

Mensch und Schiffsführung : Charakter, Besonderheiten und Probleme eines Nautikers in Steuer- und Entscheidungsprozessen

oder : Gründe für eine intelligente, maschinenunterstützte Informationsverarbeitung in der Schiffsführung

Diethard Kersandt, Wedel im Dezember 2017

Dem Schiffsführungsprozeß ist, wie ganz allgemein Systemen biologischer und sozialer Ordnung, Maschinensystemen, technologischen Prozessen u.a., auf der Abstraktionsebene der Kybernetik die Steuerung gemeinsam, *"d.h. die zielgerichtete Beeinflussung dynamischer Systeme mit dem Ziel, das System zu stabilisieren; seine qualitative Bestimmtheit zu bewahren, sein dynamisches Gleichgewicht mit der Umwelt zu erhalten, das System zu vervollkommen, eine vorgegebene Effektivitätskenngröße zu erreichen bzw. zu optimieren."* / 47/

Steuerung ist immer mit Entscheidung verbunden.

Beim Fällen von Entscheidungen in der Schiffsführung hat der Nautiker die Aufgabe, aus mehreren Möglichkeiten, z.B. für die Wahrnehmung einer Ausweichpflicht nach den Kollisionsverhütungsregeln, eine Variante zu finden, die unter den gegebenen Bedingungen (Schiffsgröße, Manövrierverhalten, Sichtweite, Wind, Seegang, Größe des verfügbaren und des für die Ausführung des Manövers benötigten Seegebietes, Wegführung u.a.m.) der aktuellen Situation am besten entspricht oder zu entsprechen scheint. Er muss seine Pflicht entsprechend den Ausweichregeln erkennen, das Ziel, ein Fahrt- oder Kursänderungsmanöver auszuführen, abwägen, sich für die vermeintlich beste Variante entscheiden und dann festzulegen, zu welchem Zeitpunkt und in welcher Größe er das Manöver ausführen möchte, muss, wenn er das entschieden hat, die entsprechende Handlung einleiten und ihre Ausführung unter ständiger Rückkopplung zum Ziel beobachten und bewerten sowie letztlich das Manöver zu Ende zu führen, bis sich das Schiff wieder auf der geplanten Bahn befindet. *"Als geistiger Prozeß ist die Entscheidung also ein vermittelndes Glied zwischen Erkennen und Handeln. Sie beruht wesentlich auf dem Sammeln, Aufnehmen, Speichern, Vergleichen und Verarbeiten von Informationen, also auf Funktionen, die auch künstlich intelligente Systeme auszuführen vermögen."* / 48 /

Die Richtigkeit der Bewertung einer Gefahr hängt davon ab, welche Informationen selektiert und wie gut sie ausgewertet werden, um ein möglichst realitätsnahes Abbild der Situation zu erhalten.

Je weniger Erfahrungen vorliegen, desto höher ist das Risiko einer Entscheidung. Es ist bei relativ isoliert getroffenen Entscheidungen höher als beim Vorhandensein eines hohen Verflechtungsgrades. **Liegen gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse vor oder kann auf einen rechnergestützten Wissensspeicher zurückgegriffen werden, reduziert sich das Risiko.** Der Erkenntnisprozeß des nautischen Wachoffiziers vollzieht sich über die Erkennbarkeit der Umwelt mittels Gerätetechnik und (oder) visueller Beobachtung. Die einzuleitenden Handlungen durch den Operator werden über technische Anlagen umgesetzt, **wobei gegenwärtig eine vorausschauende Richtigkeitsmeldung über das umgebungsbezogene Verhalten nicht realisiert ist.**

Zeitliche Verzögerungen von Handlungen beruhen vor allem auf nicht oder zu spät erkannten Veränderungen der Umwelt, zumal die Gerätetechnik auch nur "Momentaufnahmen" liefert. **Das mehrstufige taktische Verhalten des Systems wird zur Zeit ausschließlich durch den Wachoffizier bestimmt.** Aus diesen Gründen ist es notwendig, Strategien für den Informa-

tionsgewinn durch den Operator zu erarbeiten, diese Strategien in Entscheidungsbäumen als Wissensspeicher abzulegen und den Grad der Zugänglichkeit zu Umgebungsumständen sowie die Zugriffsschnelligkeit zu erhöhen. Nachgewiesen ist, daß der Mensch zur Zeit das schwächste Glied (zugleich aber auch sein stärkstes) im Schiffsführungsprozeß ist. Bei unvorhergesehenen bzw. besonders komplizierten Situationen übernimmt er die Steuerung bzw. Regelung.

Das informationelle System kann ein Problem nur dann lösen, wenn es über ein Modell verfügt, das die realen Umweltverhältnisse entsprechend abbildet.

Nur unter dieser Bedingung ist eine Automatisierung geistiger Arbeit und die Objektivierung solcher Tätigkeiten wie Problemlösen, Entwerfen, Bewerten, Gestalten, Planen, Diagnostizieren, Entscheiden im Mensch-Maschine-Dialog überhaupt möglich.

Da die Modelle gegenwärtig vom Menschen selbst erstellt und im praktischen Gebrauch weiterentwickelt werden, ist er durch die Verlagerung von Entscheidungsakten auf Rechner keinesfalls aus seiner Verantwortung entlassen. Aus diesen Gründen darf die Automatisierung von Schiffsführungsprozessen nicht nur allein als Entwicklung neuer technischer Geräte, Anlagen, Systeme, Sensoren usw. aufgefaßt und realisiert werden, sondern sie ist als **komplexe Neugestaltung der Gesamtheit aller für die Problemlösung eingesetzten Kräfte, Mittel und Methoden** zu verstehen.

Aneignung und Produktion von Erkenntnissen als wichtige Bestandteile und Ziele von Systemen mit künstlicher Intelligenz werden sich maßgeblich auf die Qualität der Entscheidungen und das Entscheidungsverhalten des Menschen auswirken.

Immer stärker wird die qualitative Voreinschätzung möglicher Gefährdungen von Prozesszielen und die Beschreibung der absoluten Vermeidbarkeit bestimmter Zustände sowie der Unvermeidbarkeit anderer Zustände nötig.

Solches Herangehen löst die Versuchs- und Irrtumsphilosophie und der von globalen Sicherheitszuschlägen mehr und mehr ab. Dieser Ablöseprozeß vollzieht sich in einzelnen Technikzweigen (Bau, Luftfahrt, Schifffahrt, Bergbau, Straßenverkehr usw.) aus objektiven und auch subjektiven Gründen in unterschiedlichem Tempo und in unterschiedlicher Weise.

Mängel in der Qualität von Informationsverarbeitungsvorgängen können zu Fehlentscheidungen und Fehlhandlungen führen. Situationsgerechtes Verhalten und Auswahl geeigneter Aktivitäten verlangen eine ständige Überprüfung und Auswertung der angezeigten Signale, Daten und Bilder hinsichtlich ihrer Aussage über die realen Eigenschaften der (künstlich) abgebildeten Umwelt.

Die Reduzierung falscher Entscheidungen hängt davon ab, wie gut Informationen bewertet werden und welches Maß an Übereinstimmung zwischen erzieltem Bewertungsergebnis und objektiver Realität erreicht werden kann.

Isoliert getroffenen Entscheidungen bergen ein höheres Risiko in sich als bei Ausnutzung eines hohen Verflechtungsgrades bei der Entscheidungsfindung, z.B. durch den Einsatz von menschlichen und technischen Ressourcen auf der Brücke. Trotz der zu beobachtenden Nachteile des Menschen in der Verarbeitung riesiger Daten- und Signalmengen verfügt er insbesondere in Störfällen über zwei wichtige Eigenschaften, die sein Entscheidungsverhalten prägen :

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

Auf diese Weise „ausgerüstet“ kann der Nautiker

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

Innere Modelle zur Abbildung der Umwelt werden vom Nautiker selbst erarbeitet und im praktischen Gebrauch weiterentwickelt.

In seiner Steuerungsfunktion hat der Nautiker vor allem

- den gesamten Seeraum ständig zu überwachen (visuell, akustisch und mit Hilfe technischer Anlagen und Systeme)
- die Funktion aller Anlagen, die zur Gewährleistung der Sicherheit in jedem Prozeßzustand notwendig sind, zu kontrollieren
- Informationen innerhalb angemessener, gegebenenfalls auch kürzester Zeiträume aufzunehmen, zu verarbeiten, zu bewerten und Entscheidungen zu treffen sowie Handlungen einzuleiten und die Richtigkeitsbestätigung zu überwachen

Während der Erfüllung der Arbeitsaufgaben muß der Nautiker eine Reihe **psychologischer Prozesse** bewältigen :

- **Empfindungen** : Wahrnehmung der Unterschiede in der physischen Energie (z.B. Einwirkungen auf das Auge durch die unterschiedliche Helligkeit in der Lichterführung gleichweit entfernter Objekte)
- **Erscheinungen** : Wahrnehmung des Vorhandenseins bestimmter Objekte im Hintergrund (z.B. Wahrnehmung eines durch das Radargerät nicht oder nur ungenügend ausgewiesenen kleinen Objektes)
- **Erkennung und Identifizierung** : Wahrnehmung des Erscheinens von Objekten zum Unterschied von anderen mit ihnen ähnlichen Objekten (z.B. Identifizierung eines Tank-schiffes nach Erkennung der vorgeschriebenen Lichterführung)
- **Kodierung** : Übersetzung der wahrgenommenen Reize in eine andere Form oder in eine andere Sprache ohne Anwendung logischer Regeln (z.B. Übertragung eines visuell wahrgenommenen Reizes in technische Hilfsgeräte)
- **Klassifizierung** : Wahrnehmung eines Objektes zur Einordnung in eine bestimmte Klasse (z.B. Einstufung eines fahrenden Objektes in „groß“ oder „klein“ bzw. „schnell“ oder „langsam“)
- **Bewertung** : Wahrnehmung der Entfernung ohne Ausnutzung von Meßgeräten (z.B. Manövrieren in engen Gewässern, An- und Ablegemanöver)
- **Herstellung eines Zusammenhanges** : Befolgung der Festlegungen bei der Durchführung bestimmter Handlungen (z.B. Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften bei der Durchführung von Ausweichmanövern)
- **Logische Handlungen** : Anwendung logischer Regeln bei der Berechnung von Aktivitäten mit dem Ziel, bestimmte Ausgangssignale zu erhalten (z.B. Einleitung einer Kursänderung nach vorheriger Feststellung des Schiffsortes)
- **Entscheidungsfindung** : Auswahl einer von mehreren möglichen Handlungen, die den Anforderungen der komplizierten und geplanten Handlung und den einzelnen Handlungsschritten entspricht (z.B. Auswahl des günstigsten Ausweichmanövers)

- **Problemlösung** : Ausführung der Handlungen entsprechend des gewählten technologischen Ablaufes.

Die Tätigkeit des Wachoffiziers in der Seewache hat die folgenden **psychologisch bedeutsamen Eigenschaften** (nach / 50 /):

1. Die Tätigkeit ist **bewußt und zielgerichtet** (Ich muß den Kurs des Schiffes ändern, damit es nicht zu einer Kollision kommt.)
2. Die Tätigkeit ist auf die Verwirklichung eines Zieles als vor **weggenommenes** Resultat gerichtet (Am Ende des Ausweichmanövers will ich das gegnerische Schiff in einem sicheren Abstand von 1,5 sm an Backbord passieren.)
3. Das Resultat war vor dem Handeln **ideell** gegeben (Bevor ich eine Handlung zur Kursänderung auslöse, ist mir klar, daß sie zur Einhaltung eines Passierabstandes von 1,5 sm führen muß.)
4. Die Tätigkeit wird **willensmäßig** auf das bewußte Ziel hin **reguliert** (Ich will die Kollision zu vermeiden).
5. Bei der Verwirklichung eines Zieles als vorweggenommenes Resultat (Produkt) **formt** sich die Persönlichkeit sowohl hinsichtlich der Fähigkeiten und Fertigkeiten als auch des Charakters (Mehrere erfolgreich bewältigte Ausweichmanöver tragen zur besseren Handhabung des Schiffes bei und wirken sich fördernd auf die Selbständigkeit, die Zuverlässigkeit und das Verantwortungsbewußtsein aus.)
6. Die Tätigkeit ist bezüglich ihrer wesentlichen Merkmale **gesellschaftlich** bestimmt (Jede Tätigkeit des Wachoffiziers ist von dem Auftrag bestimmt, das Schiff sicher und wirtschaftlich von A nach B zu führen.)

Für die Qualität der Schiffsführung spielen kognitive Prozesse und Formen mentaler Beanspruchung bzw. die entsprechenden Beanspruchungskategorien eine nicht unerhebliche Rolle (geistige Tätigkeit in engerem Sinne, Überwachungs-, Kontroll- und Steuerungstätigkeiten).

Geistige Tätigkeit in engerem Sinne liegt vor, wenn der Mensch die Aufgabe hat, "*... aus vorliegenden Informationen unter Verknüpfung mit gedächtnismäßig gespeicherten und erlernten Sachverhalten Entscheidungen abzuleiten und neu auftretende Probleme zu lösen*" / 51 /.

Von Überwachungstätigkeit spricht man, wenn der Mensch die Aufgabe hat, "*das Funktionieren einer Anlage ... zu überprüfen und gegebenenfalls korrigierend einzugreifen*" / 51 /.

Zu **Kontrolltätigkeiten** gehören Arbeiten, bei denen der Mensch "*am ortsfesten oder ortsveränderlichen Arbeitsplatz die Aufgabe hat, Qualität und Quantität des erzeugten Gutes mit vorgegebenen Produktionsnormen zu vergleichen und gegebenenfalls Entscheidungen über die Produktionseinstufung in Güteklassen zu treffen*" / 52 /.

Steuerungs- (Regelungs)-tätigkeiten sind Tätigkeiten, bei denen "*unmittelbar oder mittelbar der Ablauf des Produktionsprozesses auf ein voraus festgelegtes Programm oder eine optimale Nutzung der Fertigungsanlagen abzustimmen oder ein dynamisches System zu steuern*" ist / 51 /.

Grundlage aller Steuerungsoperationen (der operativen Arbeit des Nautikers) sind Informationen und Informationsverarbeitungsvorgänge :

Prinzipien, Verfahren und Methoden zur Aufnahme, Verarbeitung, Speicherung und Weitergabe in ihrer Art und Weise, zweckmäßigen Auswahl und rationellen, situationsbedingten Kombination. Das Informationsmodell und seine Widerspiegelung in einzelnen Systemelementen bilden die

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

Situationsbewußtsein

Der Schiffsführungsprozess zeichnet sich durch eine Vielzahl interaktiver informationeller, struktureller und funktioneller Kopplungen seiner Systemkomponenten und der Störereignisse aus. In der Regel sind mehrere Lösungsalternativen vorhanden, die durch unscharfe / unsichere Attribute beschrieben werden können (stochastische, sprachliche, informationale Unschärfe).

Der Nautiker muss mit seinen Präferenzen und Zielen diejenige Alternative finden, die seinen qualitativen Vorstellungen entspricht bzw. die er für optimal hält. Entscheidung bei unscharf formulierten Problemen sind ein charakterisierendes Merkmal seefahrtsspezifischer Problemlösungsprozesse.

Die Aufnahme, teilweise auch das Aufsuchen, die Verarbeitung und Nutzung eines sich ständig verändernden informationstragenden Reizstromes ist für die für die Tätigkeitsregulation des Nautikers von besonderer Bedeutung. Ihre Besonderheit ergibt sich aus der Beschaffenheit der handlungsrelevanten Reize in Bezug auf das Gesamtspektrum aller Reize und die zu regulierenden Aufgaben.

