

## SITUATIONSBEWUSSTSEIN UND MENSCHLICHER FEHLER

Dr.Ing.habil. Dipl.-Ing.oec. Kapitän AG Diethard Kersandt

Menschen machen Fehler ! Sie werden in der Führung von Schiffen wieder und immer wieder auftreten, wenn es in der Entwicklung von Brückensystemen keinen grundlegenden Wandel gibt. Die IMO beschreibt in ihrem Papier „ROLE OF HUMAN ELEMENT“ (MSC 88/16/1 vom 20.August 2010) diesen Zustand wie folgt : *„... Decisions based on wrong interpretations of complicated or ambiguous information are usually the result of insufficient training or experience, or bad communications.“*

Fehler werden u.a. verursacht durch *„... inadequate design – poor design of equipment, user controls and interfaces, or work procedures, increases workload, response times, fatigue and stress levels. ...“*

Weiter wird beklagt : *„... mistakes are invisible when they are made – An error is usually only noticed or labelled as such when it has already contributed to catastrophe. ...“*

Diese traditionelle Sicht muss durch eine neue Betrachtungsweise des Problems verändert werden : *„... driven by a number of observations about the way in which the world has changed in recent years....“*

Zwei der angesprochenen Veränderungen werden im Anhang 1 herausgestellt :

*„... Technology is changing too fast for managers and engineers to keep up. This is affecting all parts of the maritime industry, e.g., bridge automation and navigation systems, real-time global tracking and management of vessels by their land-based owners, and high-tech vessel design and operation ...“*

*„... Digital technologies create new kinds of failure and new kinds of accident. The traditional safety engineering approach of using redundancy to minimize risks does not work with (e.g.,) computer systems where redundancy adds complexity and thereby actually increases risk. ...“*

*„...The development of highly complex systems frequently means that no one person understands the whole system or has complete control of it. Furthermore, the circumstances of their use can never be completely specified and the resulting variability of performance is unavoidable. ...“*

Wir kennen die Ursachen seit ca. 40 Jahren. Sie haben sich insbesondere nach der Einführung moderner Informationsverarbeitungstechnologien herausgebildet und heute zu Technikfolgen geführt, die so nicht gewollt und schon gar nicht geplant waren.

Die Grundberührung der „Costa Concordia“ ist der vorläufige Höhepunkt dieser Entwicklung. Ein scheinbar technisches Meisterwerk, das alle Anforderungen an moderne Navigationstechnik zu erfüllen scheint, versagt in dem Moment kläglich, in dem sich menschliche Schwächen offenbaren. Kann Passagieren auf ähnlichen Schiffen zugemutet werden, darauf zu vertrauen, dass Kapitäne und Offiziere gerade auf ihrem Schiff fehlerfrei arbeiten, sich kritischer Situationen bewusst sind oder werden und die richtigen Entscheidungen für ihr Leben treffen ? Oder wird es weiter so sein, dass die Forderung nach „Situationsbewusstsein“ ein leerer Appell bleibt ?

Die Bemühungen von Herstellern zur Erhöhung von Genauigkeit, Zuverlässigkeit, Servicefreundlichkeit und Umfang der Prozessabbildungen haben ihre technischen Grenzen wahrscheinlich noch nicht erreicht. Und so wird man weiter daran arbeiten und immer neue Lösungen vorlegen, die schließlich Reeder und Versicherungen überzeugen. Aber die Signal- und Datenmengen und die dadurch wachsende „scheinbare“ Komplexität

sind vom Menschen kaum noch erfassbar. Sie sind nicht nur die Quelle neuer Ideen, sondern zugleich die Ursache von Fehlentwicklungen. Das ist einer der grundlegenden dialektischen Widersprüche des Lebens : **das Neue erzeugt zugleich die Basis seines eigenen Unterganges; ist Quelle des Fortschritts und Beginn eines qualitativen Neuanfanges.**

