

## **Eine kritische Betrachtung der „Trainingsphilosophie“ für Kapitäne und Nautische Schiffsoffiziere im Arison Maritime Center „CSMART“, Almere / Niederlande**

### **Diethard Kersandt, Wedel, August 2018**

Dr.-Ing. habil. Diethard Kersandt (retired) is consultant for maritime companies, working since more than 40 years on problems of human error and the development of support systems in this domain. He holds a 'Diplom' (German MSc equivalent) in Sea Transport and a Master's certificate for deep sea navigation and went to sea for 8 years as Chief Mate and Nautical Officer on merchant ships. For more than 10 years he held the position of an Assistant Professor and Lecturer at the Maritime Academy in Warnemünde, Germany. He achieved his Doctoral Degree in Navigation and Ship Simulation (1978) and his Habilitation on Ship Management (1984). **He is the developer of the NAUTICAL TASKS MANAGER (NTM).**

### **Einführung**

#### **Brief History** (Quelle : <https://www.csmartalmere.com/about-us/>)

In 2007, nautical educators had evaluated the bridge and safety management practices on board ships of P&O Cruises and Princess Cruises. The educators agreed that each ship operated to a high standard of traditional navigation.

However, with today's evolution to operate large cruise ships in ports with minimal operational margins, **they believed it was essential that navigation and maneuvering be carried out with high precision using all available resources.**

**Next to that, it became apparent that bridge practices must keep abreast of the times, preferably be ahead of them.**

The educators' recommendations included officer understanding of bridge navigation equipment, new bridge organization and procedures, and simulator training.

**To meet these recommendations, P&O Cruises and Princess Cruises set up a training center with actual bridge equipment and a layout identical to the bridges on board the most modern vessels.**

In July 2009, the CSMART facility opened, forming the foundation for today's **Arison Maritime Center.**

#### **Role-Based Approach** (Quelle : <https://www.csmartalmere.com/about-us/>)

CSMART Academy began pioneering a role-based bridge management system in 2009 for P&O Cruises UK and Princess Cruises. As of 2012, the center expanded training to bridge and engineering officers from all of Carnival Corporation's global brands – providing an across-the-board foundation for safety, sustainability and operational excellence in maritime operations.

**This role-based resource management approach focuses on officers operating as a coordinated team, with each officer assigned a role for specific functions instead of operating according to the traditional hierarchical system.**

...

As part of the role-based approach, CSMART Academy introduced **new ways of communicating** intentions in order to reduce any confusion. This includes pro-actively encouraging team members of all ranks and seniority to speak up to challenge or question a decision and using the **“Thinking Aloud”**-concept by the navigator to verbalize intentions, reasons and expected outcomes.

These fundamental changes were introduced in several stages, starting with the development of new bridge procedures for normal, abnormal and emergency operations. Training also incorporates insight on human performance and its limitations. The implementation of **the role-based approach has resulted in a higher level of safety and operational excellence, with officers making effective use of the new structure and constantly evolving technology.**

As Carnival Corporation has increased its operations at CSMART Academy, the goal has been to immerse officers from all its brands in the world-class training experience.

**Carnival Corporation also used CSMART Academy to continue research and development projects that will lead to future innovations in maritime safety and sustainability training, and professional development.**

Das neue **Arison Maritime Center „CSMART“** wurde im Juli 2016 eröffnet und kostete 75 Millionen EURO. Es hat eine Fläche von 110,000 square feet und erstreckt sich auf fünf Etagen.

„The CSMART Academy's exceptional staff features a group of passionate professionals with a deep understanding of the maritime and cruise industries and an average of more than 25 years of industry experience.

Recognized as leaders in their respective fields and known for their dedication to safety training, CSMART Academy Instructors and staff have served as officers, directors, consultants and lecturers at major European maritime academies.“

(Quelle : <https://www.csmartalmere.com/organization/>)

Die **CSMART Academy „is dedicated to providing world-class, up-to-date, relevant, practical and effective maritime training, with a strong organizational infrastructure to maintain the highest standards.“**

(Quelle : <https://www.csmartalmere.com/organization/>)

Sie hat damit einen sehr hohen Anspruch an das Niveau der Schulungen. Einen Schwerpunkt für die „passionate professionals with a deep understanding of the maritime and cruise industries and an average of more than 25 years of industry experience ... bildet offenkundig die weitgehend originalgetreue Nachbildung von Brücken, Ausrüstungen und optischer Sicht :

„The building house spaces that **recreate a ship's bridge and engine room in detail, from the instruments to the views, the alarms and the safety scenarios.**

Here, officers from the company's 10 cruise lines -- from seasoned captains to junior officers and engineers who have never set foot on a ship before -- undergo safety and navigation training. ...“

(Quelle : <https://www.cruisecritic.co.uk/articles.cfm?ID=2600&source=82765>)

**CSMART** formuliert seinen Qualitätsanspruch wie folgt :

**„CSMART's mission is to be a leader in developing and delivering the best professional training and set the global standard in the maritime industry by:**

- providing high quality maritime training services for industry-wide safety, sustainability and operational excellence.

- developing flexible training courses that optimize learning and maximize cost-effectiveness.
- researching and developing training courses to meet the changing needs and regulations within the maritime industry.
- providing the latest simulation and training equipment relevant to each course.
- using stringent quality assurance criteria to determine the concepts and procedures for our training courses.
- ensuring that our faculty provides up-to-date, relevant, practical and effective maritime training.“

(Quelle : <https://www.csmartalmere.com/about-us/>)

**MARITIME HOLLAND** (Up-to-date news on products, projects and innovations of the Dutch maritime industry) schreibt auf seiner Internetseite (Überstzung Kersandt, D.) :

(QUELLE :<http://news.maritimeland.com/2016/08/02/prevention-is-better-than-the-cure/>)

### **Vorbeugen ist besser als heilen**

Der Unfall mit der Costa Concordia im Jahr 2012 rückte die Sicherheitsmaßnahmen an die erste Stelle der Agenda der Kreuzfahrtbranche. Seitdem sind riesige Sprünge gemacht worden. ***"Wegen dieses Unfalls war die Kreuzfahrtindustrie noch nie sicherer."***

Mit umfangreichen Schulungsprogrammen und dem Bestreben, die Sicherheitsverfahren ständig zu verbessern, versucht die Kreuzfahrtbranche, Störungen auf See zu minimieren. Sicherheitstraining kann sich auf die Arbeitsleistung konzentrieren, um Vorfälle zu vermeiden. Aber es gibt auch Programme, in denen trainiert werden kann, wie man reagiert, wenn ein Vorfall eintritt.

### **Teamarbeit verstehen**

**Hans Hederström** ist Geschäftsführer von CSMART, dem Trainingszentrum der Carnival Corporation & plc, dem weltgrößten Kreuzfahrtunternehmen mit zehn globalen Kreuzfahrtmarken. **Er ist auch verantwortlich für das neue Arison Maritime Center in Almere**, das Mitte Juli als Sitz der hochmodernen CSMART Academy eröffnet wurde.

In seiner Rolle tut er alles, um die Sicherheit auf See kontinuierlich zu verbessern. Hederström und sein Team bilden jährlich 6.500 Brücken- und Technikoffiziere für die Kreuzfahrtlinien der Carnival Corporation aus, darunter bekannte Reedereien wie Holland America Line, Princess Cruises, AIDA Cruises, Costa Cruises und P & O Cruises.

***"Teamwork zu verstehen ist der Schlüssel zum Erfolg"***, sagt er. Der erste Schritt besteht darin, die Teilnehmer von der Wichtigkeit des Kurses zu überzeugen.

***"Es muss Lernbereitschaft geben, sonst ist all unsere Arbeit nutzlos."***

Deshalb erklärt Hederström zunächst das Warum, Was und Wie. Sein Team zeigt zunächst eine Fallstudie zu einem Vorfall und erläutert, wie dieser verhindert werden könnte. ***"Dann sagen wir ihnen, dass eine neue Art der Zusammenarbeit den Zwischenfall minimieren kann, und wir werden das mit einem Simulator trainieren."***

Unter der Leitung Hederström's errichtete die Carnival Corporation das **fortschrittlichste maritime Zentrum dieser Art in der Welt** am Stadtrand von Almere. Das **Herzstück** des

neuen, sieben Hektar großen Campus ist die **CSMART Academy**.  
**Sie verfügt über die fortschrittlichste Technologie für Brücken- und Maschinenraumsimulation auf dem Markt.**



The bridge layout of CSMART

## Sicherheit erhöhen

Seit mehr als drei Jahrzehnten beschäftigt sich Hans Hederström mit der Schulung von Menschen, um die Sicherheit zu erhöhen. Das Arison Maritime Center ist die Krönung seiner Arbeit, eine Visualisierung seiner Prinzipien.

