

# Der Mensch im Mittelpunkt – Cockpitgestaltung im Zeitalter der Automatisierung

Dr.-Ing. Peter M. Lenhart, Dozent für Mensch-Maschine-Interaktion am Zentrum für Aviatik der ZHAW

Die Luftfahrt ist ein sehr sicheres Transportmittel. So wurde 2012 mit einer Unfallrate von 2.1 pro einer Million Flüge ein neuer historischer Tiefstand im kommerziellen Luftverkehr erreicht (IATA, 2014). Kommt es jedoch zu einem Unfall (*accident*) oder Zwischenfall (*incident*), dann sind diese immer auf eine Verkettung verschiedener Ursachen zurückzuführen. Diese Ursachen lassen sich in der Zivilluftfahrt vier Kategorien zuordnen: Menschlichem Handeln (*human factors*, HUM), technische Störungen (*technical*, TEC), Umwelteinflüsse (*environmental*, ENV) und schließlich Mängel innerhalb der Flugbetriebsorganisation (*organisational*, ORG). Bei neun von zehn schweren Unfällen sind Fehler der Cockpitbesatzung das letzte und damit entscheidende Glied in der Fehlerkette (IATA, 2003).

In vier von fünf Fällen handeln oder entscheiden Piloten falsch, weil sie die Situation falsch einschätzen (Endsley, 1997). Im Englischen spricht man vom *loss of situation awareness*, also dem Verlust des Situationsbewusstseins. In den 1990er Jahren dominierte der *Controlled Flight Into Terrain* (CFIT) die Unfallstatistiken der kommerziellen Luftfahrt. Dabei führt der Verlust des räumlichen Situationsbewusstseins in Verbindung mit Navigationsfehlern zur Kollision mit dem Gelände. Die Einführung einer einfachen zweidimensionalen Abbildung des Geländes auf dem Navigationsbildschirm hat diese Unfallursache beseitigt (Lenhart, 2006).

Heute bedeutet ein *loss of situation awareness* vor allem einen *loss of mode awareness* gleichbedeutend mit einem *loss of system awareness*. Diese Kontrollverlust kann vor allem in hochautomatisierten Mensch-Maschine-Systemen auftreten. Die Automatik ändert selbständig aufgrund bestimmter Ereignisse den Betriebsmodus einzelner Bordsysteme wie etwa der Flugsteuerung. Der Besatzung entgeht diese Änderung. Ab diesem Zeitpunkt stimmt das mentale Modell nicht mehr mit dem tatsächlichen Systemzustand überein. Damit ist der Besatzung die Grundlage entzogen, adäquat zu handeln oder zu entscheiden.

Der Absturz von Air France Flug AF 447 am 1. Juni 2009 ist ein tragisches Beispiel (BEA, 2012). Die Besatzung war innerhalb von vier Minuten mit 25 gravierenden Warnmeldungen und entsprechenden Systemausfällen konfrontiert. Der Autopilot und die automatische Schubregelung schalteten sich selbständig ab (*automatic disconnect*). Aufgrund einer unzureichenden Darstellung der Vielzahl an Meldungen gelang es den Piloten nicht in der verbleibenden Zeit die eigentliche Ursache zu identifizieren, nämlich eine Vereisung der Staurohre. Sie hatten damit auch keine Chance angemessen zu handeln und das Flugzeug nach dem Ausfall des Autopiloten von Hand zu stabilisieren.

Dieser Unfall zeigt auch die Grenzen der Automatisierung auf. Grundsätzlich gilt: Der Luftverkehr hat den Charakter eines offenen Systems. Ereignisse sind nur begrenzt planbar. Jederzeit muss mit nicht vorhersehbaren Störungen der Prozessabläufe gerechnet werden. Demgegenüber agiert jedes technische System, unabhängig von seinem Automatisierungsgrad, grundsätzlich regelbasiert nach bestimmten Wenn-Dann-Schemata. Auf Wirkzusammenhänge, die in diesem Schema nicht erfasst sind, kann ein solches System nicht angemessen reagieren. Im Gegensatz hierzu zeichnet sich menschliches

Handeln durch Vielseitigkeit, Anpassungsfähigkeit, und Kreativität aus. Logische Induktion, Analogieschlüsse und heuristische Annahmen erlauben es dem Menschen, auch mit noch nie dagewesenen Situationen fertig zu werden (Kraiss, 1991). Der Mensch spielt für die Robustheit des Gesamtsystems also eine vitale Rolle. Es gilt der Grundsatz:

*"competent and skilled human operators in control of technology in an autonomous environment."* (Hancke, 1992)

Der Mensch wird auch in Zukunft die Verantwortung tragen. Ein allgemeingültiges Rezept, wie die Aufgaben zwischen Mensch und Maschine verteilt werden sollen, gibt es jedoch nicht. Vielmehr müssen solche Fragen bereits während der Entwicklung durch Experimente mit Probanden geklärt werden. *Rapid Prototyping* wird also in Zukunft noch wichtiger. Am Zentrum für Aviatik (ZAV) der Zürcher Fachhochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) befindet sich dazu ein Mensch-Maschine-Labor im Aufbau. Neben einem Cockpitsimulator (Bild 1) wird das Labor auch über eine frei konfigurierbare Bodenstation für unbemannte Fluggeräte verfügen (Bild 2).



**Bild 1: Cockpitsimulator**



**Bild 2: RPAS Bodenstation und fliegender Versuchsträger**

- BEA (2012). *Final Report on the accident on 1st June 2009 to the Airbus A330-203 registered F-GZCP operated by Air France flight AF 447 Rio de Janeiro - Paris*. Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile (BEA), Paris.
- Endsley, M. R. (1997). Situation Awareness: The Future of Aviation Systems. In *Saab 60th Anniversary Symposium, Linköping, 08.09.97*.
- Hancke, T. (1992). *The Design of Human-Machine-Systems*, Imperial College of Science, Technology and Medicine, London.
- IATA (2003). *Safety Report 2002* (Ref. No. 9049-03). Montreal: International Air Transport Association. ISBN 92-9195-085-8.
- IATA (2014). *Safety Report 2013* (50th Edition). Montreal: International Air Transport Association. ISBN 978-92-9252-349-7.
- Kraiss, K. F. (1991). *Anthropotechnik in der Fahrzeug- und Prozeßführung*, Vorlesungskript, RWTH Aachen
- Lenhart, P. M. (2006). *Räumliche Darstellung von Flugführungsinformationen in Head-Mounted Displays*. Stuttgart: Ergonomia Verlag. ISBN: 978-3-935089-88-3.

**Autor**

Dr.-Ing. Peter M. Lenhart      ZHAW Zürcher Fachhochschule für Angewandte  
Wissenschaften  
Zentrum für Aviatik

**Kontakt:** peter.lenhart@zhaw.ch