Die Anstrengungen von Psychologen, Pädagogen, Forschern, Wissenschaftlern und Praktikern sowie die neuen Formen der Art, des Inhalts und des Umfangs von Simulatortraining (z.B. „shared mental model“) sind in ihrem vollen Umfang kaum noch in menschliche Verhaltensweisen umzusetzen. Die Bemühungen einiger Reeder sind beispielgebend aber nicht mehr ausreichend. Der Mensch fühlt sich immer weniger als Bestandteil des Prozesses, sondern als sein „überforderter“ Anhang. Er schützt sich dadurch, dass er nur noch das wahrnimmt, was ihm nützlich erscheint und was seine Vorstellungen von den Prozessverläufen entspricht. Er befindet sich immer häufiger in Situationen, in denen er die Gefahr für Passagiere / Ladung , Schiff und Umwelt nicht schnell genug und / oder unvollständig bis falsch einzuschätzen in der Lage ist. Der Zustand, in dem sich die Schiffsführung befindet, wird ihm nicht mehr bewusst. Ursächlich dafür ist nicht etwa die Komplexität des Prozesses selbst, sondern der Zeitverlust, der durch Vorgänge der Signalerkennung, der Datenverarbeitung und der Versuche zur Situationsabbildung im Gehirn entsteht. Prozesse der Informationsbewertung, der Herstellung von Zusammenhängen und der Vorhersage der weiteren Prozessentwicklung geraten ins Hintertreffen. Das aber sind Kerninhalte „guter Seemannschaft“. Die Situation wird verfälscht widerspiegelt, ihr Abbild – ob nun richtig oder falsch - ist allerdings die wichtigste Grundlage der Handlungsregulation. Die Leistungsfähigkeit des Menschen bildet eine objektive Grenze und der erste Schritt zu einer sicheren Schiffsführung führt über die Akzeptanz seiner Schwächen und seiner Fehler (s. Abb. 1).

Die SICHERHEIT integrierter, großer, komplexer Prozessführungssysteme mit sich zufällig und dynamisch ändernden Prozesszuständen darf unter diesen Bedingungen und Möglichkeiten nicht ausschließlich dem Menschen überlassen bleiben.

Beim Betrieb von Schiffen, bei der Entwicklung von Navigationssystemen und in der Bildung / Fortbildung ist das „SYSTEMDENKEN“ nicht nur ein methodischer Schritt, sondern die Grundlage der neuen „Philosophie“ einer „verlässlichen“ Schiffsführung.

## **THESEN zum Problem**

**THESE 1** : Die Zustände partieller Prozesse / Aufgaben werden durch die laufend „produzierten“ systemspezifischen Daten abgebildet. Diese Daten haben einen objektiven Charakter und werden dem Nutzer auf verschiedenen Oberflächen technischer Systeme angeboten. Der Mensch ist nicht in der Lage, alle angebotenen Informationen aufzunehmen. Durch die Begrenztheit der menschlichen Wahrnehmung wird nur einen Teil des durch Geräte / Systeme Präsentierten angenommen. Das Abbild der Situation, die mentale Modellbildung, stößt auf Grenzen. Diese Konsequenz wird häufig nicht oder zu wenig beachtet, weil Hersteller in der Regel das Erzeugnis verbessern und es gegenüber anderen Produkten abheben soll.

Die dann folgende Selektion und Bewertung trägt subjektiven Charakter und bildet einen der Hintergründe menschlicher Verhaltens- und Handlungsweisen.

