

Verfahren: Dilemma zwischen Anwender (Pilot) und Hersteller

Schriftliche Ausarbeitung des mündlichen Vortrages September 2016

Max Scheck

Einleitung

Um ein Flugzeug sicher und optimal zu fliegen, reicht es nicht aus, dass die Piloten die Systeme des Flugzeugs kennen und verstehen. Es müssen zusätzlich die Bedienung und der Einsatz dieser Systeme über adäquate Verfahren möglichst optimal in den Flugablauf integriert werden.

Dies ist vergleichbar mit dem Autofahren. Ein guter Autofahrer kennt nicht nur die Systeme seines Autos, sondern weiß auch wie, wo und wann die jeweiligen Systeme (z.B. ein Tempomat) sinnvoll genutzt werden sollten.

Die obige Erkenntnis ist nicht neu. Um ein optimales Zusammenspiel zwischen Systemen und Verfahren zu gewährleisten veröffentlichen die Hersteller von Flugzeugen ein Betriebshandbuch [→ „Bedienungsanleitung“ – im Englischen *Operations-Manual* (OM)] und die Betreiber (Luftfahrtunternehmen) veröffentlichen ein Flugbetriebshandbuch (→ „Verfahrensanleitung“ – im Englischen *Flight-Operations-Manual* (FOM)). Im FOM wird die „Bedienung“ gemäß der operationellen Umstände in bestimmten Verfahren umgesetzt.

Bis vor wenigen Jahren unterhielten die meisten Luftfahrtunternehmen eigene Abteilungen zur Entwicklung und Pflege der FOMs. Die Verfahren waren hierbei auf die jeweilige Flugbetriebskultur, Unternehmens-Philosophie/-Prinzipien, Bedürfnisse des Flugbetriebs, sowie den operationellen Erfahrungen des Unternehmens ausgerichtet.

In den letzten Jahren ist allerdings zunehmend der Trend zu beobachten, dass Luftfahrtunternehmen keine eigenen FOMs mehr erstellen. Stattdessen veröffentlichen die Hersteller nicht nur die OMs, sondern zusätzlich auch die FOMs.

Die Gründe für diese Entwicklung sind sowohl operationeller, wirtschaftlicher als auch rechtlicher Natur. Ich werde im weiteren Verlauf dieser Ausarbeitung noch darauf eingehen. Unabhängig von diesen Gründen, ergeben sich jedoch einige Fragen bezüglich dieser Entwicklung:

Haben Hersteller das notwendige operationelle Knowhow um FOMs zu erstellen?

Bilden die FOMs von Herstellern adäquat das jeweilige fliegerische Umfeld individueller Luftfahrtunternehmen ab (insbesondere auch im Hinblick auf

zunehmende Komplexität)?

Funktionieren Regelkreise (z.B. Feedback der Linienpiloten) in einem System in welchem die Hersteller die Verfahren vorgeben?

Wird die alltägliche Arbeit von Linienpiloten in dem Prozess der Verfahrensentwicklung ausreichend berücksichtigt?

In der folgenden Ausarbeitung versuche ich darzustellen warum die obigen Fragen wichtig sind. Hierzu werden die Grundlagen, gesetzlichen Vorgaben und praktische Umsetzung von Verfahren betrachtet - danach potentielle Probleme aufgezeigt und zuletzt auf mögliche Ansätze, wie Verfahren unter den sich ändernden Bedingungen entwickelt werden könnten, eingegangen. Die Beantwortung der obigen Fragen ist dann die Aufgabe zukünftiger Untersuchungen.

Übersicht

	Seite
Einleitung	1
Einschränkungen	4
Definitionen	4
1. Verfahren	6
1.1. Grundlagen	6
1.2. Gesetzliche Vorgaben	7
1.3. Praktische Umsetzung	8
1.4. Potentielle Probleme	13
2. Mögliche Ansätze	15
3. Zusammenfassung und Ausblick	17
Bibliographie	19

Einschränkungen

Die Aussagen/Erkenntnisse dieser Ausarbeitung sind das Ergebnis diverser Arbeitstagungen der Arbeitsgruppe *Qualification and Training* der Vereinigung Cockpit. Die Mitglieder dieser Arbeitsgruppe sind Piloten diverser deutscher Luftfahrtunternehmen mit, zum Teil, erheblicher Flugerfahrung (über 15,000 Flugstunden), sowie Erfahrung als Ausbilder/Prüfer. Eine eigene Untersuchung zu der Thematik „Hersteller-Verfahren“ fand, meines Wissens nach, noch nicht statt.

Der Fokus dieser Arbeit liegt auf der kommerziellen Luftfahrt und hier insbesondere auf dem Linienflugbetrieb. Militärische und andere zivile Luftfahrt (z.B. Privat- oder Geschäftsfliegerei) wurden generell nicht betrachtet. Einige der Aussagen bezüglich Verfahren sind sicherlich auch auf diese Bereiche der Luftfahrt übertragbar, jedoch gibt es fundamentale Unterschiede, auf welche ich nicht näher eingegangen bin.