Der Begriff **Reiz** soll hier nicht aus energetischer, sondern aus der Sicht der durch ihn übermittelten semantischen (inhaltlichen) Information verstanden werden. Ist er funktional bedeutsam, d.h. enthält er eine für den Steuerungsprozess nützliche Information und verlangt eine Antwortreaktion, wird er als **Signal** bezeichnet.

Signale werden damit zu Anzeigen für ein aufgabenspezifisches Handeln.

Es sind anschaulich gegebene oder in Urteilsprozessen erfasste Merkmale des Steuerungsprozesses, der auf diesen einwirkenden Tätigkeit oder auch subjektiver Zustände, die identifiziert werden und die in einer bestimmten Ausprägung eine spezifische Bedeutung mit spezieller notwendiger Handlungsanweisung für Prozesseingriffe beinhalten.

Eingriffe können sowohl reine Kontrollen und Bestätigungen als auch Operationen mit umfassenden Veränderungen sein.

Für die Umwandlung eines Reizes in ein Signal sind mehrere kognitive Vorgänge erforderlich. Das sind im wesentlichen :

- die **Zuwendung** zu einer Erscheinung mit Erwartungsverhalten,
- die **Identifizierung** mit der Zuordnung in verschiedene Klassen, die **Herstellung eines Zusammenhanges** mit der Erfassung der Bedeutung,
- die **Einordnung** der identifizierten Klasse in eine Reihe möglicher Variationen des Merkmales und
- die **Beurteilung** des Merkmales.

Das **Situationsbewusstsein eines Nautikers bei der Schiffsführung beginnt mit der Wahrnehmung der Daten aus der externen Umwelt** (Schiffsverkehr, Wetterbedingungen, Zustand

der See, Lageorientierung, Bewegungen des Schiffes u.a.m.) und der Daten, die über Geräte und Systeme (Radar ECDIS / ECD, Conning Display, Echolot, Sensordaten verschiedener Art usw.) sowie aus Auskunftsunterlagen / Handbüchern gewonnen bzw. angeboten werden. Daran schließt sich das **Verstehen dieser Daten und deren Interpretation** an, d.h. der Nautiker muss sich ein ganzheitliches **Abbild der Situation** erarbeiten, das den **Zustand seines Schiffes hinsichtlich der gesetzten Ziele / Aufgaben widerspiegelt und ihm die dazwischen liegenden Differenzen in Art und Größe verdeutlicht.**

Die **aktuelle Situation ist zu bewerten und daraus eine Vorhersage für die weitere Zustandsentwicklung in operationell überschaubaren Zeiträumen** (ca. 3 – 12 Minuten) abzuleiten. Auf der Grundlage dieses Situationsbewusstseins werden nun vom Nautiker **Entscheidungen getroffen und durch Handlungen** realisiert.

Da der Nautiker einen Prozess überwacht und steuert, der komplex, kompliziert, dynamisch und zufallsabhängig ist, muss er mit Veränderungen der Situation durch eigene Handlungen und / oder durch andere im Entscheidungsraum agierende Akteure rechnen. Das erfordert eine **ständige Aktualisierung seines Situationsbewusstseins.**

Die Wahrnehmung der Elemente in der Umwelt innerhalb eines Volumens von Raum und Zeit, das Verstehen ihrer Bedeutung, die Abbildung ihres Zustandes in die nahe Zukunft und die Vorausschau, wie verschiedenen Aktionen die Erfüllung eines Zieles beeinflussen, beschreiben die einzelnen Prozessabschnitte. Entscheidung, Handlungs- bzw. Ablaufplanung und Handlung selbst folgen danach, gehören aber nicht zum Situationsbewußtsein.

ENDSLAY (1995) sieht die Ursachen des menschlichen Versagens im mangelnden Situationsbewusstsein. Er definiert „*situation awareness*“ :

“... the perception of the elements in the environment within a volume of space and time, the comprehension of their meaning, the projection of their status into the near future, and the prediction of how various actions will affect the fulfillment of one's goals.” / 55/

JEANNOT u.a. (2003) stellt kürzer fest:

„Put simply, situation awareness means knowing what is going on around you.“ /55 /

Die 1. Stufe (Wahrnehmung) ist von grundlegender Bedeutung.

Ohne die Wahrnehmung wichtiger Informationen steigen die Chancen für die Erzeugung eines falschen Bildes der Situation sehr schnell an. Jones und Endsley fanden 1996 heraus, dass 76 % der Fehler im Situationsbewusstsein von Piloten auf Probleme in der Wahrnehmung notwendiger Informationen zurückzuführen waren (Fehler oder Mängel des Systems oder Probleme im kognitiven Prozess). / 53 /

Das Situationsbewusstsein ist aber mehr als die reine Wahrnehmung. Es umfasst auch die Art und Weise, wie Menschen kombinieren, interpretieren, speichern und Informationen behalten.

Die Integration verschiedener Teile der Informationen und die Bestimmung ihrer Bedeutung für die Zielerreichung ist deshalb der Inhalt der **Stufe 2 (Bedeutung)**. 20 % der Fehler im Situationsbewusstsein können der Stufe 2 zugeordnet werden. / 53 /

Die Bedeutung muss sowohl als subjektive Interpretation (Bewusstsein) als auch in ihrer objektive Wichtigkeit (Situation) aufgefasst werden.

Auf der **3. Stufe (Voraussicht)** wird die Fähigkeit des Operateurs, zukünftige Ereignisse und dynamische Vorgänge vorauszusehen, durch das beste Situationsverständnis bestimmt. Diese Fähigkeit ermöglicht eine rechtzeitige Entscheidungsfindung. Erfahrene Operateure sind in der Lage, auf zukünftige Entwicklungen schnell zu reagieren.

„Das Konstrukt Situationsbewusstsein ist der Versuch eine objektive Realität zu definieren anhand derer die subjektiv erfasste Wirklichkeit im Sinne von Korrektheit und Vollständigkeit gespiegelt werden soll. Es ist keine „in sich geschlossene Theorie sondern ein Konstrukt aus vielen Facetten : Situation, Wahrnehmung, Aufmerksamkeitsverteilung, kognitive Verarbeitung, Lernen / Erfahrungsbildung, Motivation, mentale Simulation, Problemlösen, Entscheiden, Handlungsregulation“ / 3 /.

„Gute Seemannschaft“

Der Begriff der **„guten Seemannschaft“** ist im Zusammenhang mit der Führung großer, moderner Schiffe weitgehend aus dem Sprachgebrauch der nautischen Schiffsoffiziere verschwunden. Dabei hat sie keinesfalls an Bedeutung verloren, wenn man einige ihrer Definitionen betrachtet :

„Any precaution which may be required by the ordinary practice of seamen.“ (<http://www.answers.com/topic/good-seamanship>) *„Skill in navigating or managing a boat or ship.“* (<http://www.answers.com/topic/seamanship>) *„...the skill, techniques, or practice of handling a ship or boat at sea. (U.S. Military Dictionary)*

“Seamanship—General word for the arts and skills associated with handling a boat, especially with handling her efficiently and well. Good seamanship embodies thorough knowledge, and intelligent application, of all the principles of operating a boat away from her pier or mooring—getting underway, safety practices, piloting, maneuvering in difficult situations, avoidance of hazards, and so on—plus the constant exercise of prudence, good judgment, and consideration toward others. ... There is much more, of course. So many disciplines are involved in boating, from aerodynamics and celestial navigation to meteorology and plumbing, that perfection in all is practically impossible. Nevertheless, the best skippers have a good working knowledge of all these disciplines, and know where to look or whom to ask for more information when it’s needed. Incidentally, the highest order of seamanship is practiced by sailors who know what to do after things have gone wrong. They have anticipated possible trouble, and have given thought to how to handle it. And good seamanship doesn’t end with handling your own boat. Knowing how other vessels react in certain situations may be just as important in avoiding collisions and making prudent decisions. Good seamanship starts in port, with detailed preparation and careful checks—and it never ends.“ (The Complete Boating Encyclopedia)

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

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

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

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

Dansk (Danish) sømandsskab Nederlands (Dutch) stuurmanskunst, zeevaarkunde Français (French) art de la navigation, capacités de navigateur Deutsch (German) Seemannskunst Italiano (Italian) arte della navigazione, capacità di manovra nautica

In einer anderen Quelle wird gefragt :

„*What is the difference between a good seaman or ship's officer and a merely competent one?*“

Und die Antwort lautet : **die Fähigkeit zur Voraussicht**

*„... The 1961 edition of the Navy's Watch Officer's Guide does it with a single word **forehandedness**. According to the Guide, while a **good officer is technically competent, vigilant and has good judgment; the superior officer has the faculty of forehandedness.** ... When I think about it all well run vessels have this in common, the crew is trained, procedures are in place, tools and materials are on hand before they are needed – forehandedness.“*

(<http://kennebeccaptain.blogspot.com/2008/05/good-seamanship-summed-up-in-one-word.html>)

Immer ist die gute Seemannschaft, ob nun ein Einbaum, ein Segelschiff oder ein Containerfrachter zu führen war bzw. ist, das qualitative Ziel, die daraus abgeleitete Aufgabe und zugleich das möglichst beste Resultat der, auch vorausschauenden, Gestaltung des Verhältnisses zwischen dem Anzustrebendem und dem Tatsächlichen, zwischen dem Ideal und der Wirklichkeit.

Diese Interpretation hat historischen Bestand. Die Ausgestaltung des Verhältnisses zwischen einer hohen Qualität von Wirtschaftlichkeit und Sicherheit der Schiffsführung und ihren möglichen Realisierungsbedingungen ist ein immer wieder neuer Prozess der schöpferischen Auseinandersetzung des Menschen mit der Natur, Technik und Gesellschaft.

Die Qualität des Verhältnisses ist zugleich das Maß der guten Seemannschaft, an dem sich alle Bestandteile eines Schiffsführungssystems zu messen haben und an dem sich der Erfüllungsgrad der spezifischen Aufgaben zeigt.

Mehrere Begriffe verlangen eine nähere Betrachtung : Schiffsführung, Aufgaben und Kompetenz (Fähigkeit, Sachverstand) und schließen die Definition einer dritten mess- und vergleichbaren Größe ein : **Qualität**. Ohne die Bestimmung der Inhalte der Begriffe kann die „gute Seemannschaft“ nicht definiert und gestaltet werden.

Zusammenfassung: „Komplexe Arbeitsfelder stellen Menschen vor erhebliche Anforderungen. Vor allem müssen un- sichere Entscheidungen bei begrenzten zeitlichen, materiellen und kognitiven Ressourcen getroffen werden. In kritischen Situationen resultiert daraus leicht Überforderung. Auf diese antworten Menschen mit einer Vielzahl von Strategien, die der Vereinfachung und dem Selbstschutz dienen. Dabei wird das „eigentliche“, das inhaltliche Handlungsziel unbewusst zweitrangig. Fehlerhafte Entscheidungen kommen häufig durch psychisch „an sich“ sinnvolle Mechanismen zustande und nicht durch Versagen der Beteiligten.“ / 11 /

Gründe für eine intelligente, maschinenunterstützte Informationsverarbeitung in der Schiffsführung

1 Wenn die Anzahl und Vielfalt von Informationen durch immer mehr Anzeigen erhöht und der Mensch zu ihrer Verarbeitung gezwungen wird, kann das zur Herausbildung und Festigung von „Informationssammel-Eigenschaften“ führen, während ihre Bewertung, Selektion und Verknüpfung zu einem Gesamtbild darunter leidet und Wirkungsweisen / Verflechtungen weniger sorgfältig erkannt werden. Die notwendige Rückkopplung zwischen situativem Abbild und eigenem inneren Modell /einer „guten Seemannschaft“ findet nicht oder nur selektiv statt und ist trotz des hohen Aufwandes für die materiell-technische Ausstattung der Brücke Quelle falscher oder unvollkommener Handlungsregulationen.

2 Dieser kritische und in komplexen Situationen eskalierende Mangel verhindert die Schwerpunktbildung, die Problemerkennung und die Problemlösung. Abhilfe kann hier weniger die Erhöhung der Anzahl der Operateure, sondern eher ein strukturiertes, aufgabenorientiertes und rechnerunterstütztes Wissen schaffen. Ist die Situation einmal erfasst, können Handlungsziele besser erkannt und die Kognitionsleistungen gesteigert werden. Die Zielbildung steuert das perzeptive Verhalten in Form der Aufmerksamkeitsselektion.

3 Auch bei der Arbeit im Team müssen individuelle, bereits vorhandene mentale Modelle von jeder einzelnen Person mit den aktuellen Reizen / Signalen in Beziehung gebracht werden. In jeder Situation wird ein Modell der Realität gebildet. Modellbildung, Informationssuche und Bewertung verlangen Wissen.

4 Ist schon die individuelle Situationsdiagnose ein komplizierter und komplexer kognitiver Prozess, werden bei einer „*team situation awareness*“ zusätzlich viele Komponenten zwischenmenschlicher Beziehungen (Informationen, Kommunikation) wirksam und ergebnisbeeinflussend.

5 Die Mängel einer individuellen Prozessabbildung werden durch ein „*shared mental model*“ nicht ausgeglichen und zunächst durch das sogenannte „Beharrungsverhalten“ Bestandteil des Teams. Die Güte eines jeden mentalen Modells zeigt sich erst an den Prozessergebnissen. Das heißt, es müssen qualitative Prozessparameter vorhanden sein, an denen die Güte der jeweiligen Aufgabenerfüllung / Zielerreichung ablesbar ist. Geschieht das nicht, bleibt jede Bewertung in subjektiver Befangenheit, momentanem Leistungsvermögen und Zufälligkeit stecken.

6 In der Schiffsführung ist ebenso wie im üblichen Leben „Erwartungsverhalten“ zu beobachten. Die Informationen für den Aufbau eines „inneren Modells“ werden vorrangig behandelt, die den Erwartungen des Individuums über den Verlauf des Prozesses am besten entsprechen, unabhängig davon, ob ihre Verarbeitung nun richtig und sinnvoll war oder nicht. Im schlimmsten Fall wird ein falsches Modell aufgebaut und als individuelle „*situation awareness*“ in die „*situation awareness*“ des gesamten Teams aufgenommen.

Die erwartete Information ist mit einem *Expectation Bias* (Kahneman et al., 1982) behaftet und wird aufgrund von existierenden Gewohnheiten oder vorliegenden Hinweisen aus der Umwelt bevorzugt wahrgenommen. Ähnlich verhält es sich mit dem *Confirmation Bias*, bei dem Hinweise bevorzugt werden, die bereits getroffene Annahmen unterstützen.“ / 6 /

7 Einen wesentlichen Einfluss auf die „Qualität“ der Modellbildung, des Vergleiches zwischen Realität und Abbild und die Regulation von Handlungen hat die aktuelle Arbeitsbelastung des Operateurs. Bei hoher Belastung ist damit zu rechnen, dass sich die Operateure auf einige wenige Tasks konzentrieren. / 6 /

Aber auf welche ? Und sind das die richtigen? Wer legt die Auswahl fest ? Verfügen die Operateure über die gleichen Zielvorstellungen ? Wann einigen sie sich ? Haben sie die gleichen Informationen verarbeitet ? Auf welcher Grundlage und wie kommunizieren sie ? Wie kommt ein „Operations Director behind his navigator, co-navigator and ‘administrator’ ” / 1 / zu einem Abbild der Situation und wie zu einer Entscheidung ?