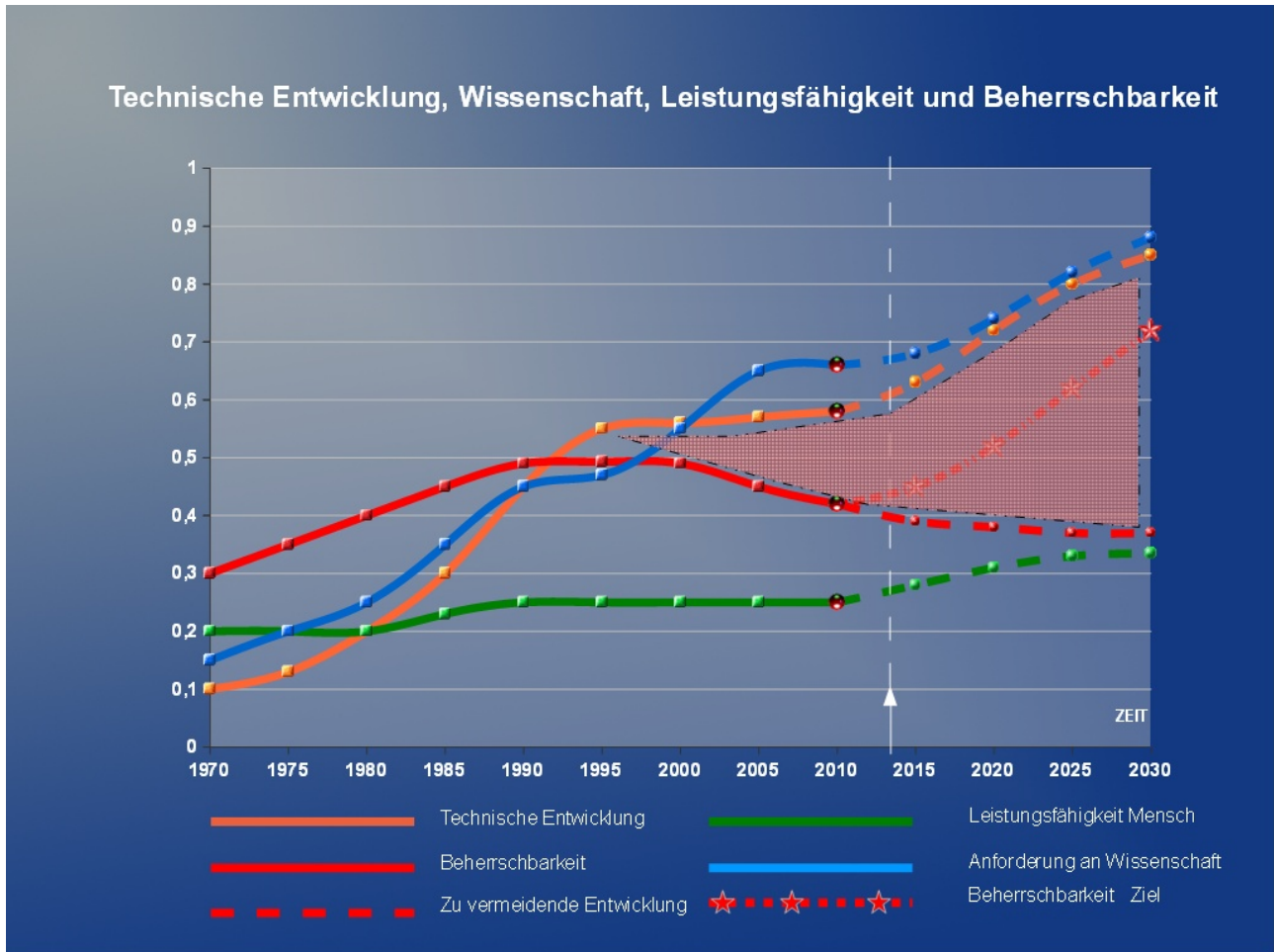


Abb. 1 : Probleme und Ziele technischer Entwicklung und Beherrschbarkeit

**THESE 2** : Aktualität, Verständlichkeit, Struktur, Situationsspezifisch, Aufgabenbezogenheit, Einfachheit, Aussagefähigkeit, Richtigkeit und Beschaffenheit bilden Voraussetzungen für die Güte der Abbildung der widergespiegelten Situation im Gehirn des Nutzers. Sie sind neben den individuellen Voraussetzungen und der mentalen Spezifik des Operators für die Modellbildung verantwortlich.

Die Güte der Abbildung der Realität durch ein mentales Modell bildet eine Voraussetzung für die Richtigkeit und Schnelligkeit von Vergleichsvorgängen zwischen der abgebildeten Situation und den geplanten Zielen einer partiellen Aufgabe der Schiffsführung.

Durch die Interpretation (Bewertung) der Signale bzw. Daten werden systemimmanente objektive Prozesskenngrößen zu subjektiven, handlungsregulierenden qualitativen Zustandsparametern einzelner Prozesse. Die Fokussierung der menschlichen Aufmerksamkeit auf nur einen, in der Regel von ihm ausgewählten Ausschnitt der Wirklichkeit, reduziert den präsentierten Ausschnitt durch selektives Wahrnehmen weiter.

Der Mensch allein ist nicht in der Lage, komplexe, dynamische, zufällig und exponentiell verlaufende Prozesse realitätsnah abzubilden und vor allem : vorherzusehen.

Er "erarbeitet" sich als sein Entscheidungshintergrund Abbilder der Realität, die seinen Wünschen und Hoffnungen, seinen Erwartungen und seinem Wissen entsprechen.

Das ist eine dem Menschen innewohnende Schwäche und zeigt sich bei Fehlhandlungsursachen in auffällig deutlicher Weise..