Definitionen

Airmanship – The consistent use of good judgment and well-developed knowledge, skills and attitudes to accomplish flight objectives (Jenkins, 2012)

(Übersetzung: Die konsequente Nutzung guten Urteilsvermögens und gut-entwickelten Wissens, von Fertigkeiten und Einstellungen um fliegerische Ziele zu erreichen)

Crew Resource Management (CRM) – (früher *Cockpit Resource Management*) – optimale Nutzung aller (auch „nicht-technischer“) Ressourcen. Fokus liegt auf Kooperation, situativer Aufmerksamkeit, Führungsverhalten und Entscheidungsfindung sowie der zugehörigen Kommunikation. (Wikipedia, 2016)

Disziplin (*Discipline*) - Stetiges und eigenkontrolliertes Verhalten, das einen Ordnungszustand aufrechterhält oder schafft, indem es Anstrengungen aufwendet, die den vorherrschenden individuellen oder äußeren Ablenkungen von einer einzuhaltenden Zielvorgabe entgegenwirken. (Wikipedia, 2016)

Fähigkeit (*Capability*) - Vermögen etwas zu tun. Individuen haben Fähigkeiten, ebenso werden Gruppen oder Gesellschaften Fähigkeiten zugeschrieben. Fähigkeiten sind im Gegensatz zu Fertigkeiten angeboren oder durch äußere Umstände bestimmt und müssen demnach nicht erworben werden. Viele Fähigkeiten können durch Training verbessert werden. (Wikipedia, 2016)

Fertigkeiten (*Skills*) – Fertigkeiten bezeichnen im Allgemeinen einen erlernten oder erworbenen Anteil des Verhaltens. Der Begriff der Fertigkeit grenzt sich damit vom Begriff der Fähigkeit ab, die als Voraussetzung für die Realisierung einer Fertigkeit betrachtet wird. (Wikipedia, 2016)

Flugführungssystem (*Flight Management System* – FMS) - elektronische Hilfsmittel für die Flugsteuerung und Flugnavigation. FMS vereinfachen die laterale Navigation, bieten die Möglichkeit zur Programmierung vertikaler Profile. Piloten können damit auch während des Fluges Planungen und Optimierungen durchführen. Moderne Flight Management Systeme verbinden die Navigation mit der Flugsteuerung und dem Autopiloten. (Wikipedia, 2016)

Multi-Crew Pilot Licence (MPL) - neben der *Commercial Pilot Licence* (CPL) und der *Air Transport Pilot Licence* (ATPL) eine weitere Berufspilotenlizenz. Sie wurde 2006 von der ICAO eingeführt; zeitgleich dazu wurden in Zusammenarbeit der *Joint Aviation Authorities* (JAA) und *European Civil Aviation Conference* (ECAC) europäische Richtlinien erarbeitet. Die theoretische Phase gleicht der der ATPL, und die praktischen Phasen sind im Vergleich zu den anderen beiden Lizenzen stärker auf die Tätigkeit in einem 2-Mann-Cockpit ausgerichtet. Somit können die Flugschüler von Anfang an zielgerichteter auf den Linienbetrieb vorbereitet werden. (Wikipedia, 2016)

Proficiency (In-Übung-Sein) – Qualifikation durch adäquate physische und intellektuelle Fähigkeiten/Fertigkeiten (Wikipedia, 2015).

1. Verfahren

Wie ich in der Einleitung bereits erwähnt habe, reicht es für einen sicheren und effizienten Betrieb eines Flugzeugs nicht aus, dass die Piloten lediglich die Systeme des Flugzeugs kennen und beherrschen – es müssen darüber hinaus sinnvolle Verfahren entwickelt werden, über welche die Piloten die Systeme optimal, unter Berücksichtigung der operationellen Umstände (z.B. operatives Umfeld, rechtliche Rahmenbedingungen, Firmenkultur, Firmenphilosophie, Personalkörper), einsetzen.

In den 1960er und -70er Jahren nahm das Verkehrsaufkommen in der zivilen Verkehrsfluffahrt stark zu. Gleichzeitig stieg die Systemkomplexität [sowohl seitens der Flugzeugsysteme (z.B. Strahltriebwerke, Automatisierung, Flugführungssysteme (*flight management systems* - FMS), als auch bezüglich der Prozess-Komplexität (zunehmende Integration der Prozess-Abläufe – z.B. Einbindung der Piloten in Abfertigungskonzepte)] signifikant.

Folgen des Wachstums und der zunehmenden Komplexität waren ein Anstieg an operationellen Vorfällen und Unfällen. Um diesem Trend entgegenzuwirken wurde sehr viel Forschung betrieben. Erkenntnisse aus diesen Forschungen, sowie den Untersuchungen obiger Vorfälle/Unfälle, führten zu einer deutlichen Entwicklung in Bereichen wie Ergonomie oder *Human Factors* (z.B. *Crew Resource Management* - CRM). Bezüglich Verfahren wurde in den 1980er und -90er Jahren relativ viel geforscht [z.B. Wiener (1980), (1994), Degani & Wiener (1991), (1998)]. Im Zuge dieser Forschung wurden bestimmte Grundlagen im Bereich Cockpit-Verfahren erarbeitet.

1.1. Grundlagen

Degani und Wiener kamen durch ihre Untersuchungen zu dem Ergebnis, dass in einem hochkomplexen System (z.B. einem modernen Airliner-Cockpit) die Verfahren (*procedures*) ein entscheidendes Bindeglied zwischen operationeller Philosophie (*philosophy*), operationellen Grundsätzen (*policies*) und den tatsächlich auszuführenden Aufgaben (*tasks*) sind (siehe Abbildung 1).

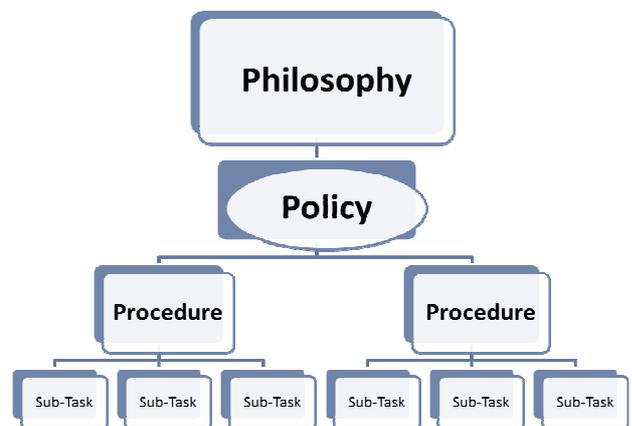


Abbildung 1 – The Three Ps – Degani/Wiener (1994)

Philosophy – Policy - Procedures (von Degani und Wiener auch „*the three Ps*“ genannt) bilden den Rahmen in welchem sich ein Flugbetrieb bewegen sollte. Eine solide Ausbildung sorgt für das nötige Systemverständnis, als auch für die nötigen

Systemkenntnisse, sowie für die nötigen Fähigkeiten (*Capabilities*) und Fertigkeiten (*Skills*), Aufgaben (*Tasks*) sicher und effizient durchführen zu können.

