

# Der Computer fliegt immer mit!

Michael Dorschner, Corinne Büching

## Zusammenfassung

Durch die zunehmende Automatisierung moderner Verkehrsflugzeuge wandelt sich das Rollenbild der Piloten und Pilotinnen. Sie überwachen technische Systeme, werden aber ebenso durch technische Systeme überwacht. Daher stellt sich die Frage: Wer fliegt das Flugzeug – Mensch oder Maschine? Zur Beantwortung der Fragestellung wird in diesem Artikel beispielhaft die *flight envelope protection* (System zum Erhalt des sicheren Flugzustandes) näher betrachtet, wobei zwischen deren Umsetzung bei Airbus und Boeing differenziert wird. Durch teilnehmende Beobachtungen und Interviews mit einem Airbus- und einem Boeingpiloten lässt sich erkennen, dass die Beantwortung der Fragestellung von der Automationsphilosophie des Flugzeugherstellers abhängt.

## 1 Einleitung

Als Charles Lindbergh 1927 im Alleinflug den Atlantik überquerte, waren seine Hilfsmittel begrenzt: Mit einem modernen Kompass und sorgfältiger Flugplanung erreichte er nach über 33 Stunden Flugzeit Paris. Noch viele Jahrzehnte später war das Rollenbild von Menschen, die ein Flugzeug fliegen, geprägt von Heldentum und Abenteuerlust.

Heutzutage ist das Bild moderner VerkehrspilotInnen ein anderes. PilotInnen sind Operateure komplexer, soziotechnischer Systeme (Weyer 2008) und werden bei zahlreichen Aufgaben, welche bei der Flugdurchführung anfallen (u. a. Steuerung des Flugzeugs, Navigation, Systemmanagement etc.) durch Automation unterstützt. Die Zeiten des manuellen Fliegens beschränken sich im Normalbetrieb auf die Zeit kurz nach dem Start und vor der Landung. Die Aufgabe der Flugzeugführung verschiebt sich zunehmend auf die Überwachung von Systemen, was Sheridan (1997) mit dem Begriff der „leitenden Kontrolle“ (*supervisory control*) beschreibt. Darüber hinaus überwacht nicht nur der Operateur die Maschine, sondern auch die Maschine den Operateur, wodurch die wechselseitige Beziehung zunehmend symmetrischer wird (Weyer 2008). Daraus ergibt sich die Fragestellung: Wer fliegt das Flugzeug – Mensch oder Maschine? Eine eindeutige Antwort für das Gesamtsystem Flugzeug ist schwer zu geben, da das Zusammenspiel von Automation und Operateuren in bestimmten Bereichen unterschiedlich ausfällt. In dieser Abhandlung nähern wir uns der Frage deshalb beispielhaft anhand der *flight envelope protection*. Es handelt sich hierbei prinzipiell um Flugcomputer, welche die Steuersignale von Operateuren überwachen und ggf. limitieren – also auch aktiv in die manuelle Flugzeugsteuerung eingreifen. Die Umsetzung der *flight envelope protection* ist nicht in allen Flugzeugen gleich. Die Flugzeughersteller Boeing und Airbus verfolgen in ihren Automatisierungskonzepten unterschiedliche Philosophien, welche sich unter anderem

in der *flight envelope protection* manifestieren. Für eine genaue Beantwortung der Frage nach der Kontrolle über das Flugzeug ist daher eine Differenzierung zwischen beiden Flugzeugherstellern unerlässlich. Aufbauend auf diesen theoretischen Überlegungen wird der methodische Zugang dargelegt und die Ergebnisse der qualitativen Auseinandersetzung sowie ein Ausblick präsentiert.

## 2 Flight Envelope Protection

Airbus führte 1988 mit dem A-320, Boeing im Jahre 1995 mit der B-777 die Fly-by-Wire Technologie ein. Steuersignale werden seitdem nicht mehr direkt über eine mechanische Verbindungen an die Steuerflächen übertragen, sondern mittels elektrischer Impulse über ein Kabel an einen Computer weitergegeben, der diese Signale interpretiert und überwacht. Erst danach erfolgt die Weitergabe des Steuersignals an die Steuerfläche. Somit werden bestimmte Flugparameter wie Längsneigung, Querneigung, Anstellwinkel, Fluggeschwindigkeit, Schwerebeschleunigung etc. innerhalb eines definierten Normbereichs gehalten. Diese Technologie wird als *flight envelope protection* bezeichnet – also ein System zum Erhalt des sicheren Flugzustandes (*flight envelope*). Welche Parameter limitiert werden ist abhängig vom aktiven *control law* der *flight envelope protection* (siehe hierzu Favre 1994, Bartley 2007). Während bei einem intakten Flugzeug das *normal law* aktiv ist, bei dem alle oben genannten Parameter überwacht und begrenzt werden, wird beim Ausfall bestimmter Flugcomputer automatisch in andere (degradierte) *control laws* geschaltet. In diesen degradierten *control laws* werden nun weniger bzw. gar keine Parameter mehr überwacht – der Pilot bzw. die Pilotin steuert das Flugzeug dann konventionell.