In einem Zeitalter der Technologie glaubt er (Hans Hederström) fest an das Humankapital.

***"Menschen sind nicht die schwache Verbindung, sondern die starke Verbindung."***

Er glaubt, dass Menschen sich besser anpassen als Maschinen. ***"Die Leute 'prallen' zurück und bewältigen Überraschungen. Wir sind belastbar."*** Das Herzstück des Gebäudes trägt bereits den Spitznamen "die Schlucht". Es ist ein offener Korridor, neun mal vierzig Meter, zwei Ebenen unter dem Erdgeschoss. Eine große Treppe, die gleich nach dem Eingang beginnt, führt zu dem Ort. Der Korridor bietet Zugang zu den vier Simulationsbereichen. Diese bestehen aus einem Brückensimulator und darunter ein Maschinenraumsimulator, beide in Vollmission. ***"Mit dieser Formation wollen wir die Situation auf einem Schiff nachahmen. Die Erfahrung muss so real wie möglich sein."***

## Lernereignisse

Das Training muss positiv sein, glaubt Hederström, sonst wird es nicht funktionieren. Er erinnert sich, als er an einem Simulator trainiert hat. ***"Irgendwann in den achtziger Jahren und weil es darauf ausgerichtet war, Teilnehmer zum Scheitern zu bringen, verlor ich jegliches Selbstvertrauen."***

Aus diesem Grund vermeiden die Dozenten bei CSMART die Verwendung des Begriffs "menschliche Fehler", der einen richtenden und beschuldigen Ausdruck darstellt.

***"Wir sprechen eher von 'normalen Schwankungen in der Teamleistung' und von 'Lernereignissen'."***

Hederström betont, dass niemand gefeuert wird, wenn er im Training schlechter abschneidet. ***"Wenn Sie die Standards nicht erfüllen, helfen wir Ihnen, den geforderten Standard zu erreichen."***

Carnival Corporation will jedes Jahr mehr als 6.500 Deck- und Technikoffiziere ausbilden. "Alle Verantwortungsträger müssen laut Unternehmenspolitik jedes Jahr eine Woche in Almere verbringen. Sonst wird es nicht haften bleiben.

Alle Decks- und Technikoffiziere der zehn globalen Kreuzfahrtmarken, die unter dem Dach von Carnival arbeiten, müssen das jährliche Training absolvieren. Besatzungsmitglieder verschiedener Cruise-Line-Marken können zusammen arbeiten, um Simulatorteams zu bilden. Es ist kein Problem, dass verschiedene Arbeitskulturen gemischt sind. ***"Verfahren überschreiben Kultur, genau wie in der Luftfahrtindustrie"***, sagt Hederström. Und sind erfahrene Kapitäne bereit zu akzeptieren, dass ein Simulator ihnen etwas beibringen kann? ***"Ein hoher Carnival Manager hat einmal gesagt, dass jeder, der bei CSMART eincheckt, seinen Rang und sein Ego an der Tür verlassen muss."***

Und Hederström erklärt, dass man in einer Simulatorumgebung Fähigkeiten entwickeln und aufrechterhalten kann, die mit kritischen risikoreichen Operationen zu tun haben zu gefährlich sind, um in der realen Welt trainiert zu werden.

“MOVING FROM RANK TO FUNCTION BASED BRIDGE ORGANISATION” / 1 / überschreibt Kapitän Hans Hederström seinen Beitrag auf der „Passenger Ship Safety Conference“ im Januar 2011. Die Schlagzeilen sind beeindruckend : „...***revolution in bridge work...***“ und „...***culture change...***“

Als Einleitung zu diesem Artikel verwendet der Autor ein Zitat von REASON :

***‘Workplaces and Organisations are easier to manage than the minds of individual workers. You cannot change the human condition, but you can change the conditions under which people work’***

Reason beschäftigte sich bekanntlich mit Problemen der Mensch-Technik - Gestaltung und verstand in diesem Zitat unter „veränderbare Bedingungen“ wohl eher die Veränderung bzw. Anpassung der technischen Ausstattung, mit der der Mensch umzugehen hat.

**Zentrales Anliegen von REASON war also in erster Linie nicht die Anpassung des personellen Managements an die technische Umgebung, sondern die Anpassung der Technik an die**

## **Besonderheiten und Leistungseigenschaften des Menschen.**

**Das ist der Gegensatz zu einem sehr einseitigen methodischen Ansatz für das Training von nautischen Schiffsoffizieren in Almere (CSMART)**

**Moderne technische Systeme gehen stets von der Zielstellung eines ganzheitlichen Mensch-Maschine-Systementwurfs aus, in dem die Einheit beider Systemkomponenten die wesentliche Voraussetzung für eine verlässliche Prozessführung darstellt.**

**Zu wünschen wäre die Anpassung der Technik an die Fähigkeiten und Bedürfnisse des Menschen. Dazu aber fehlt gegenwärtig der gemeinsame Lösungsansatz in Wissenschaft und Forschung und ein ausbleibende Impuls aus der Praxis.**

**Das hat zur Folge, dass persönliche Erfahrungen im Beruf und im Training in Verbindung mit einem vermeintlich hohen Standard technischer Ausrüstungen auf einer Brücke und der fehlenden Verfügbarkeit über wissenschaftliche Erkenntnisse in der modernen Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen die Philosophie des Trainings in dem bekannten und beherrschbaren Rahmen bleibt. Das Tor für den Schritt in die Zukunft ist verschlossen.**

1. Stehen wir vor einer wirklich massiven inhaltlichen Veränderung traditioneller Arbeitsweisen, -inhalten und -tätigkeiten auf der Brücke oder haben wir es mit der Reaktion von Reedern zu tun, die sich auf ihre Möglichkeiten und ihre Verantwortung für die systematischen Qualitätssteigerung des Führungspersonals bezieht und ihnen neue Chancen auf dem umkämpften Markt der Passagierschiffahrt eröffnet ?
2. Sind die Hersteller von Schiffsführungssystemen in eine Sackgasse geraten, die den Übergang in eine neue Qualität technischer Mittel verhindert ?
3. Haben sich Ausbildungsinhalte einem Standard angepasst, mit dem es schwer ist oder wird, den Anforderungen wirtschaftlicher und sicherer Prozessführung zu genügen ?
4. Wirkt sich die fehlende wissenschaftliche Strategie auf die mangelnde qualitativ hochwertige Entwicklung und Gestaltung verlässlicher, ganzheitlicher Mensch - Maschine-Systeme aus ?
5. Existieren Vorstellungen für die Gewinnung und Verarbeitung großer Datenmengen mit dem Ziel der weiteren Optimierung der Wissensgewinnung und -anwendung ?
6. Sind sich die Initiatoren darüber bewusst, welche neuen Probleme im und mit der Arbeit im Team entstehen ?

Einige Zitate aus dem Artikel von Hans Hederström / 1 /:

“One of the cornerstones of the new structure is **replacing the traditional rank based system, with a flexible system based on job functions.** The main purpose for this change is to create a **safety net** around the person conning the vessel in order to catch any human errors, before they lead to serious consequences. Each operation is cross checked before execution by one or two persons depending on circumstances. Effective cross checking is best done by an experienced and skilled person. He or She needs to be assertive enough to speak up if an unsafe operation is suggested. This suggests moving the Captain from the traditional operational task of conning the vessel, into a position where he is the leader of the team behind the bridge operational team. The system must be

fully flexible and it is up to the Captain to select who to fulfil each function based on the experience and skills levels of those involved.

Das traditionelle dienststrangbasierte System wird durch ein aufgabenbezogenes System ersetzt. Sinn ist es, bei Auftritt eines Fehlers dessen Auswirkungen durch ein Sicherheitsnetz zu unterbinden. Jede Handlung wird vor Ausführung geprüft. Falls eine unsichere Aktion vermutet wird, verlässt der Kapitän die Rolle des Beobachters und wird zum Führer des Teams. Allein der Kapitän bestimmt, wer welche Aufgabe entsprechend seiner Fähigkeiten zu übernehmen hat.

## FAZIT

Hans Hederström, seine Mitarbeiter und die unterstützenden Reedereien haben auf der Grundlage ihrer Erfahrungen und ihres Wissens alles richtig gemacht. Sie haben dazu beigetragen, dass originalgetreue Nachbildungen von Schiffsbrücken mit den dazugehörigen technischen Systemen entstanden sind, sie haben für die weitgehend echte Abbildung der maritimen Umwelt bis hin zur virtuellen Realität gesorgt und sie haben Trainingsaufgaben selektiert, die ihren Ansprüchen genügen.