8 Sollte es bei der zwar wichtigen aber einseitigen Konzentration auf die menschliche Komponente bleiben, werden vorhandene Deformationen in der Abbildung von Prozessen und Informationen (z.B. fehlende Prozesszustandsbewertung, fehlende Qualitätsparameter von Prozessergebnissen) nicht beseitigt werden können und weiter die Sicherheit und Wirtschaftlichkeit der Schiffsführungsprozesse negativ beeinflussen. Wenn die eigentlich notwendige Voraussetzung für zielführende Interaktionen und situationsgerechte Kommunikation über Aufgabe – Ziel – Qualität nur durch Meinung, Erfahrung, augenblickliche Performance, Emotion und Motivation geprägt werden und sich nicht an planbaren, klaren, vergleichbaren und überwachungsfähigen Messwerten orientieren, wird es insbesondere zu ernsthaften Mängeln der Prozessführung kommen.

9 Mängel in der Prozessabbildung können mit größter Wahrscheinlichkeit nicht durch neue Trainingsmethoden allein beseitigt werden.

HERCZEG führt in Bezug auf die Abbildung des Prozessgeschehens über das Systemmodell des Prozessführungssystems in das mentale Modell des Operateurs aus / 7 /:

- „1. Die maschinelle Sensorik erfasst nur einen Teil des Prozesses, kodiert die Messdaten und erzeugt dabei Lücken.
2. Durch fehlerhafte maschinelle Sensorik entstehen Artefakte, wodurch real nicht Vorhandenes im Prozessführungssystem erscheint.
3. Durch Vorverarbeitungsfunktionen in der maschinellen Sensorik zur Erzeugung von Messdatagrammen (Nachrichten) werden Transformationen (Normierungen, Skalierungen, Kodierungen) der Messdaten vorgenommen, die die Sensordaten weiter verändern.
4. Maschinelle Funktionen im Prozessführungssystem aggregieren die Daten durch meist mathematische und logische Verknüpfungen und fassen so mehrere einfache Daten zu abstrakteren Daten und komplexeren systeminternen Datenstrukturen zusammen.
5. Eine Fokussierung durch maschinelle Funktionen des Prozessführungssystems lenkt und reduziert die Sicht des Operateurs auf einen Ausschnitt des ganzen Prozesses.
6. Maschinelle Funktionen des Prozessführungssystems vereinfachen die Präsentation des Prozesses durch Bildung abstrakter Prozessgrößen, die für die Operateure Bedeutung haben und für diese verständlich sind.
7. Die Präsentation durch maschinelle Funktionen visualisiert auch Nicht-Visuelles mit unklaren Konsequenzen hinsichtlich vorhandener Erfahrungen und mentaler Modellbildungen.

8. Die Informationsaufnahme durch die menschliche Wahrnehmung mit ihren Beschränkungen erfasst nur einen Teil des Präsentierten.
9. Eine Fokussierung durch die menschliche Aufmerksamkeit reduziert den präsentierten Ausschnitt durch selektives Wahrnehmen weiter.
10. Die erfahrungsbasierte Interpretation durch den Menschen versucht die Dekodierung des Wahrgenommenen zur Extraktion von Information, um Systemzustände zu erkennen.
11. Die erfahrungs- und erwartungsbasierte Bewertung durch den Menschen erzeugt Bedeutungen von Systemzuständen.
12. Abstraktion durch den Menschen führt zu einer weiteren Vereinfachung des Wahrgenommenen.“ / 7 /

10 „Die dargestellten Auslassungen, Artefakte und Verzerrungen der Abbildung des zu überwachenden und zu steuernden Prozesses über das Systemmodell des Prozessführungssystems bis zum mentalen Modell des Operators **finden eine Entsprechung** in der Umkehrung des Vorgangs **bei den Handlungen des Operators** zum Zweck der Steuerung des Prozesses. Auch hier sind Deformationen der Intentionen des Operators bis zur Abbildung auf die Akteure in den Prozess festzustellen.“ / 7 /

11 Das Prinzip eines „*shared mental models*“ funktioniert auf der Brücke nur, wenn die Grundlagen der Information und Kommunikation richtig, vollständig und zeitgerecht vorhanden sind. Sind sie es nicht, ist jede „management operation“ von vornherein mit Fehlern behaftet. Jedes Mitglied des Teams greift auf Informationen zurück, die mit den gleichen Mängeln behaftet sind und auf ähnliche Interpretationsprobleme bei den Individuen stoßen. Nach dem Zusammenstoß zweier Flugzeuge über der Schweiz nach menschlichen Eingriffen wurde die Entscheidung für Flugmanöver bei Kollisionsgefahr ausschließlich der Automatik überlassen.

12 „Selbst wenn eine Erweiterung und Umbildung des mentalen Modells des Operators erwartet werden kann, da das Prozessführungssystem möglicherweise nützliche Information und Stimuli liefert, ist der Zeitfaktor zu sehen, in dem eine solche mentale Modelländerung und Modellerweiterung durch diagnostische Analyse- und Schlussfolgerungsprozesse realistisch erfolgen kann.“ / 7 / Inkompatibilitäten von mentalem Modell, Systemmodell und Prozess enden in vielfältigen Fehlwahrnehmungen und Fehlhandlungen.

13 „... Die Qualität der **Entsprechung von Prozess, Systemmodell und mentalem Modell** entscheidet in hohem Maße darüber, wie gut und direkt der Operator in der Lage ist, den aktuellen Zustand des Prozesses zu verstehen und zu beurteilen, d.h. über eine angemessene *Situation Awareness* (Endsley & Garland, 2000; Endsley, Boltè & Jones, 2003) zu verfügen und geeignete Entscheidungen mit funktionierenden Regulationsschleifen umzusetzen. / 7 /

14 Fehlende Isomorphie der Modelle und ungeeignete Regulationsmechanismen durch die Wahl der Interaktionsformen führen dann zu erhöhten Kommunikations- und Interaktionsfehlern, die verhindern, dass korrekt, ökonomisch und zeitgerecht gehandelt wird. Im Bereich der Interaktion

entwickelt sich die Ursachenkette in der Weise, dass aus Fehlwahrnehmungen Fehlregulationen und damit letztlich Fehlhandlungen resultieren. Aus dem Normalbetrieb mit funktionierender Handlungsregulation entwickelt sich letztlich im Accident oder Incident ganz oder zeitweise ein Zusammenbruch der Handlungsregulation. Dies kann von Interaktionsversagen auf der intentionalen Ebene bis zum Interaktionsversagen auf der sensomotorischen Ebene reichen.“ / 7 /

15 Die Abbildung des Prozesses über das Prozessführungssystem bis zum mentalen Modell des Operateurs wird von einer **Vielzahl von Verzerrungen** begleitet. In den sehr interaktiven Beziehungen in einem Team auf der Brücke mit integriertem Schiffsführungssystem kann es durch ein fehlerhaftes Interaktionsdesign auf vielen Ebenen zu Handlungs- und Handlungsregulationsproblemen kommen. Diese Mängel sind häufig Ursachen für menschliches Versagen.

16 Bei der Einführung neuer Methoden des Team-Trainings einer Brückenbesatzung muss bedacht werden, dass die bisherigen Resultate der Fehleruntersuchung und –klassifikation sich ausschließlich auf das Versagen eines Individuums konzentrierten. Man ist im allgemeinen gut über die verschiedenen Ursachen informiert, die zum menschlichen Versagen führten. Wenige Erfahrungen und wissenschaftlichen Erkenntnisse liegen darüber vor, welche Teamfehler zu einem Unfall geführt haben, welche Probleme Mängel im Informationsaustausch und in der Kommunikation mit sich bringen, wie sich unzureichendes Führungsverhalten, mangelnde Bereitschaft zur Übernahme von Verantwortung, Emotionen und Motivationen u.a.m. auswirken.

17 „Probleme, die bei Entscheidungen von Teams in kritischen Situationen auftreten können, sind :

- Verschiebung der Risikobereitschaft („risky shift“): Im Team wird risikofreudiger entschieden als jedes einzelne Mitglied für sich es täte (in seltenen Fällen auch vorsichtiger).
- Zu großes Selbstvertrauen, „Unverwundbarkeitsdenken“, besonders häufig in Expertengruppen.
- Führungs- und Verantwortungsdiffusion: Je mehr Beteiligte potentiell für die Ergebnisse verantwortlich sein könnten, desto weniger wird Verantwortung von Einzelnen konkret wahrgenommen.
- Unklare Kommunikation.“ /9/

Zwei Verhaltensweisen in kritischen Situationen, wie sie bekanntlich in der Schiffsführung nicht selten sind, beschreibt Hofinger (vergl. / 9 /) wie folgt :

Erstens : Kognitive Notfallreaktion

18 „Komplexe Probleme setzen Entscheider unter Handlungsstress (Strohschneider, 1992): z.B. sind persönlich wichtige Entscheidungen schnell und auf Grundlage unsicherer Informationen zu treffen. Abhängig von Wissen, Unbestimmtheitstoleranz und Kompetenzbedürfnis können Entscheider sich von solchen Situationen überfordert fühlen (oder überfordert sein, ohne sich so zu fühlen). Dann kommt es zu einer **charakteristischen Einengung des Denkens und Verhaltens**.

19 Die Überforderung durch ein komplexes Problem, insbesondere in Situationen mit hohem Entscheidungsdruck, bedeutet für die handelnde Person sowohl die Überforderung ihrer kognitiven Ressourcen (des bewussten Denkens) als auch Kontrollverlust. In einer solchen Situation konzentrieren sich Menschen ganz auf das Beseitigen des unmittelbar

bedrohlichen Problems. Sie reagieren zunächst mit einer „Externalisierung“ des Handelns (s.u.) und dem Versuch, irgendwie eine Lösung herbeizuführen. Wenn das Problem so nicht bewältigt werden kann, droht Kontrollverlust. Verlust der (subjektiven) Kontrolle über die Situation führt dazu, dass das Kompetenzgefühl („ich kann etwas bewirken“, „ich kann dieses Problem lösen“) sinkt. Da das Kompetenzgefühl aber nötig ist, um die Handlungsfähigkeit zu erhalten, muss es geschützt werden. Das kognitive System macht „die Schotten dicht“ – das Denken und Handeln dient nun nicht mehr so sehr dem Finden einer sachlich guten Entscheidung als vielmehr der Selbstregulation. Jede weitere Belastung des Kompetenzgefühls, etwa durch Zweifel an der eigenen Planung, wird vermieden.

20 Zugleich wird der Einsatz der begrenzten geistigen Ressourcen minimiert, das bewusste Denken (Reflexion, Planen) wird sparsamer eingesetzt. Beobachtbar sind damit folgende Symptome:

a) Externalisierung des Handelns:

- Weniger interne Prozesse (Denken, Planen), statt dessen Konzentration auf das Handeln.
- Weil weniger gedacht und geplant werden kann, wird das Handeln eher durch Außenreize gesteuert als durch Zielorientierung; daraus resultiert sprunghaftes, ad-hocistisches Vorgehen.

b) Schnelle Lösungen:

- Rückgriff auf bekannte Denk- und Handlungsschemata,
- schnelle Lösungen, Methodismus, einfache Lösungen.

c) Komplexitätsreduktion „mit dem Holzhammer“:

- Es werden einfache und reduktionistische Denk-Modelle gebildet.
- Dogmatismus, Rechthaben wollen, Abwehr von Kritik und Zweifeln, Vermeidung von „aber ...“: Das eigene (reduzierte) Modell der Situation wird gegenüber anderen Sichtweisen (im Team oder eigenen Denken) geschützt.
- Informationen werden nicht mehr analysiert oder nicht mehr beachtet, widersprüchliche Information wird aktiv ausgeblendet: Auch vor der Realität kann man sein Denkmodell schützen ...
- Personalisierung: Die Verantwortung für Probleme wird der Dummheit oder Schlechtigkeit den Motiven anderer Personen zugeschrieben statt der Komplexität des Realitätsbereichs.

Diese Notfallreaktion ist begleitet von physiologischen Stress-Symptomen (unspezifische Aktivierung, erhöhter Puls, evtl. Schwitzen, motorische Unruhe), deren Wahrnehmung durch die Person wiederum die Belastung erhöhen kann. Die Stressreaktion kann begleitet sein von emotionalen Ausbrüchen. Die kognitive Notfallreaktion läuft unbewusst ab – bewusst fühlt man sich „der Sache gewachsen“, da ja das Kompetenzgefühl erfolgreich stabilisiert wird. Es handelt sich also bei der Diagnose um eine Zuschreibung von außen (und bei kritischer Reflexion im Rückblick eine Selbstzuschreibung), mit der die beobachteten Phänomene erklärt werden.“ / 9 /

Zweitens : Gruppendenken

21 In Teams lassen sich ähnliche Mechanismen finden, um den durch zu hohe Komplexität erzeugten Stress zu verringern und das kollektive Kompetenzgefühl aufrechtzuerhalten. Janis beschreibt in seinen berühmt gewordenen Fallstudien zum „Gruppendenken“ (1972), wie Expertenteams in kritischen Situationen unter bestimmten Umständen dramatisch schlechte Entscheidungen treffen. Auf die Bedrohung durch einen möglichen Misserfolg reagierten die von ihm untersuchten Teams mit folgenden Mustern:

- Gefühl der Unverwundbarkeit und Gefühl der moralischen Überlegenheit;
- Gemeinsame Anstrengung zur Rationalisierung von Misserfolg;
- Abwertung und Stereotypisierung anderer („wir sind gut, die sind schlecht / dumm“);
- Gruppendruck, Illusion der Einstimmigkeit, Selbstzensur, Auftreten von „mindguards“, die Abweichungen vom Konsens verhindern.

Unter diesen Bedingungen wird dann isoliert vom Kontext, ohne Berücksichtigung relevanter Informationen (die sogar aktiv entwertet werden) entschieden. Auch in weniger extremen Konstellationen (z.B. in der Konstruktion, vgl. Badke-Schaub, 2000, 2002a) reagieren Teams auf die Überforderung durch zu hohe Komplexität mit charakteristischen Symptomen.

22 Wenn die Komplexität zu hoch wird ...

- werden Ziele nicht mehr diskutiert,
- wird die Informationssammlung früh abgebrochen,
- werden vor allem bestätigende Informationen gesucht und Widerspruch unterdrückt,
- werden weniger Lösungsalternativen gesucht,
- tut man das, was man immer schon getan hat (Methodismus, Dogmatismus),
- verändert sich das Entscheidungsverhalten (Risikoschub, Übervorsicht),
- wird nicht mehr reflektiert, werden Emotionen anders behandelt (explodieren, Gesicht wahren, Gefühle verstecken), verändern sich Führungsstrukturen (sie werden autoritärer oder es kommt zur Verantwortungsdiffusion),
- wird der Aufwand für Koordination und Moderation gescheut.“ / 8 /

23 „Beispielsweise ist die Fähigkeit zur Komplexitätsreduktion nötig, damit Menschen sich in der Welt zurechtfinden können. **Ein Zuviel an Information auszublenden ist ein Schutzmechanismus, der hilft, Handlungsfähigkeit aufrechtzuerhalten.** Insofern ist Selektion von Information kein Fehler. **Andererseits dient Informationsselektion eben der Befriedigung des Kompetenzschutzbedürfnisses und nicht der Lösung des Sachproblems.** Mit Blick auf Handlungsergebnisse kann also Informationsselektion ein Fehler sein. ...

