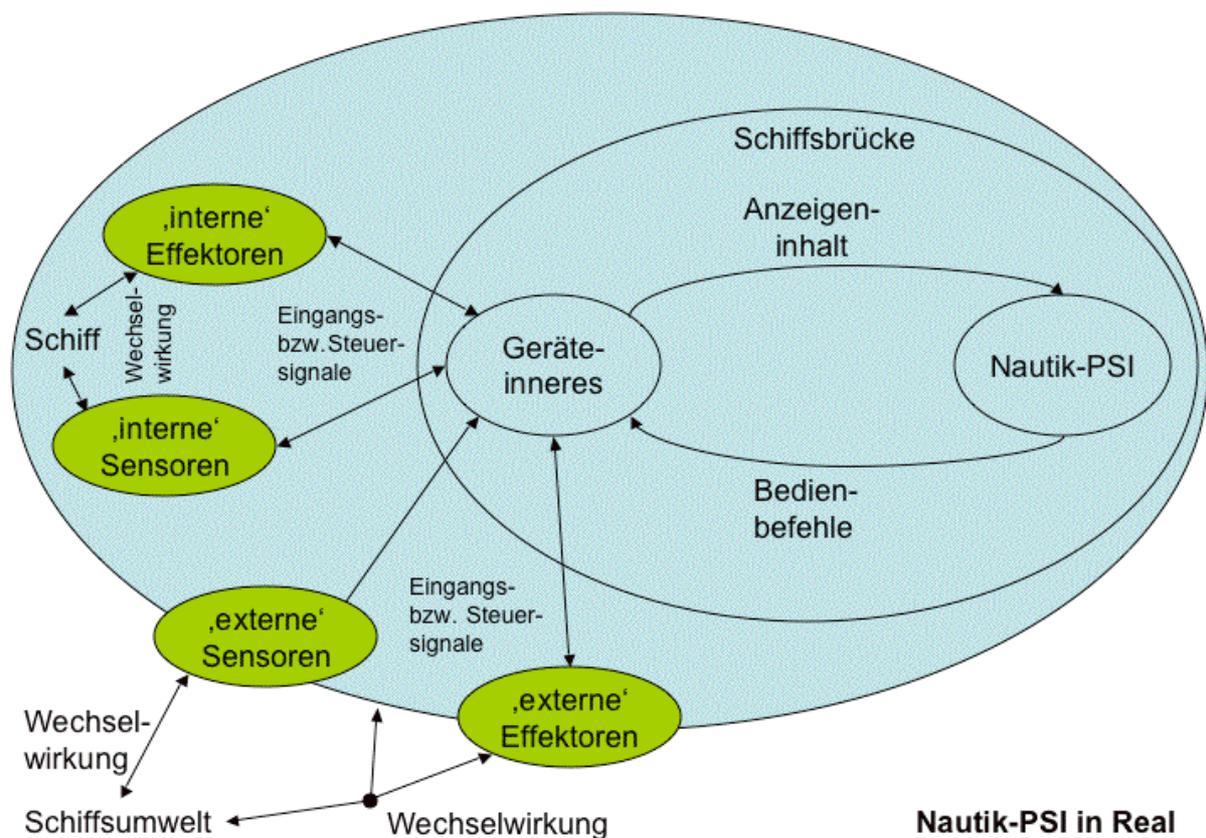
Hier könnte entweder a) mit einer Standardeinstellung gearbeitet werden, oder aber man müsste b) die Bedienkonsole um eine entsprechende Schnittstelle erweitern.

3) Ein Auto- bzw. Track-Pilot leistet das Umwandeln von Soll-Kurs und –Geschwindigkeit in Steuersignale für Ruderlage und Vortrieb.

Auch hier müsste entweder a) eine Schnittstelle ergänzt werden oder aber b) ein zusätzliches Gerätefunktionsmodell dazwischen geschaltet werden, dass Steuersignale für Ruderlage und Vortrieb ausgeben würde.