Die unterschiedlichen Philosophien der Flugzeughersteller Boeing und Airbus hinsichtlich der *flight envelope protection* treten hervor, wenn die Steuereingaben der PilotInnen begrenzt werden (bspw. beim Erreichen der maximalen Schwerebeschleunigung). BoeingpilotInnen können die genannten Parameter mit erhöhter Kraftausübung auf das Steuerhorn überschreiten. Dieses Konzept nennt man *soft envelope protection*. AirbuspilotInnen benutzen einen Sidestick (ähnlich einem Computerjoystick), um das Flugzeug zu steuern. Auch bei maximalen Ausschlag dieses Sidesticks gibt es keinerlei Möglichkeit, die durch die *flight envelope protection* limitierten Parameter zu überschreiten. Dieses Konzept wird als *hard envelope protection* bezeichnet (Ibsen 2009).

## 3 Empirische Untersuchung

Nach den grundlegenden Ausführungen zur *flight envelope protection* bei Boeing- und Airbusmaschinen erfolgt die Darstellung des empirischen Vorgehens. Methodisch orientieren wir uns an dem Verfahren der Grounded Theory (Glaser & Strauss 1967, Strauss & Corbin 1996), welches jegliche methodische Form der Datenerhebung erlaubt und ein Kodierverfahren zur Auswertung des Materials zur Verfügung stellt. Zu Beginn der Datenerhebung wird ein offener Feldzugang gewählt, d.h. wir fliegen im Cockpit auf dem Jumpseat mit. Im Weiteren entstehen Beobachtungsprotokolle auf vier Mitflügen im Cockpit von Airbus- und Boeingmaschinen, welche fokussiert die Automation und die Interaktion zwischen Operateur und Flugzeug dokumentieren. Erste Voranalysen der Beobachtungsprotokolle führen zur

Entwicklung eines Leitfadens als Grundlage und Mittel zur Strukturierung von Einzelinterviews mit einem Boeing- und Airbuspiloten. Daraufhin erfolgen zwei fokussierte Leitfadenterviews mit narrativen Anteilen, welche die subjektive Perspektive der Wahrnehmung hinsichtlich der Frage nach der Kontrollinstanz im Flugzeug ermitteln. Alle entstandenen textbasierten Daten werden mit dem Kodierparadigma der Grounded Theory ausgewertet. Die Ergebnisse der Analysen im folgenden Absatz beleuchten den Einfluss der *flight envelope protection*. Es wird an dieser Stelle nicht angestrebt, eine datenverankerte Theorie (Grounded Theory) zu generieren. Vielmehr sollen wichtige Aspekte bezüglich der Automation in modernen Verkehrsflugzeugen herausgearbeitet werden.

## 4 Der Computer fliegt immer mit!

Die Unterschiede in der Automationsphilosophie der Flugzeughersteller führen zu einem subjektiven Zugehörigkeitsgefühl zu Airbus bzw. Boeing. Während der Airbuspilot, von uns Adam genannt, von den „*Boeingjungs*“ spricht, um sich von ihnen abzugrenzen, verwendet der Boeingpilot, nennen wir ihn Bob, die Unterscheidung „*Airbusfraktion*“ und „*Boeingfraktion*“. Beide sind sich hinsichtlich der Automation grundsätzlich einig, dass diese für die heutige Verkehrsfliegerei unerlässlich ist. Für Bob ist Automation ein sehr zentraler Bestandteil der Fliegerei geworden. Er kann sich schwerlich vorstellen, dass er in der fliegerischen Grundausbildung ohne Autopiloten ausgekommen ist. Auch Adams Aussage „*ohne Automation wäre ein Verkehrsflugzeug eine Katastrophe*“ lässt erkennen, wie selbstverständlich Computer in den fliegerischen Alltag integriert sind. Unterschiede werden analysierbar, wenn es um die Handlungsmacht der Automation geht. Bob betont, dass Automation für BoeingpilotInnen ein „*Tool*“ ist: „*auf der 747-400 sind wir in der Lage, einen Anflug zu machen, der uns keinerlei Ceiling [Wolkenobergrenze] vorgibt*“. Adam hingegen verwendet häufig anthropomorphe Ausdrücke – „*das Flugzeug verbietet mir*“ – und verleiht der Maschine große Handlungsmacht, vor allem bezüglich der *flight envelope protection*: „*das Flugzeug ist der Meinung [...] jetzt willst du sagen pass mal auf [...] aber das Flugzeug sagt nene, ich bin jetzt in meiner pitch limit protection, und erlaube nicht, die Nase weiter hoch zu nehmen*“.