Zur gleichen Zeit haben sie darüber nachgedacht, wie man die Beherrschbarkeit der von der Industrie gelieferten „technische Wunderwerke“ mit der immer weiter wachsenden Anzahl von angebotenen Daten durch den Menschen verbessern kann. Dazu haben sie Erfahrungen aus der Luftfahrt ausgewertet. Die „Philosophie“ bestand und besteht darin, die Technik allein in der Hand der Entwickler und Hersteller zu lassen und sich auf die stetige Anpassung des Menschen an die Technik zu konzentrieren. Über Menschen verfügen die Reeder, die Technik kaufen sie. So sind das Teamtraining bzw. das „geteilte Wissen“, ein „role-based approach“ oder / und das „thinking aloud“ Ausdrücke für die Anpassung des Menschen an die Technik.

**Mit dieser ausschließlichen Orientierung auf den Menschen verpassen Hederström und die CSMART Academy die Anforderungen an eine moderne Schiffsführung im digitalen Zeitalter, das in der Seefahrt gerade in diesen Tagen beginnt. Ursächlich dafür ist u.a. das vollständige Fehlen einer strategischen Forschungslinie an der ACADEMY und die fehlende wissenschaftliche Basis für die Zusammenarbeit zwischen Industrie und Reedern, die aber in dieser Zeit der kritischen Betrachtung und Neugestaltung ganzheitlicher Mensch-Maschine-Systeme auf der Brücke erforderlich wäre.**

Kapitän Hederström ist ein erfahrener Mann und so verwundert es nicht, dass er die Grenzen seiner bisherigen Arbeit richtig einschätzt und in diesen Tagen erkennt :

**For the future of maritime training, a key challenge could be how to cultivate knowledge beyond compliance, Capt. Hederström mentions, due to increased operational complexity and emerging risks.**

Er macht diese Feststellung in Zusammenhang mit der Abstimmungsprozedur über den **2018 SAFETY4SEA Awards in der „Training“-Kategorie.**

(QUELLE :<https://www.csmartalmere.com/media/>)

## CONCLUSION

Hans Hederström, his staff and the supporting shipping companies have done everything right on the basis of their experience and their knowledge. They have helped create faithful replicas of ship bridges with their associated technical systems, they have provided the largely true picture of the marine environment, virtual reality, and have selected training tasks that suit their needs.

At the same time, they were thinking about how to improve the controllability of the "technical marvels" provided by the industry with the ever-growing number of data available. For this they have evaluated experiences from the aviation industry. The "philosophy" was and is to leave the technology alone in the hands of the developers and manufacturers and to focus on the constant adaptation of the people to the technology. The shipowners have people, they buy the technology. Team training or "shared knowledge", a "role-based approach" and / or the "thinking aloud" are expressions for adapting people to technology.

**With this exclusive focus on the human being, Hederström and the CSMART ACADEMY are missing out on the requirements of a modern ship's command in the digital age**, which is starting in the shipping these days. One of the reasons for this is the complete **lack of a strategic research line at ACADEMY and the lack of a scientific basis for cooperation between industry and shipowners**, which would, however, at this time require the critical consideration and redesign of holistic man-machine systems on the bridge.

Captain Hederström is an experienced man and so it is not surprising that he correctly assesses the limits of his previous work and recognizes these days:

For the future of maritime training, a key challenge could be to cultivate knowledge beyond compliance, Capt. Hederström mentions, due to increased operational complexity and emerging risks.

He makes this statement in connection with the voting procedure over the 2018 SAFETY4SEA Awards in the "Training" category. (SOURCE: <https://www.csmartalmere.com/media/>)

**He has the power to develop the ACADEMY into a modern and practical center of ship management with holistic system approaches and to collect, select and use the knowledge of the captains and nautical officers for the improvement of the safety and efficiency of the maritime industry itself. and to market to third parties.**

## **Denkansätze für den Aufbau einer strategischen Forschungslinie am Arison Maritime Center „CSMART“**

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



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

Neue Konzepte können nur aus den Ergebnissen, Erfolgen und Schwächen vergangener technisch-funktioneller Lösungen erwachsen. Die erste Entwicklungsetappe CSMART war notwendig, weil vieles übernommen werden kann, aber nun ist sie vorbei und wird gesetzmäßig durch eine **neue Generation** abgelöst : **anpassungsfähige, ganzheitliche, aufgabenorientierte Systeme.**

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

### Ingenieurpsychologie (Definition)

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

Es handelt sich hierbei um ein Teilgebiet der Arbeitspsychologie, bei dem es darum geht, Wissen über typische menschliche Fähigkeiten und Begrenzungen bezüglich Informationsaufnahme und Informationsverarbeitung so in den Entwurf technischer Systeme einzubringen, **dass ein möglichst effizientes Gesamtsystem Mensch-Maschine entsteht.** Hierbei spielt die Kognitionspsychologie bzw. eine als eine kognitive Tätigkeitstheorie verstandene Arbeitspsychologie methodisch eine wesentliche Rolle.

Themen der Ingenieurpsychologie sind Systemzuverlässigkeit, Menschlicher Fehler und Zuverlässigkeit, Information und Kommunikation, Problemlösen, Informationstechniken, Entscheiden, arbeitsplatzbezogene Qualifizierung, Steuerung und Überwachung industrieller Prozesse, Fahrzeugführung, Mensch-Maschine-System und Usability.

**Die Relevanz der Ingenieurpsychologie besteht darin, einen Beitrag zum Verständnis der rasanten Veränderung der menschlichen Arbeitsprozesse im Zeitalter der flexiblen Automation und rechnergestützten weltweiten Kommunikation zu leisten und diesbezüglich Gestaltungsoptionen aufzuzeigen. ...“**

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

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

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

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

Die **Fragestellungen** sind: Welche menschlichen Eigenschaften müssen berücksichtigt werden, um eine technische Umgebung dem Menschen optimal anzupassen, die **Aufgaben, Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten** zwischen Mensch und Maschine optimal zu verteilen, eine reibungslose Interaktion an der Mensch-Maschine-Schnittstelle zu ermöglichen, die Folgen technischer und menschlicher Fehler zu vermindern und die **Sicherheit und Effektivität des Gesamtsystems Mensch-Maschine** zu verbessern.“  
(Quelle : [http://de.wikipedia.org/wiki/Human\\_Factor](http://de.wikipedia.org/wiki/Human_Factor) ).

Das Training von Kapitänen und Nautikern an Schiffsführungssimulatoren hat sich längst zu einem festen Bestandteil der Vorbereitung auf die Führung und den Betrieb aktueller und neuer Schiffseinheiten entwickelt. Auch die kontinuierliche Anpassung der Besatzungen an neue Anforderungen bzw. die Aktualisierung von Fach- und Führungskompetenzen sind Bestandteile der maritimen Bildung. Viele Reeder sind den Herausforderungen der Technik aus Gründen des sicheren und wirtschaftlichen Schiffsbetriebes durch den Einsatz eigener Simulatoren begegnet. Trotz aller Bemühungen aber musste festgestellt werden, dass sich im internationalen Maßstab der Anteil menschlichen Versagens an der Entstehung von Seeunfällen nicht wie erwartet reduziert hat. Verantwortlich dafür können ausbleibende positive Wirkungen technischer Systemlösungen auf der Brücke einerseits und Bildungs- bzw. Trainingsmängel andererseits gemacht werden. Beispielhaft dafür seien drei Mängel benannt :

**1. Bis heute werden von den Systemherstellern keine Verfahren zur Qualitätsbestimmung von Zustandsparametern des Schiffsführungsprozesses angeboten, d.h. trotz ständig wachsender Signal- und Datendichte verbleibt die Aufgabe der Bewertung von Informationen, die Erkennung ihrer Bedeutung und ihrer Wechselwirkungen allein eine Aufgabe der „situation awareness“ des Menschen. Komplexität, Dynamik und Zufälligkeit des Schiffsführungsprozesses selbst erweisen sich als durch den Menschen nicht mehr beherrschbare objektive Prozesseigenschaften.**

**2. Bisherige Formen des Team-Trainings für den Schiffsführungsprozess haben durchaus zu positiven Wirkungen geführt, lösen aber das eigentliche Problem einer gestörten MenschMaschine-Schnittstelle nicht. Sie haben keine neuen Erkenntnisse auf die technische Entwicklung gebracht, da sie selbst als Reaktion auf die gestellten Anforderungen der Technik aufzufassen sind.**

**3. Trotz wesentlicher Veränderungen der technischen Schiffsführungssysteme und der Veränderungen im Charakter der Arbeit von Kapitänen und Nautikern hat es keine Schlußfolgerungen auf den Charakter des Prozesses gegeben, was sich letztlich in unzureichenden Bildungsinhalten und fehlenden wissenschaftlichen Profillinien äußert.**

Im Wesentlichen sind es diese Schwachstellen, die sich auf die Wirtschaftlichkeit und Sicherheit der Schiffsführung auswirken, die aber in ihrer Gesamtheit von einem Reeder allein nicht beseitigt werden können. Aus diesem Grunde sucht er nach Lösungen, die er auf seinen Trainingseinrichtungen nach seinen Vorstellungen beeinflussen kann und konzentriert sich dabei natürlicherweise auf den „menschlichen Faktor“.

