

***Die Menschen werden das Team wechseln und ihre Erfahrungen mitnehmen – das Wissen muss an Bord bleiben und sich im praktischen Prozess vervollkommen. (D.K.)***

## **„Geteiltes Wissen“ in der Schiffsführung - Revolution und Kulturwandel auf der Brücke ?**

**Diethard Kersandt / November 2014**

### **Einführung**

Schiffe müssen wirtschaftlich und sicher zur See fahren ! Zwischen den technischen Möglichkeiten integrierter Navigationssysteme und der kognitiv begrenzten Leistungsfähigkeit der Nautiker treten immer wieder 'Reibungsverluste' auf. Niemand will das ! Dem unbeabsichtigten Trend wurden Versuche zur Anpassung der Bildungsqualität, zur Intensivierung des Trainings und der Spezifizierung von Wissenschaft und Forschung entgegengesetzt. Nicht alle waren erfolgreich. Nach wie vor blieb das Versagen des Menschen eine der Hauptursachen für Katastrophen auf See. Reeder haben versucht, ihre von der Gesellschaft geforderte Verantwortung für das Personal durch Maßnahmen wahrzunehmen, die ihrem Einfluss und ihren Realisierungsmöglichkeiten entsprachen.

Nicht überraschend ist aus dieser Sicht der Versuch, die Fähigkeiten des Menschen an die gegebene Technik und Organisation anzupassen : dazu dienen solche Methoden wie das BRIDGE TEAM TRAINING bzw. das BRIDGE RESOURCE MANAGEMENT als auch der Wechsel der Arbeitsorganisation wie sie u.a. aus Veröffentlichungen aus den Niederlanden bekannt wurden.

Dazu gehören : „Simulating a revolution in bridge work“ und „Function-Based Bridge Management Drives Culture Change at Carnival Corporation“.

“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...*“

Der Verfasser des vorliegenden Beitrages liest diese Schlagzeilen mit großer Vorsicht und Aufmerksamkeit. Ist das „**Function-based bridge management...**“ wirklich... „**a complete culture shock to the dictator-style system used on traditional maritime bridges.**“ / 2 / oder welche Gründe für die euphorischen Schilderungen durch Journalisten haben die Verantwortlichen des Schiffsführungssimulators CSMART in Almere und die der Carnival Corporation, derartige Artikel zu initiieren ?

Aus seiner eigenen Praxis als Nautiker und seinen Erfahrungen als langjähriger Hochschullehrer in Aus- und Fortbildung sowie aus Forschungsarbeiten über die Ursachen menschlichen Versagens in der Schiffsführung konnte ein Diktatorverhalten eines Kapitäns weitgehend nicht festgestellt werden. Stets waren Zusammenarbeit und Arbeitsorganisation bei einer Besetzung der Brücke mit mehreren Offizieren durch eine gute Abstimmung und klare Festlegung der Verantwortung gekennzeichnet. Möglicherweise ist das heute nicht mehr so ?

Der Verfasser versucht, die vorgestellten Inhalte einer kritischen Betrachtung zu unterziehen, da er wie in vielen seiner bisherigen Veröffentlichungen der Überzeugung ist, dass der (nicht neue) Weg nur bedingt richtig ist. 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 der gemeinsame Lösungsansatz in Wissenschaft und Forschung und ein ausbleibende Impuls aus der Praxis.

So aber bleiben Fragen und Zweifel.

1. Stehen wir vor einer wirklich massiven inhaltlichen Veränderung traditioneller Arbeitsweisen, -inhalten und -tätigkeiten auf der Brücke oder haben wir es mit der Reaktion eines Reeders zu tun, der sich auf seine Möglichkeiten und seine Verantwortung für die systematischen Qualitätssteigerung seines Führungspersonals bezieht und ihm 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 Datenmassen mit dem Ziel der weiteren Optimierung der Wissensgewinnung und -anwendung ?
6. Sind sich die Initiatoren darüber bewusst, welche neuen Probleme im und mit den Team entstehen ?

Einige Zitate aus dem Artikel von Monty Mathisen / 2 / :

„The center, which will expand dramatically in 2016 with a new facility, is the product of its Managing Director, Captain Hans Hederstrom, who started it with a handful of employees in 2009, and now trains more than 4,000 officers across nine Carnival brands annually.

„We have a resilient system to handle or manage anything that happens“, said Hederstrom, who hosted Cruise Industry News at CSMART in August.

What started as a study by Hederstrom for Princess and P&O in 2007 has turned into a complete culture change across all of Carnival’s operating brands, replacing the old-school bridge that saw the captain at the front running the entire show.