Um dieses Zusammenspiel zwischen den drei Ps, sowie den sich daraus ergebenden Aufgaben zu gewährleisten, müssen die folgenden Fragen beantwortet werden:

- Was ist die Aufgabe?
- Wann soll die Aufgabe durchgeführt werden?
- Wer soll die Aufgabe durchführen?
- Wie soll die Aufgabe durchgeführt werden?
- In welcher Sequenz sollen welche Aktionen durchgeführt werden?
- Welche Rückkopplung (Feedback) gibt es?

Die Regulierungsbehörden erkannten die Notwendigkeit von strukturierten Verfahren und erließen entsprechende gesetzliche Vorgaben.

1.2. Gesetzliche Vorgaben

In Deutschland steht hierzu in der Betriebsordnung für Luftfahrtgerät (LuftBO) unter § 37 (Flugbetriebshandbuch):

- (1) Der Unternehmer hat als Dienstanweisung und Arbeitsunterlage für das Flugbetriebspersonal ein Flugbetriebshandbuch zu erstellen und auf dem neuesten Stand zu halten.
- (2) Das Flugbetriebshandbuch muss alle für die sichere Durchführung und Überwachung des Flugbetriebs erforderlichen Angaben enthalten.

In Bezug auf die Inhalte wird auf europäischer Ebene in EC No 859/2008 OPS 1.1040 (I) noch zusätzlich auf die Form der OMs/FOMs eingegangen:

„An operator must ensure that the contents...are presented in a form in which they can be used without difficulty. The design...shall observe human factors principles.“

Die praktische Umsetzung (und Beantwortung der Fragen aus 1.1. oben) dieser Vorgaben lag dabei Anfangs der 1980er Jahre noch vorwiegend in den Händen großer Flugbetriebe (außerhalb der USA größtenteils „Staats-Airlines“), welche in einem eher stark regulierten Umfeld agierten und nicht in dem heutigen Maße ökonomischen Zwängen ausgesetzt waren.

1.3. Praktische Umsetzung

Firmenspezifische Philosophien und Konzepte spiegeln sich im System-Design und den Verfahren wider. Die einzelnen Flugbetriebe entwickelten eigene Verfahren und passten hierzu gegebenenfalls auch die Hardware an. Solche Hardware-Modifikationen waren hierbei nicht nur auf „Service-Komponenten“ (z.B. Passagiersitze, Kabinenlayout) begrenzt, sondern konnten durchaus auch Cockpit-Systeme betreffen.

Ein Beispiel hierfür ist die Schalterkonfiguration. Während Boeing die Kippschalter grundsätzlich so anbringt, dass „nach vorne“ (physisch gesehen ist diese Schalterposition eher „unten“) AN ist (siehe Abbildung 2), sind bei Airbus Flugzeugen Schalter in der Position „oben“ AN (siehe Abbildung 3).



Abbildung 2 - Boeing 737 Overhead Panel – Schalter „nach vorne“ an – diese Stellung ist aber „physisch“ eher „unten“(flightsim.com)



Abbildung 3 - Airbus A320 Overhead Panel – Schalter „nach oben“ an (flightsim.com)

Die Verantwortlichen der Deutschen Lufthansa waren der Meinung, dass ergonomisch die Airbus-Philosophie („nach oben AN“) sinnvoller sei und bauten auf allen Lufthansa Boeing Flugzeugen (auch aus Gründen einer flottenübergreifenden Standardisierung) alle Schalter entsprechend um (siehe Abbildung 4).

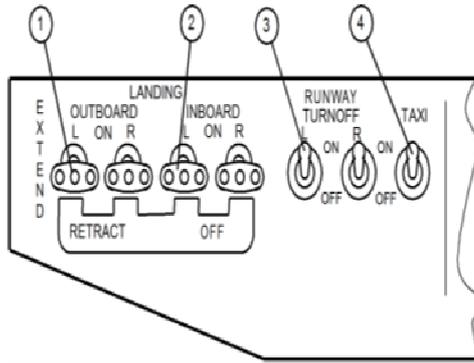


Abbildung 4 - Lufthansa B737 Overhead Panel Schalter „nach oben“ an

DLH B737 Airplane Operations Manual 1986

Es entwickelten sich über die Jahrzehnte in den einzelnen Flugbetrieben, zum Teil, recht unterschiedliche Verfahren. Wie bereits mehrfach erwähnt, spiegelten diese Verfahren die Philosophien, Prinzipien und Grundsätze (siehe „drei Ps“ oben) der jeweiligen Flugbetriebe wider.

Untersuchungen bezüglich der tatsächlichen, praktischen Umsetzung der Verfahren Ende der 1980er Jahre zeigten allerdings, dass Flugbetriebspersonal manchmal von den Verfahren abwich.

Degani et.al. erweiterten ob dieser Erkenntnis die drei Ps (*Philosophies, Policies, Procedures*) dann in 1990er Jahren um ein viertes P – *Practices* (praktische Umsetzung). Sie erkannten, dass ein Einhalten (*conform*) oder Abweichen (*deviate*) von Verfahren seitens der Besatzungen (siehe Abbildung 5) stark von einigen Faktoren abhängt.