Die zentralen Aufgaben bzw. Fragestellungen lauten : Wie kann ich mit dem bei mir tätigen Personal meine Schiffe sicher und wirtschaftlich betreiben, welche Managementformen der Problemlösung in sicherheitskritischen Prozessen sind vorhanden (welche modernen Erkenntnisse

auch aus anderen Prozessen gibt es), wie kann ich das Training eines Teams gestalten und wie kann ich die Ergebnisse erfolgreich in der Praxis umsetzen ?

Die Ermittlung und grafische Darstellung von Persönlichkeitsmerkmalen im Simulationsprozess soll das Verfahren zur Qualitätsabschätzung in der Schiffsführung ergänzen. Es begleitet einen Simulationszyklus, wird im Verlaufe des Trainings bzw. am Ende erstellt und dient einer abschließenden Bewertung der in den einzelnen Aufgaben erreichten Qualität in Verbindung mit den Persönlichkeitsmerkmalen. Als „Zulieferer“ einer Datenbank eines Simulatorbetreibers liefert es die Systematik und Struktur der Persönlichkeitsmerkmale, bildet die Basis für die Erkennung von Korrelationen zwischen Qualität und Persönlichkeit und für die Lokalisierung von Schwachstellen und Leistungsspitzen. Sollen im Bridge Team Management tatsächlich nachhaltige Wirkungen erzielt werden und soll es nicht bei der technischen Erfüllung von Standards und deren Zertifizierung bleiben, müssen moderne Werkzeuge der Qualitätsmessung und der Erfassung und Auswertung von Persönlichkeitsmerkmalen zum methodischen Gerüst eines jeden Simulatorbetreibers gehören. Derartige Verfahren dienen letztlich der Qualität des Trainings selbst, sind Quelle neuer Erkenntnis im Zusammenspiel von Mensch und Maschine, lassen Schlussfolgerungen auf die Gestaltung von technischen Systemen zu und bilden für den Reeder, der das schließlich alles bezahlt, eine wesentliche Grundlage für die Auswahl und Zusammensetzung von leistungsfähigen Teams auf der Brücke.

Die Anforderungen an Technik und Personal sind gewaltig. Technisch hat man die Probleme „in den Griff bekommen“. Leistungsfähige Simulatoren gehören heute zum Ausbildungs- und Trainingsstandard in fast allen Ländern. Erfahrene Instruktoren haben sich bemüht, die technischen Möglichkeiten in ein praxisnahes Training umzusetzen. Mit immer besseren Aufzeichnungssystemen gelang es, eine Unmenge von technischem Datenmaterial herzustellen und es für die Übungsbegleitung bzw. die Auswertung der Leistungen zu nutzen.

Das außerordentlich schnelle Wachstum der technischen Systeme an Bord und ihre ständigen Erneuerungen trugen in Verbindung mit rechtlichen und organisationellen Anforderungen in der internationalen Schifffahrt dazu bei, die Schere zwischen technischen Möglichkeiten und einer kognitiv objektiv begrenzten Leistungsfähigkeit der Nautiker rasch und bemerkbar zu vergrößern. Diesem negativen Trend wurden viele Versuche zur Erhöhung der Bildungsqualität und der Konzentration der Wissenschaft und Forschung entgegengesetzt. Nicht alle waren erfolgreich. Was blieb in dieser Situation übrig, die Schiffe wirtschaftlich und sicher zur See fahren zu lassen ?

**Nicht überraschend war und ist es der Versuch, die Fähigkeiten des Menschen an die gegebene Technik und Organisation anzupassen : das BRIDGE TEAM TRAINING bzw. das BRIDGE RESOURCE MANAGEMENT.**

Der Verfasser ist der Meinung, dass dieser Weg nur bedingt richtig ist. Zu wünschen wäre die umgekehrte Herangehensweise : die Anpassung der Technik an die Fähigkeiten und Bedürfnisse des Menschen. Dazu aber fehlt ein gemeinsamer Lösungsansatz. Die Technik ist zu stark (materiell, finanziell, wirtschaftliche Zwänge), um sich nach dem Menschen zu richten. Der Mensch ist zu schwach (Bildung, Wissenschaft, Forschung in der Schiffsführung), um seine Bedürfnisse geltend zu machen.

Angesichts dieser Situation sind die vom Verfasser entwickelten „Werkzeuge“ zur Qualitätsbestimmung im Schiffsführungsprozess und zur Ermittlung und Darstellung der Persönlichkeitsmerkmale ein Versuch, über diesen Weg die Einheit von Mensch und Maschine zu fördern, neue Erkenntnisse zu gewinnen und in Praxis und Theorie umzusetzen. Die „Kunst“ des Instruktors besteht darin, zwischen den beiden Schwerpunkten „QUALITÄT“ und „PERSÖNLICHKEIT“ eine plausible, fachlich nachvollziehbare und anschauliche (darunter sind

auch grafische Darstellungen zu verstehen) Verbindung zu erkennen, zu kommentieren und im Dialog mit den Trainierenden zur Verbesserung der „Schiffsführungskompetenz“ beizutragen. Das ist eine sehr anspruchsvolle Aufgabe, die u.a. den Einsatz moderner Bewertungsverfahren als Hilfsmittel für den Instruktor erfordert

Kommt es in der Schiffsführung zu einer ernsthaften Störung der Handlungsregulation, muss vorrangig nach Ursachen für das Interaktions- oder Kommunikationsversagen des Mensch-Maschine-Systems gesucht werden. Angestrebte verlässliche Schiffsführungssysteme, die die Gesamtheit von Mensch und Technik zum Gestaltungsgegenstand haben, sind ein möglicher Ausweg. Messbar wird ein solches Versagen erst durch die Bewertung von Prozesszuständen mit dem Ziel, die Differenzen zwischen der aktuellen Situation und dem angestrebten Ziel zu ermitteln und die Höhe der Differenz zum handlungsregulierenden Prozesseingriff und zum Gegenstand auch der Kompetenzbewertung zu machen.

Unter „**Schiffsführungskompetenz**“ soll die Fähigkeit oder der Sachverstand zur Steuerung eines Mensch-Schiff-Umwelt-Systems vom Ausgangs- zum Zielpunkt verstanden werden. Dabei werden die organisationellen (auch rechtlichen) Bedingungen des Seetransportes, umgebungs- und funktionsbedingte Beanspruchungen, technische Charakteristika der Arbeitsmittel sowie die psychischen und physischen Einflussfaktoren auf die menschliche Arbeitskraft während einer vorgegebenen Zeitdauer und in einem vorgegebenen Raum unter Berücksichtigung vorgegebener Zielparameter für Wirtschaftlichkeit und Sicherheit (Qualität) beachtet und genutzt. Alle Ressourcen in der Führung eines Schiffes über See werden so eingesetzt, dass auch bei Zunahme von Komplexität, Kompliziertheit und Dynamik von Ereignissen, Ereignisfolgen bzw. Situationen die Stabilität des System (seine Funktion) im Rahmen der qualitativen Zielvorgaben gewährleistet bleibt. Nach der IEC 2371 ist Qualität die Übereinstimmung zwischen den festgestellten Eigenschaften und den vorher festgelegten Forderungen einer Betrachtungseinheit.

Die Kompetenz bezieht sich immer auf ein konkretes Problem bzw. eine spezifische Aufgabenstellung. Die vom Nautiker (vom Trainierenden) erkannten Differenzen zum Sollzustand drücken im Verlauf ihrer Bewertung die Höhe der Gefahr für das Erreichen der geplanten (gegebenenfalls auch vorgegebenen) Qualität der zu erfüllenden Aufgaben (Ziel) aus. Das frühe, möglichst vorausschauende Erkennen und Bewältigen der „Störungen“ des geplanten Prozessablaufes bestimmen die Kompetenz .

