

# **Risikomanagement bei komplexen sozio-technischen Systemen**

---

## Themen

---

- 1) **Das Umfeld**
- 2) **Der Faktor Mensch**
- 3) **HFM (Human Factors Management)**
- 4) **ETTO (Efficiency-Thoroughness-Trade-Off)**
- 5) **COCKPIT 3.0**

## Das Umfeld: Risikomanagement

---

- ❖ **Risikomanagement ist seit KonTraG (Gesetz zur Kontrolle und Transparenz im Unternehmensbereich; 1. Mai 1998) und BilMoG (Bilanzrechtsmodernisierungsgesetz; 29. Mai 2009) fester Bestandteil in deutschen Unternehmen.**
  
- ❖ **Entwicklung im Ausland ähnlich: COSO ERM wurde mit section 404 des Sarbanes/Oxley Act (»SOx 404«) 2002 zur festen Größe bei amerikanischen Unternehmen und international ist jetzt ISO 31000 das Benchmark (DIN wird die Norm nicht für Deutschland übernehmen)**
  
- ❖ **Kernelemente:**
  - **Risikobeurteilung (Identifikation, Analyse & Bewertung)**
  - **Risikobewältigung**
  - **Überwachung, Überprüfung und Dokumentation**

## Umfeld: Managementenerfolg und menschliche Faktoren

---

- ❖ **Der Erfolg des Unternehmens hängt wesentlich vom Umgang mit dem »Produktions«faktor Mensch ab:**
  - mit einer unzufriedenen Belegschaft gibt es keine zufriedenen Kunden
  - Fehlende Führungskompetenzen sind ein Risiko für das Unternehmen
  
- ❖ **Der Mensch (Human Factors) ist (sind) an vielen Stellen ein Risikofaktor :**
  - Schnittstellen (Mensch-Mensch oder Mensch-Technik/Technik-Mensch) sind besonders anfällig.
  - Komplexe Systeme benötigen ein komplexes Human Factors Management!
  - Risikomanagement und Human Factors Management müssen maßgeschneidert sein.



**Addressing human factors is at the core of risk!**

## Der Faktor Mensch im Risikomanagement

---

Um den »Faktor Mensch« richtig zu erfassen helfen Analyse und Klassifikation



Das Human Factors Analysis and Classification System (»HFACS«) identifiziert die menschlichen Ursachen [eines Unfalls] und stellt Werkzeuge für deren Untersuchung und für Trainings- und Verhütungsansätze.

HFACS basiert auf dem »Schweizer Käse«-Modell menschlichen Irrtums mit vier Ebenen aktiver Fehler und latenten Versagens:

- ☛ Unsichere Handlungen (Irrtümer (Wissen, Entscheidungen) & Verstöße)
- ☛ Voraussetzungen für unsichere Handlungen (Umwelt, Mitarbeiter)
- ☛ Unsichere Überwachung
- ☛ Organisatorische Einflüsse (Ressourcen, Klima, Geschäftsprozess)

## Der Faktor Mensch: HFACS

---

**HFACS wurde entwickelt, als Untersuchungen ergaben, dass der vorrangige Grund für 80 % der Flugunfälle der US Navy und Marine menschliches Versagen war!**

**Nach heutigen Schätzungen beruhen zwischen 90 % und 95 % der Unfälle und Zwischenfälle in der Luftfahrt auf dem Faktor Mensch.**

- **Die FAA hat daher mit ihrer Anordnung 9550.8 (human factors policy) festgelegt, dass der Faktor Mensch systematisch in ... alle FAA Vorgänge und Aktivitäten, die mit ... Systemabläufen und -prozessen zusammenhängen, integriert wird.**

## Der Faktor Mensch: Bedeutung

---

Bei der Bewertung von Systemen und Prozessen wird das Augenmerk üblicherweise nur auf die Betriebsmittel, wie Hardware, Software und sonstige Ausrüstung, gelegt. Die komplexe socio-technische Natur und die Endnutzer moderner Systeme bleiben unbeachtet – aber beide sind äußerst wichtig, ja ausschlaggebend:

→ **Ein System kann in einer Testumgebung perfekt funktionieren, aber versagen, sobald der Faktor Mensch relevant wird!**

Was wird hierbei als Faktor Mensch bewertet? ← menschliche Fähigkeiten, Grenzen und kulturelle Vorurteile  
← dabei sind Wahrnehmungsdefizite und psychologische Vorurteile einzubeziehen

In ganz verschiedenen Bereichen – wie z.B. Atomkraftwerken, Luftfahrt, Raumfahrt und Medizin – wurde als Ursache oder zumindest Mitursache für Katastrophen und Unfälle immer wieder der Faktor Mensch identifiziert:

Was menschliches Versagen genannt wird, gehört zum normalen Spektrum menschlichen Handelns!