**THESE 3 :** Durch die Interpretation (Bewertung) der Signale bzw. Daten werden systemimmanente objektive Prozesskenngrößen zu subjektiven, handlungsregulierenden qualitativen Zustandsparametern einzelner Prozesse. Die erfahrungs- und erwartungs-basierte Bewertung durch den Menschen erzeugt Bedeutungen von Systemzuständen, die für das Situationsbewußtsein nachhaltige Wirkungen haben. Wertungen geschehen auf der Basis von Soll-Ist-Vergleichen, deren Differenzen die Handlungen regulieren. Werden die Systemzustände nur lückenhaft in ihrer Bedeutung erfasst, beharrt der Mensch trotzdem auf seiner erwarteten Bewertung. Treffen Informationen ein, die die Anfangsdiagnose nicht unterstützen, wird in der Regel nicht die Diagnose korrigiert, sondern die Informationen werden verworfen.

**THESE 4 :** Es dauert lange oder geschieht oft gar nicht, dass sich Abbild / Modell und Wirklichkeit gleichen. Mensch und Maschine bilden die Wirklichkeit unterschiedlich ab. Eine dritte Dimension kommt hinzu, wenn das aktuelle subjektive Modell der Realität mit den eigenen Vorstellungen über Sicherheit und Gefahr verglichen wird. Dieser Vergleich, die Größe der Differenz zwischen geplantem Zustand bzw. Zielstellung und Aktualität aber sind verantwortlich für Entscheidungsfindung und Handlungsregulation, für die Art, die Größe und die Zeit von Prozess-Steuerungsmaßnahmen an adäquaten Prozesseingriffspunkten. Das möglichst realitätsnahe „innere Modell“ einer Situation oder einer Situationsfolge bestimmt Art und Zeitpunkt von Handlungen (-->Handlungsregulation --> Prozesseingriffe).

Unvollständige, ungenaue oder falsche Modelle entstehen im Ergebnis von Mängeln in der Informationsverarbeitung. Objektiv nicht vorhandene, falsch oder fehlerhaft verarbeitete Informationen führen zu Fehlhandlungen. Fehlhandlungen sind situationsunangemessene, zeitlich und örtlich ungeeignete Hand-lungsweisen, mit denen das vorgegebene und angestrebte operative Ziel entgegen der Absicht nicht erreicht werden kann. Die ungeeignet Handlungsweise ist dem Nutzer im Moment der Ausführung nicht bewußt.

**THESE 5 :** In einem Bereich nahezu linearen Gefahrenanstieges ist die Verletzung der Qualität „guter Seemannschaft“ kaum wahrnehmbar. Die Entdeckung von Gefahren für die Aufgabenerfüllung wird durch kognitive Abläufe bestimmt. Nicht in das Modell hinein-passende Zustände bleiben bewußt unberücksichtigt. Der Nutzer ist nicht bereit, seinen Handlungsplan schnell zu ändern, selbst wenn die Bedingungen es erfordern würden. Unterstützung des aktuellen Situationsbewusstseins und die daraus resultierende nachfolgende Handlungsregulation sind Schwerpunkte von Assistenzsystemen in der Schiffsführung. Sie greifen auf den Informationsbestand in einem integrierten Navigationssystem zurück, strukturieren und bewerten ihn und sagen die weitere Prozesszustandsentwicklung in einem handlungsrelevanten Zeitraum voraus.

### **Auswirkungen von Informationsverarbeitungsmängeln auf die Handlungsregulation**

- keine sorgfältige Situationsanalyse als Voraussetzung für die Planung und Ausführung von Maßnahmen und für Einschätzungen zukünftiger Entwicklungen
- Kette „Situationsanalyse - Handlung - schnelle (!) Rückkopplung – Situationsanalyse - Handlung“ als elementares Instrumentarium der Schiffsführung unterbrochen
- Bedingungen werden „gut geredet“ oder verworfen, das Modell aber nicht angetastet, weil die Mühe des Aufbaus eines neuen Modells die Bequemlichkeit des Verweilens beim alten Modell nicht überwinden kann (Wünsche und