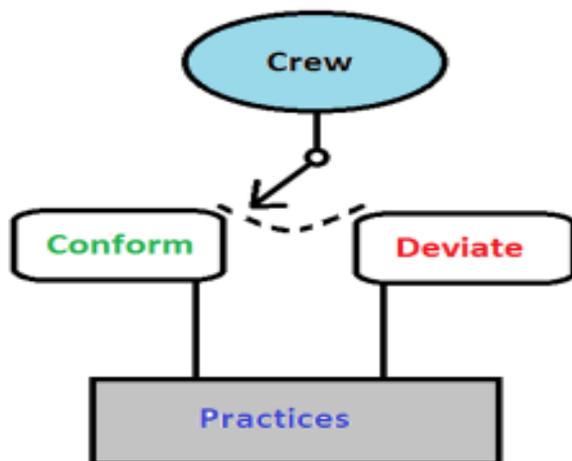


Abbildung 5 - „Deviate vs. Conform „Switch“ - Wiener (1994)

Einige dieser Faktoren sind:

- Ausbildungs-/Trainingsstandards

- Tatsächlicher Ausbildungs-/Trainingsstand des Personals (Vertrautheit mit Verfahren)
- Hintergrundwissen bezüglich Philosophien/Prinzipien
- Persönliche Identifikation mit den Philosophien/Prinzipien
- Persönliche (subjektive) Einschätzung der Sinnhaftigkeit der Verfahren
- Rahmenbedingungen (Sind Verfahren in der Praxis überhaupt umsetzbar?)

Idealerweise werden Verfahren von den Besatzungen nicht nur „ausgeführt“, sondern „gelebt“. Dies setzt aber voraus, dass die obigen Faktoren möglichst optimal abgedeckt sind – was wiederum mit einigem Aufwand (nicht zuletzt Kosten) verbunden ist.

Die obigen Faktoren haben sich in den letzten Jahren zum Teil dramatisch verändert. Im Zuge einer zunehmenden Liberalisierung der Zivilluftfahrt (De-Regulation in den USA seit Ende der 1970er Jahren – in Europa seit den 1990er Jahren), sowie zunehmender Globalisierung, sind viele ehemalige Staatsairlines privatisiert worden. Außerdem sind viele neue Airlines gegründet worden – vor allem im Bereich sogenannter „*low-cost airlines*“ (z.B. Southwest Airlines, Jet Blue, RyanAir, EasyJet).

Diese Entwicklungen wirkten sich auf alle der obigen Faktoren aus. Insbesondere der deutlich verschärfte Wettbewerb, und damit verbundene Kostendruck, führte zu einigen Kürzungen bei der Aus-, Fort- und Weiterbildung von Piloten.

Viele Airlines kamen und gingen, was zu einer deutlich höheren Fluktuation der Piloten innerhalb und zwischen den Flugbetrieben führte. Über die Jahrzehnte gewachsene Strukturen änderten sich abrupt und dramatisch. Hintergrundwissen ging dabei öfters verloren und somit auch Wissen bezüglich der Sinnhaftigkeit bestimmter Verfahren (→ ***warum bestimmte Dinge in einer bestimmten Weise durchgeführt werden sollen***). Eine persönliche Identifikation seitens des Personals (insbesondere auch den Piloten) mit bestehenden und/oder sich entwickelnden Philosophien/Prinzipien der Flugbetriebe wurde deutlich schwieriger.

Des Weiteren wurden die Personalkörper deutlich „multikultureller“ - sowohl vom tatsächlichen kulturellen Hintergrund her (Öffnung der Märkte führte verstärkt zu multinationalen Cockpits), als auch aus „fliegerisch kultureller“ Sicht (früher hatten die meisten Verkehrsflugzeugführer entweder einen militärischen Hintergrund, oder kamen von einer der wenigen großen Pilotenakademien, mit weitestgehend ähnlichen Konzepten/Philosophien) – seit ca. 15 Jahren gibt es ein deutlich größeres Spektrum an Ausbildungskonzepten und eine größere Vielzahl an Flugschulen.

Gleichzeitig gab es Entwicklungen in den Flugzeugsystemen (z.B. Glass Cockpit, Fly-by-Wire, Flight Management Systems), sowie der Ausbildung/Didaktik [verstärkter Einsatz von synthetischen Trainingsgeräten (z.B. Flugsimulatoren, computer-basiertem Training, virtual reality), online-training, just-in-time training]. Auch auf die Lizenzierung wirkte sich die Entwicklung aus – die *Multi-Crew-Pilot Licence* entstand als komplett neue Form der Verkehrspilotenlizenz.

Im Zuge all dieser Entwicklungen, sowie parallel dazu durchgeführten Forschungsprojekten, kristallisierten sich durchaus einige „best practices“ heraus, welche in entsprechenden Verfahren auch umgesetzt wurden. So wurde, zum Beispiel, *crew-resource management* (CRM) als signifikant wichtig erkannt und in Aus-, Fort- und Weiterbildung integriert. Ein weiteres Beispiel ist die Erkenntnis, dass Piloten ein ausgeprägtes situatives Bewusstsein – insbesondere, was den Flug-, Energie- und Systemzustand (i.S.v. Grad der aktuell vorliegenden Automation) des Flugzeugs anbelangt – haben müssen.

Nicht immer ist jedoch klar zu entscheiden, was „richtig“ (bzw. „besser“) oder „falsch“ (bzw. „schlechter“) ist. Insbesondere durch die extrem angestiegene Systemkomplexität (sowohl Flugzeugsystemseitig, als auch bezüglich dem Gesamtsystem Zivilluftfahrt) ist es nicht immer einfach zu sagen, ob ein bestimmtes Verfahren „besser“ oder „schlechter“ als ein anderes ist.

Auch wird seitens der Hersteller hier nicht unbedingt an einem Strang gezogen. Verdeutlicht wird dies, zum Beispiel, durch fehlende Standardisierung in Systembezeichnungen. So finden sich für, mehr oder weniger gleiche Systeme, je nach Hersteller verschiedene Bezeichnungen (siehe Abbildung 6).