24 ... Die Einbettung des Menschen in seinen sozialen Kontext ist lebensnotwendig. Menschen brauchen die Nähe und die Akzeptanz anderer Menschen. Beides ist wiederum mit dem Kompetenzgefühl verknüpft. Um Akzeptanz und Status in der Gruppe nicht zu gefährden, weisen Menschen ihre Gruppe evtl. nicht auf Fehler hin und verzichten auf Zielklärung in Gruppen.“ / 9 /
Welche Bedeutung hat das „Kompetenzschutzbedürfnis“ für die Qualität des Teams ? Werden eigene Sachinformationen oder / und Informationen aus dem Team ausgeblendet ? Wurden bisher Akzeptanzprobleme beobachtet ? Wer stellt sie wie fest ? Woran werden sie gemessen ?

25 Die Erfahrung zeigt, „dass »hohe technische und hohe menschliche Zuverlässigkeit nicht zwangsläufig zu einem verlässlichen Gesamtsystem« führen (Giesa & Timpe, 2002, S. 65).

Aus diesem Grunde wird das Konzept der **Resilienz** immer wichtiger :

„Systeme müssen so gestaltet sein, das sie trotz menschlicher Fehler keine Unfälle produzieren.“ / 9 /

Das ist eine sehr wichtige Forderung ! Sie trifft den Kern der Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen. Timpe hat dafür den Begriff der „**Verlässlichkeit**“ eingeführt und sich von den Begriffen Sicherheit und Zuverlässigkeit gelöst. Verlässlichkeit bezeichnet die Funktionsweise eines ganzheitlichen Mensch-Maschine-Systems. Es kommt nicht darauf an, dass die eine oder die andere

Komponente des Systems zuverlässig arbeiten, **sondern dass die Einheit von Mensch und Technik die gesteckten Ziele unter Einhaltung von Qualitätsparametern erfüllt.**

26 Gleichzeitig muss die Arbeitsweise des Teams durch folgende Mittel unterstützt werden : technische Hilfen, Informationsassistenten, Ermittlung überwachungsfähiger Qualitätsparameter, besseres Design von Übersichtsdisplays, örtliche Positionierung von Informationsquellen und die situationsspezifische Kommunikation auf der Brücke.

Hauptbedingungen einer guten Teamarbeit müssen eine klare Aufgabenstruktur, die Definition ihrer Zielqualitäten und die ständige Ermittlung der Istzustände sein.

Art und Höhe der Differenzen zwischen Soll- und Istzuständen bestimmen auch hier die Art und den Zeitpunkt von Prozesseingriffen.

27 „Handeln in komplexen Realitäten ist für viele Entscheider gekennzeichnet durch ständig neue Probleme und Schwierigkeiten, durch Misserfolge, Pannen und Enttäuschungen. Es ist kaum verwunderlich, wenn in solchen Konstellationen die Tendenz zur „Einkapselung“ in gut beherrschte Realitätsausschnitte zu beobachten ist. **Der frustrierte Entscheider sucht seine Aufgaben nicht mehr nach deren Wichtigkeit und Dringlichkeit aus, sondern nach der individuellen Bewältigbarkeit, also nach der Erfolgswahrscheinlichkeit.** Er macht das, was er kann und vergisst, was er machen sollte (Dörner, 1989; Holzkamp, 1989). ...

28 Die Welt verhält sich häufig nicht so, wie dies der Entscheider meint oder hofft. Diskrepanzen zwischen dem inneren, mentalen Modell der Welt und der Welt selbst, können auf unterschiedliche Weisen vermindert werden: Der Entscheider passt sein mentales Modell der Welt an, oder der Entscheider passt die Welt, d.h. die Wahrnehmung der Welt, seinen inneren Vorstellungen an. ...

Ersteres bedeutet häufig, dass Neues gelernt werden muss, Meinungen müssten überdacht werden, man ist genötigt, Fehler einzugestehen. Dies könnte mangelnde Kompetenz signalisieren (Stroh-schneider, 2003.) Das vor sich und anderen einzugestehen, fällt schwer.

Häufig ist es vermeintlich einfacher, die „Wahrheit zu definieren“ und Dogmen aufzustellen:

„Die Welt ist eine Scheibe“. Die Sache ist so, wie ich sie sehe, und damit Schluss! Wer eine andere Meinung hat als ich, ist gegen mich (Dörner, 1994; Schlager, 1976). Die genannten Fehler-tendenzen begründen sich in der Auseinandersetzung des Problemlösers mit seiner komplexen Umwelt und derer spezifischer Merkmale. ...“ / 10 /

29 „... Die „Modellbildung“, also die Verknüpfung der Einzelinformationen zu einem inneren Bild der Situation, welches im Team kommuniziert werden kann, ist mit den Anforderungen des Informationsmanagements eng verwoben. Beide zusammen sind Voraussetzungen fundierter Entscheidungen. Probleme treten vor allem dann auf, wenn die Komplexität der Situation nicht angemessen beachtet wird, wenn vorhandenes Wissen im konkreten Fall eher irreleitet als nützt und wenn das Recht haben wichtiger wird als das Entdecken von Irrtümern und Nichtwissen (vgl. dazu Schaub):

- Wahl eines unangemessenen Auflösungsgrads:

Es wird zu fein oder zu grob hingeschaut, ohne zu überlegen welcher Grad an Genauigkeit der Gesamtsituation angemessen wäre.

- Hypothesengerechte Informationssammlung:

Nur das zur Kenntnis nehmen, was zur eigenen Meinung passt.

- Übergeneralisierung:
Übertragung eines Denkmodells auf andere Situationen ohne Prüfung der strukturellen Passung.
- Ungeprüfte Übertragung von Vorwissen:
Bekannte Lösungen aus anderen Bereichen werden ohne Prüfung der Anwendungsbedingungen übertragen.
- Bildung reduktiver Hypothesen:
Wenige Variablen scheinen alles zu bestimmen, die Komplexität einer Situation wird ausgeblendet.
- Dogmatische Verschanzung:
Verteidigung des eigenen Modells gegen Falsifizierung, bis hin zum Aufstellen von Verschwörungstheorien.
- Keine Extrapolation der Situation oder unangemessene lineare Fortschreibung von Entwicklungen.

Im Team kommen dazu:

30 Keine gemeinsame Problemdefinition, das Fehlen einer gemeinsamen Analyse der Situation bzw. die kritiklose Übernahme der Ansicht eines Einzelnen.“ / 11 /

„Häufig fallen Zielbildungen entweder sehr global aus oder finden überhaupt nicht statt. Menschen neigen angesichts drängender aktueller Probleme dazu, ohne Zielexplication einfach darauflos „zu wursteln“ (Lindblom, 1995) und nach dem „Prinzip des Reparaturdienstes“ das erste beste, naheliegende Ziel anzustreben. Zielbalancierungen werden nicht durchgeführt, weil Menschen nicht merken, dass sich Ziele widersprechen. Daraus ergibt sich oft, dass die Beseitigung des einen Missstandes einen zweiten erst erzeugt.

Komplexe Problemsituationen zeichnen sich dadurch aus, dass der Handelnde zwar mehrere Ziele zugleich verfolgen müsste, diese aber nicht gleichzeitig bearbeiten kann. ...

31 Oftmals zeigt sich, dass die Handelnden ihre Absichten vor allem nach dem Kriterium der Erfolgswahrscheinlichkeit wählen (Meyer, Niepel & Engler, 1987). **Und wenn es sich erweist, dass die gewählte Aufgabe nicht so einfach ist, wie erwartet, so wird sie fallen gelassen und der Problemlöser wählt die nächste Aufgabe, welche bewältigbar erscheint** („thematisches Vagabundieren“, Dörner, 1981). Oder es werden die jeweils zu verfolgenden Absichten nach der Sinnfälligkeit gewählt, d.h. das Problem, das am lautesten „schreit“ wird zur Erledigung ausgewählt („Reparaturdienstprinzip“, Klein & Poesch, 2003). ...“ / 10 /

Immer wieder bietet sich nachhaltig ein Assistenzsystem an, das die Fähigkeit der automatischen Informationsverarbeitung besitzt und eine aktuelle Situationsdiagnose liefert, aus der der jeweilige qualitative Zustand eines jeden partiellen Schiffsführungsprozesses entnommen werden kann und der dann im weiteren die Grundlage für geordnete und abgewogene Entscheidungen und Handlungen bildet.

32 „Information wird nicht um ihrer selbst willen, sondern als Grundlage späteren Handelns, gesammelt. Damit Information für das Handeln nutzbar gemacht werden kann, sollten die verschiedenen Informationen zu einem Gesamtbild integriert werden (Badke-Schaub & Dörner, 2002). Bleibt es bei einer Sammlung von isolierten Teilinformationen, so können Nebenwirkungen und Spätfolgen von Handlungen nicht richtig abgeschätzt werden. ...

Es bedarf eines Gesamtmodell der jeweiligen Realität, ein hypothetisches Abbild der Variablen eines Systems und ihrer Zusammenhänge. Erst ein solches Modell erlaubt eine

vernünftige Planung und bietet die Grundlage für die Prognose zukünftiger Zustände. Modelle erlauben es, die Folgen von Handlungen und deren Neben- und Fernwirkungen abzuschätzen. In das Modell eines konkreten Systems fließen natürlich nicht nur die aktuellen Informationen ein, sondern vor allem auch das gesamte Weltwissen des Entscheiders (Berendes, 2002; Ossimitz, 2000; Scherf, 2004). ...“ / 10 /

Weitere Argumente für ein intelligentes, maschinenunterstütztes System sind :

33 „In der Praxis wird nicht annähernd so rational geplant und entschieden, wie sich das manche Entscheidungstheoretiker vorgestellt hatten (Gigerenzer, 2000). Die rationale Planung und Entscheidung ist eine Illusion, denn, so Lindblom (1995), sie **übersteigt in ihren Informationsverarbeitungsanforderungen die Problemlösungskapazitäten des Menschen**, sie berücksichtigt nicht die Ungenauigkeit der Informationen, die vorhanden oder beschaffbar sind, sie berücksichtigt den Aufwand nicht, den Informationsbeschaffung und Analyse erfordern, sie berücksichtigt die Schwierigkeiten der Bewertung und Beurteilung nicht, sie berücksichtigt nicht, dass sich Ergebnisse und Werte verändern und gegenseitig beeinflussen können, sie berücksichtigt nicht, dass Menschen gar nicht alle Handlungsmöglichkeiten und Umweltfaktoren einbeziehen können, sie berücksichtigt nicht, dass Menschen in der Praxis Anweisungen für schrittweises Vorgehen brauchen, sie berücksichtigt nicht, dass in der Realität ein dauernder Strom miteinander verknüpfter Probleme vorliegt. Somit bleibt nach Lindblom, nur das Weiterwursteln ('Inkrementalismus').“ / 10 /

„**Die Umsetzung einer Maßnahme ist nicht gleichbedeutend mit dem Erfolg einer Maßnahme**; ob dieser eintritt oder nicht, sollte kontrolliert werden. In komplexen Systemen ist diese Forderung aber gar nicht leicht zu erfüllen. Maßnahmen haben z.T. lange Totzeiten, bis sie Wirkung zeigen, Effekte werden von vielen Einflussgrößen „verschmiert“, so dass der Einfluss der eigenen Maßnahme oft gar nicht mehr eindeutig zu isolieren ist (Heineken, Arnold, Kopp & Soltysiak, 1992).

34 Neben der Kontrolle des Erfolges ist es aber in komplexen Situationen zusätzlich sehr wichtig, zu überprüfen, was sonst noch geschehen ist, was als Neben- oder Fernwirkung der Maßnahme aufgetreten ist, wohin sich die Situation „eigendynamisch“ entwickelt hat (von der Weth, 1990). Typischerweise führen Problemlöser solche Kontrollen nur eingeschränkt durch, in dem beispielsweise nach den Gründen für Erfolg, aber nicht nach den Gründen für Misserfolg gesucht wird (Myhsok, 1993; Strohschneider & von der Weth, 2002), oder in dem bestätigende Information anders gewertet wird, als nicht bestätigende Information (Greve & Wentura, 2003; Luhmann, 1988). Die Kontrolle von Fern- und Nebenwirkung fällt häufig ganz aus. Die Effektkontrolle soll Informationen über den Erfolg und Misserfolg des eigenen Handelns liefern. Damit kann sie Anstoß dafür sein, das eigene Handeln und Denken einer kritischen Analyse zu unterziehen. Was wurde gut gemacht, wo sind Mängel feststellbar? Aus der Analyse der eigenen Fehler ergibt sich, ob falsche Vorstellungen über die jeweilige Realität und die Möglichkeit, diese zu ändern bestehen und auch, ob mit den falschen Methoden der Informationssammlung oder -integration, der Planung, oder Entscheidung an das Problem herangegangen wurde (Gürtler, Perels, Schmitz & Bruder, 2002; Hesse, 1979; Putz-Osterloh, 1995; Reither, 1979; Tisdale, 1998)“ / 10 /

35 Es erscheint wenig sinnvoll zu sein, Fehler nach Ablauf längerer Zeiträume aus dem Gedächtnis bewerten zu wollen und nachträglich zu ermitteln, was wohl eher richtig und was falsch war. Im aktuellen Überwachungs- und Steuerungsprozess ist dafür in aller Regel keine Zeit. **Lösbar ist die notwendige Aufgabe „aus Fehlern zu lernen“ nur, wenn Prozesssituationen**

aktuell bewertet, aufgezeichnet und bei passender Gelegenheit analysiert werden können und wenn auf qualitative Bewertungen und die sie berührende Einflussindikatoren Bezug genommen werden kann (Ursache-Wirkungs-Folgen).

36 „Obwohl es einleuchtend erscheint, dass, besonders bei Misserfolgen, das eigene Handeln kritisch untersucht werden sollte, so wenig selbstverständlich ist die kritische Selbstreflexion. **Bei Erfolg scheint die Selbstreflexion vielen Menschen unnötig; aus diesem Grunde ist Erfolg gefährlich und trägt oftmals die Wurzel künftigen Misserfolges in sich.**

Erfolg macht konservativ. Erfolg zeigte dem Problemlöser, dass alles bestens geht ! Warum sollte unter diesen Umständen das eigene Handeln kritisch analysiert werden? **Auf diese Weise schleicht sich Methodismus ein; aus einer Methode der Problemlösung, die unter bestimmten Umständen erfolgreich ist, wird in der Vorstellung des Handelnden ein Allheilmittel, das immer und überall anwendbar ist.** Im Hinblick darauf, dass in komplexen Realitätsbereichen die Dinge im Fluss sind und sich die Bedingungen des Handelns ständig ändern, sollte gerade in Phasen des Erfolges über die Bedingungen des Erfolges genau nachgedacht werden, um auf die Situationen vorbereitet zu sein, in denen die im Augenblick erfolgreiche Methode nicht mehr angewandt werden kann.

37 In Phasen des Misserfolges ist die **Selbstreflexion** gleichfalls sinnvoll. **Hier erfolgt sie häufig spontan deshalb nicht, weil sie die durch den Misserfolg schon angeschlagene Kompetenz des Handelnden weiter gefährden könnte.** Der Problemlöser hat schon mit dem Misserfolg zu kämpfen und nun gewissermaßen in der Wunde zu wühlen, um festzustellen, dass die Misserfolge tatsächlich auf eigene Fehler zurückzuführen sind, beeinträchtigt die eigene Kompetenz weiter. So wird die Analyse unterlassen und auf diese Weise ist die Fortschreibung der Ursachen des Misserfolges sehr wahrscheinlich (Tisdale, 1998).“ / 10 /

Wer kann garantieren, dass diese menschlichen Eigenschaften nicht auch oder gerade erst in einer Gruppe wirksam werden ?