- Hoffnungen stark ausgeprägt)
- Realität einschließlich ihres weiteren Verlaufes wird nur sehr bedingt objektiv eingeschätzt : nur die Informationen werden angenommen und verarbeitet, die in das konstruierte Modell hineinpassen
- Bestätigung des eigenen Tuns und des soeben konstruierten Modells der Situation sind bestimmend
- Ablehnung der „schlechten“ Informationen, weil nach Bestätigung der eigenen Auffassung gesucht wird; die Vertrautheit mit dem Fehler wächst
- Problemraum wird falsch beschrieben und zieht verhängnisvolle Ausweitung der Gefahr nach sich
- Mut zur Handlungskorrektur verliert sich mit dem Grad der Faszination des Handelnden bezüglich der einsetzenden Wirkungsfolgen der von ihm eingeleiteten Vorgänge
- Dynamik der Veränderungen unterdrückt Zweifel, verstärkt Hoffnungen und Erwartungen; Korrekturen werden kaum angebracht.
- Veränderung der Situationsbedingungen führt bei Anwendung einer automatisierten Strategie zu einer völligen Verfehlung des Ziels
- für den Ersatz einer inadäquaten automatisierten Strategie durch eine situationsangepasste andere Strategie bedarf es eines aufwendigen kognitiven Prozesses (Verarbeitung der Feedbackinformationen, Reproduktion bekannter Regelsätze, Auswahl eines situationsgerechten Regelsatzes, u. U. weitere Anpassung der ausgewählten Strategie an die Situation).

## Schlussfolgerungen

Nur wenn sich der Mensch der Gefahr bewusst ist und ihre augenblickliche Höhe mit prozessspezifischen Qualitätsmerkmalen vergleichen kann, werden zeitgerechte Impulse für die entsprechenden Handlungen ausgelöst.

Angesichts der Tatsache, dass sich der Umfang der Signal- bzw. Daten- und Informationsmenge wahrscheinlich nicht reduzieren lässt, um den Prozess weiter schnell und exakt zu beschreiben, muss der Schwerpunkt der Lösungen auf die Situationsanalyse mit Zustandsbewertung gelegt werden.

Dazu ist es erforderlich :

1. die Aufgabenstruktur der Schiffsführung zu definieren und Prozessparameter zu finden, mit deren Hilfe Qualitätsmerkmale berechnet werden können
2. Prozesszustandsbereiche festzulegen, in denen sich die augenblickliche Höhe der Gefahr jeder partiellen Aufgabe abbilden lässt
3. die Ursachen für die Bewertung der Höhe der Gefahren zu analysieren
4. eine Vorhersage der partiellen Gefahrenentwicklung für die nächsten Minuten zu geben
5. erste Handlungsempfehlungen abzuleiten

Von besonderer Bedeutung für die Herausbildung eines „situativen Bewusstseins“ ist die Beantwortung der Frage, in welchem „Betriebsbereich“ sich jede der partiellen Schiffsführungsaufgaben befinden.

Dazu werden definiert (vergl. Abb. 2) :

- „GRÜNER BEREICH“ : Bereich, in dem Aktionen zum Verbleib oder zur Rückkehr zur „guten Seemannschaft“ führen.
- „GELBER BEREICH“ : Bereich, in dem mit besonderer Achtung / Aufmerksamkeit operiert werden muss.
- „ROTER BEREICH“ : Bereich, aus dem man mit einer letzten Aktion eine wirksame Zustandsverbesserung herbeiführen kann.
- „SCHWARZER BEREICH“ : Bereich, in dem ein Zwischenfall nicht mehr vermieden werden kann.