### *New Culture*

The system preached by Hederstrom dates back to ferry captain Kari Larjo, who was tasked with stopping groundings in Northern Europe decades ago. He brought forth a new *bridge cockpit* concept, mirroring the aviation world with a navigator and a co-navigator – managed by the operations leader and a large or small supporting cast depending on the situation.

'A big part of the key to success,' said Captain Staffan Persson, director of training, 'is that the navigator thinks out loud. That is part of the team’s situational awareness.'

Function-based bridge management may be a complete culture shock to the dictator-style system used on traditional maritime bridges.

'We had it before the ship was delivered, we believe in this layout,' said Hederstrom, of the

airplane-cockpit style setup for the navigators.“ / 2 /

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.

The following functions have been identified:

The Navigator conns the vessel carefully following the previously agreed passage plan.

The Co-navigator is cross checking that the Navigator is following the laid down passage plan and confirms any operational changes suggested by the Navigator.

The Administrator takes care of all other distractions so the navigational team can focus on their tasks without being disturbed.

The Operations Director is the leader behind the navigation team monitoring the overall performance and having a total overview of the operation.” / 1 /

Das traditionelle dienstrangbasierte 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.

Um ein „**Teambewußtsein über die Situation**“ zu realisieren, wird das Prinzip des „lauten Denkens“ eingeführt.

**Durch eine Besprechung wird angestrebt, bei bevorstehenden kritischen Situationen ein gemeinsames Modell aufzustellen und Sicherheitskriterien zu definieren, die man dann kontrollieren soll.**

**ANMERKUNG** Kersandt : In der fach- und zeitgerechten (situationsspezifischen) Umsetzung dieses Zieles liegt der Kern des Problems !

Nach kritischen Operationen sollen diese ausgewertet werden, um daraus zu lernen. Die Einrichtung eines „Sicherheitsnetzes“ verlangt einen hohen, betriebszustandsabhängigen Personaleinsatz auf der Brücke.

## 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 erwartungsgetrieben 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 Model 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 Anzeigeräte 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 Operateur 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 Operateurs aus / 7 /:

- „1. Die maschinelle Sensorik erfasst nur einen Teil des Prozesses, kodiert die Messdaten und erzeugt dabei Lücken.
2. Durch fehlerhafte maschinelle Sensorik entstehen Artefakte, wodurch real nicht Vorhandenes im Prozessführungssystem erscheint.
3. Durch Vorverarbeitungsfunktionen in der maschinellen Sensorik zur Erzeugung von Messdatagrammen (Nachrichten) werden Transformationen (Normierungen, Skalierungen, Kodierungen) der Messdaten vorgenommen, die die Sensordaten weiter verändern.
4. Maschinelle Funktionen im Prozessführungssystem aggregieren die Daten durch meist mathematische und logische Verknüpfungen und fassen so mehrere einfache Daten zu abstrakteren Daten und komplexeren systeminternen Datenstrukturen zusammen.
5. Eine Fokussierung durch maschinelle Funktionen des Prozessführungssystems lenkt und reduziert die Sicht des Operateurs auf einen Ausschnitt des ganzen Prozesses.
6. Maschinelle Funktionen des Prozessführungssystems vereinfachen die Präsentation des Prozesses durch Bildung abstrakter Prozessgrößen, die für die Operateure Bedeutung haben und für diese verständlich sind.
7. Die Präsentation durch maschinelle Funktionen visualisiert auch Nicht-Visuelles mit unklaren Konsequenzen hinsichtlich vorhandener Erfahrungen und mentaler Modellbildungen.
8. Die Informationsaufnahme durch die menschliche Wahrnehmung mit ihren Beschränkungen erfasst nur einen Teil des Präsentierten.
9. Eine Fokussierung durch die menschliche Aufmerksamkeit reduziert den präsentierten Ausschnitt durch selektives Wahrnehmen weiter.
10. Die erfahrungsbasierte Interpretation durch den Menschen versucht die Dekodierung des Wahrgenommenen zur Extraktion von Information, um Systemzustände zu erkennen.
11. Die erfahrungs- und erwartungsbasierte Bewertung durch den Menschen erzeugt Bedeutungen von Systemzuständen.
12. Abstraktion durch den Menschen führt zu einer weiteren Vereinfachung des Wahrgenommenen.“ / 7 /

**12** „Die dargestellten Auslassungen, Artefakte und Verzerrungen der Abbildung des zu überwachen-ten 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 Defor-mationen 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 Aufgabenzuteilung 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 situationspezifische 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 (Strohschneider, 2003.) Das vor sich und anderen einzugestehen, fällt schwer.