38 Nautiker, ob allein oder in einem Team, handeln in der Regel in **komplexen Situationen**. Natürlich sollen Fehler möglichst vermieden werden bzw. wenn sie schon nicht vermieden werden können, so doch wenigstens nicht zu irreversiblen Schäden führen.

Doch solange Menschen Überwachungs,- Steuer- und Entscheidungsaufgaben haben, solange wird es durch die menschliche Daseinsform bedingte, u.U. unvermeidbare Fehler geben. Von ziemlicher Bedeutung für die Arbeit in einer Gruppe können dabei Fehlermöglichkeiten sein, die erst durch die Beziehungen in der Gruppe selbst verursacht werden und dadurch eine große Wirkung entfalten. Die folgenden Fehler sollten deshalb immer unter dem Aspekt betrachtet werden, ob und wie ein Training im Team bzw. die Arbeit im realen Prozess Bedingungen für die Entstehung derartiger Fehler bzw. Möglichkeiten für ihre Einschränkung liefern ? Darunter sind kognitive Schlussfolgerungen genauso zu verstehen wie der Einsatz von Assistenzsystemen auf Schwerpunktgebieten der Informationsverarbeitung und Situationsdiagnose.

39 Oft kann es zu Fehlern kommen, „wenn wir für die Schwerpunktbildung von Zielen keine Kriterien haben, die sich auf die Struktur des Systems beziehen (Dörner, 1989, S.93). Damit ist es unmöglich, Teilziele zu rangieren, d.h. nach Wichtigkeit zu ordnen. Ohne Wissen um die Struktur eines Systems, zum Beispiel durch fehlende Kenntnis der kritischen und der Indikatorvariablen, ist es jedoch nicht möglich, relevante von irrelevanten Problemen zu unterscheiden. Wir wählen dann jeweils die uns am auffälligsten erscheinenden, leider oft die falschen oder irrelevanten Probleme aus, um diese zu lösen. Das Kriterium "Auffälligkeit des Problems" gibt uns aber nur sehr bedingt

Auskunft über die Wichtigkeit des Problems" (Detje, 1996, S.94). Zusammenfassend kann man sagen, dass **ungenügende oder fehlende Teilzielbildung und/oder Schwerpunktbildung** Ursachen für das Reparaturdienstverhalten sind" (Detje, 1996, S.94). / 10 /

40 „Gerade in einem Kontext des Zeitdrucks und mit einem Gefühl von Unbeholfenheit im Umgang mit einem komplexen System, kann es zu folgender Situation kommen: Ein gerade bearbeitetes **Teilziel ... kann sich dahingehend verselbständigen**, dass der Planende alle seine Energie in dieses Vorhaben steckt, und dabei vergisst, dass dieses Ziel ursprünglich nur eines von vielen zu verfolgenden Aspekten war. Ein Zwischenziel wird hier zum Endziel" (Detje, 1996, S.95). / 10 /

41 "Der Umgang mit Systemen, die gekennzeichnet sind von Komplexität, Dynamik, Vernetztheit und Intransparenz, führt fast zwangsläufig zu einer Katastrophe, wenn wir uns nicht ein Bild von dem machen, was in einem System wie miteinander zusammenhängt, uns also kein oder ein unangemessenes Modell bilden. **Kein Modell des Systems zu haben, macht es nämlich unmöglich, sich die Konsequenzen des Handelns vor Augen zu halten, aber auch ... eine sinnvolle Zielbildung zu betreiben.** Man entscheidet sich unter Umständen dann einfach, "irgendeine" Sache in Angriff zu nehmen, doch durch die Vernetztheit komplexer Realitätsbereiche verändert sich nicht nur dieser eine Ausschnitt, sondern gleich mehrere, auch ungewollte, so dass ohne begleitende, regulierende Maßnahmen das System leicht aus den Fugen gerät. Vielleicht verändern sich durch unseren Eingriff gerade diejenigen Teile eines Systems, die man eigentlich beibehalten wollte (wer weiß das schon, wenn man nicht weiß, was man bewirkt?). Kein Modell zu besitzen, ist übel, aber es gibt natürlich auch die Möglichkeit, ein unangemessenes Modell zu besitzen, was vom gleichen Übel sein kann" (Detje, 1996, S.96). / 10 /

42 "Nicht zielführend oder problemlösend ist die **Bekämpfung der Symptome anstelle der Ursachen.** Dieses Verhalten ist fast immer ein Zeichen für ein mangelhaftes Modell des Realitätsbereichs. Auftreten wird ein solches Verhalten meist, wenn die verursachenden Variablen nicht als solche erkannt werden" (Detje, 1996, S.96f). / 10 /

43 „Mit **Zentralreduktion** meint man die Leugnung der Vernetztheit des Realitätsbereiches. Die konstruktive Auseinandersetzung mit einer Vielzahl von Elementen des Realitätsbereiches wird aufgegeben und statt dessen eine zentrale Ursache als "Sündenbock" für alle Probleme aufgebaut. So entsteht eine subjektive Überzeugung von der Richtigkeit der getroffenen Annahmen (Strohschneider & Tisdale, 1987, S.44).

...Wenn wir, statt uns das komplizierte Geflecht der Abhängigkeiten der Variablen eines Systems klarzumachen, eine Zentralreduktion durchführen, also eine Variable als zentral ansehen, so ist dies in zweierlei Weise ökonomisch: Zum einen spart man auf diese Weise eine ganze Menge an weiterer Analysetätigkeit. Zum anderen spart eine solche reduktive Hypothese späterhin Zeit bei der Informationssammlung und beim Planen" (Dörner, 1989, S.290).

"Eine solche 'reduktive Hypothese', die alles Geschehen auf eine Variable reduziert, ist natürlich in gewisser Weise - und das ist wünschenswert - holistisch. Sie umfaßt das ganze System" und spart kognitive Energie" (Dörner, 1989, S.131).

44 "Ebenso ist die **Bildung reduktiver Hypothesen** bis zur "Zentralreduktion" manchmal falsch und oft gefährlich. Gemeint ist hier nicht, die Reduktion von Informationen auf das Notwendige, ... Gemeint ist ... das Zurückführen aller Abhängigkeiten der Komponenten eines Systems auf eine einzige (vermeintlich) zentrale Variable (KE : Das Wetter ist an allem schuld.) Diese

Zentralreduktion führt natürlich zu einem einfachen, vermeintlicherweise leicht zu handhabenden Modell. Konfrontiert mit der Realität, die sich dann meist ganz anders verhält als durch das Modell vorhergesagt, wird das falsche Modell jedoch nicht zwangsweise aufgegeben....“ / 10 /

45 "Eine weitere Möglichkeit, sich selber vorzugaukeln, das eigene (falsche) Modell wäre brauchbar, bietet das folgende Verhalten: 'Das Modell ist richtig. In der Realität passiert zwar etwas ganz anderes als geplant oder vorhergesagt, doch liegt dieses an den ganz spezifischen Bedingungen der Realität, die nur in diesem einen Fall auftreten konnten und meine Prognose nicht eintreten ließen. In jeder anderen Situation wären meine Prognosen richtig gewesen, (denn) das Modell ist richtig'. Für diese Art sich zu verhalten, gibt es die Wortschöpfung '**immunisierende Marginalkonditionierung**'" (Detje, 1996, S.97). / 10 /

46 "Zu einem ähnlichen Ergebnis führt es, sich nur die Information zu beschaffen, von der man weiß, dass sie in das eigene Modell passt. Es findet eine **Kanalisation der Informationssammlung** statt. Man konzentriert sich also auf Teile eines ausgewählten Realitätsausschnittes; Widersprüche und ähnliches werden nicht wahrgenommen. Das geistige Modell bleibt damit aber nur vermeintlicherweise dem gesamten Problembereich angemessen" (Detje, 1996, S.97). / 10 /

47 „Ein hervorragendes Mittel, Hypothesen ad infinitum aufrechtzuerhalten (Dörner, 1989, S.134). Ein Modell aufrecht zu erhalten, an dem man sehr hängt (meist leider auch die ganz einfachen Modelle), obwohl es falsch ist, kann auch dadurch geschehen, dass alle Informationen, die dem Modell widersprechen, ignoriert werden. Beachtet werden bei dieser **hypotesengerechten Informationsauswahl** nur die Informationen, die man sowieso erwartet beziehungsweise vorhergesagt hat. Das kann noch auf die Spitze getrieben werden: Werden die nicht erwünschten Informationen, die man nicht ignorieren kann, sogar geleugnet, so könnte man dies **dogmatische Verschanzung** nennen" (Detje, 1996, S.97f). / 10 /

48 "Die Konditionalisierung, Kanalisierung der Informationssammlung, hypotesengerechte Informationsauswahl und dogmatische Verschanzung führen also, im Extremfall, mit verschiedenen Methoden zu dem gleichen Ergebnis, nämlich, dass ein **Modell nicht revidierbar** ist. Hier kann dann ein Teufelskreis entstehen. Dadurch dass man bisher die Information nur sehr eingeschränkt gesucht oder berücksichtigt hat, um zu einem bestimmten Modell zu kommen, muss man nun Schutzmechanismen vor "unangenehmen" Informationen entwickeln, damit dieses Modell auch in Zukunft Geltung hat.

Man wird also weiterhin widersprechende Informationen leugnen oder ignorieren, passende jedoch gezielt suchen müssen" (Detje, 1996, S.98). / 10 /

49 "Es sei hier angemerkt, dass nicht nur ein falsches Modell als Ganzes als Fehlerquelle in Frage kommt, sondern auch **falsche (Einzel-)Hypothesen** alleine schon möglicherweise verheerende Auswirkungen haben können. Das Planen wird dann unter falschen Voraussetzungen in Angriff genommen" (Detje, 1996, S.98).

50 "Man findet ein Beispiel 1, und dieses hat bestimmte Eigenschaften. Dann findet man einen Fall 2, dieser hat die gleichen Eigenschaften. Und dann findet man einen Fall 3 und einen Fall 4, die wieder diese Eigenschaften aufweisen - also schließt man, dass alle überhaupt denkbaren Fälle dieses Typs die entsprechende Eigenschaft aufweisen" (Dörner, 1989, S.137).

"Im allgemeinen sind Verallgemeinerungen oder Generalisierungen für die Modellbildung sehr zweckmäßig und hilfreich. Wir müssen nicht jedes mal wieder alles "berechnen", sondern übertragen unsere Erfahrungen oder das Wissen in die neuen Bereiche, die eine ähnliche Systemstruktur aufweisen wie die bekannten Realitätsbereiche. Doch es besteht die **Gefahr zur Übergeneralisierung**. Die unzulässige **Vereinfachung durch eine Übergeneralisierung wird der Realität nicht mehr gerecht**. Generalisierungen, genauso wie die Reduktion von Komplexität oder das Aufstellen von eingeschränkten Hypothesen sind auf der einen Seite zwar wichtig (unter der Voraussetzung, dass sie der Realität angemessen sind), damit wir den Wald vor lauter Bäumen noch sehen, aber auf der anderen Seite auch gefährlich, da kleine Fehler in der Einschätzung durch den weiteren Prozess der Handlungsorganisation sich schnell zu fatalen Folgen aufsummieren können" (Detje, 1996, S.98).

51 "Im Zusammenhang mit der Generalisierung kann allgemein gesagt werden, dass keine **ungeprüfte Übernahme von Vorwissen** stattfinden sollte. Das Wissen ist immer auf die Angemessenheit für eine konkrete Situation erneut zu prüfen" (Detje, 1996, S.98). / 10 /

52 Hierunter ist die „Übergeneralisierung lokaler Erfahrungen“ zu verstehen. Hat man eine Einfahrt bisher immer auf einem Kurs von 163° mit einer Geschwindigkeit von 8 Knoten angesteuert, so wird das auch heute richtig sein. Diesen Vorgang nennt man „**Bildung einer magischen Hypothese**.“ (nach / 10 / Detje, 1996, S.98f nach Dörner, 1989, S.109f).

53 „...In einer **Momentanextrapolation** wird ein augenblicklich sinnfälliger Trend mehr oder minder linear und 'monoton', das heißt ohne Richtungsänderung fortgeschrieben" (Dörner, 1989, S.160). Häufig ist es falsch, nur aus dem jetzigen Zustand des Systems auf den zukünftigen Verlauf zu schließen (Momentanextrapolation), meist unter Annahme einer linearen Entwicklung (solche Entwicklungen gibt es aber, vor allem in komplexen Systemen, kaum). Die Folge linearer Extrapolationen ist, dass alle Prognosen schnell unangemessen werden, selbst wenn das zugrundeliegende Modell ansonsten angemessen ist. Es ist wichtig, hier festzustellen, dass Menschen erhebliche Schwierigkeiten haben, nicht-lineare Entwicklungen richtig einzuschätzen." (Detje, 1996, S.99).
/10/ Wird z.B. aus dem anfänglichen Verlauf der Entwicklung einer Kollisionsgefahr geschlussfolgert, dass die Begegnung weiterhin einen linearen Verlauf nimmt, unterschätzt man völlig die in der letzten Phase der Begegnung zunehmende Gefahr, die einem exponentiellen Zuwachs aufweist und sprunghaft und dynamisch anwächst.

54 "Es lassen sich auch "Prognosen" antreffen, deren Quintessenz sich mit "Es wird schon gut gehen" beschreiben lässt. Dieses **wishful thinking** ist aufgrund der Tatsache, dass unsere Modelle häufig nicht vollständig mit der Realität übereinstimmen, nicht angemessen. Eine Überprüfung der Grundlagen, ob es denn "gutgehen" kann, sollte schon stattfinden. Auch wenn das zugrundeliegende Modell als angemessen gelten kann (KE : die Gefahr einer Grundberührung liegt im Moment nur bei 60 %), ist ein wishful thinking (KE : Ich muss die Geschwindigkeit nicht reduzieren) ein nicht immer positiv zu bewertender Optimismus.“ (Detje, 1996, S.100). / 10 /

55 "Eine Planungsstrategie, die sich nach dem Erfolg bisheriger Pläne und Maßnahmen richtet, ist das ... '**frequency-gambling**' (Reason, 1990). Es besagt, dass diejenige Maßnahme als nächste ergriffen wird, die in den bisherigen (dieser Situation ähnlichen) Situationen am erfolgreichsten war. Dies muss nicht notwendigerweise falsch sein, doch kann diese Strategie in neuen, unbekannteren Situationen schwerwiegende Konsequenzen mit sich bringen. Innovation und Flexibilität sind dem "frequency-gambler" Fremdwörter, so dass neuartige Systemeigenschaften gar nicht in

Rechnung gestellt werden" (Detje, 1996, S.101; vgl. auch Dörner, 1989, S.240). / 10 /

Der mit dem Training an Simulatoren angestrebte Effekt des Kennenlernens eines Seegebietes, einer Ansteuerung oder eines Schiffes darf nicht zur Routine des immer wieder erfolgreichen Anwendens gleicher Strategien zur Problemlösung führen. Eher muss darauf Wert gelegt werden, eine jede Situation immer wieder auf ihre aktuellen Eigenschaften und auf die Existenz neuer Herausforderungen zu prüfen.