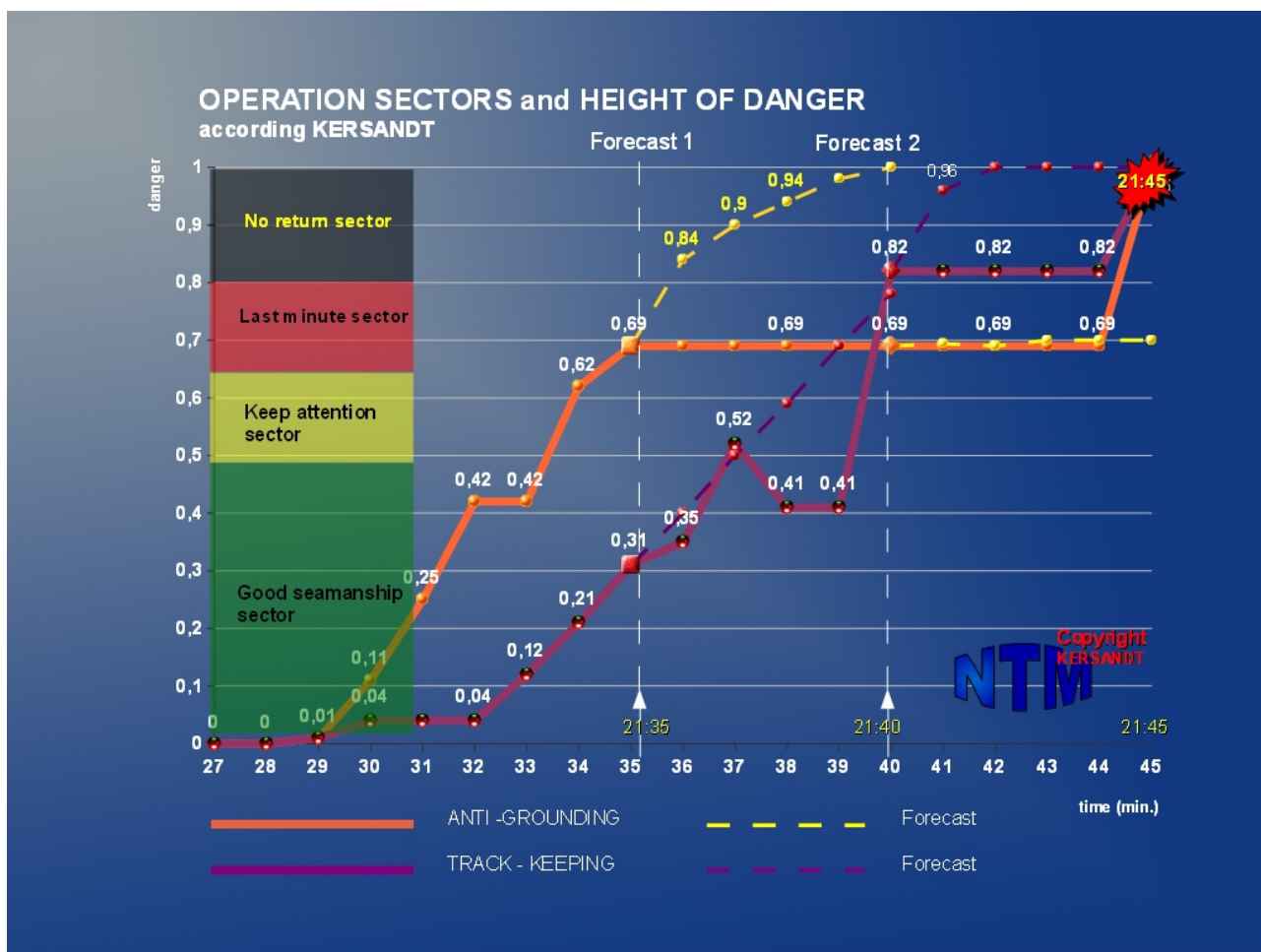


Abb. 2 : Betriebsbereiche und aktuelle Gefahrenzustände mit zwei Vorhersagepunkten für die partiellen Prozesse „track-keeping“ und „anti-grounding“ der „Costa Concordia“

Die Situationsanalyse des „**NAUTICAL TASK MANAGEMENT ASSISTANT**“ (NTM) lautete um 21:35 Uhr :

- AKTUELLE Höhe der GEFAHR im partiellen Prozess „Anti-grounding“ : 0,69  
Betriebsbereich „ROT“(last minute sector)
- AKTUELLE Höhe der GEFAHR im partiellen Prozess „Track-keeping“ : 0,31  
Betriebsbereich „GRUEN“ (good seamanship sector)

Die Situationsanalyse des „**NAUTICAL TASK MANAGEMENT ASSISTANT**“ (NTM) lautete um 21:40 Uhr :

AKTUELLE Höhe der GEFAHR im partiellen Prozess „Anti-grounding“ : 0,69  
Betriebsbereich „ROT“(last minute sector)

AKTUELLE Höhe der GEFAHR im partiellen Prozess „Track-keeping“ : 0,82  
Betriebsbereich „SCHWARZ“ (no return sector)

URSACHEN : Verfügbares Gebiet zum Manövrieren viel zu klein, gefährliche Bahnabweichung, gefährlich hohe Geschwindigkeit (max. : 4,9 Kn)

EMPFEHLUNG : Sofort auf die geplante Bahn zurück !

VORHERSAGE : Der „no return sector“ ist bei Track-keeping“ bereits erreicht !  
Der Eintritt der max. Gefahr sehr wahrscheinlich.  
(Kommentar : Der Seeunfall trat 4 Minuten später ein.)