Kritische Industrien wie die genannten benötigen daher ein »**Human Factors Management**« (HFM)!

## HFM: Human Reliability Analysis

---

Die Anwendung von HFACS ist in komplexen Situationen unerlässlich. Menschliche Leistung kann durch viele Umstände beeinflusst werden, z.B.: Alter, Gesundheit, Geistesverfassung, Emotionen, Wahrnehmungsverzerrungen!

- ← Ist der Mensch ein wesentlicher Teil in einem großen socio-technischen System, ist der Grad seiner Zuverlässigkeit entscheidend
- ← Human Reliability Analysis (»HRA«) ist bei allen komplexe Systeme erforderlich – zwei Ansätze für HRA:
  - 1) Probability risk assessment (»PRA«)
  - 2) Kognitive kontroll-basierte Techniken

Probability risk assessment Methoden:

- ← Technique for human error rate prediction (»THERP«)
- ← Accident Sequence Evaluation Program (»ASEP«)
- ← Simplified Human Error Analysis Code (»SHEAN«)



## HFM: Resilience Engineering

---

Neuere Ansätze wie resilience engineering (Fehlertoleranz-Steuerung) behandeln nicht nur menschliches Versagen, sondern auch die positiven Rollen der Menschen in komplexen System. Erfolg und Versagen werden als die zwei Seiten einer Medaille (human performance variability) gesehen.

Ein einfaches und zugleich leistungsfähiges Prinzip, um zugleich positive und negative Ergebnisse menschlichen Verhaltens zu erklären, ist das Efficiency-Thoroughness Trade-Off-Principle – abgekürzt:

**ETTO**

- ← Der Mensch passt sich in seinem Verhalten an die vorgefundenen Bedingungen an – üblicherweise indem er Gründlichkeit für Effizienz opfert (wegen Zeit-, Ressourcen-, Informationsmangel, Belastungsstau etc.) .
- ← Die Fähigkeit der Menschen, ihre Arbeitleistung gegenseitig anzupassen, ist ein häufiger Grund für das Funktionieren von Abläufen (und manchmal ist die Unfähigkeit zur Anpassung die Ursache dafür, warum Abläufe nicht funktionieren).

**Konzept: Sicherheit (Risikofreiheit) kann nicht allein durch Beseitigen von Risiken und Versagensgründen erreicht werden!**

## ETTO (Hollnagel, Eric; The ETTO Principle)

- **In (komplexen) sozio-technischen Systemen kann das Umfeld nicht vollständig erfasst werden. Der Mensch dient als Puffer und wird grundsätzlich Kompromisse im Sinne von ETTO eingehen (trade-off thoroughness for efficiency).**
- **In der Regel wird die Zahl der Erfolge die des Scheiterns übersteigen (selbst bei einer Fehlerwahrscheinlichkeit von  $10^{-4}$  gibt es 9.999 Erfolge pro Mißerfolg)!**
- **Universalerklärungen wie Murphy's law (wenn es mehrere Ansätze zur Lösung einer Aufgabe gibt, und einer davon in die Katastrophe führt, wird jemand diesen wählen) sind verlockend, aber falsch.**
- **Die Effizienz von HAFCS, HRA or PRA, selbst die der Risikobewertung beruht üblicherweise auf Vereinfachung (einer Form des ETTO).**
  - ← **Eine schnelle (einfache aber unvollständige) Erklärung ist besser als keine: ... etwas bekanntes ... beruhigt und überzeugt ... gibt ein Gefühl der Stärke ... [während] das Unbekannte ... Gefahr, Unbehagen ... [Nietzsche (zitiert nach Hollnagel, S.10)].**