Routinen können die Arbeit vereinfachen. Sie können aber auch, wird ihr aktueller Gebrauch nicht überprüft, zu schweren Komplikationen führen. Der Grad der Komplikation steigt mit dem Maß der Enttäuschung und Überraschung, dass gerade jetzt die „gute alte, sich schon mehrmals bewährt habende Routine“ versagt.

56 "Methodismus" ist das Festhalten an vormals erfolgreichen Methoden in neuen Situationen. In den Berichten über viele Unglücke und Katastrophen spielt "menschliches Versagen" in der Regel eine große, häufig die entscheidende Rolle. Typische Fehler treten sowohl bei der konkreten Arbeit in komplexen Situationen, als auch bei Planung, Konstruktion und Management komplexer Situationen auf. Leicht wird dabei vergessen, dass in vielen Fällen Fehler in der Konstruktion einer technischen Anlage und / oder im Management die Operateure überhaupt erst in kritische und fehlerträchtige Situationen gebracht haben" (Schaub, 1996).

"Diese Form des Methodismus führt also nicht zu einem dem komplexen System angemessenen Verhalten, da spezifische Merkmalskonfigurationen unberücksichtigt bleiben. Das Festhalten an bekannten Planungsstrategien ("So habe ich das schon immer gemacht") kann deshalb zu Eingriffen führen, die völlig unangebracht sind. Das Vorgehen nach "Schema-F" oder das Vorgehen nach festen Sequenzen von Regeln, "erst dies ... dann das ... dann", also Schematisierungen und Reglementierungen, sind gefährlich, weil sie dem jeweils gültigen Realitätsausschnitt oft nicht gerecht werden, denn sie fußen auf zu allgemeinen Annahmen. Die Spezifiken eines jeden Kontextes beachten sie nicht" (Detje, 1996, S.101f). / 10 /

57 "Die Horizontalflucht" ist gekennzeichnet von einem Zurückziehen "in eine gut bekannte Ecke des Handlungsfeldes". Man plant nur in den Bereichen, in denen man sich gut auskennt oder die man gut zu bewältigen können glaubt, egal ob sie relevant für die Problemlösung sind oder nicht.“ / 10 /

58 "Die vertikale Flucht" bezeichnet ein Planen in der "eigenen Welt". Die Realität, mit der man nicht so recht zurecht kommt, bleibt einfach unbeachtet. Was zählt, ist, was man glaubt! Dies kann noch so falsch sein, man bleibt bei seinem "fügsamen 'Abbild'" (Dörner, 1989, S.154) der Realität, in dem natürlich alles 100prozentig klappt. Sämtliche Pläne und Strategien, die geschmiedet werden, funktionieren bestens. Man darf sie und sich selbst nur nicht mehr mit der Realität konfrontieren" (Detje, 1996, S.102)./ 10 /

59 "Die Bedingungen eines erfolgreichen Handelns können auch völlig unbeachtet bleiben. "Warum erst Planen? Ich richte mich ganz allein nach meinem Gefühl" ist ein Beispiel für **Intuitionsaktivismus**. Auch wenn sich Menschen häufig auf ihr "Gefühl" verlassen können, so kann doch in komplexen Realitätsbereichen diese Reaktion eher als Kapitulation vor der Aufgabe aufgefaßt werden. Eine angemessene Bewältigung der anstehenden Probleme ist auf diese Weise nicht zu erwarten" (Detje, 1996, S.103; vgl. Dörner, 1989, S.154)./ 10 /

60 "Doch auch, wenn flexible und angemessene Planungs- und Durchführungsmethoden verfügbar sind, kann man in einige Fallen tappen. Das Wissen, über gute Methoden zu verfügen, kann zu einer unangemessenen Überschätzung dieser Methoden führen, zum sogenannten **Planoptimismus**, der einen unvorsichtig werden läßt.“ / 10 / Man weiß genau, dass man ausweichpflichtig ist. Schon mehrmals hat man erfolgreich ein Ausweichmanöver gestartet, wenn der Kollisionsgegner ein tcpa von 6 Minuten hatte. Und so wird es auch dieses Mal gemacht, obwohl ein solches Manöver laut Festlegung schon bei tcpa = 9 Minuten begonnen werden sollte. Es wird schon wieder gut gehen.

„Die daraus resultierende Unvorsichtigkeit und das damit verbundene Herabspielen realer Gefahren hat uns schon viele Katastrophen beschert" (Detje, 1996, S.103). "Die Verfügung über Methoden kann ... zu Planungsoptimismus führen. Dieser mag die positive Folge haben, dass man sich traut. Er kann aber auch sehr negative Folgen haben. 'Hochmut kommt vor dem Fall'" (Dörner, 1989, S.258). / 10 /

61 "Häufig zu beobachten ist folgendes Verhalten: Man plant Maßnahme A, wird abgelenkt und beschäftigt sich mit der Planung der Maßnahme B. Eine Idee steigt auf, C wird geplant. Doch, wie das Leben so spielt, noch bevor man fertig ist, fällt einem ein, dass zuvor D geplant und durchgeführt sein muss, damit C überhaupt sinnvoll ist. Voraussetzung für D ist aber die Planung von B.

Dieses "oszillierende" Verhalten, also das ständige Wechseln des Beschäftigungsfeldes wird **thematisches Vagabundieren** (Dörner, 1989, S.41, 45; Dörner, 1983) genannt. Leider ist häufig die Konsequenz, dass keine Maßnahme richtig geplant wird" (Detje, 1996, S.103f). ...

Alles wird angegangen, nichts zu Ende gebracht. Der wilde Aktionismus des thematischen Vagabundierens gaukelt dem Entscheider selbst und seiner Umwelt Kompetenz nur vor" (Schaub, 1996). / 10 /

62 "Auch bei dem sogenannten **Ad-hocismus** wird keine Maßnahme richtig geplant. Die jeweils aufkommenden Probleme werden "ad-hoc" zu lösen versucht. Ein vorausschauendes Denken ist nicht vorhanden; noch nicht akute, aber eigentlich zu erwartende Probleme bleiben unerkannt und werden dementsprechend auch nicht vorsorglich gelöst und bei der Durchführung der Maßnahmen, sozusagen als Nebeneffekt der Maßnahmen, verhindert.

Sowohl der Ad-hocismus, das thematische Vagabundieren als die gerutschen Übergänge zeichnen sich durch eine hohe Instabilität des Verhalten aus" (Detje, 1996, S.104; vgl. auch Dörner, 1989, S.42, 94) / 10 /

Wann erkennt das Team aus navigator, conavigator und operations director, ob ein solches Verhalten angezeigt ist oder ob jeder fleißig und eigenständig seine Arbeit macht ?

63 "Eine im Alltag sehr häufig auftretende Strategie, sich um Probleme beziehungsweise vor Verantwortung zu drücken, ist die **unangebrachte Delegation**. Es soll hier nicht der Sinn und die Zweckmäßigkeit, teilweise auch die Notwendigkeit, Verantwortung zu delegieren, bestritten werden, doch lässt sich in Laborversuchen gut das Delegieren in Situationen beobachten, in denen die Notwendigkeit oder Möglichkeit hierzu eigentlich nicht vorhanden ist. Es gibt Versuchspersonen, die dazu neigen, Probleme, die sie nicht bewältigen können, durch Delegation von sich zu schieben. ... Inwieweit Delegation von Problemen in der Realität Zeichen für eigenen Kompetenzmangel ist, anstelle von Vertrauen in andere, kann hier nicht erörtert werden. Skepsis gegenüber der Zweckmäßigkeit bestimmter Delegationsverfahren ist jedoch angebracht, besonders wenn der Verdacht besteht, dass ein "Sündenbock" gebraucht wurde" (Detje, 1996, S.104; vgl. auch Dörner, 1989, u.a. S.84). / 10 /

64 "Eine Maßnahme wird durchgeplant und dann ohne weitere Beachtung der Situationsentwicklung durchgeführt. ... Gleich dem **Abschuss einer Kugel** wird hierbei davon ausgegangen, dass die durchgeführte Maßnahme in keiner Weise mehr geändert werden kann, die Folgen unausweichlich zu erwarten sind (**ballistisches Verhalten**). Eine weitere Beschäftigung mit dieser Maßnahme (und ihren Folgen) sei also unnütz. Der Grund, Handlungen auf diese Art durchzuführen, ist folgender: Wer sich nicht um die Wirkungen seiner Maßnahmen kümmert, kriegt eventuelle "Fehlschläge" nicht mit, braucht seine Kompetenz also auch nicht zu hinterfragen. Die Motivation war hier also nicht primär, Probleme zu lösen, sondern vielmehr "was geschafft zu haben". Nur um "etwas zu tun", braucht es selbstverständlich keine Effektkontrolle. Dies kann zu einer ständigen Kompetenzillusion führen: "Ich kann das"" (Detje, 1996, S.106; vgl. Dörner, 1989, S.267). / 10 /

Wie kann das Handeln und Denken in komplexen Situationen verbessert werden?

„Feste und immer gültige Regeln für alle Problemsituationen gibt es nicht. Es kommt immer darauf an. Eine interessante Methode zur Schulung der Fähigkeit zum Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität ist die Konfrontation mit einer großen Zahl heterogener, komplexer und unbestimmter Problemsituationen. Das Erleben der eigenen Stärken und Schwächen, das Ausprobieren von Verhaltensweisen, die Begegnung mit immer neuen und unterschiedlichen Anforderungen gekoppelt mit begleitender Selbst- und Fremdbeobachtung und schließlich die Selbstreflexion des Erlebten ist die zweckmäßigste Art, ein Gespür dafür zu bekommen, unter *welchen* Umständen *welches* Handeln richtig ist (Dörner & Pfeifer, 1993; Dörner & Schaub, 1995).

Ausprobieren, Selbsterleben und Selbstreflexion in computersimulierten Realitäten sind wichtige Mittel, um sich auf den Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität *im realen Leben* vorzubereiten. Allerdings muss dies in einer sachgemäßen Weise geschehen.

Reines „Herumspielen“ ist keineswegs hinreichend. Das Computerszenario als Trainingsinstrument und das Computergame als Spiel unterscheiden sich in erster Linie nicht in der *Form*, sondern in der *Art des Gebrauchs*. Man muss das Spielgeschehen analysieren, Ursachen und Gründe für das Fehlverhalten ermitteln, sich klar machen, wo, wann und warum man gut war oder schlecht. Das funktioniert in der Regel nicht alleine. Oft braucht man einen Trainer, der, weil mit derlei vertraut, in der Lage ist, Fehler, Schwachstellen und Stärken schnell zu identifizieren (Dörner & Schaub, 1992). Das Handeln von Menschen in komplexen Situationen kann durch das „unterstützte“ Selbsterleben beeinflusst werden (Tisdale, 1998).

Das Verständnis der Merkmale des eigenen psychischen „Apparates“ beim Umgang mit Komplexität und Unbestimmtheit ist dabei ein mitbestimmender Faktor.“ / 10 /

Komplexe Probleme erfordern aber neben der Organisation der Problemlösungsprozesse die Regulation der eigenen Emotionen und Motivationen (Selbstregulation). Dazu zählt das Aushalten von Unbestimmtheit, die „Zähmung“ des Kompetenzbedürfnisses, das Bewältigen von Stress, die Verteilung von Aufmerksamkeit, etc. Die eigenen Denkprozesse müssen reguliert werden und nicht einfach „wildwüchsig“ geschehen.

Dazu gehört es z.B., ein Gleichgewicht zwischen Beharrlichkeit und Offenheit für Strategiewechsel zu finden, den Einfluss von Emotionen auf die Informationsverarbeitung zu kennen und zu beachten und ein Situationsbewusstsein zu entwickeln und zu erhalten.

....

Da Handeln im allgemeinen im sozialen Kontext stattfindet, ergibt sich zusätzlich die Anforderung, soziale Prozesse zu balancieren, d.h. z.B. mit unterschiedlichem Wissen, Machtbestrebungen und Kommunikationshemmnissen, umzugehen. Das Schaffen einer kooperativen Teamatmosphäre, effektive Kommunikation, Führung und Verantwortung sind hier wichtig – vgl. dazu die Beiträge von Schulz-Hardt (Kap. 9) und Badke-Schaub & Lorei (Kap. 10) in diesem Band, sowie Badke-Schaub (2002a). Zusammenfassend betrachtet haben wir damit die Anforderungen, die sich für das Handeln in komplexen Realitätsbereichen stellen, auf vier Ebenen beschrieben als

- Inhaltliche Problemkonstellation (Inhaltskomplexität),
- Individuelle Denkprozesse, Motivationen und Emotionen (Selbstregulation),
- Balancierung sozialer Prozesse (Soziale Komplexität),
- Steuerung der Problemlöseprozesse (Handlungsorganisation, Arbeitsorganisation).

Auch wenn die Anforderungen dieser vier Ebenen nicht alle bewusst reguliert werden: Was immer wir tun, hat Ursachen und Folgen auf allen Ebenen! Es gibt keine rein inhaltlich begründeten Entscheidungen, es spielen immer Aspekte wie Status, Angst vor Misserfolg, Konkurrenz, Bequemlichkeit eine Rolle. Selbstregulation und soziale Regulation finden immer statt, aber wir können sie mehr oder weniger bewusst handhaben. Wenn sie unbewusst bleiben, können sie die heimliche Herrschaft über das Handeln gewinnen.“ / 11 /

„**Entscheidungsbedarf** ist das gemeinsame Kennzeichen aller kritischen Situationen: Diese sind definiert als Situationen, deren Ausgang die weitere Entwicklung eines Prozesses bestimmt (vgl. Badke-Schaub, 2002b; sowie Strohschneider im Vorwort) – und eben dieser „Ausgang“ wird durch Entscheidungen der Handelnden bestimmt.

Entscheidungen finden auf allen Ebenen des Handelns statt: Wie viele Konstruktionslösungen will man suchen bevor man sich auf eine Variante festlegt? Wie viel und welche Information braucht man für eine Diagnose? Welche Teilaufgabe bekommt Priorität? Wird ein Konflikt ausgetragen oder ignoriert? Viele dieser Entscheidungen werden unbewusst und unbemerkt getroffen – und das verbessert die Ergebnisse des Handelns nicht unbedingt!

Kritische Situationen ... zeichnen sich häufig durch drei gemeinsame Faktoren aus :

1. Zeitdruck: der Feind des guten Denkens! Zeitdruck bedeutet: Man muss entscheiden, man kann nicht abwarten und sehen, was geschieht. Ob Zeitdruck extern vorgegeben ist (etwa in stark eigendynamischen Situationen wie einem Brand, aber auch durch Druck aus dem Management) oder selber „gemacht“ (durch Erfolgstreben, falsche Einschätzung der Situation, „Fertig-werden-wollen“ etc.), ist dabei unerheblich. **Die für eine Problemlösung zur Verfügung stehende Zeit begrenzt die Möglichkeiten der Analyse, des Planens und des Reflektierens.** Dies führt z.B. dazu, dass die Übertragung von Vorwissen die Informationssuche ersetzt und dass Emotionen oder Intuitionen als Entscheidungskriterium dienen.

Entscheidungen unter Zeitdruck sind also anfällig für Fehler. Deshalb werden in Berufen, die oft schnelles Entscheiden verlangen, Vorab-Festlegungen für alle denkbaren Situationen, für die gute Lösungen bekannt sind, in Form von Checklisten, Routinen etc. getroffen (vgl. Reinwarth, Kap. 2, sowie Buerschaper & St.Pierre, Kap. 3).

