Forschungsnetzwerk für
Verkehrspilotenausbildung (FHP)

c/o Prof. Dr.-Ing. Gerhard Faber
Technische Universität Darmstadt
Institut für Nachrichtentechnik
Merckstraße 25, D-64283 Darmstadt
Telefon: + 49-6151-16 21306
Sekretariat: + 49-6151-16 22381
Gerhard.Faber@nt.tu-darmstadt.de
gerdfaber@aol.com
www.fhp-aviation.com

Exposé zum 23. FHP- Symposium

Multiples Versagen elementarer Sicherheits-Grundsätze im Luftverkehr - Was können Piloten kompensieren?

Selten führt eine einzelne Ursache zu einem Unfall. Meist ist es eine Verkettung verschiedener Umstände sowie das zeitliche Zusammentreffen mehrerer Ereignisse, die dazu führen. Die moderne Unfall-Forschung unterscheidet hierbei zwischen äußeren Faktoren/Ereignissen (sogenannte „Threats“) und Fehlern von am Prozess beteiligter Personen (sogenannte „Errors“).

Errors können in diesem Zusammenhang sowohl die Ausführung ungeeigneter/falscher Aktionen (sogenannte „Errors of Commission“) und/oder die Nicht-Ausführung geeigneter/richtiger Aktionen (sogenannte „Errors of Omission“) sein.

Wenn die Kausalkette der „Threats” und/oder “Errors“ nicht gestoppt wird, kann es zu einem sogenannten „Undesired Aircraft State“ (UAS - nicht-gewünschter Zustand des Flugzeugs) führen – welcher letztendlich in einem Vorfall/Unfall enden kann.

Um die Kausalkette zu stoppen, müssen die *Threats* and *Errors* gehandhabt werden (im Englischen als „managed“ bezeichnet). Das Ganze wird unter dem Konzept des „Threat and Error Management“ (TEM)-Modell zusammengefasst (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1 – TEM Modell

Die Internationale Zivilluftfahrtbehörde (ICAO) –definiert TEM wie folgt:

The Threat and Error Management (TEM) framework is a conceptual model that assists in understanding, from an operational perspective, the inter-relationship between safety and human performance in dynamic and challenging operational contexts.[1][

[1] Übersetzung:Das Rahmenwerk für das *Threat and Error Management* (TEM) ist ein konzeptionelles Modell, das das Verständnis der Wechselbeziehung zwischen Sicherheit und menschlicher Leistung in dynamischen und herausfordernden operationellen Kontexten aus einer betrieblichen Perspektive unterstützt.]

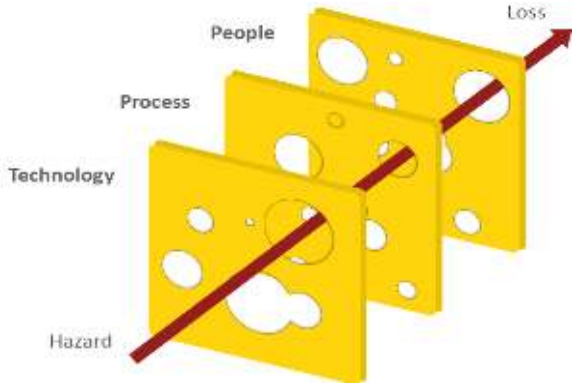

Abbildung 2 – Schweizer-Käse-Modell nach J. Reasons

Im Zusammenhang von TEM hilft das Schweizer-Käse-Modell von James Reason die „Management-Aspekte“ des TEM zu verstehen (Abb. 2). Die Käsescheiben symbolisieren verschiedene Ebenen/Personen, die die Kausalkette (bildhaft hier als roter Strahl dargestellt) unterbrechen können. Bei zu wenigen zu löchrigen Käsescheiben wird es kaum möglich sein, den roten Strahl von einer zur anderen Seite aufzuhalten.

Einige Flugbetriebe (z.B. United Airlines oder Lufthansa) kombinieren das „generische“ TEM-Modell mit dem Schweizer-Käse-Modell. Dadurch ergibt sich ein umfassenderes TEM-Modell, in dem die Fehlerkette mit etwaigen Gegenmaßnahmen (Barrieren und/oder Management der *Threats/Errors/UAS*) verzahnt sind (Abb. 3 -4).Nur bei zahlreichen nicht zu löchrigen Käsescheiben wird sich die Kausalkette nicht bis zum *Incident* (Vorfall) fortsetzen können.

Abbildung 3 – United Airlines TEM Modell– Convergent Performance

Abbildung 4 – Lufthansa TEM-Modell

United Airlines sieht für die Management-Aspekte innerhalb des TEM-Modells drei zentrale Funktionen – *Prepare – Repair – Recover*[2]. Lufthansa listet in ihrem Modell ebenfalls drei zentrale Funktionen, benennt diese aber konkret als *Threat Management – Error Management – UAS Management*.

Unabhängig von den Bezeichnungen nehmen die Piloten hierbei eine besondere Rolle ein. Piloten sind, mehr als alle anderen Beteiligten Personen/Systeme, unmittelbar mit den obigen Management-

[2] *(Vorbereiten – Reparieren - Wiederherstellen).*

Aufgaben innerhalb des TEM betraut. Um diesen Aufgaben jedoch gerecht werden zu können, muss das Gesamtsystem auch hierfür ausgelegt sein.

- Piloten brauchen die (Kenntnisse und Fertigkeiten), um adäquat auf *Threats* reagieren zu können. Dazu gehört auch der Umgang mit eigenen *Errors* und im Extremfall eines UAS einen sicheren Flugzustand wiederherstellen zu können.