Flugzeugtyp	Flight Guidance Control Panel	Display Select Panel	Indication System Display
Boeing 777	Mode Control Panel (MCP)	Display Select Panel (DSP)	Engine Indicating and Crew Alerting System (EICAS)
MD-11	Flight Control Panel (FCP)	EFIS Control Panel (ECP)	Caution, Advisory and Warning System (CAWS)
Airbus 320	Flight Control Unit (FCU)	EFIS Control Panel (ECP)	Electronic Centralized Aircraft Monitoring (ECAM) System

Abbildung 6: Unterschiedliche Bezeichnungen für die (mehr oder weniger) gleichen Systeme
Lutah/Swah (2013)

All die oben erwähnten Entwicklungen haben die Entwicklung von Verfahren, das Schulen der Besatzungen bezüglich dieser Verfahren, sowie die praktische Umsetzung selbiger deutlich komplexer gemacht.

Wie ich in der Einleitung erwähnt habe, kommt nun seit einigen Jahren noch zusätzlich hinzu, dass die Flugbetriebe verstärkt keine eigenen Verfahren mehr entwickeln (oder pflegen) – stattdessen wird dazu übergegangen diese Arbeit den Flugzeugherstellern zu überlassen.

Die Gründe für diese Entwicklung sind sowohl operationeller, wirtschaftlicher, als auch rechtlicher Natur:

Operationell

- Entwicklung von „Best Practices“ (Ergonomie, Human Factors Engineering, HMI)
 - o (siehe oben) Erkenntnisse aus langjähriger operationeller Erfahrung, sowie Forschung werden übernommen (→ „Rad muss nicht ständig neu erfunden werden“)
- Starke Zunahme kleinerer Luftfahrtunternehmen (kleinere Unternehmen können nicht wirklich eigene Verfahren entwickeln – dazu fehlen die Kapazitäten)
- Luftfahrtunternehmen übernehmen lieber bestehende Verfahren, statt „eigene“ zu entwickeln
- Notwendigkeit weiterer Standardisierung durch Fusionen verschiedener Flugbetriebe (Merger)

Wirtschaftlich

- Flugbetriebe sparen Kosten
 - o Aufrechterhaltung eigener Handbücher entfällt
 - o Keine eigene (teure) Verfahrens-Abteilung nötig
- Über „standardisierte Verfahren“ Besatzungen flexibler (flotten- und/oder musterübergreifend) einsetzbar
- Hersteller können Verfahren gleich mit „verkaufen“

Rechtlich

- Haftungsfragen bei „Abweichungen“ von Hersteller-Vorgaben/-Verfahren
- „Supra-Nationale“ Gesetzgebung (z.B. EU Ops) ermöglicht Verfahren über Ländergrenzen hinweg genehmigen zu lassen

Zusammenfassend lässt sich somit sagen, dass die praktische Umsetzung von Verfahren deutlich komplexer geworden ist. Flugzeugbesatzungen agieren in einem zunehmend automatisierten, virtualisierten, von erhöhter Systemkomplexität und Dynamik geprägten Umfeld. Gleichzeitig führte der gestiegene ökonomische Druck zu signifikanten Veränderungen in der Aus-, Fort- und Weiterbildung (Minimum- und „just-in-time“-Training). Verfahren werden verstärkt „generisch“ vom Hersteller vorgegeben. Den Piloten fehlt somit oft wichtiges Hintergrundwissen und ein Verständnis für die Verfahren. Eine „Identifikation“ mit den Verfahren (als Umsetzung bestimmter Philosophien/Prinzipien), ist dadurch deutlich schwieriger geworden.

Insbesondere im Hinblick auf den zunehmenden Trend hin zu „Herstellerverfahren“ ergeben sich hierdurch einige potentielle Probleme.

1.4. Potentielle Probleme

Ich hatte in der Einleitung ja bereits einige Fragen gestellt:

- Haben Hersteller das notwendige operationelle Knowhow um FOMs zu erstellen?
- Bilden die FOMs von Herstellern adäquat das jeweilige fliegerische Umfeld individueller Luftfahrtunternehmen ab (insbesondere auch im Hinblick auf zunehmende Komplexität)?
- Funktionieren Regelkreise (z.B. Feedback der Linienpiloten) in einem System wo die Hersteller die Verfahren vorgeben?
- Wird die alltägliche Arbeit von Linienpiloten in dem Prozess der Verfahrensentwicklung ausreichend berücksichtigt?

Unter Berücksichtigung meiner Betrachtungen in 1.1. – 1.3. kommen folgende Fragen noch hinzu:

- Gibt es „richtige“ oder „falsche“ Verfahren?
- Wer entscheidet über „richtig“ („besser“) oder „falsch“ („schlechter“)?
- Funktioniert ein „one-size-fits-all“ oder „Schablonen“ Ansatz?

Die Beantwortung dieser Fragen ist, wie eingangs erwähnt, nicht Ziel dieser Arbeit (und würde den Rahmen dieser Arbeit auch sprengen). Stattdessen versuche ich auf potentielle Probleme hinzuweisen und, vielleicht, eine Anregung für zukünftige Forschung zu geben.

Ein großes Problem bei der Betrachtung von Arbeitsabläufen im Airliner-Cockpit ist die Diskrepanz zwischen Theorie und Praxis. Die NASA führte diesbezüglich Ende der 2000er Jahre eine großangelegte Studie durch, in welcher eine große Anzahl von U.S.-amerikanischen Airline Piloten (mit unterschiedlicher Erfahrung und mit unterschiedlichem, fliegerischem Hintergrund) über einen längeren Zeitraum beobachtet wurden. Die Beobachtungen wurden hierbei sowohl im normalen Flugbetrieb, als auch im Training und in Prüfungssituationen im Simulator gemacht. Die Ergebnisse dieser Studie sind in Loukopoulos et.al. (2009) nachzulesen.