2. Risiko und Gefahr: Entscheidungen in komplexen Situationen werden unter Unsicherheit getroffen, d.h. man weiß nicht, ob sich die erwünschten Effekte einstellen werden. Falsche Entscheidungen können fatale Folgen für Leben und Gesundheit, die Umwelt und die Bilanz haben. **Eine wichtige Anforderung in kritischen Situationen ist es deshalb, Risiken abzuschätzen, d.h. mögliche erwünschte und unerwünschte Konsequenzen und Erfolgswahrscheinlichkeiten von Handlungen zu bestimmen.** Beides können Menschen aber nicht besonders gut (vgl. hinsichtlich der systematischen Fehleinschätzung von Wahrscheinlichkeiten z.B. Kahneman, Slovic & Tversky, 1982; hinsichtlich des Nicht-Beachtens von Nebenwirkungen Dörner, 1989), Risiken werden oft unterschätzt.

3. Notwendigkeit des Stressmanagements: Zeitdruck, Gefahr und Wichtigkeit setzen Menschen unter Stress. Die Aktivierung steigt, der Organismus bereitet sich auf Höchstleistungen vor, andere Bedürfnisse (z.B. Hunger, Durst) werden unterdrückt, die Wahrnehmung wird fokussiert etc. ... **Die Stressreaktion in Grenzen zu halten und trotz aller Belastung ruhig zu agieren ist eine wichtige Anforderung kritischer Situationen.**“ / 11 /

Geteiltes Wissen (Einführung)

“Communications are further supported by the introduction of team briefings to develop a **shared mental model** among the team members of critical operations ahead.” / 1 /

„...So hat „shared“ mindestens zwei einander diametral entgegengesetzte Bedeutungen (Thompson & Fine, 1999): Geteilt im Sinne von „aufgeteilt“ oder „verteilt“, z.B. in verschiedene Teile oder auf verschiedene Personen oder geteilt im Sinne von „gemeinsam geteilt“ oder „gemein haben“ im Sinne einer Überlappung von Informationen.“ / 12/

„**Basisdefinition:** Alle Informationen, über die mindestens zwei Personen in ähnlicher Weise verfügen, sind Bestandteil geteilten Wissens. Informationen, über die nur eine Person verfügt, werden als ungeteilt („unshared“) oder verteilt („distributed“) bezeichnet.“ / 12 /

„Wenn **geteiltes Wissen der Gruppe** auch den Aufbau eines großen Wissensspeichers und effektiver Koordinationsstrategien ermöglicht, **birgt es jedoch nicht nur Vorteile.**

So besteht, neben motivationalen Faktoren wie dem sozialen Faulenzen („social loafing“), vor allem die Gefahr, dass Expertise nicht richtig zugeordnet wird und Informationen deshalb gar nicht gespeichert werden und der Gruppe verloren gehen (Wegner, 1987).

Darüber hinaus ist Fluktuation in der Gruppe problematisch für das Funktionieren des Gruppengedächtnisses, da sowohl Expertise verloren geht als auch Metawissen über diese Expertise überflüssig wird und an das neue Gruppenmitglied angepasst werden muss. So zeigten Moreland, Argote und Krishnan (1998), dass Arbeitsgruppen, denen durch gemeinsames Training der Aufbau eines „transactive memory“ ermöglicht wurde und die dann in der Testphase neu zusammengestellt wurden, in ihren Leistungen deutlich hinter Gruppen zurückblieben, die auch in der Testphase in der gewohnten Zusammensetzung arbeiteten und so ihr TM nutzen konnten. Es ist anzunehmen, dass Fluktuation vor allem in solchen Gruppen ein Problem darstellt, die wenig organisiert sind und deren Mitglieder über ein hohes Ausmaß an internem Wissen verfügen (Argote, Gruenfeld & Naquin, 2001).“ / 12 /

Bleibt die in einem Simulator trainierte Gruppe auf einem Schiff zusammen oder werden Teammitglieder auf verschiedene Schiffe verteilt ? Schon das Ausscheiden eines Mitgliedes bringt die soziale und fachliche Struktur der Gruppe durcheinander und die ursprüngliche gute Absicht schlägt in das Gegenteil um. Wer ersetzt den Teil des verlorengegangenen Wissens ? Wer sorgt für die Vertrauensbasis der Kommunikation? Wo entwickeln sich Kompetenzprobleme ? Wird ein Teil einer funktionierenden Gruppe zerstört, ist der Schaden größer als der, der beim Wechsel eines Nautikers im herkömmlichen Sinne entstehen könnte.

INHALTE GETEILTER MENTALER MODELLE

„Mentale Modelle spielen in der kognitiven Psychologie in verschiedenen Bereichen eine wichtige Rolle bei der Erklärung menschlichen Verhaltens. Sie dienen z.B. der Selektion, Abstraktion, Interpretation und Integration von Informationen (Alba & Hasher, 1983) oder stellen die Basis für Inferenzen und Vorhersagen dar (Norman, 1983). Dieser Vorhersagemechanismus ist für die eingangs beschriebenen Teams dann besonders effektiv, wenn er zwischen den Mitgliedern geteilt wird und das Ableiten gemeinsamer Erwartungen über die Aufgabe und das Team erlaubt.

Dementsprechend definieren Cannon-Bowers, Salas und Converse (1993) „shared mental models“ als *“knowledge structures held by members of a team that enable them to form accurate explanations and expectations for the task, and, in turn, to coordinate their actions and adapt their behavior to the demand of the task and other team members”* (S. 228).

Bevor der Inhalt der geteilten mentalen Modelle im Einzelnen analysiert wird, soll noch angemerkt werden, dass Koordination allgemein mindestens zwei Aspekte geteilten Wissens umfasst: ein gemeinsames Ziel und einen gemeinsamen Plan (Klein, 2001).

Hinter dem Konzept der „shared mental models“ verbergen sich **unterschiedliche Typen mentaler Modelle**, die für unterschiedliche Aufgaben benötigt werden. Cannon-Bowers, Salas und Converse (1993) nennen vier Typen, die Wissen über das Material, die Aufgabe und das Team enthalten:

1. **„equipment model“**: Wissen über die Funktionen von Material und Ausrüstung, deren Grenzen und Fehler.
2. **„task model“**: Wissen über Prozeduren und Strategien für die Aufgabe, Wissen über Anforderungen der Umwelt.
3. **„team interaction model“**: Wissen über Rollen, Verantwortlichkeiten und deren Interdependenzen, Wissen über Kommunikationsmuster und -kanäle.
4. **„team model“**: Wissen über das Wissen, die Fähigkeiten, Präferenzen usw. der anderen Teammitglieder.

In neueren Arbeiten erfährt das „team model“ noch eine Erweiterung um das **„team situation model“**, das das **gemeinsame Verständnis der Situation beinhaltet** (Cooke, Salas, Cannon-Bowers & Stout, 2000; Cooke, Stout & Salas, 2001). Es stellt somit die Brücke zwischen dem Wissen der Teammitglieder und der aktuellen, dynamischen Situation dar.

Die Modelle unterscheiden sich im Hinblick darauf, inwieweit sie zwischen den Teammitgliedern geteilt werden müssen. Cannon-Bowers et al. (1993) nehmen an, dass vor allem diejenigen Modelle geteilt werden müssen, die die Interaktion der Teammitglieder betreffen.

Dies trifft primär auf „task model“, „team interaction model“ und „team model“ zu. Streng genommen müssen jedoch nicht die Modelle selber geteilt werden in dem Sinne, dass sie bei jedem Teammitglied in identischer Weise repräsentiert sind, vielmehr müssen sich die Erwartungen ähneln und kompatibel sein, die aus dem in den Modellen gespeicherten Wissen abgeleitet werden.“ / 12 /

EFFEKTE GETEILTER MENTALER MODELLE

„Rouse, Cannon-Bowers und Salas (1992) analysierten eine Reihe von Unfällen bei Teams, die komplexe Aufgaben in den eingangs beschriebenen dynamischen Umwelten ausführten. Dabei kristallisierten sich drei Arten von Problemen auf der Teamebene heraus:

unklare Verteilung von Rollen und Aufgaben,
fehlende Koordination und
Kommunikationsprobleme.

Ihre Schlussfolgerung war, dass die Effektivität des Teams vor allem von der Fähigkeit zur Koordination von Aktionen, zur Integration von Informationen und zur Anpassung an sich ändernde

Anforderungen abhängt. In diese Richtung weisen auch die Ergebnisse von Studien an simulierten Aufgaben, die für positive Auswirkungen effektiver Koordinations- und Kommunikationsprozesse auf die Teamperformanz sprechen (Lassiter, Vaughn, Smaltz, Morgan & Salas, 1990; Stout, Cannon-Bowers, Salas & Morgan, 1990; zit. nach Rouse, Cannon-Bowers & Salas 1992).

Rouse, Cannon-Bowers und Salas (1992) konnten in einer Feldstudie an Kommando- und Kontrollteams im Militär zeigen, dass unter allen erfassten Problemen Kommunikationsprobleme dominierten (72%), gefolgt von Planungsproblemen (27%) und Problemen im Umgang mit dem System (21%).

Da die unterschiedlichen „shared mental models“ das Ableiten geteilter Erwartungen über Team und Aufgabe ermöglichen, sollten sie sich positiv auf die Koordination und Kommunikation im Team und auf diesem Wege auf die Teamperformanz auswirken. Ihre Funktion betrifft vor allem die drei Aspekte Beschreibung, Erklärung und Vorhersage eines Systems.

So definieren Rouse und Morris (1986) in Anlehnung an Norman (1983) mentale Modelle aus der Perspektive der Teamforschung als „mechanism whereby humans generate descriptions of system purpose and form, explanations of system functioning and observed system states, and predictions of future system states“(S. 360).

Rouse et al. (1992) nennen als einige Auswirkungen geteilter mentaler Modelle z.B. weniger Planungszeit und explizite Kommunikation, weniger explizite Anfragen nach Informationen durch Antizipation des Informationsbedürfnisses der Teammitglieder, höhere Stressresistenz und bessere Sequenzierung von Aktivitäten.

In einer Luftkampfsimulation konnten Mathieu, Heffner, Goodwin, Salas und Cannon-Bowers (2000) nachweisen, dass sich sowohl geteilte Team- als auch geteilte Aufgabenmodelle positiv auf Teamprozesse und so auf die Teamperformanz auswirkten. Geteilte mentale Modelle sollten darüber hinaus auch über eine positive Beeinflussung motivationaler Faktoren wie Gruppenkohäsion, Vertrauen und Zufriedenheit zu einer Verbesserung der Performanz beitragen (Cannon-Bowers & Salas, 2001).

Obwohl es einige empirische Studien zur Theorie der „shared mental models“ gibt, ist die empirische Untersuchung des Konstruktes mit Problemen behaftet. Als solche sehen Mohammed und Dumville (2001) neben konzeptuellen Mängeln vor allem Probleme bei der Messung kognitiver Strukturen auf Gruppenebene. Gängige Untersuchungsparadigmen sind Feld- und Simulationsstudien an zeitkritischen Aufgaben (Weaver, Bowers, Salas & Cannon-Bowers, 1995).

Die positive Auswirkung von „shared mental models“ konnte jedoch auch an Teams demonstriert werden, die in weniger dynamischen Umwelten arbeiten (z.B. Peterson, Mitchell, Thompson & Burr, 2000).“ / 12 /

ERWERB GETEILTER MENTALER MODELLE

„Grundannahme sowohl der Theorie der „shared mental models“ als auch der des „transactive memory“ (Wegner, 1987) ist, dass sich geteilte mentale Modelle, ähnlich wie Metawissen, mit der Zeit durch Interaktionsprozesse entwickeln und einander angleichen (z.B. Levesque, Wilson & Wholey, 2001). Levesque et al. fanden jedoch in einer Längsschnittstudie über 3,5 Monate an Softwareentwicklungsteams, dass sich die mentalen Modelle der Mitglieder über die Zeit nicht ähnlicher, sondern unähnlicher wurden. Im Falle der untersuchten Teams war dies zurückzuführen auf eine zunehmende Rollendifferenzierung sowie einen damit einhergehenden Rückgang an Interaktion. Die Autoren interpretierten die Befunde dahingehend, dass geteilte mentale Modelle als

Koordinationshilfe besser geeignet sind für Teams, die über einen langen Zeitraum zusammenarbeiten, ihr Aufbau für Gruppen von beschränkter Dauer jedoch zu Effektivitätseinbußen führen könnte.

Die Frage nach der Entstehung geteilter mentaler Modelle ist nicht nur von theoretischem Interesse, sondern auch eng mit dem praktischen Nutzen verbunden. Da geteilte mentale Modelle als wichtiger Faktor für die Gruppenperformanz gelten und dies gerade auch im Bereich militärischer Anwendungen, wurde die Frage nach Bedingungen für den Aufbau angemessener mentaler Modelle vor allem aus der Perspektive der Vermittlung solchen Wissens betrachtet.

Die existierenden Trainings lassen sich grob in zwei Gruppen einteilen: das Training individueller mentaler Modelle und das Training geteilter mentaler Modelle (Cannon-Bowers, Salas & Converse, 1993)¹².

Rasker, Post und Schraagen (2000) demonstrierten in zwei Experimenten, dass das gegenseitige Geben von Feedback zum Aufbau geteilter mentaler Modelle und zu besserer Performanz in einer Simulationsaufgabe zur Feuerbekämpfung führte. Stout, Cannon-Bowers, Salas und Milanovich (1999) konnten zeigen, dass sich effektive Planung (z.B. Ziele setzen, Konsequenzen im Voraus diskutieren) positiv auf den Aufbau mentaler Modelle über das Informationsbedürfnis der anderen Teammitglieder auswirkt.“ / 12 /

AUSMAß GETEILTER MENTALER MODELLE

„Wie schon im Modell des „transactive memory“ ist das Zusammenspiel von verteiltem und geteiltem Wissen auch zentral für die Theorie der „shared mental models“. Auf der einen Seite müssen die Teammitglieder über verteiltes Wissen verfügen, da die Aufgabe heterogene Spezialisten erfordert. Auf der anderen Seite muss Wissen in den Bereichen Aufgabe und Team geteilt werden, damit die unterschiedliche Expertise effektiv koordiniert werden kann (z.B. Mohammed & Dumville, 2001). Eine zu starke Überlappung der mentalen Modelle kann jedoch fatal sein, wenn sie z.B. zu einer einseitigen Sicht des Problems führt. Ein klassisches Beispiel stellt das Phänomen des „groupthink“ (Janis, 1972) dar. Ein anderes Beispiel sind die Auswirkungen redundanter Informationsverteilung auf Gruppendiskussionen. Cannon-Bowers, Salas & Converse (1993) empfehlen, den Aufbau geteilter mentaler Modelle zur Unterstützung der Koordination so weit wie möglich zu fördern, der Gefahr einer einseitigen Problemsicht jedoch zwei Kontrollstrategien entgegenzusetzen: Training der Durchsetzungsfähigkeit der Teammitglieder zur Behauptung ihrer Position und Einsatz von „decision support systems“, die das Team mit Alternativhypothesen konfrontieren.