Letztlich bleibt das Ergebnis eines Handlungsprozesses der Hauptgegenstand jeder Bewertung : die Qualität der partiellen Aufgabenerfüllung in der Kollisionsverhütung, der Vermeidung von Grundberührungen, der Bahneinhaltung, der Beachtung der meteorologischhydrologischen Umwelt und der Wirtschaftlichkeit der Reise.

### **Kurze Problembeschreibung**

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

Die Entwicklung äußert sich in einem erhöhten Zeitbedarf für Dekodierungsleistungen des Menschen zur Erkennung und Umsetzung von Messdaten in handlungsrelevante Informationen.

Gleichzeitig verringert sich die Zeit für die Entscheidungsfindung. Wichtige Rückkopplungsmechanismen sind entfallen; der Mensch hat sich vom Prozess gelöst, hat seine engen

Bindungen verloren und sie noch nicht durch eine neue Qualität der Einbeziehung in eine ganzheitliche Systemgestaltung ersetzen können. Er ist zum „Bediener“ geworden, nicht zum Gestalter. Das nicht selten in Prospekten verkündete Ziel, die Entscheidungsfindung zu erleichtern und die Systeme effektiver und sicherer zu machen, ist daran gescheitert, dass die Erhöhung der Menge der angebotenen Signale nicht gleichzeitig mit ihrer qualitativen Verbesserung, d.h. mit der Erhöhung ihres handlungsrelevanten Charakters (z.B. durch die Interpretation ihrer Bedeutung) verbunden war. Diese Überbetonung der Quantität hat die Erkennung komplexer Abbilder von Situationen eher verhindert als gefördert. Die sogenannte „Prozessfremdung“ war die Folge einer solchen Entwicklung. Der Anteil der durch „menschliches Versagen“ verursachten Seeunfälle blieb über Jahrzehnte konstant. Der eigentliche Vorteil, den Prozess numerisch immer schneller und exakter beschreiben zu können, wurde dadurch aufgebraucht, dass der Mensch diesen Vorteil nicht mehr umzusetzen in der Lage war.

Die Ursachen für Konflikte in der Prozessführung kennen wir nur oberflächlich oder übersehen sie, da wir nur sehr unvollkommene und veraltete Methoden der Prozessanalyse für Problemlösungsprozesse oder der Untersuchung des Informationsmangels anwenden und mit ihnen an der Aufdeckung der wahren Ursachen für Fehlhandlungen bzw. Handlungsmängel an Bord vorbeigehen. Trotz hohen gerätetechnischen (und finanziellen) Aufwandes, wurde die Schiffsführung nicht sicherer und auch nicht wirtschaftlicher.

Eine mit neuen Entwicklungsprojekten einhergehende Lösung könnte darin bestehen, die Schere zwischen Datenangebot und menschlicher Leistungsfähigkeit zu schließen und die Vielzahl der Daten zu bewerten Aussagen im Sinne einer Zustandsdiagnose zusammenzufassen. Hier liegen die Reserven für intelligenzintensive Bausteine und neue Gestaltungskonzepte. Gegenwärtige technische Einzelsysteme (z.B. Radar / ARPA, ECDIS, Conning Display, Multifunktionsdisplay) bilden den Schiffsführungsprozess mittels integrativer technisch-funktioneller Lösungen ab aber sie bewerten ihn nicht, erklären dem Nutzer nicht die Bedeutung von abgebildeten Datenpaketen. Der zu steuernde Prozess erscheint undurchsichtig, verflochten, zufällig, kurz : immer komplexer und weniger beherrschbar. Dabei wird eine hohe Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Sensorebene angestrebt und angenommen, dass der Operateur die sich immer mehr erweiternde Datendichte in der spezifisch verfügbaren Zeit beherrscht und zu einem situationsgerechten Abbild der Realität verarbeiten kann.

Das Vorhandensein und die Güte eines Vergleichsmodells, das die Grundlage für das Erkennen von Abweichungen zwischen Ist- und Sollzuständen bildet und für die Handlungsregulation verantwortlich ist, wird als Bedingung für die Handhabung des Systems durch den Nautiker vorausgesetzt. Durch bessere ergonomische Lösungen, durch noch präzisere Messtechnik, bessere Verfahren und grafischen Darstellungen, auch durch bessere Ausbildung und vermehrtes Training ist das Problem allein nicht zu lösen, sondern nur zeitweise (bis zum nächsten Unfall mit „menschlichem Versagen“) zu unterdrücken. Deshalb ist es richtig, wenn sich neuere Forschungsvorhaben mit den Fragen der Verdichtung von Datenmengen und mit der Erweiterung der Informationsverarbeitung von der Erfassung auf die Klärung der Bedeutung von Informationen befassen (s.a. / 3 / und / 5 /).

Die Komplexität eines Prozesses kann kaum verändert werden, wohl aber die Art und der Inhalt seiner Darstellung. Die Möglichkeiten der Rechentechnik führten schnell zu einer unkontrollierten Ansammlung von Messdaten, so dass allein daraus die Zunahme der Komplexität erwuchs. Die Komplexität „explodierte“, der Prozess selbst, das Führen eines Schiffes über See, veränderte seinen Charakter kaum. Im Zusammenhang mit kritischen Wertungen muss auch festgestellt werden, dass neue Konzepte nur aus den Ergebnissen, Erfolgen und Schwächen vergangener technisch-funktioneller Lösungen erwachsen können und ohne diese nicht denkbar wären. Diese

Entwicklungsstufe war notwendig, vieles kann übernommen werden, aber nun ist sie vorbei und wird gesetzmäßig durch eine neue Generation abgelöst : aufgabenorientierte ganzheitliche Systeme. Verlässlichkeit ist ein qualitativer Begriff („dependability“) zur Charakterisierung der anforderungsgerechten Zielerreichung eines Mensch-Maschine-Systems in seiner Gesamtheit (Zusammenwirken aller beteiligten Systeme : Individuen, Gruppen, Organisationen, Organisationsumwelt und Technik) (vergl. TIMPE / 1 /und / 2/ ) . Die Erreichung des Zieles ist also nicht von dem einen oder anderen Systembestandteil (z.B. integriertes Navigationssystem oder Nautiker) abhängig, sondern vom aufgabenorientierten Zusammenwirken aller Systemkomponenten. Während man „Zuverlässigkeit“ und „Sicherheit“ definieren und berechnen kann, ist der Begriff Verlässlichkeit zur Beschreibung eines komplexen Systemzustandes schwer zu operationalisieren. Über die Definition, Gestaltung und Überwachung qualitativer Prozessparameter (z.B. bestimmt durch die „gute Seemannschaft“) für in der Schiffsführung zu lösende Aufgaben ist ein Weg gegeben. Zur Gesamtheit eines „Aufgabenorientierten ganzheitlichen Systems der Schiffsführung“ gehören Individuen (Nautiker), Gruppen (Art, Anzahl und Qualität der Brückenbesetzung), Organisationen (Reeder, Behörden, Leitstellen), Organisationsumwelt (Regularien, Gesetze, Ordnungen), natürliche Umwelt (See, Land, Wetter) und Technik (technische Brückensysteme), die unter sich interaktiv wirken, auf Anforderungen reagieren und gewollte Wirkungen planen und gestalten.

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

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

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

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

**Damit gehen wesentliche Impulse für die Handlungsregulation verloren !**

Von der Richtigkeit und Schnelligkeit der Entscheidungen des Nautikers ist die Arbeitsweise (letztlich das VERHALTEN) eines sehr **komplexen** Mensch-Maschine-Umwelt-Systems abhängig.

In schwierigen Fällen werden kognitiv besonders hohe Anforderungen gestellt. Ursächlich dafür ist, dass zwar die Ereignisse in einem Element (in einem partiellen Prozess; bei der Erfüllung einer Aufgabe) noch deterministisch zu beschreiben, zu messen und relativ leicht zu erkennen sind, der Gesamtprozess durch interaktive Beziehungen jedoch **stochastischen Charakter** erhält und durch die Möglichkeit einer „**kombinatorischen Explosion**“ eine außerordentlich schwer übersehbare Menge möglicher, mit **hoher Dynamik** versehener Zustände annehmen kann.

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

Der Steuerungsprozess hat dabei unter den

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

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

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

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

Diese Forderung stellt an die **Rückkopplungseigenschaften** eines Systems hohe Ansprüche. Unterstützungssysteme mit nahezu online-fähiger Bewertung der Wirkungen von Handlungen des Nautikers erscheinen hier als eine wertvolle Hilfe.