Wenn es um die Frage geht, wer das Flugzeug fliegt, sind sich sowohl Bob als auch Adam einig: Es ist der Pilot bzw. die Pilotin, auch wenn Automation für beide ein essentieller Bestandteil ist. Bob argumentiert, dass die PilotInnen die Maschine mit dem Hilfsmittel Automation fliegen. Adam drückt dies folgendermaßen aus: „*der Pilot, nach wie vor, er fliegt es anders, aber trotzdem fliegt es noch der Pilot*“. Im weiteren Verlauf relativiert Adam jedoch seine Aussage und verweist auf die Einschränkungen, welche die *hard envelope protection* den AirbuspilotInnen auferlegt. Als Pilot sei er nicht mehr jederzeit in der Lage, volle Ausschläge der Steuerflächen zu geben. Ein weiterer Aspekt, welcher nur von Adam erwähnt wird, ist das Arbeiten der *flight envelope protection* gegen die Intention des Operators. Falls mehrere Sensoren fälschlicherweise die gleichen fehlerhaften Werte über die Flugzeuglage liefern, könnten die PilotInnen aufgrund der *hard envelope protection* keine korrigierenden Inputs mehr geben. Diese Situation ist sehr unwahrscheinlich, wäre aber äußerst gefährlich. Es müssten dann mutwillig funktionierende Flugsysteme abgeschaltet werden, um das Flugzeug künstlich „*aus diesem normal law raus zu zwingen [...], denn mit den normalen Maß-*

nahmen, die Airbus lehrt, kommst du da nicht mehr raus“. Adam schließt resümierend mit der Aussage: „der Computer fliegt auf jeden Fall immer mit“.

## 5 Ausblick

In dieser Ausarbeitung wird aufgezeigt, wie die Philosophien unterschiedlicher Flugzeughersteller die Frage nach der Kontrolle über das Flugzeug beeinflussen können. Bei allgemeinen Aussagen über Automation im Cockpit sollte sowohl die Airbus- als auch Boeingphilosophie berücksichtigt werden. Das technische System der *flight envelope protection* spielt dabei eine besondere Rolle. Airbus geht mit dem Konzept der *hard envelope protection* noch einen Automatisierungsschritt weiter und lässt keinerlei Überschreitung der limitierten Parameter durch die Operateure zu. Dies beeinflusst maßgeblich die Beantwortung der Frage: Wer hat die Kontrolle im Flugzeug - Mensch oder Maschine? Unsere Untersuchung lässt vermuten, dass unter Piloten und Pilotinnen Einigkeit herrscht: der Mensch hat die Kontrolle im Flugzeug. Bei Airbus ist jedoch im Gegensatz zu Boeing eine stärkere Tendenz hin zur Kontrolle auf Seiten der Maschine ersichtlich.

### Literaturverzeichnis

- Bartley, G. F. (2007). Boeing B-777: Fly-By-Wire Flight Control. In Spitzer, C. R. (Hrsg.): *Digital Avionics Handbook*. Boca Raton: CRC Press. S. 23-1 - 23-14.
- Favre, C. (1994). Fly-by-wire for commercial aircraft: the Airbus experience. *International Journal of Control* 59(1). S. 139-157.
- Glaser, B. & Strauss, A. (1967). *The Discovery of Grounded Theory*. Basel u.a: Aldine Publ.
- Ibsen, A. Z. (2009). The politics of airplane production: The emergence of two technological frames in the competition between Boeing and Airbus. *Technology in Society* 31(4). S. 342-349.
- Sheridan, T. B. (1997). Supervisory Control. In Salvendy, G. (Hrsg.): *Handbook of Human Factors*. NY: Wiley. S. 1295-1327.
- Strauss, A. & Corbin, J. (1996). *Grounded Theory: Grundlagen qualitativer Sozialforschung*. Weinheim: Beltz.
- Weyer, J. (2008). Mixed Governance – Das Zusammenspiel von menschlichen Entscheidern und autonomer Technik im Luftverkehr der Zukunft. In Matuschek, I. (Hrsg.): *Luftschichten: Arbeit, Organisation und Technologie im Luftverkehr*. Berlin: edition sigma. S. 205-227.

### Kontaktinformationen

Michael Dorschner & Corinne Büching; (michael.dorschner@web.de)