- Flugzeugsysteme müssen hierfür richtig konzipiert sein, um eine sinnvolle Nahtstelle zu den Piloten gewährleisten

- Operationelle Strukturen, angefangen bei den Flugbetrieben bis hin zu den regulativen Rahmenbedingungen, müssen so gestaltet sein, dass die Piloten ihre Threat- und Error-Management Aufgaben ausführen können.

Einige Entwicklungen (z.B. höhere Ebenen der Automation, digitale Vernetzung, Globalisierung) der letzten Jahre haben zu einer deutlich höheren Dynamik und Komplexität im System Luftfahrt geführt. Die *hull losses* der jüngeren Vergangenheit lassen Schwachstellen vom Design, der Entwicklung und dem Bau von Verkehrsflugzeugen bis zum Linienbetrieb erkennen. Die Löcher in den Käsescheiben sind nicht nur größer und zahlreicher geworden, sondern verschieben sich hochfrequent

Für die Betrachtung einzelner Faktoren ist ein kurzer Blick auf die Kausalketten Verkehrsflugzeug und Verkehrspilot sinnvoll:

Kausalkette Verkehrsflugzeug: *Idee > Planung > Design > Entwicklung verschiedener Alternativen > Auswahl nach technischen / ökonomischen Kriterien (Hardware und Software) > Bau eines Prototypen > Erprobungen / Tests > Beteiligung von Fluggesellschaften / Piloten > Entwicklung zur Serienreife > technische Dokumentation > Zulassung > Produktion > Endkontrollen > Entwicklung von Trainingsmaterial, Simulatoren > Einweisung von Trainingspersonal > Schulung von Verkehrspiloten > Verbesserungen nach Feedback im Linienbetrieb (Hardware, Software)*

Kausalkette Verkehrspiloten: *Auswahltests > Medical > Schulung > Prüfungen > Lizenzerteilung > Musterberechtigung > Lizenz- und Medical-Verlängerungen > Fort- und Weiterbildung > Weiterbildung CPT > Sonderfunktionen (Check-, Trainingskapitän) > Verbesserungen nach Feedback etc.*

Daraus ergeben sich einige Fragen:

- Welcher Stellenwert wird Flugsicherheit (*Safety*) und Luftsicherheit (*Security*) bei der Planung und Entwicklung von Verkehrsflugzeugen beigemessen?
- Welchen Einfluss haben wirtschaftliche Aspekte - existiert ein Primat der Ökonomie?
- Welche Qualifikationen haben die Mitarbeiter aller Bereiche eines Herstellers von Verkehrsflugzeigen?
- Wie steht es um Organisationsentwicklung des Betriebes sowie der Aus-, Fort- und Weiterbildung dieser Mitarbeiter?
- Nach welchen Kriterien wird bei mehreren ähnlichen Konzepten in der Planung eine Auswahl getroffen?
- Welche Rolle spielt der Zeitfaktor bei immer kürzeren Innovationszyklen technischer Systeme?

- Welche Erprobungszeiten sind vorgesehen und wie gründlich erfolgen Tests der Prototypen?
- Wie erfolgt die Zulassung? Sind die Zulassungsbehörden personell und fachlich in der Lage, hochkomplexe technische Hybridsysteme wie Verkehrsflugzeuge hinreichend zu überprüfen? Sind Verwaltungsbeamte, die nicht in die Planung und Entwicklung einbezogen waren, hinreichend qualifiziert?
- Welche Rolle kommt den Fluggesellschaften und (Linien-)Piloten bei der Konzeption neuer Verkehrsflugzeuge zu?
- Welche Zugangsvoraussetzungen bestehen für Verkehrspiloten?
- Wer bildet Verkehrsflugzeugführer aus?
- Wie erfolgt die Finanzierung der Theorie- und Praxisausbildung?
- Wie wird das Type Rating erworben, wer übernimmt die Kosten?
- Wer bestimmt die Lerngebiete und wie werden die Lerninhalte ausgewählt?
- Wer hat Prüfungskompetenz?

Für Piloten wird es zunehmend schwieriger, ein adäquates TEM zu betreiben. Die Automatisierung – oft als Allheilmittel propagiert – hat bisher nicht den gewünschten Erfolg gebracht und wird dies auf absehbare Zeit auch nicht tun (siehe Ergebnisse vergangener FHP Symposien).

Eine zentrale Frage, die sich stellt, ist, wie aus diesem komplexen Dilemma ein konstruktiver Weg vorwärts entstehen kann. Bei der heute nahezu unüberschaubaren Menge möglicher *Threats and Errors* muss einem Perspektivwechsel wie ihn Erik Hollnagel in seinem Ansatz „Safety I and Safety II" [3] propagiert, mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden: „Stärken stärken und Schwächen schwächen".

In der störungsarmen und anregenden Umgebung von Juist wollen wir ganz konsequent den Blickwinkel wechseln und anstelle der offensichtlich massiven und bereits vielerorts diskutierten Herausforderungen in Sachen „Sicherheit in der Luftfahrt" analysieren, was momentan tatsächlich funktioniert und somit mögliche weitere Vorfälle und Unfälle verhindert.

Was ist also gegenwärtig ***best practices in good airmanship***? Können diese Qualifikationsmerkmale, diese impliziten Wissensanteile, in Trainingsmaterialien eingearbeitet werden? Kann man sie lehren und prüfen oder lernt man sie nur durch mehrjährige Erfahrung?

Was **können Piloten aktuell** kompensieren und **was könnten sie**, bei optimalem Einsatz aller Ressourcen?

Wir freuen uns auf ein spannendes Symposium!

FHP-Vorstand

[3] Erik Hollnagel (2014). *Safety-I and Safety II – The Past and Future of Safety Management*. Ashgate, Boca Raton, FL, USA.