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

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

Diese Voraussetzungen für die Wahrnehmung der Steuerungsfunktion schließen **Anforderungen**

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

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

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

Der „**Seemannsbrauch**“ als Einheit von Bildung, Qualifikation, Verantwortungsbewusstsein, Erfahrungen, Fähigkeiten, Fertigkeiten u.a. gewinnt unter den Bedingungen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts dahingehend einen qualitativ neuen Wert, da er sich zunehmend über die Beschaffenheit und rationelle Nutzung der Schiffsführungstechnik realisiert.

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

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

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

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

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

## **Generelle Hinweise / Besonderheiten**

„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 /.

**1**Die die Situation bestimmenden Inhalte können nur wahrgenommen werden, wenn der Mensch als Hintergrundwissen gespeicherte mentale Modelle mit den aufgenommenen aktuellen Reizen aus



der Umgebung in Beziehung bringt.

Es ist eher eine schlechte Lösung, wenn die Anzahl und Vielfalt von Informationen durch immer mehr Anzeigen erhöht wird und der Mensch zum „Informationssammler“ wird. Erst wenn die Informationen bewertet, selektiert und zu einem Gesamtbild verknüpft und Wirkungsweisen erkannt werden, kann von Entscheidungshilfe gesprochen werden. Das aber ist selbst in den gegenwärtigen ('modernen') Schiffsführungssystemen nicht der Fall.

**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. Zielbildung steuert das perzeptive Verhalten in Form der Aufmerksamkeitsselektion.

**3**Individuelle, bereits vorhandene mentale Modelle müssen von jeder einzelnen Person mit den aktuellen Reizen / Signalen in Beziehung gebracht werden. Von jeder Situation wird ein Modell der Realität gebildet. Modellbildung, Informationssuche und Bewertung verlangen Wissen. Differenzen zwischen abgebildeter Istsituation und Sollsituation (Ziel) sind handlungsregulierend.

**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**Für die Bewertung der Qualität der Prozessführung sollte die Güte des „shared mental model“, insbesondere das Informationsmanagement, mittels Simulation geprüft werden. Die Güte eines jeden mentalen Modells zeigt sich an den Prozessergebnissen. Das heißt, es müssen qualitative Prozessparameter definiert und bestimmt werden, an denen die Güte der jeweiligen Aufgabenerfüllung / Zielerreichung ablesbar ist. Geschieht das nicht, bleibt jede Bewertung in subjektiver Befangenheit, momentanem Leistungsvermögen und Zufälligkeit stecken.

Die von Kapitän Hans Hederström in seinen Beitrag im Januar 2011 vorgestellte „**revolution in bridge work**“ basiert auf einer von der Fliegerei adoptierten Methodik : „Acknowledging that all humans may make a mistake, the new structure adopts the airlines Pilot-Co-pilot system by introducing a Navigator –Co-navigator system.“ / 1 /

Aus diesem Grund wird ein Anwendungsszenarium aus der Flugzeugführung (Interaktion zwischen Pilot-Flying und Pilot-Non-Flying) etwas ausführlicher vorgestellt.

„Die Aufgaben im Cockpit eines Flugzeugs sind zwischen dem Pilot-Flying (PF) und dem Pilot-Non-Flying (PNF) klar verteilt und in Form von Prozeduren spezifiziert. Fester Bestandteil solcher Prozeduren sind so genannte Crosschecks, durch welche die Redundanz bei der Überwachung der Instrumente sichergestellt werden soll. Hierzu gehört die Überwachung der Modusanzeige (Flight Mode Annunciation). Simulatorstudien haben gezeigt, dass in modernen hochautomatisierten Glass-Cockpits Flugmodi erwartungsgemäß überwacht werden (Huettig et al., 1999). Piloten scannen die Instrumente, um Zustände der Systeme und des Flugzeugs insgesamt entsprechend ihrer Erwartungen zu verifizieren.

Diese Strategie birgt ein hohes Potential, dass unerwartete Informationen über Moduswechsel nicht

wahrgenommen werden und der Pilot somit ein inkorrektes mentales Modell der aktuellen Situation entwickelt, welches zu nicht-adäquaten Aktionen und schließlich zu gefährlichen Flugzuständen führen kann. Durch redundante Crosschecks in Flugprozeduren soll hier entgegen gewirkt werden.“ / 6 /

**6** Auch in der Schiffsführung ist ein solches „Erwartungsverhalten“ zu beobachten. Zum Beispiel, werden die Informationen für den Aufbau eines „inneren Modells“ vorrangig behandelt, die den Erwartungen 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. „Innere Modelle“ über die aktuelle Situation des Schiffes werden vor allem auf der Grundlage von aufgenommenen und bewerteten Informationen gebildet. Sie sind die Voraussetzung für die „situation awareness“ des Individuums und die „situation awareness“ des gesamten Teams.

Berücksichtigt man die örtliche Lage der Anzeigergeräte in einem Flugzeug und die Arbeitsposition der Piloten, ist das „Scannen“ der Instrumente aus ergonomischer Sicht gut möglich und ein „Crosscheck“ relativ einfach durchzuführen. Anders verhält es sich auf einer Schiffsbrücke, wenn man Position der Geräte und Standort der Akteure betrachtet.

„Beim Design von Flugprozeduren ist es wichtig zu untersuchen, ob die Verteilung der Aufgaben zwischen PF und PNF mit den vorgesehenen Crosschecks die Entdeckung auch unerwarteter Systemzustände garantiert. Hierzu ist es notwendig, kognitive Faktoren zu berücksichtigen. ... Die Überwachung von Instrumenten ist ein Task, der parallel zu anderen Tasks zeitlich geplant werden muss. Um zu analysieren, ob geforderte Checks rechtzeitig und mit der geforderten Genauigkeit durchgeführt werden, sind kognitive Rahmenbedingungen bzgl. der menschlichen Multitasking-Fähigkeit zu berücksichtigen.

**7** Einen wesentlichen Einfluss auf die „Qualität“ des Handelns hat die aktuelle Workload. Bei hoher Workload ist damit zu rechnen, dass sich die Piloten auf einige wenige Tasks konzentrieren. ...“ / 6 / Aber auf welche ? Und sind das die richtigen? Wer legt die Auswahl fest ? Verfügen beide Piloten 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** Es darf nicht unterschätzt werden, dass die ohnehin objektiv bestehende Komplexität durch die neuen Informations- und Kommunikationsanforderungen zwischen den beteiligten Akteuren eine neue, höhere Dimension bekommt. Dabei bedarf die vom „Operation’s Director“ zu übersehende Situation ja mindestens einer ebenso zuverlässigen Bewertung wie die von den Navigatoren erkannte. Nur bei erkannten Differenzen zwischen Soll und Ist entsteht eine handlungsregulatorische Wirkung. Im schlimmsten Fall werden bei Übersehen oder Meinungsunterschieden oder falschen Interpretationen negative Wirkungen auftreten und die Qualität der Schiffsführung unumkehrbar beeinträchtigen.

„Die aktuelle Workload beeinflusst nicht nur die Wahrscheinlichkeit, mit der vorgeschriebene Crosschecks durchgeführt werden, sondern auch, ob eine vom PNF ausgerufene Warnung vom PF adäquat verstanden und eingeordnet wird. ...“ / 6 /

„Kommunikation erfordert „zunächst die Produktion (inception) einer Nachricht (z.B. Warnung) durch den Absender und im Anschluss daran folgende Prozesse zur Einordnung der Nachricht durch den Empfänger: Die Nachricht (a) bemerken (attending), (b) ihren Inhalt aufnehmen (perceiving) und ihn (c) verstehen (understanding). Anschließend müssen (d) (korrigierende) Aktionen selbst vorgenommen oder delegiert werden (acting).

Jeder einzelne dieser für eine effektive Zusammenarbeit benötigten Prozesse auf Seiten des Empfängers kann beeinträchtigt werden.

**9**Im Extremfall können hohe Workload und hoher Zeitdruck zum kompletten Fehlschlagen also Ausbleiben eines Teilprozesses führen. ...

Eine mögliche Abkürzung bei Aufnahme (perceiving) und Interpretation (understanding) des Nachrichteninhalts kann in Verbindung mit bereits bestehenden Erwartungen auftreten. Wird eine Information empfangen, die einer erwarteten Information stark ähnelt, kann diese unter Zeitdruck leicht als die erwartete missverstanden werden.

Die erwartete Information ist in diesem Fall 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 /

Interaktionen und Kommunikation haben in den heutigen Schiffsführungssystemen eine sehr wesentliche Bedeutung, da von ihrer Funktionsgüte die Qualität eines ganzen Systems aus Mensch, Maschine und Umwelt abhängt. Der Bedeutung dieser Tatsache wird u.a. durch neue Formen und Inhalte des Team Trainings Rechnung getragen. / 1 /

**10**Sollte es allerdings nur bei dieser 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 des Trainings und der Prozessführung kommen.