5.3. Nautik-Ψ und reales Schiff

Abschließend sei angedeutet, wie man sich die Schnittstelle zwischen dem Nautik-Ψ und einem realen Schiff vorstellen könnte, falls die Schnittstelle zwischen Gerätefunktion und Bedienung wie oben angedeutet explizit ausgeführt wäre:





seit 1558

„Executive Summary“

Working Paper: FSU- IWK DGON- Working Paper Nr. 3

Erstelldatum: Juni 2009

Letzte Änderung: Januar 2010

Von: Kerstin Klemp, Ulrike Brüggemann, Stefan Strohschneider

Thema: Durchführung und Ergebnisse der Brückenbeobachtungen im Rahmen des DGON Bridge-Projektes

Ziel des BMBF/DFG-geförderten Projektes DGON-Bridge war es, die Funktionalität von Schiffsbrücken zu verbessern. Die Funktionalität einer Nutzungseinheit muss immer unter Berücksichtigung der Anforderungen des Nutzers bewertet bzw. neu geschaffen werden. Daher war die Beobachtung von Nautikern – dem „Human Element“ in shipping – in ihrem gewohnten Arbeitskontext und ihre Befragung zu Problemen und Wünschen im Zusammenhang mit der Schiffsbrückengestaltung ein logischer Schritt im Rahmen des Projektes. Beobachtet und befragt wurden Kapitäne, nautische Offiziere und Lotsen mit mehrjähriger Berufserfahrung.

Die Auswertung der Videoaufzeichnungen von Brückenwachdiensten auf einem Containerfeederschiff ergab einen Überblick über die Häufigkeiten bestimmter

Aufgabengruppen, die zur Arbeitsroutine eines Nautikers gehören. Dabei wurde nach Verkehrsdichte in dem gerade befahrenen Seegebiet unterschieden, da diese als moderierende Variable Einfluss auf die Arbeitseinteilung hat. Die *relative* Häufigkeitsverteilung stellt sich für beide Verkehrssituationen gleich dar. Deutlich ist die Dominanz der Verkehrsüberwachung sowohl bei niedrigem als auch bei hohem Verkehrsaufkommen, gefolgt von der Gerätebedienung und dem Hin- und Herlaufen auf der Brücke, das eine recht große Zeitspanne umfasst. Bei hoher Verkehrsdichte findet sich jedoch eine fast doppelt so häufige Überwachungstätigkeit bei fast dreimal so häufiger Gerätebedienung im Vergleich zu geringem Verkehr. Die Standortwechsel dagegen sind bei niedrigem Verkehrsaufkommen fast zweimal häufiger zu beobachten.

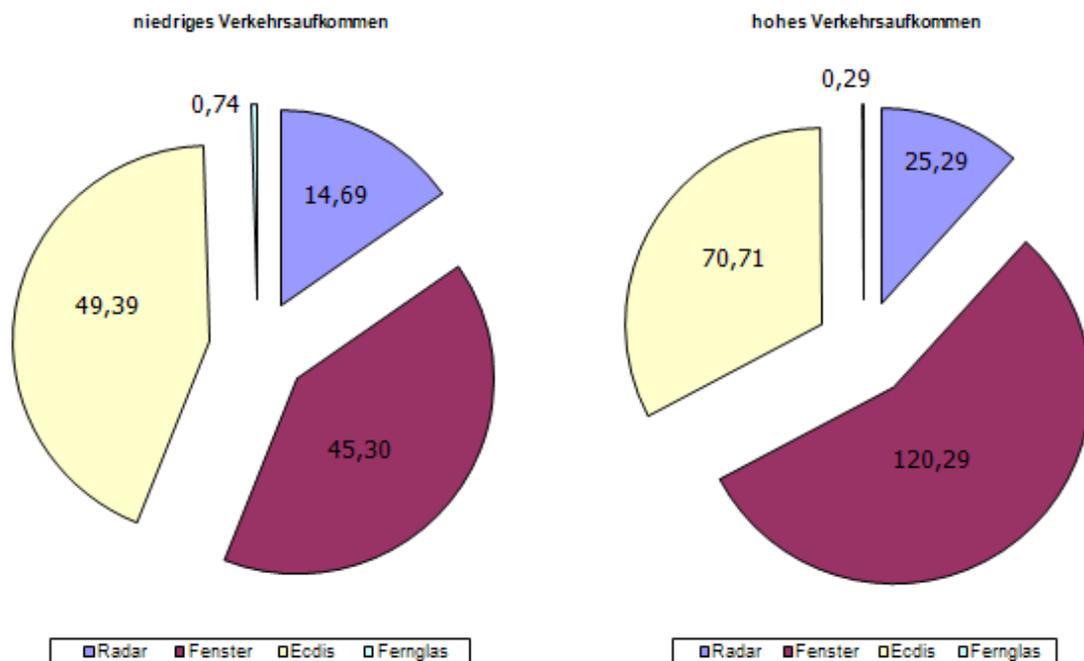


Abb. 1: Mittlere Häufigkeiten von Überwachungstätigkeiten in einer Stunde Brückenwache, getrennt nach Verkehrsaufkommen

Auch bei differenzierter Betrachtung der Überwachungstätigkeit (Abb. 1) im Hinblick auf die Nutzung von Anzeigen bzw. Hilfsmitteln, zeigt sich je nach Verkehrsdichte ein anderes Bild. Während bei niedrigem Verkehrsaufkommen der Blick aus dem Fenster und der Blick auf die elektronische Seekarte in etwa gleich häufig vor der Radarnutzung zu beobachten sind, dominiert bei hohem Verkehrsaufkommen die Überwachung ohne technische Hilfsmittel vor der Überwachung via ECDIS und Radar. Das Fernglas wird in beiden Situationen nur selten genutzt.