## Die ETT0 Regeln [Beispiele unvollständig, (Hollnagel, Eric; ebd. S. 35, 36)]

- It looks fine. → so there is no need to do anything and an action can be skipped!
- It is not really important. → there is really no need to do anything!
- **It is normally OK.** → there is no need to check, it always works out even if it looks suspicious in the beginning!
- It is good enough for now. → passing minimal requirements!
- **It will be checked later by someone else.** → the test/procedure can be skipped!
- **It has been checked earlier by someone else.** → the test/procedure can be skipped!
- There is no time (or resources) to do it now. → so postpone it and do it later (if not forgotten by then)!
- I cannot remember how to do it. (and I cannot be bothered to look it up)!
- **It looks like a Y so it probably is a Y.**
- **We always do it in this way here.** → so there is no reason to worry that the procedures say something else!
- If you don't say anything, I won't either. ← typically a rule has been bent!
- **I'm not an expert on this, so I will let you decide.** → deferring to the knowledge and experience of another person  
← very popular in decisions taken by groups (board of directors)!

## ETTO: Nutzen und Anwendung

---

- ☛ Wenn ein Risiko Realität wird (ein Unfall passiert), sollte untersucht werden, was unter normalen Bedingungen hätte abaufen sollen und welche Kompromisse dabei dafür sorgen, dass der Ablauf üblicherweise ohne Unfall abläuft!
- ☛ **Das ETTO Prinzip ermöglicht ein besseres Verständnis von dem, was Menschen machen oder machen könnten!**

Riskobeurteilung → die entscheidende Frage ist:

**How will the process-owner etto?**

Verkehrstelematik: wenn Autofahren in zunehmendem Maße nicht mehr auf die Fahrfunktion beschränkt ist, erhöht sich die Bedeutung der Cockpit-Ergonomie für das Fahrerlebnis ☛ **die Cockpit-Ergonomie ist der einfachste Teil der Übung!**

## ETTO im COCKPIT 3.0

---

- ❖ Fahrerassistenzsysteme werden zum wichtigsten Kommunikationselement zwischen Nutzer und Umwelt!
  - ➔ Welche Kompromisse zwischen Effizienz und Sicherheit werden die Nutzer eingehen?
- ❖ (Auto-)mobile Breitband-Datenversorgungstechnologien – Wie verändert Konnektivität von Mensch und Fahrzeug die Mobilität der Zukunft?
  - ➔ Welche Kompromisse zwischen Effizienz und Sicherheit werden die Nutzer eingehen?
- ❖ Smartphones – ein verlängerter Arm im Fahrzeug – technische Herausforderungen und Grenzen!
  - ➔ Welche Kompromisse zwischen Effizienz und Sicherheit werden die Nutzer eingehen?
- ❖ Standardisierung, ITS und Sicherheit

## ETTO – Was tun?

---

### ❖ Welche Kompromisse zwischen Effizienz und Sicherheit werden die Nutzer eingehen?



- Prozesse vereinfachen
- Schnittstellen standardisieren (wo unerlässlich, Schritte zur Bestätigung und zum Nachfassen einbauen)
- Kulturelle Unterschiede berücksichtigen (Kultur der Ehre am Beispiel Harlan, Kentucky: bleibt über 200/300 Jahre erhalten – University of Michigan: Verhalten von Südstaatlern nach Beleidigung; Flugzeugabstürze und kulturelle Dimensionen – Hofstede's power distance index PDI)\*
- Wie wird der Nutzer das ETTO vollziehen?
  - ✓ welche Abkürzung wird genommen?
  - ✓ welche Regel wird vernachlässigt?
  - ✓ Test am »embedded customer«?

\* Malcom Gladwell, Überflieger

## ETTO in der Plenardiskussion

---

- ❖ Welche Entwicklungen sind zukunftsweisend?
  - ❖ Modularer Aufbau
  - ❖ Selbständige Annexfunktion
  - ❖ Proprietäre Funktion
- ❖ How will the system user etto?

**Warum? Produkthaftungsdiskussionen werden das Thema früher oder später aufgreifen!**

---

## Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

---

This copyright material may be forwarded en bloc to third parties provided reference to the autor is made!

**Dr. Frank Herdmann**

---

Gluckweg 10 | 12247 Berlin  
fon: +49 30 771 90 321  
fax: +49 30 771 90 322  
cell: +49 172 301 91 24  
e-mail: [auxilium@herdmann.de](mailto:auxilium@herdmann.de)  
internet: [www.herdmann.de](http://www.herdmann.de)