**11**Der zu steuernde Prozess, das technische System, der Mensch selbst und die Umwelt teilen sich über Informationen mit. Wird die Abbildung deformiert, entstehen auch beim Operator verzerrte bzw. falsche Bilder über den Zustand des Prozesses und seiner Eigenschaften, die zu falschen Schlussfolgerungen führen. Diese Mängel können mit größter Wahrscheinlichkeit auch nicht durch neue Trainingsmethoden beseitigt werden. Sie werden dadurch verstärkt, dass Kommunikation eine immer größere Bedeutung in informationsverarbeitenden Systemen erlangt.

Herczeg führt in Bezug auf die Abbildung des Prozessgeschehens über das Systemmodell des Prozessführungssystems in das mentale Modell des Operators 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 /

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

“The decision is still to be made by the navigator, first by explaining his or her intentions and then communicating the decision in closed loop to the co-navigator”, Hans Hederström stresses. As Hans Hederström describes the bridge work he frequently returns to the key word communication. ... **In the end it is all about communication.** It is the most important thing in any management operation.”/ 1 /

**13**Hier zeigt sich einer der entscheidenden Mängel des „revolutionären“ Managements. Das Prinzip 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. Die Luftfahrtindustrie hat längst Schlussfolgerungen gezogen. So wurde zum Beispiel nach dem Zusammenstoß zweier Flugzeuge über der Schweiz die Entscheidung für Flugmanöver bei Kollisionsgefahr ausschließlich der Automatik überlassen.

**14**„Selbst wenn eine Erweiterung und Umbildung des mentalen Modells des Operateurs 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.

**15**„Es gibt eine Vielzahl von Ereignissen, bei denen die mentalen Modelle der Operateure auf Grundlage der Beobachtung der vorhandenen Prozessführungssystemen so weit von den realen Prozesszuständen entfernt waren, dass die Ereignisse nicht erkannt oder nicht verstanden wurden.“ / 7 / „... Die Qualität der **Entsprechung von Prozess, Systemmodell und mentalem Modell** entscheidet in hohem Maße darüber, wie gut und direkt der Operateur 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.

**16**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. Insofern ergibt sich im Bereich der Interaktion die Ursachenkette in der Weise, dass aus Fehlwahrnehmungen Fehlregulationen und damit letztlich Fehlhandlungen resultieren, die Interaktionsfehler auf einer oder mehreren der dargestellten sechs Ebenen nach sich ziehen. Aus dem Normalbetrieb mit funktionierender Handlungsregulation auf allen Ebenen 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 /

**17**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 Handlungsregulationsprozessen kommen, in denen es zu Inkonsistenzen zwischen mentalem Modell, Systemmodell des Prozessführungssystems und Prozessmodell kommt. Diese Mängel sind häufig Ursachen für menschliches Versagen.

**18**Bei der Einführung neuer Methoden des Team-Trainings einer Brückenbesatzung und der beabsichtigten Verbesserung der Sicherheit 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 keine 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.

**19**Wie wirken sich Stress und Ermüdung, soziale Struktur und Aufgabenteilung in der Gruppe aus und welche Wirkungen haben diese Faktoren auf die Qualität der Schiffsführung ? Ein größeres

Team zu haben, ist nicht gleichbedeutend mit größerer Sicherheit. Die Komplexität wächst, ein gemeinsames Verständnis für aufkommende Probleme muss erarbeitet werden, Aufgaben müssen verteilt und situationsgerecht erfüllt werden, Verantwortung muss übernommen werden, ... .

**20** „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/

Es erscheint angebracht, vor der Einführung einer **“revolution in bridge work“** / 1 / auch diese Fragen sorgfältig zu prüfen und Lösungen unter Einbeziehung neuer Erkenntnisse der rechnerunterstützten Situationsdiagnose als Beitrag zur ganzheitlichen Gestaltung von anpassungsfähigen, aufgabenorientierten und ganzheitlichen Brückensystemen zu betrachten.

### **Spezielle Hinweise / Besonderheiten**

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

#### **(I) Kognitive Notfallreaktion**

„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.

**21** 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.

**22** 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 /

## **(II) Gruppendenken**

**23** 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.

## 24 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 /

**25**,,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. ...

**26**... 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 ?

**27**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.



Bezogen auf die „**revolution in bridge work**“ / 1 / greift die vorrangige Konzentration auf eine besondere Arbeitsweise einer Gruppe zu kurz.

**28** Gleichzeitig muss die Arbeitsweise des Teams durch folgende Mittel unterstützt werden : technische Hilfen, Informationsassistenten, Ermittlung überwachungs-fähiger 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 Art und Zeitpunkt von Prozesseingriffen.

**29** „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). ...

**30**... 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 an-dere 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 /

Diese Erscheinungen sind nicht automatisch ausgeschlossen, selbst wenn es sich um eine „**revo-lution in bridge work**“ / 1 / handelt. Gerade in komplexen Situationen neigen sie zum Ausbruch !

### **Informationsmanagement und Modellbildung**

„Informationsmanagement bedeutet festzustellen, was man noch nicht weiß, das Beschaffen der nötigen Informationen in der vorhandenen Zeit, das Aussortieren überflüssiger Information, die

Bewertung von Fakten. 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 irreführt 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:

**31** 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. ...

**32** 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.

**33**„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 /

In diesen Bemerkungen stecken ganz deutliche Hinweise auf das entwickelte Expertensystem NTM („nautical task manager).

Weitere Argumente für ein derartiges System sind :

**34**„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).

**35**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 /

**36**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).

**37**„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.“

**38**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 ?

## Fehler beim Handeln in komplexer Situationen

Nautiker, ob allein oder in einem Team, handeln in der Regel in komplexen Situationen. Natürlich sollen die folgenden 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.

## Ungenügende Schwerpunktbildung

**39**„Oft kommt es zu diesem oder ähnlichen Verhalten auch, 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 /

## Verselbständigung von Teilzielen

„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 /

## Ungenügende oder fehlende Modellbildung

**40**"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 bereits, wie wir sahen, 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 /

### **Bekämpfung der Symptome anstelle der Ursachen**

"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 /

### **Zentralreduktion**

**41** „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).

**42** "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, was sehr erleichternd sein kann, da man sich jetzt tatsächlich nur mit den wichtigen, zentralen Problemen auseinandersetzt. Gemeint ist hier damit 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 /

### **Immunisierende Marginalkonditionierung**

**43** "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 an-deres 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

Marginalkon-ditionierung" (Detje, 1996, S.97). / 10 /

### **Kanalisierung der Informationssammlung**

**44**"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 Kanalisierung 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 /

### **Hypothesengerechte Informationsauswahl**

**45**„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 hypothesengerechte 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 /

### **Nicht revidierbare Modelle**

**46**"Die Konditionalisierung, Kanalisierung der Informationssammlung, hypothesengerechte 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 /

### **Falsche Hypothesen**

**47**"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).

### **Übergeneralisierung**

**48**"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).

Die letzten 5 Fehlermöglichkeiten sollten insbesondere bei der Tätigkeit des „Operations Director“ unter kontinuierliche Beobachtung gestellt werden, weil sie für diese Funktionsart im Team von großer Bedeutung sein könnten

### **Ungeprüfte Übernahme von Vorwissen**

"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 /

### **Bildung magischer Hypothesen**

**49** 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).

### **Momentanextrapolation**

**50**,,...In einer Momentaextrapolation 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.

### **Wishful thinking**



**51** "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 /

## Frequency-gambling

**52** "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, unbekannt Situationen schwerwiegende Konsequenzen mit sich bringen. Innovation und Flexibilität sind dem "frequency-gambler" Fremdwörter, so dass neuartige System- eigenschaften 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 und 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.

## Methodismus

"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 /

Es kann mit großer Sicherheit angenommen werden, dass selbst eine „**revolution in bridge work**“

dieses Problem nicht nachhaltig zu lösen vermag. Wohl können kurzfristig Erfolge erzielt werden, weil die Gruppe die nach wie vor „auf Erfüllung wartenden Fehler“ zeitweilig zu kompensieren in der Lage ist, doch werden Menschen ihre natürlichen Eigenschaften nicht unmittelbar und sprunghaft mit der Änderung der Arbeitsbedingungen ändern. Wir müssen mit ihnen leben und versuchen, solche technischen Lösungen einzusetzen, die den unvollkommenen menschlichen Eigenschaften entsprechen (s. Verlässlichkeit von Mensch-Maschine-Systemen !).