Die Gerätebedienung weist eine starke Abhängigkeit von der Verkehrsdichte auf: bei geringer Anzahl von Fremdschiffen wird die ECDIS von den Nautikern am häufigsten bedient, teilweise auch nur um sich die Zeit zu vertreiben. Die zweithäufigsten Manipulationen erfolgen an Ruder und Radar, ganz selten wird die Geschwindigkeit angepasst. Bei hoher Verkehrsdichte wird erwartungsgemäß das Ruder weitaus am häufigsten betätigt, in großem Abstand gefolgt von Gashebel, ECDIS und Radar.

Betrachtet man die während einer Brückenwache zu beobachtenden Handlungen nicht in Hinblick auf die Häufigkeit sondern unter dem Aspekt der dazu aufgewandten Zeit, so ergibt sich ein partiell anderes Bild (Abb. 2). Den größten Teil der Zeit einer durchschnittlichen Stunde Brückenwachdienst verbringt der Nautiker bei geringem Verkehr mit Arbeiten am Kartentisch und im Büro, bei hohem Verkehr mit Überwachungstätigkeiten gefolgt von Aufgaben am Kartentisch.

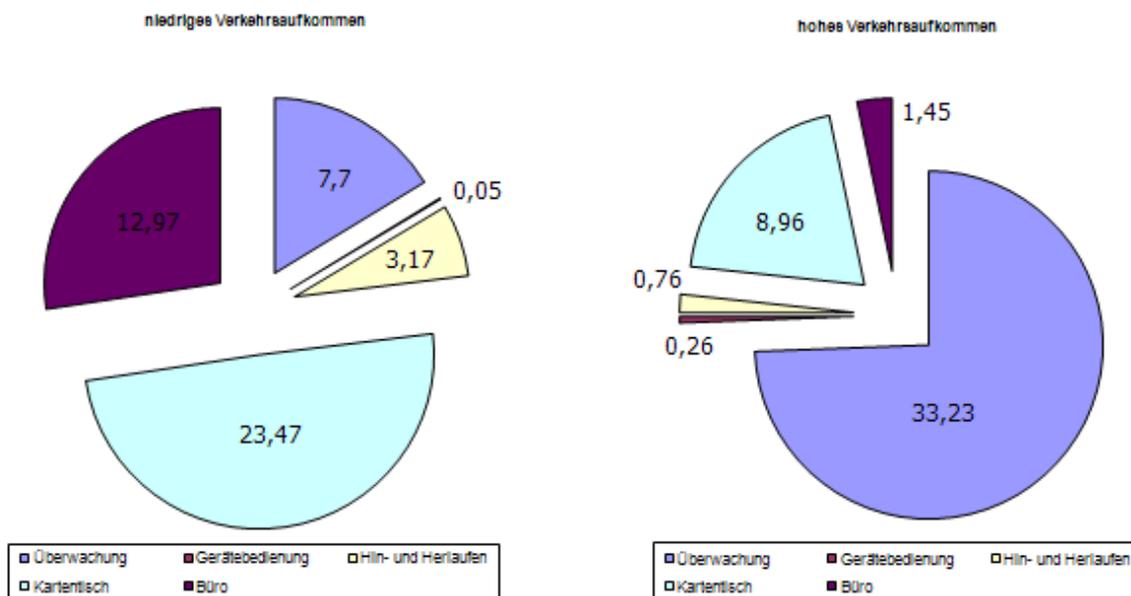


Abb. 2: Mittlere Handlungsdauern in Minuten pro Stunde Brückenwache, getrennt nach Verkehrsaufkommen. Die aufsummierten Zeiten ergeben keine volle Stunde. In diesen fehlenden Minuten wurden nicht beobachtbare Handlungen ausgeführt.

Der überwiegende Teil der für die Seeüberwachung genutzten Zeit besteht aus dem Blick aus dem Fenster ohne technische Unterstützung. Die Gerätebedienung, die in beiden Verkehrssituationen den geringsten Zeitanteil beansprucht, besteht bei niedrigem Verkehrsaufkommen aus der Handhabung von ECDIS und Radar, bei hohem

Verkehrsaufkommen sind es ECDIS- und Ruderbedienung. Tätigkeiten am Kartentisch oder im Büro konnten nicht genauer definiert werden.