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

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

Diese Erscheinungen sind nicht automatisch ausgeschlossen, selbst wenn es sich um eine „**revolution 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 irre-

leitet 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 Ana-

lyse 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 Marginalkonditionierung'" (Detje, 1996, S.97). / 10 /

## Kanalisation 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 Kanalisation der Informationssammlung statt. Man konzentriert sich also auf Teile eines ausgewählten Realitätsausschnittes; Widersprüche und ähnliches werden nicht wahrgenommen. Das geistige Modell bleibt damit aber nur vermeintlicherweise dem gesamten Problembereich angemessen" (Detje, 1996, S.97). / 10 /

## 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 „Übeneralisierung 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, unbekannteren Situationen schwerwiegende Konsequenzen mit sich bringen. Innovation und Flexibilität sind dem "frequency-gambler" Fremdwörter, so dass neuartige Systemeigenschaften gar nicht in Rechnung gestellt werden" (Detje, 1996, S.101; vgl. auch Dörner, 1989, S.240). / 10 /

Der mit dem Training an Simulatoren angestrebte Effekt des Kennenlernens eines Seegebietes, einer Ansteuerung oder 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 eigentliche 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 Anforderun- gen der Umwelt.
3. **„team interaction model“**: Wissen über Rollen, Verantwortlichkeiten und deren Interdependenzen, Wissen über Kommunikationsmuster und -kanäle.
4. **„team model“**: Wissen über das Wissen, die Fähigkeiten, Präferenzen usw. der anderen Teammitglieder.

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

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

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

## EFFEKTE GETEILTER MENTALER MODELLE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## ERWERB GETEILTER MENTALER MODELLE

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

zusammenarbeiten, ihr Aufbau für Gruppen von beschränkter Dauer jedoch zu Effektivitätseinbußen führen könnte.

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

Die existierenden Trainings lassen sich grob in zwei Gruppen einteilen:

das Training individueller mentaler Modelle und das Training geteilter mentaler Modelle (Cannon-Bowers, Salas & Converse, 1993)<sup>12</sup>.

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 IT-Abteilungen untersuchten sie geteiltes Wissen zwischen den IT-Abteilungen und ihren zugehörigen Linienabteilungen (z.B. Einkauf, Produktion usw.) als Determinante des Erfolgs der IT-Abteilung. 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.

**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 Fahrzeugund Prozessführung. Bonn: Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrttechnik (DGLR-Bericht; 2006-02), S. 267-282. Quelle : [dglr2006.pdf](#)
- / 7 / Herczeg, M. : Interaktions- und Kommunikationsversagen in Mensch-Maschine- Systemen als Analyse- und Modellierungskonzept zur Verbesserung sicherheitskritischer Technologien erschienen in: Verlässlichkeit der Mensch-Maschine-Interaktion, Herausgeber: M. Grandt, DGLR-Bericht 2004-03, ISBN 3-932182-36-7, Bonn: Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt, 2004
- / 8 / Hofinger, G. : Fehler und Fallen beim Entscheiden in kritischen Situationen  
In : [entscheideninkrit.situationendenkfehlerhofinge.pdf](#)  
Dieser Text erschien in In: Stefan Strohschneider: Entscheiden in kritischen Situationen. Frankfurt: Verlag für Polizeiwissenschaft, 2003
- / 9 / Hofinger, G. : Fehler und Unfälle  
In : [humanfactorskap3fehlerundunfaellehofinger2008.pdf](#)
- / 10 / Schaub, H. : Störungen und Fehler beim Denken und Problemlösen  
In: [Enz\\_09\\_Schaub.pdf](#)
- / 11 / Hofinger, G. : Fehler und Fallen beim Entscheiden in kritischen Situationen  
In : [entscheideninkrit.situationendenkfehlerhofinge.pdf](#)  
Dieser Text erschien in In: Stefan Strohschneider: Entscheiden in kritischen Situationen. Frankfurt: Verlag für Polizeiwissenschaft, 2003.
- / 12 / Thalemann, S. : Die Rolle geteilten Wissens beim netzbasierten kollaborativen Problemlösen Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Wirtschafts- und Verhaltenswissenschaftlichen Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Brsg., 2004  
In : [http://www.freidok.unifreiburg.de/volltexte/1327/pdf/Dissertation\\_Thalemann.pdf](http://www.freidok.unifreiburg.de/volltexte/1327/pdf/Dissertation_Thalemann.pdf)  
URN: [urn:nbn:de:bsz:25-opus-13273](http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:25-opus-13273)  
URL: <http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/1327/>