Eine signifikante Erkenntnis aus dieser Studie ist, dass die Cockpitarbeit in der Theorie oft als *linear*, *jederzeit/vollkommen unter der Kontrolle* der Besatzung, *vorhersehbar* und *sequentiell bearbeitbar* gesehen wird. In der Praxis ist hingegen

die Cockpitarbeit eher *nicht-linear*, nur *bedingt kontrollierbar*, nur *bedingt vorhersehbar* und oft durch *gleichzeitiges Bearbeiten* geprägt (siehe Abbildung 7).

Theoretische Vorstellung der Cockpitarbeit	Realität der Cockpitarbeit
Linear	Unterbrechungen und Ablenkungen (nicht-linear)
Jederzeit und vollkommen unter der Kontrolle der Cockpitbesatzung	(Arbeits-)Aufgaben welche nicht gemäß der „normalen“, eingeübten Reihenfolgen durchgeführt werden können & viele Einflussfaktoren nicht kontrollierbar
Vorhersehbar	Unvorhersehbare (neue) Aufgaben
Sequentielle Aufgabenverteilung	Mehrere Aufgaben müssen z.T. gleichzeitig ausgeführt werden

Abbildung 7: Vergleich Theorie und Praxis der Cockpitarbeit (Loukopoulos et.al. 2009)

Verfahren sollten, wenn möglich, diesen Realitäten (Nicht-Linearität, Unterbrechungen, Ablenkungen, unvorhersehbaren/neuen Aufgaben, bedingte Kontrollierbarkeit) Rechnung tragen. Idealerweise kennen die Piloten nicht nur die Verfahren an sich, sondern verstehen auch in einer gewissen Detailtiefe warum die Verfahren durchgeführt werden sollen/müssen.

Cockpitbesatzungen entwickeln dadurch neben dem expliziten Wissen auch implizites Wissen (*Tacit Knowledge*). Dies führt dazu, dass die Besatzungen sich eher an Verfahren halten (*Comply-Practice* i.S.v. Wiener, siehe 1.3.) – außerdem hilft es den Crews auch in hochdynamischen Situationen den Überblick zu behalten und sinnvoll agieren zu können.

Lutat & Swah (2013) sprechen in diesem Zusammenhang von “Procedural Logic”:

“Pilots should not only know how to execute the procedural steps..., but also understand the details of the procedural steps”.

Sie bemängeln, dass in den Herstellerverfahren oft dieser *Procedural Knowledge* nicht genügend Beachtung geschenkt wird. Die Verfahren selbst sind, laut Lutat & Swah, nicht “alltagstauglich”, da die Herstellerverfahren oft nur unzureichend die Diskrepanz zwischen Theorie und Praxis berücksichtigen und das Training der Endnutzer (→ Linienpiloten) ebenfalls inadäquat ist.

Lutat & Swah begleiteten die Einführung des „J-Model“ der Lockheed Martin C-130 (Mehrzweck-Transportflugzeug) bei den US-Streitkräften. Das „J-Model“ wurde mit „generischen“ Hersteller-Verfahren an die verschiedenen Einheiten/Komponenten

(z.B. taktische Kampfeinheiten, Reserve-Einheiten, Nationalgarde der US Streitkräfte) ausgeliefert und sollten dort nach einer relativ kurzen Einführung in den Einsatz übernommen werden.

Die Einführung gestaltete sich deutlich schwieriger und viele der Herstellerverfahren mussten deutlich, individuell an die jeweiligen Einheiten/Komponenten angepasst werden. Einer der verantwortlichen US Air Force Trainingspiloten schrieb im Nachgang dazu:

„We assumed the checklists and procedures provided by the original equipment manufacturer were thoughtfully developed to reflect the best practices of the day... These assumptions, of course, could not have been more wrong. In fact, the checklists and procedures we received were only designed for the company's test pilots and engineers to carry out test flights and safely ferry aircraft to customers – nothing more.“

Lutat & Swah kommen zu der Erkenntnis, dass der Trend zu Hersteller-Verfahren in einem potentiellen Dilemma für die Endnutzer (Linienpiloten) enden kann. Die Flugzeughersteller haben in der Regel keinen eigenen Flugbetrieb [allenfalls eher kleine Transportflotten wie, zum Beispiel, die A300-600ST (Beluga) bei Airbus Industries]. Somit ist zumindest fraglich, ob Hersteller über das nötige operationelle Knowhow verfügen „alltagstaugliche“ Verfahren entwickeln und pflegen zu können. Lutat & Swah bemerken in diesem Zusammenhang:

„...the gap between what users (of today's most advanced aircraft) need and what manufacturers provide can be catastrophic unless it is addressed early in the adoption phase of the technology...“

In dem obigen Zitat steckt bereits ein erster wichtiger Punkt bezüglich möglicher Ansätze zur (besseren) Gestaltung/Entwicklung von Verfahren.

2. Mögliche Ansätze

Lutat & Swah sehen in der möglichst frühen Einbindung der Endnutzer (→ „...what users need...“) einen entscheidenden Faktor in der Gestaltung/Entwicklung von Verfahren.

Was brauchen die Endnutzer (→ Linienpiloten) und was können die Hersteller zur Verfügung stellen?

Die Antworten auf diese Fragen sind nicht einfach. Ich hatte ja bereits mehrfach auf die zunehmende Komplexität im Gesamtsystem Verkehrsfliegerei hingewiesen. Viele der daraus resultierenden Probleme (z.B. hohe Dynamik, zunehmende Automatisierung, zunehmende Virtualisierung, zunehmender ökonomischer Druck) sind nicht auf die Verkehrsfliegerei beschränkt, sondern finden sich auch in anderen hoch-technisierten/hoch-automatisierten Mensch-Maschine Systemen.