Der Vergleich zwischen der aktuellen Situationsanalyse und dem tatsächlichen Verlauf der Gefahr in den beiden partiellen Prozessen ergibt sich wie folgt (Abb. 3 bis 6) :

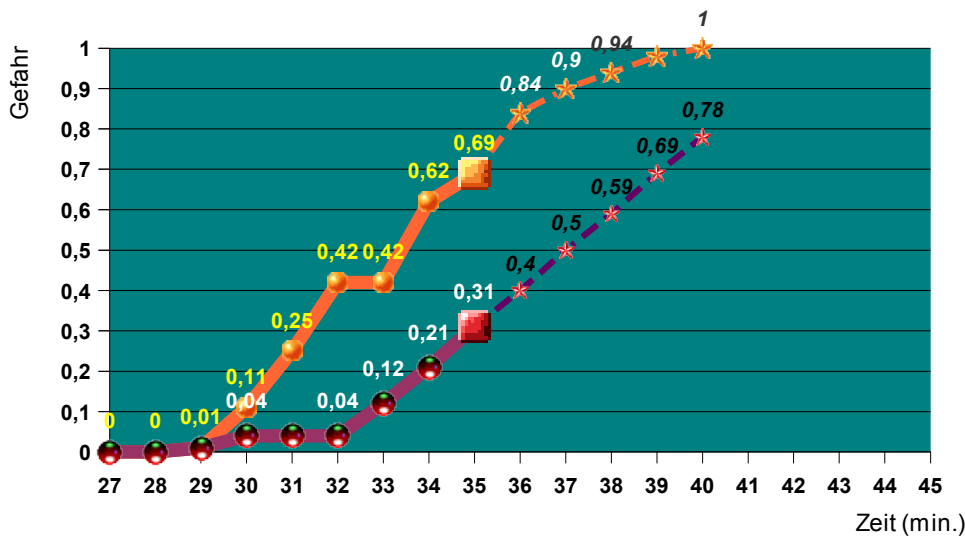


Abb. 3 : Gefahrenverlauf ab 21:27 Uhr, Situationsanalyse um 21:35 Uhr und Vorhersage bis 21:40 Uhr

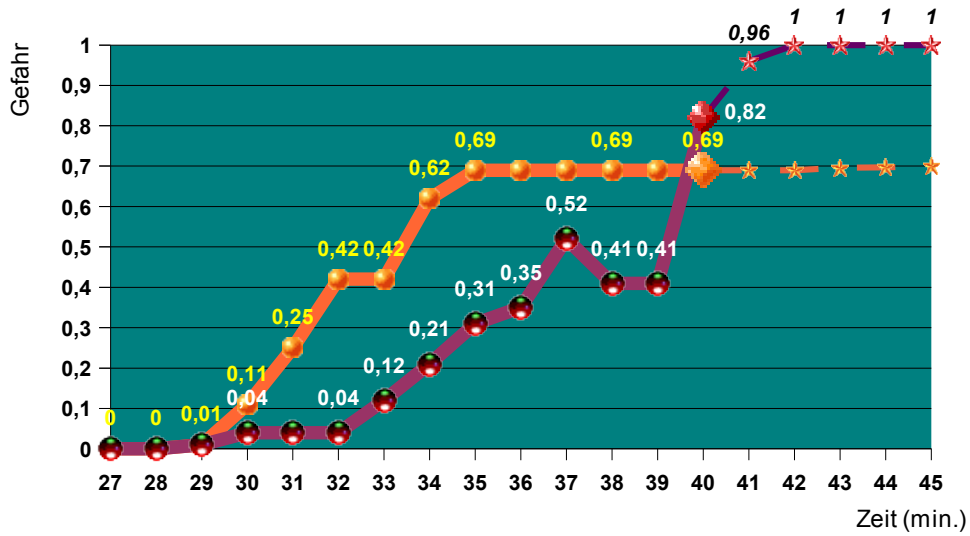


Abb. 4 : Gefahrenverlauf ab 21:27 Uhr, Situationsanalyse um 21:40 Uhr und Vorhersage bis 21:45 Uhr