Die Analyse der Bewegungen auf der Brücke zeigte keine trennscharfen Bewegungsmuster, die Auszählung ergab eine Bandbreite von 16 bis 89 Standortwechseln in einer Stunde, die sich häufig zwischen Kartentisch und Konsole beobachten ließen. Dazu kommt ungezieltes Hin- und Herlaufen auf der Brücke.

Die wichtigsten Ergebnisse dieser Beobachtungsstudie lassen sich wie folgt zusammenfassen: die wichtigste Aufgabe im Arbeitsspektrum eines Nautikers ist nach wie vor die Überwachung des Verkehrsgebietes vor allem durch den Blick aus dem Fenster. Wenn die Situation es erlaubt, werden die administrativen Aufgaben eingeschoben, die jedoch immer wieder durch Überwachungshandlungen und Bedienung der nautischen Geräte unterbrochen werden. Für den Containerfeederbereich lässt sich zudem festhalten, dass die Nautiker in individueller Variation dem Bedürfnis nach körperlicher Bewegung durch ein „Wandern“ auf der Brücke nachgeben.

Die Befragung der Brückenbesatzung ergab zum Teil recht konkrete Aussagen zu Wünschen und Problemen in Bezug auf den Arbeitsplatz Brücke. Im Folgenden sind alle Äußerungen der Nautiker stichpunktartig, teilweise auch in wörtlicher Rede wieder gegeben:

a) Wünsche der Nautiker zum Brückenaufbau:

1. Usability:

- vernünftige, gut einstellbare Stühle an der Konsole („elektrisch mit Knöpfen, nicht irgendwo rumfummeln“)
- Abstellmöglichkeit für Kaffee und Aschenbecher(„die werden abgestellt, auch wenn es so nicht sein sollte; und dann fließt Kaffee in die Elektronik“)

2. Verbesserung der Sichtbedingungen:

- Fenster: 1) Fenster sollten idealer Weise so beschichtet sein, dass alles abtropft (so wie „Nano-Technik und Lotuseffekt“), 2) blendfreies Glas, 3) „Fenster am Besten bis runter auf die Erde“, 4) Entspiegelung durch schräge Stellung
- der Schornstein versperrt die Sicht, idealer Weise: 360° Rundumsicht, die Streben zwischen den Fenstern sind zu dick

- ungünstig: von der Nock aus kann man nicht die vordere, seitliche Schiffswand sehen, da die Konsole in der Nock zu hoch ist
 - Fenster sollten symmetrisch sein
3. Raumklima:
- gut klimatisierte Räume sind wichtig, gute Staubfänger in der Klimaanlage seien für die Gesundheit ganz wichtig
 - 3-fach Verglasung der Fenster für besseres Raumklima
4. Arbeitsorganisation:
- die Platzierung der Arbeitsplätze achtern in Kartenraum und Büro ist nicht gut, besser wären Arbeitsplätze vorne seitlich; „weil eigentlich soll 1-Mann-Wachbetrieb nicht sein, aber Realität ist eine Person, die dann den Nautiker-Platz verlassen muss“
 - „Ein Arbeitsplatz für die Schreibarbeiten in der Nähe der Konsole wäre schön, ist aber von der Aufsicht nicht erlaubt, da während der Fahrt keine Schreibarbeiten erledigt werden sollen, bzw. immer zwei Mann auf der Brücke sein sollen, was in der Realität ja nicht vorkommt“.
5. Konsolengestaltung:
- Beide Fahrstände links und rechts der Mittelkonsole sollten gleich ausgestattet sein
 - Mittelkonsole sollte bleiben
 - Manueller Steuerstand sollte mittig sein;

Schlussfolgerungen zum Brückenaufbau

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Videoanalyse und der Äußerungen der Nautiker in der Befragung erscheint eine Umgestaltung des Arbeitsplatzes Schiffsbrücke entsprechend der modernen Arbeitsinhalte der nautischen Tätigkeit notwendig. Dringend erforderlich erscheint ein Arbeitsplatz, der sowohl die Überwachung des Seegebietes als auch die Erledigung der administrativen Aufgaben im Ein-Mann-Wachbetrieb erlaubt. Ein weiterer Schwerpunkt sollte auf der Gestaltung der Fenster liegen, die zumindest bei nicht ganz neuen Schiffen in Größe und Material den Bedürfnissen der Brückenbesatzung bei der Ausübung ihrer Hauptaufgabe nur unzureichend genügen. Zudem muss die Möglichkeit gegeben sein, sich in Ruhephasen auf der Brücke „die Beine zu vertreten“, um Aufmerksamkeits- und Konzentrationsverlust entgegen zu wirken.