Es bleibt festzuhalten, dass für das effektive Funktionieren des Teams ein Gleichgewicht zwischen geteiltem und verteiltem Wissen vorliegen muss. Positiv zu vermerken ist, dass sich aus der Theorie der „shared mental models“ konkrete Inhalte geteilten Wissens ableiten lassen. Elemente dieses Teamwissens umfassen dabei auch das von Wegner (1987) postulierte geteilte Metawissen. Darüber hinaus macht der Ansatz der geteilten mentalen Modell auch Empfehlung für das Ausmaß geteilten Wissens, das in Form von „team model“ und „team interaction model“ in den anvisierten dynamischen Umwelten mit ihren zeitkritischen Aufgaben von allen geteilt sein sollte. Inwieweit die Anteile der anderen Modelle geteilt werden müssen, oder welche alternativen Modelle in anderen Umwelten erforderlich sind, ist, wie bereits angesprochen, stets situations- und aufgabenabhängig. Darüber hinaus ist das bloße Teilen von Wissen (z.B. über die Aufgabe) noch keine hinreichende Bedingung für bessere Performanz, sondern das geteilte Wissen (hier das „shared task model“) muss auch korrekt sein (Espinosa, 2001).

Problematisch ist, dass im Rahmen des „shared mental models“-Ansatzes viele unterschiedliche Konzepte existieren, deren Bezug zueinander oft unklar bleibt. Beispiele sind „team member schema“ (McNeese & Rentsch, 2001) und „teamwork knowledge“ (Rentsch, Heffner & Duffy, 1994) und ihr Bezug zu den „shared mental models“ sowie der „team situation awareness“ (Cooke, Stout & Salas, 2001).“ / 12 /

COLLECTIVE INFORMATION SAMPLING

„Die Forschungslinie des "collective information sampling" beschäftigt sich mit dem Prozess der Informationsselektion in Gruppendiskussionen unter besonderer Berücksichtigung von Effekten geteilten Wissens. Ein Vorteil von Gruppen gegenüber Individuen beim Treffen von Entscheidungen liegt in der Menge an Informationen, die der Entscheidung zugrunde gelegt werden können. Im Gegensatz zu Individuen steht Gruppen beim kollektiven Problemlösen und Entscheiden das oft heterogene Wissen ihrer einzelnen Mitglieder zur Verfügung.

Das Ziel kollektiven Problemlösens und Entscheidens ist daher das Treffen einer Entscheidung auf der Grundlage einer möglichst differenzierten Problemsicht (Stasser, 1992). Tatsächlich dominieren die Diskussion jedoch vor allem geteilte Informationen, also solche, die allen Mitglieder bereits bekannt sind (z.B. Stasser & Titus, 1987; Stasser & Stewart, 1992). Diese Bevorzugung geteilten Wissens reduziert den Vorteil einer größeren Informationsmenge heterogener Gruppen und hat so potentiell negative Auswirkungen auf den Problemlöseprozess. ...“ / 12 /

THEORETISCHE RAHMENKONZEPTE

„Das Modell von Larson und Christensen (1993) bietet einen theoretischen Rahmen für die Analyse kollaborativen Problemlösens. Der Problemlöseprozess wird unterteilt in sechs Stufen:

Problemidentifikation, Problemkonzeptualisierung, Informationserwerb, -speicherung und -abruf sowie Manipulation und Gebrauch von Informationen.“ / 12 /

„Problemidentifikation

Bevor eine Gruppe ein Problem lösen kann, muss es zunächst von ihren Mitgliedern als solches erkannt werden. Dabei ist es jedoch nicht ausreichend, wenn nur ein Gruppenmitglied das Problem bemerkt und ebenso wenig nicht, wenn die Gruppenmitglieder das Problem unabhängig voneinander wahrnehmen. In dieser Konstellation wäre nur individuelles Problemlösen möglich. **Vielmehr müssen die Gruppenmitglieder miteinander kommunizieren, um das Bewusstsein zu entwickeln, ein Problem gemeinsam wahrzunehmen.** Geteiltes Wissen ist also bereits notwendig, um den Problemlöseprozess überhaupt zu initiieren: Die Gruppenmitglieder müssen sowohl geteiltes Wissen über das Problem selber aufbauen als auch eine Art geteiltes Metawissen darüber, dass auch die anderen Mitglieder dieses Problem als solches identifiziert haben.

Problemkonzeptualisierung

Während es in der Phase der Problemidentifikation darum geht, ein Problem überhaupt als solches wahrzunehmen, wird während der Phase der Problemkonzeptualisierung definiert, um welche Art von Problem es sich handelt. Die Problemkonzeptualisierung ist zunächst ein individueller Prozess und kann als Aufbau eines Problemraums verstanden werden (Newell & Simon, 1972).

Dabei ist es gut möglich, dass die Mitglieder einer Gruppe unterschiedliche Problemkonzepte entwickeln, vor allem, wenn sie über heterogenes Hintergrundwissen verfügen. Wenn unterschiedliche Problemkonzepte auch die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass der Gruppe eine angemessene

Konzeptualisierung zur Verfügung steht, erschweren sie doch die Sammlung und Bewertung lösungsrelevanter Informationen und die Koordination des weiteren Vorgehens. Ein unerlässlicher Schritt ist daher die Diskussion unterschiedlicher Problemkonzeptualisierungen und die Lösung eventueller Widersprüche. Das Resultat dieses Austauschprozesses stellt, im Idealfall, geteiltes Wissen dar, hier eine geteilte Problemkonzeptualisierung. Diese kann auch in Form einer externen Repräsentation vorliegen, wie z.B. in Form von „concept maps“ (Stoyanova & Kommers, 2002).

Informationserwerb

Zum Erwerb problemrelevanter Informationen muss sich die Gruppe im Hinblick auf unterschiedliche Faktoren koordinieren (Larson & Christensen, 1993). Diese betreffen z.B. die gemeinsame Koordination des Aufmerksamkeitsfokus, Entscheidungen über die Art der benötigten Informationen sowie die Festlegung der Verantwortlichkeiten und Modi der Informationssammlung. Wenn dies von den Autoren auch nicht explizit erwähnt wird, ist doch anzunehmen, dass die multiplen Koordinationsprozesse sowohl geteiltes Metawissen über die Rolle der anderen Gruppenmitglieder als auch über Strategien bei der Informationssammlung erfordern.

Informationsspeicherung

Während die Frage nach der Informationsspeicherung auf individueller Ebene untrennbar mit der Organisation von Gedächtnisinhalten verbunden ist, steht beim kollektiven Speichern die Verteilung von Informationen auf die verschiedenen Gruppenmitglieder im Vordergrund. Dabei sind zwei Aspekte von besonderer Relevanz für die Analyse des geteilten Wissens:

Zum einen bestimmt die Anzahl der Personen, die Zugang zu einer Information haben, ob sie geteilt oder ungeteilt ist, zum anderen hat die Art des Zugangs zu Informationen (direkt vs. indirekt) Implikationen für den Bedarf der Gruppe an geteiltem Metawissen. Wegners Theorie des „transactive memory“ (Wegner, 1987) beschreibt die kollektive Informationsspeicherung, die dem Individuum auch indirekten Zugang zu Informationen, nämlich über die Gedächtnissysteme anderer Individuen erlaubt. Dafür ist jedoch geteiltes Metawissen über die Verteilung von Expertise erforderlich. Dieses geteilte Metawissen bezeichnen Larson und Christensen auch als „the group’s meta-knowledge base“.

Informationsabruf

Geteiltes Wissen wird in Gruppen öfter abgerufen und in die Diskussion eingebracht als ungeteiltes. Einen Erklärungsansatz bietet z.B. das cis-Modell von Stasser und Titus (1987).

Manipulation und Gebrauch von Information

Der Übersichtsartikel von Larson und Christensen (1993) thematisiert die Rolle geteilten Wissens vor allem in den frühen Phasen der Problemlösung. Liegen alle relevanten Informationen vor, geht es vor allem darum, die Meinungen und Bewertungen der einzelnen Gruppenmitglieder in eine gemeinsame Problemlösung zu integrieren, die als Ausdruck geteilten Wissens verstanden werden könnte.

Als ein Beispiel einer Forschungsrichtung, die sich mit der Transformation individueller Meinungen und Bewertungen in eine einzige Gruppenantwort beschäftigt, seien hier die „social decision schemes“ (Davis, 1973) genannt. Da Larson und Christensen zur Phase der Informationsmanipulation bei der Problemlösung keine spezifischen Aussagen zur Rolle des geteilten Wissens mehr machen, soll als ein alternatives Modell der Ansatz von Lewis und Sycara (1993) dargestellt werden.

Das Modell von Lewis und Sycara (1993) beschreibt aus der Perspektive der künstlichen Intelligenz Problemlöseprozesse in einem Team heterogener Agenten, die Experten simulieren. Im Zentrum der Überlegungen stehen die unterschiedlichen Wissensarten, über die jeder Experte verfügt: sein eigenes spezialisiertes Expertenwissen, repräsentiert im „expert model“, naives Wissen über die

Domäne anderer Experten („naive model“) und durch Interaktion mit anderen Experten erworbenes geteiltes Wissen („shared model“).

In das „shared model“ gehen zwar Bestandteile des Expertenwissens der anderen Gruppenmitglieder ein, jedoch nur in verkürzter Form und nur solche, die zur Evaluation einer Entscheidungsalternative benötigt werden. Analog zum Ansatz des „transactive memory“ (Wegner, 1987) benötigen die Agenten keine vollständige Kenntnis über das Fachwissen ihrer Kooperationspartner, sondern lediglich über die Art ihrer Expertise. Neben geteiltem Fachwissen definiert das „shared model“ auch eine gemeinsame Sprache, über die sich die Experten verständigen können. Die Rolle gemeinsamen Vokabulars und gemeinsamer Sprache für das Problemlösen in Gruppen heterogener Experten betont auch Waern (1992).

LITERATUR

- / 1 / Hederstrom; H. : MOVING FROM RANK TO FUNCTION BASED BRIDGE ORGANISATION (Captain Hans Hederstrom, FNI , Director CSMART www.csmartalmere.com Passenger Ship Safety Conference 26 – 27 January 2011
The Millennium Gloucester Hotel and Conference Centre, London
- / 2 / Monty Mathisen: Function-Based Bridge Management Drives Culture Change at Carnival Corporation, Cruise Industry News Quarterly Magazine : Fall 2014
- / 3 / Reichart, G. : Situationsbewusstsein - ein Konstrukt im Spannungsfeld von Intention, Erfahrung und Wahrnehmung BAST/FAT Symposium Bergisch Gladbach 12.März 2008
In : s-bewusstsein-vortrag-reichart.pdf
- / 4 / Walsdorf, A. : Zentrale, objektorientierte Situationsrepräsentation angewandt auf die Handlungsziele eines Cockpitassistenzsystems UNIVERSITÄT DER BUNDESWEHR MÜNCHEN, FAKULTÄT FÜR LUFT- UND RAUMFAHRTTECHNIK, 2002
- / 5 / Leuchter, S.;Lüdtke, A.; Urbas, L. : Human Performance Modellierung mit interoperablen kognitiven Agenten
In: Grandt, M. (Hrsg.), Cognitive Systems Engineering in der Fahrzeug- und Prozessführung. Bonn: Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrttechnik (DGLR-Bericht; 2006-02), S. 267-282. Quelle : dglr2006.pdf
- / 6 / Leuchter, S.;Lüdtke, A.; Urbas, L. : Human Performance Modellierung mit interoperablen kognitiven Agenten
In: Grandt, M. (Hrsg.), Cognitive Systems Engineering in der Fahrzeugund Prozessführung. Bonn: Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrttechnik (DGLR-Bericht; 2006-02), S. 267-282. Quelle : dglr2006.pdf
- / 7 / Herczeg, M. : Interaktions- und Kommunikationsversagen in Mensch-Maschine- Systemen als Analyse- und Modellierungskonzept zur Verbesserung sicherheitskritischer Technologien erschienen in: Verlässlichkeit der Mensch-Maschine-Interaktion, Herausgeber: M. Grandt, DGLR-Bericht 2004-03, ISBN 3-932182-36-7, Bonn: Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt, 2004
- / 8 / Hofinger, G. : Fehler und Fallen beim Entscheiden in kritischen Situationen
In : entscheideninkrit.situationendenkfehlerhofinge.pdf
Dieser Text erschien in In: Stefan Strohschneider: Entscheiden in kritischen Situationen. Frankfurt: Verlag für Polizeiwissenschaft, 2003
- / 9 / Hofinger, G. : Fehler und Unfälle
In : humanfactorskap3fehlerundunfaellehofinger2008.pdf

/ 10 / Schaub, H. : Störungen und Fehler beim Denken und Problemlösen

In: Enz_09_Schaub.pdf

/ 11 / Hofinger, G. : Fehler und Fallen beim Entscheiden in kritischen Situationen

In : entscheideninkrit.situationendenkfehlerhofinge.pdf

Dieser Text erschien in In: Stefan Strohschneider: Entscheiden in kritischen Situationen. Frankfurt: Verlag für Polizeiwissenschaft, 2003.

/ 12 / Thalemann, S. : Die Rolle geteilten Wissens beim netzbasierten kollaborativen Problemlösen

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Wirtschafts- und Verhaltenswissenschaftlichen Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Brsg., 2004

In : http://www.freidok.unifreiburg.de/volltexte/1327/pdf/Dissertation_Thalemann.pdf

URN: urn:nbn:de:bsz:25-opus-13273

URL: <http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/1327/>

URL: <http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/1327/>

/ 47 / Müller, J.A. : Der Mensch im Steuerungssystem.- In : Messen, Steuern, Regeln. - Berlin 16 (1973) 11. – S. 416

/ 48 / Schuttpelz, P. : Computertechnik – Entscheidung – moralische Verantwortung. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie.- Berlin 35 (1987) 6. – S.493

/ 49 / Prien, R. : Der Zusammenstoß von Schiffen.- J.Guttentag Verlagsbuch handlung.- Berlin, 1896

/ 50 / Sträter, O. : Evaluation of Human Reliability on the Basis of Operational Experience. – Dissertaion.- Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH.-August 2000. GRS – 170. ISBN 3-931995-37-2

/ 51 / Schmidtke, H. : Lehrbuch der Ergonomie.- 2.bearb. und erg. Auflage.-Carl Hauser Verlag. - Wien, München.- 1981

/ 52 / - : Wörterbuch der Psychologie.-VEB Bibliographisches Institut. Leipzig.-1981

/ 53 / Herczeg, M. : Interaktions- und Kommunikationsversagen in Mensch Maschine-Systemen als Analyse- und Modellierungskonzept zur Verbesserung sicherheitskritischer Technologien. - erschienen in: Verlässlichkeit der Mensch-Maschine-Interaktion, Herausgeber: M. Grandt, Forum – Schiffsführung - Diethard Kersandt : Der Nautiker im Risikoprozess Schiffsführung – Teil 1_2 / Rostock, 2014 126

DGLR-Bericht 2004-03, ISBN 3-932182-36-7, Bonn: Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt, 2004

/ 54 / Timpe, K.-P. u.a. : Mensch-Maschine-Systemtechnik.- 2.Auflage.-Symposium Publishing GmbH.- Düsseldorf. - Februar 2002

/ 55 / Endsley, M.R. : Theoretical underpinnings of situation awareness : a critical review. Endsley, M.R. und Garland, D.J. (Eds.) : Situation Awareness Analysis and Measurement. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates. 2000

/ 56 / Endsley, M.R. : A taxonomy of situation awareness errors. In R.Fuller, N. Johnston, & N.McDonald (Eds.): Human Factors in Aviations (pp.287 – 297). Aldershot, England: Avebury Aviation, Ashgate Publishing Ltd.; 1995