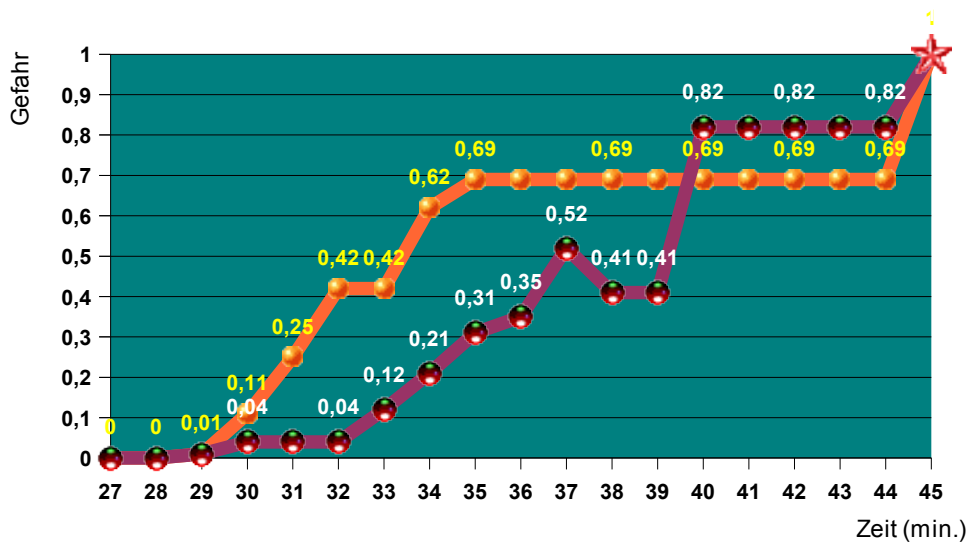


Abb. 5 : Gefahrenverlauf ab 21:27 Uhr bis zur Grundberührung um 21:45 Uhr



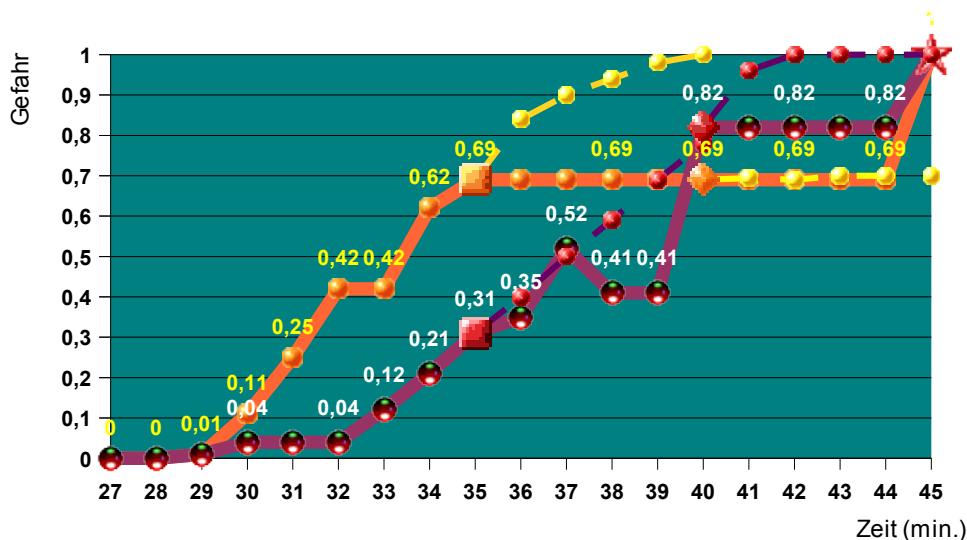


Abb. 6 : Gefahrenverlauf ab 21:27 Uhr, Situationsanalysen um 21:35 Uhr und 21:40 Uhr mit Vorhersagen im Vergleich zum tatsächlichen Gefahrenverlauf bis zur Grundberührung um 21:45 Uhr

Wenn Kapitäne und Schiffsoffiziere in die Lage versetzt werden, aus dem vorhandenen Datenbestand ein Zustandsbewertung geliefert zu bekommen, die auf dem Wissen von Experten aufbaut und unabhängig von der menschlichen „Befindlichkeit“ zu arbeiten in der Lage ist, ist ein erster und wichtiger Schritt auf dem Wege zu ganzheitlichen, aufgabenorientierten und verlässlichen Prozess-Steuerungssystemen getan.

Betrachtet man die Entwicklungen und Anforderungen nach Abb. 1, ist deutlich die Gefahr einer sich „öffnenden Schere“ zwischen technischer Entwicklung und Beherrschbarkeit zu erkennen. Da die Grenzen der Leistungsfähigkeit des Menschen in den aktuellen Schiffsführungssystemen bereits nahezu erreicht sind, führen neue und qualitativ bessere Lösungen mit nachhaltigen Wirkungen hauptsächlich über die Forschung und Wissenschaft.

Die wissenschaftliche Disziplin „Schiffsführung“ muss deshalb in Lehre und Praxis sorgfältig analysiert und mit anforderungsgerechten Inhalten und fachlichen Zielen versehen werden.