### Horizontalflucht

"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 /

### Vertikalflucht

"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 /

### Intuitionsaktionismus

**53**"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 Intuitionsaktionismus. 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 /

### Planoptimismus, Planungsoptimismus

**53**"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 /

## Thematisches Vagabundieren

**54**"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 /

## Ad-hocismus

**55**"Auch bei dem sogenannten Ad-hocismus wird keine Maßnahme richtig geplant. Die jeweils auf-kommenden 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 ?

## Unangebrachte Delegation

**56**"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 /

## Ballistisches Verhalten

**57**"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. 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 / Handlungsfehler können kognitive Ursachen, wie begrenzte Verarbeitungskapazität des Denkens und des Gedächtnisses sowie motivationale Ursachen, wie Überwertigkeit des aktuellen Motivs und Schutz des eigenen Kompetenzzempfindens (vergl. Dörner & Schaub, 1994) haben.

**Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass in der Theorie Fehler auf die Anpassung der Informationsverarbeitungsprozesse an begrenzte kognitive, aber auch motivationale Ressourcen zurückgeführt werden.**

„Um ein vollständiges Verständnis einer einzelnen Fehlentscheidung zu gewinnen, müsste man die vielen Faktoren, die letztlich das individuelle Handeln beeinflussen, auf mehreren Ebenen untersuchen:

- Individuum I: Biologische und physiologische Faktoren (z.B. Sinnestäuschungen, Müdigkeit, Abhängigkeit von Tageszeiten, erwartungsgeleitete Wahrnehmung);
- Individuum II: Denken, Motivation, Emotion (z.B. aktives Gedächtnis, Kompetenzschutz, Dominanz des aktuellen Motivs);
- Team (fehlerhafte Informationsübertragung, Führung, Delegation, Kontrolle);
- Organisationelle Schwächen (z.B. Ergonomie, Informationsflüsse und Entscheidungsstrukturen, „Belohnung“ für Regelverletzungen, zuwenig Personal);
- Kulturelle Einflüsse („schneller, höher, weiter“, „Null-Fehler-Mentalität“, Primat der Ökonomie).“ / 11 /

**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 /

## Fazit

„Komplexe Arbeitsfelder stellen Menschen vor erhebliche Anforderungen. Vor allem müssen unsichere 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 /

## Geteiltes Wissen

“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.

## SHARED MENTAL MODELS

„Das Konstrukt der „shared mental models“ dient der Erklärung und Erforschung von Koordinationsprozessen in Teams. Grundannahme ist, dass sich die Effektivität eines Teams erhöht, wenn die Mitglieder über geteiltes Wissen in Form geteilter mentaler Modelle („shared mental models“) verfügen, die die Vorhersage künftiger Aktionen ermöglichen und die Koordination erleichtern (z.B. Cannon-Bowers, Salas & Converse, 1993; Klimoski & Mohammed, 1994; Kraiger & Wenzel, 1997).

Ausgangspunkt dieses Ansatzes waren Teams, die in dynamischen Umwelten agieren. Die Umwelt

dieser Teams zeichnet sich durch eine hohe Dynamik aus, wodurch Entscheidungen stets extrem zeitkritisch sind (Rouse, Cannon-Bowers & Salas, 1992).

Ein typisches Beispiel stellt die Crew eines Kampffjets dar. Darüber hinaus ist die Umwelt durch wechselnde und manchmal konfligierende Ziele (z.B. Ziel treffen, aber nicht zu tief fliegen) sowie unvollständige und unsichere Informationen (z.B. Position des Feindes) charakterisiert. Die Teams bestehen aus mehreren hochspezialisierten Mitgliedern mit unterschiedlichen Rollen und Verantwortlichkeiten, deren Entscheidungen immer in Übereinstimmung mit den Zielen einer übergeordneten Organisation (z.B. Mission der Truppe) getroffen werden müssen. Kommunikations- und Koordinationsprozesse, das Integrieren verschiedener Informationen sowie schnelles Anpassen an Veränderungen sind daher zentral für das Funktionieren des Teams.

Grundsätzlich lässt sich der Ansatz der „shared mental models“ jedoch auch auf weniger dynamische Umwelten übertragen, wie z.B. Auf Arbeitsgruppen in traditionellen Organisationen (Levine & Moreland, 1999).“ / 12 /

## 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 mo-



del“, 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).

## **INHALTE GETEILTEN WISSENS**

Aus dem Rahmenmodell kollaborativen Problemlösens von Larson und Christensen (1993) lassen sich verschiedene Bestandteile geteilten Wissens ableiten ... Dazu gehört vor allem geteiltes Metawissen über die Expertise der anderen Gruppenmitglieder, die hier noch um die Komponente

der gegenseitigen Wahrnehmung eines Problembewusstseins erweitert wird, sowie geteiltes Fachwissen jeglichen Inhalts, das die Struktur der Informationsverteilung in der Gruppe bestimmt. Lewis und Sycara (1993) sehen geteiltes Fachwissen zwar ebenfalls als notwendige Voraussetzung des kollaborativen Problemlöseprozesses an, beschränken die zu teilenden Informationen jedoch auf solche, die ausreichend zur Evaluation einer Alternative sind.

Zusätzlich zählen Larson und Christensen eine geteilte Problemwahrnehmung und -konzeptualisierung, strategisches Wissen über das Vorgehen bei der Informationssammlung sowie die Problemlösung selber zu den Inhalten geteilten Wissens.

Lewis und Sycara (1993) sowie Waern (1992) betonen darüber hinaus die Bedeutung einer geteilten Sprache.

Eine Konzeptualisierung geteilten Wissens, die über die in dieser Arbeit verwendeten hinausgeht, vertreten Nelson und Coopriider (1996). In einer Feldstudie an 86 ITAbteilungen untersuchten sie geteiltes Wissen zwischen den IT-Abteilungen und ihren zugehörigen Linienabteilungen (z.B. Einkauf, Produktion usw.) als Determinante des Erfolgs der ITAbteilung. Geteiltes Wissen wurde dabei konzeptualisiert als Verständnis und Anerkennung zwischen IT- und Managern der Linienabteilungen für Technologien und Prozesse, die ihre gemeinsame Leistung beeinflussen. Diese Definition schloss eine gemeinsame Sprache als wichtige Bedingung für geteiltes Wissen ein. Während sich die Definition geteilten Wissens in der vorliegenden Arbeit auf den Wissensaspekt beschränkt, erweitern sie Nelson und Coopriider noch um den sozialen Aspekt der gegenseitigen Wertschätzung.

Ensley und Pearce (2001) weisen auf die Bedeutung einer anderen Form geteilten Wissens hin: geteiltes strategisches Wissen als geteilte mentale Modelle über Unternehmensstrategien („shared strategic cognition“). Eine sehr weit gefasste Form geteilten Metawissens, die „group awareness“, sieht Weisband (2002) als hilfreich für kollaboratives Problemlösen an, vor allem in verteilten Arbeitsgruppen. Dieses Konzept umfasst ein gemeinsames Bewusstsein der aufgabenbezogenen Aktivitäten der Gruppenmitglieder und ihrer Erreichbarkeit, des Arbeitsprozesses und seiner Fortschritte sowie der sozialen Situation der Gruppenmitglieder.

HERCZEG (2004) / 29 /beschreibt :

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

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

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

Situationen hoher *Interaktionsdichte* mit Ausfallerscheinungen oder kompletten Zusammenbrüchen im Regulationsprozess müssen stattdessen als **Interaktions- oder Kommunikationsversagen des Mensch-Maschine-Systems** eingestuft werden. Eine

solche Einstufung ist ein klarer Hinweis auf geeignete Maßnahmen, nämlich vor allem die konzeptionelle und technische Verbesserung der Mensch-Maschine-Schnittstelle.“ / 29

/ 29 / Michael Herczeg : Interaktions- und Kommunikations-versagen in Mensch-Maschine-Systemen als Analyse- und Modellierungskonzept zur Verbesserung sicherheitskritischer Technologien; erschienen in: Verlässlichkeit der Mensch-Maschine-Interaktion, Herausgeber: M. Grandt, DGLR-Bericht 2004-03, ISBN 3-932182-36-7, Bonn: Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt, 2004)

## LITERATUR

- / 1 / Hederstrom; H. : MOVING FROM RANK TO FUNCTION BASED BRIDGE ORGANISATION (Captain Hans Hederstrom, FNI , Director CSMART [www.csmartalmere.com](http://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 Fahrzeug und 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 Verhaltenswissen-  
schaftlichen Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Brsg., 2004

In : [http://www.freidok.unifreiburg.](http://www.freidok.unifreiburg.de/volltexte/1327/pdf/Dissertation_Thalemann.pdf)

[de/volltexte/1327/pdf/Dissertation\\_Thalemann.pdf](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/>