b) Wünsche der Nautiker zu Geräten und Monitoren:

1. Verbesserung der Sichtbedingungen:
 - 3D-Kameras hinten und vorne am Schiffsrumpf: „so, dass egal wie die Kamera eingestellt ist, diese sofort den genauen Abstand zu einem anderem Schiff oder zur Schleusenwand liefert“
 - die Monitore der Hauptkonsole sind zu hoch
2. Gerätegruppierung/Verortung:
 - Ruder + Ruderlageanzeiger + Magnetkompass so anordnen, dass sie gemeinsam gut ablesbar und bedienbar sind
 - die Geräteanordnung vor allem für den Funkverkehr ist nicht günstig, das sollte alles auf einer Konsole sein und nicht rechts und links vom Sitz
 - „das müsste wie im Auto sein, da ist auch immer der Blinker links“
 - „man muss im Sitzen manuelles Ruder gut bedienen können und Ruderlage und Kreiselkompass ohne Verrenkungen gut sehen können“
3. Oberflächengestaltung:
 - die haptische Unterscheidbarkeit einzelner Bedienelemente durch Oberflächengestaltung ist wichtig

Schlussfolgerungen zu Geräten und Monitoren

Durch die hier dargestellten Ergebnisse wird vor allem die eher suboptimale Geräteverortung deutlich. Die Nautiker wünschen – und aus psychologischer Sicht ist das zu unterstreichen – eine Gruppierung der Geräte und Anzeigen nach Funktionalität und eine standardisierte Verortungslösung. Dafür sind weiterführende Befragungen und experimentelle Untersuchungen nötig, um einen für möglichst viele Anwender günstigen Standard zu definieren.

c) Wünsche der Nautiker zur Software:

1. Usability
 - Bedienungsanleitung interessiert nicht (sollte selbsterklärend sein), so einfach wie irgend möglich, Vereinfachung der Menüs, Beseitigung von unlogischem Aufbau
 - ECDIS: zu kleine Schrift („ist aber Einstellungssache, das ist aber für die meisten zu kompliziert“)

- man sollte eine einzelne Stelle aus der Karte irgendwo hin seitlich raus zoomen können (so eine Art Lupenfunktion), um kleine Zahlen lesen zu können (nicht ganze Karte, die soll so bleiben)
- die wichtigen/ basalen Funktionen müssen je auf einer Taste liegen – auf Knopfdruck da sein – und nicht im Menü versteckt sein; die wichtigen/ basalen Funktionen müssen so sein, „dass für einen 4-jährigen auf Anhieb die Bedienung klar ist“
- „wenn ein Platz ausfällt, muss man sofort auf anderen Platz wechseln können, und da muss dann alles so sein, wie auf verlassenen Platz eingestellt“
- Vereinheitlichung der Menüs von Radar und ECDIS
- Speicherkarte mit individuellen Konfigurationen für ECDIS und Radar wären vorstellbar

2. Informationsbereitstellung:

- absoluter Wind und Tiefe (von Echolot) soll überall eingeblendet sein (Wind ist beim Festmachen und in der Schleuse wichtig);

Schlussfolgerungen zur Software

Der Großteil der Äußerungen bezieht sich auf die Nutzerfreundlichkeit der Software, hier scheint eine stärkere Verschränkung von Entwicklertätigkeit und Nutzerbefragung angezeigt. Vor allem die Anzahl der Menüebenen und die mangelnde Unterstützung des Anwenders durch die Seitengestaltung sind für die Nautiker ein Problem. Eine intuitive Anwendungslogik sowie die Bereitstellung von auf der Bedienkonsole befindlichen Buttons für basale Funktionen erscheinen hier besonders wichtig. Die einzelnen Tasten und Knöpfe sollten durch entsprechende Oberflächengestaltung unterscheidbar und durch Ertasten mit den Fingerspitzen erkennbar sein, um ein Abwenden der Aufmerksamkeit vom Geschehen außerhalb der Brücke unnötig zu machen.

Die befragten Nautiker haben eine Menge Ideen und Anregungen geäußert, die durch die Ausrüster von Schiffen auf Umsetzbarkeit zu überprüfen sind. Deutlich geworden ist, dass die Endnutzer durch den täglichen Gebrauch einer Nutzungseinheit jedenfalls eine erweiterte Perspektive in Bezug auf deren Funktionalität haben, die im Designprozess berücksichtigt werden muss.