Bereits in den 1950er Jahren beschäftigte sich der Psychologe Paul Fitts mit diesen Fragen. Auf ihn gehen unter anderem auch Analysen bezüglich optimaler Mensch-Maschine Schnittstellen zurück. Fitts kam zu der Erkenntnis, dass Menschen bestimmte Dinge besser als Maschinen/Computer können und umgekehrt. Abbildung 8 zeigt einige dieser Fähigkeiten (auch bekannt als *Fitts'-List*, oder „*Humans Are Better At*“ versus „*Machines Are Better At*“).

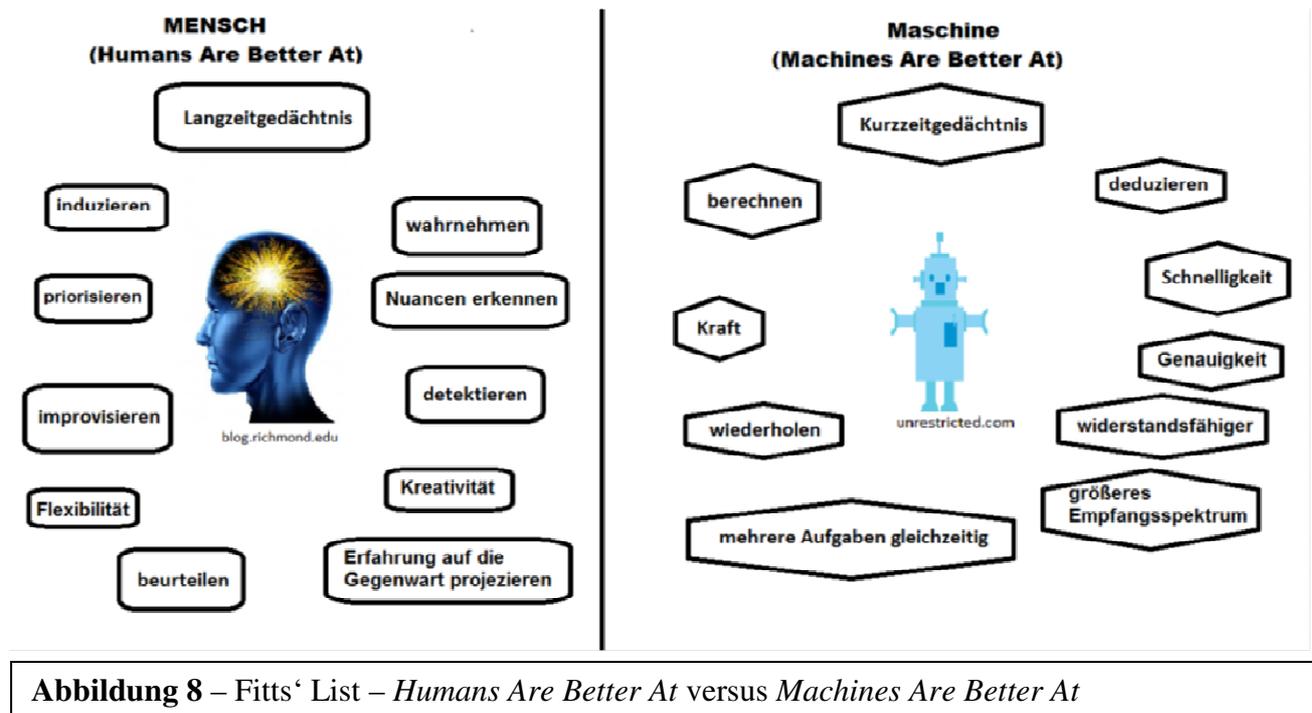


Abbildung 8 – Fitts' List – *Humans Are Better At* versus *Machines Are Better At*

Eine Optimierung von Mensch-Maschine Systemen wird durch möglichst optimalen Einsatz der jeweiligen Stärken, unter Berücksichtigung der jeweiligen Schwächen, erreicht. Bezüglich Verfahren im Linienflugbetrieb heißt dies, die Verfahren möglichst so zu gestalten, dass Piloten ihre Stärken einbringen können – Ihren Schwächen aber Rechnung getragen wird.

Dies ist allerdings nicht trivial und es gibt hierzu auch keinen Königsweg. Die fortschreitenden technischen Entwicklungen (z.B. Informationsverarbeitung, Regelungstechnik) einerseits, Fortschritte im Bereich Human Factors (z.B. CRM) und Didaktik/Pädagogik andererseits, machen eine mögliche Optimierung zu einem sich immer fortwährenden Prozess.

Bestrebungen den Menschen aus dem Prozess „heraus zu optimieren“ sind bisher fehlgeschlagen. Noch ist der Mensch anscheinend in bestimmten Dingen der Maschine überlegen. Außerdem tragen (zumindest in der Verkehrsfliegerei) die Menschen (oft hier die Endnutzer – also die Piloten) die Verantwortung. Solange dies so ist, sollte auch der Mensch im Zentrum der Verfahren stehen und somit auch im Zentrum der Verfahrensentwicklung.

Dieser Ansatz wird auch als „Design Thinking“ bezeichnet. T. Brown (2008) schreibt dazu: *“ Design Thinking is...a methodology that imbues the full spectrum of innovation activities with a human-centered design ethos...”*

Lutat & Swah ergänzen im Hinblick auf Verfahren: *“...it is, after all, the success of the end-user in operating a complex aircraft that the entire design team should be focused on...”*

Somit sollten in der Konzeption/Gestaltung von Verfahren in der Verkehrsfliegerei die Endnutzer (Linienpiloten) und Designer/Ingenieure möglichst früh zusammenarbeiten. Hierdurch soll das Mensch-Maschine System optimiert werden (siehe Fitts' List oben). Um dies auch praxis-tauglich gestalten zu können, müssen auch

- Philosophie & Grundsätze der jeweiligen Flugbetriebe
- Firmenkultur/Kultur der Mitarbeiter
- operationelles Umfeld
- Erfahrungen der Besatzungen

adäquat berücksichtigt werden.

Des Weiteren sollte es Regelkreisläufe für Rückmeldungen aus dem alltäglichen Flugbetrieb geben, damit Piloten schnell und zuverlässig potentielle Probleme/Schwachstellen adressieren können.

Dies ist natürlich nicht ohne einen gewissen (Mehr-)Aufwand seitens der Hersteller möglich. Wenn die Hersteller die Konzeption/Entwicklung/Pflege von FOMs übernehmen wollen/sollen, so müssen die Hersteller auch entsprechende Abteilungen mit den entsprechenden Ressourcen bereitstellen.

3. Zusammenfassung und Ausblick

Betriebshandbuch (OM) und Flugbetriebshandbuch (FOM) bilden wichtige Grundlagen für sicheres, effektives und effizientes Arbeiten in der Verkehrsfliegerei.

Früher unterhielten Flugbetriebe eigene Abteilungen, welche firmenspezifische FOMs entwickelten. In den letzten Jahren ist ein verstärkter Trend zu beobachten, dass die Hersteller FOMs entwickeln und die Luftfahrtunternehmen diese (mehr oder weniger) ohne Anpassungen an die eigenen Erfordernisse/Umstände übernehmen.

Hierfür gibt es mehrere Gründe - sowohl operationelle, wirtschaftliche als auch rechtliche.

Im Zuge der Umstellung auf Hersteller-Verfahren ergeben sich einige Fragen bezüglich potentieller Probleme, insbesondere was die „Alltags-Tauglichkeit“ von Hersteller-Verfahren anbelangt:

Verfügen die Hersteller über das nötige operationelle Knowhow um „alltagstaugliche“ Verfahren für „normale Linienpiloten“ zu konzipieren, entwickeln und zu pflegen?

Inwiefern decken „generische“ Herstellerverfahren individuelle Philosophien, Grundsätze, operationellen Rahmenbedingungen der einzelnen Luftfahrtunternehmen ab?

Wer entscheidet bei der Konzeption/Entwicklung/Pflege der Verfahren über „richtig (besser)“ oder „falsch (schlechter)“?

Werden die Endnutzer (Linien-Piloten) ausreichend in die Konzeption und (Weiter-)Entwicklung von Verfahren eingebunden?

Führt die Verlagerung der Konzeption/Entwicklung/Pflege von Verfahren hin zu den Herstellern zu einem Verlust (Mangel) an *Procedural Knowledge*?

Wenn Hersteller die Verantwortung für Verfahren übernehmen, müssen sie auch entsprechende Ressourcen hierzu einsetzen und die Verfahren auch den individuellen Bedürfnissen der jeweiligen Luftfahrtunternehmen anpassen.

Darüber hinaus müssen die (Linien)Piloten früh in den Prozess integriert werden, damit die jeweiligen Stärken und Schwächen der Systemkomponenten Mensch ↔ Maschine möglichst optimal in das Gesamtsystem integriert werden.

Schließlich sind Regelkreisläufe für Feedback essentiell, damit Diskrepanzen zwischen Theorie und Praxis zeitnah gemeldet und bearbeitet werden können.

Es gibt hierbei keinen Königsweg! Degani & Wiener erkannten dies bereits 1994:

“There is no such thing as an optimal set of procedures. No manager will ever be able to open up the box „install the device“ and install „good“ procedures along with it. Nor do we anticipate that any computer technology will make this easier...it is a long, tedious, costly, exhausting process. We do not know of any shortcuts.”

Bibliographie

- Brown, T. (2008). *Design Thinking*. In The Harvard Business Review. Harvard Business School Publishing Corp., Watertown, MA, June 2008.
- Caro, P.W. (1988). Flight Training and Simulation. In E.L. Wiener & .D.C. Nagel (Eds.) Human Factors in Aviation. New York, NY: Academic Press.
- Degani, A. and Wiener, E. L. (1991). Philosophy, policies and procedures: The three P's of flight deck operations. Columbus, Ohio
- Degani, A. and Wiener, E.L. (1994) – On the Design of Flight Deck Procedures, NASA Contractor Report177642, NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA
- Helmreich (et.al) (1990). The Evolution of Crew Resource Management Training in Commercial Aviation. International Journal of Aviation Psychology. University of Texas. Abgerufen am 30.12.2014 <http://www.raes-hfg.com/reports/15oct03-Centennial/15oct03-RHelmreich.pdf>
- Huerta, Michael (2012). Evolution of Safety Through Pilot Training. Keynote Address to Airline Pilots Association Training Conference 12 July 2012. Capital Hilton, Washington D.C.
- Jenkins, Ron (editor) (2012) (2nd Ed.). Part-FCL Made Easy: Handbook for Pilot Licensing. Create Space Independent Publishing Platform. USA.
- Kern, Anthony T. (1997). Redefining Airmanship. McGraw-Hill Professional.
- Loukopoulos, L., Dismukes, K. and Barshi, I. (2009) – The Multitasking Myth: Handling Complexity in Real-World Operations. Ashgate Publishing Limited, Farnham, Surrey, England
- Lutat, C. and Swah, R. (2013) – Automation Airmanship. McGraw-Hill, New York
- Helmreich, R.L., & Foushee, H.C. (1993). Why Crew Resource Management? Empirical and theoretical bases of human factors training in aviation. In E. Wiener, B. Kanki, & R. Helmreich (Eds.), Cockpit Resource Management (pp. 3-45). San Diego, CA: Academic Press.
- Wikipedia – Referenzen (Crew Resource Management/Disziplin/Fähigkeit/Fertigkeit/Flugführungssystem/Multi-Crew Pilot Licence – abgerufen am 21.08.2016 <http://en.wikipedia.org/wiki/>