

Können Piloten noch fliegen?

Rollenverteilung und hybride Interaktion in hochautomatisierten Flugzeugen (Version mit aktuellen Daten – Stand: März 2017)

Johannes Weyer (TU Dortmund)

erscheint in: Gerhard Faber/Max Scheck (Hg.): “Big Data in der Verkehrsluftfahrt” (Proceedings des 18. FHP-Symposiums), Darmstadt 2017

Abstract

Eine Reihe von Flugzeugunfällen in der Zivilluftfahrt der letzten Jahre hat die Debatte wiederbelebt, ob Piloten, die computergestützte Flugzeuge fliegen, sich auf die automatischen Systeme verlassen können. Trotz einer Vielzahl von Studien zur Mensch-Maschine-Interaktion der Luftfahrt ist unser Wissen über die Wahrnehmungen und Einstellungen von Piloten fragmentarisch und teilweise veraltet. Der vorliegende Beitrag stellt die Ergebnisse einer Pilotenbefragung vor, die das Zusammenspiel von Mensch und Technik im Prozess der Entscheidungsfindung in den Mittelpunkt rückt. Es geht also um die Kollaboration von menschlichen Akteuren und nicht-menschlichen Agenten in hybriden sozio-technischen Systemen sowie um die Rollenverteilung im digitalen Cockpit. Die zentrale Fragestellung lautet: Wie stark ist das Vertrauen von Piloten in diese neuartige Form der Mensch-Maschine-Kollaboration ausgeprägt, insbesondere im Fall hochautomatisierter Systeme, die zunehmend autonom agieren?

1 Einleitung

Seit Mitte der 1980er Jahre sind Flugzeuge der 4. Jetgeneration im Einsatz. Die Einführung dieser neuen Technologie war von heftigen Debatten über das Zwei-Mann-Cockpit sowie die Risiken des computergestützten Fliegens begleitet. Diese erhielten durch einige spektakuläre Unfälle Nahrung, welche auf ein unzureichendes Design der Mensch-Maschine-Schnittstelle zurückzuführen waren. Seit der Jahrtausendwende sind diese Debatten weitgehend verstummt, und das computergestützte Flugzeug ist zum dominanten Design der Zivilluftfahrt geworden.

Jüngste Zwischenfälle mit dem Airbus A 320 (Hamburg 2008, Hudson River 2009), A 330 (Air France AF-447 2009), A 380 (Qantas 2008), aber auch der Boeing B 777 (MH 370) werfen jedoch Fragen wieder auf, die scheinbar gelöst schienen, und zwar Fragen nach „mode confusion“, „automation surprises“ und dem Kontrollverlust des menschlichen Bedieners an Bord hochautomatisierter Flugzeuge.

25 Jahre nach Einführung des computergestützten Fliegens macht es also Sinn, zentrale Themen der Automationsforschung noch einmal aufzugreifen, näm-

lich die Mensch-Maschine-Interaktion im Cockpit, die Steuerung komplexer sozio-technischer Systeme sowie die Risiken eines möglichen Systemversagens.

Die folgende Studie, die mit Unterstützung des „Forschungsnetzwerks für Verkehrspilotenausbildung“ (FHP) sowie der „Vereinigung Cockpit“ (VC) durchgeführt wurde, tut dies vor dem Hintergrund eines Paradigmenwechsels in der Automationsforschung, die sich zunehmend vom traditionellen „Entweder-oder“-Denken (entweder der Mensch oder die Technik) (vgl. Fitts 1951) löst und die Kollaboration von Mensch und Automation in den Mittelpunkt rückt (Hutchins 1995, Sarter/Woods 2000, Manzey 2008, Cummings/Bruni 2009, Inagaki 2010). In diesem Sinne verstehen wir das Flugzeug als ein hybrides sozio-technisches System, das vom Menschen und von (teil-)autonomer Technik gesteuert wird, die in einer symmetrischen Beziehung zueinander stehen und sich wechselseitig als Team-Partner betrachten.

Aus diesen konzeptionellen Vorüberlegungen leitet sich die erste Hypothese ab:

(H1) Ein hohes Maß an *wahrgenommener Symmetrie* geht mit einem hohen Maß an Vertrauen in die hybride Kollaboration einher.

Und im Umkehrschluss vermuten wir:

(H2) Je mehr Piloten die *ultimate Autorität* für sich beanspruchen, desto geringer ist ihr Vertrauen in die hybride Kollaboration.

2 Überblick über bisherige Studien

Es gibt eine kaum überschaubare Zahl von Publikationen zur Automation in der Luftfahrt. Dabei kommen sehr unterschiedliche Methoden zum Einsatz, beispielsweise

- Befragungen von Piloten (Wiener 1989),
- Fallstudien, die teilweise auf Sekundäranalysen offizieller Unfalluntersuchungsberichte basieren (Brooker 2005),
- Analysen der „self-reports“ von Piloten (Sarter/Woods 1997),
- teilnehmende Beobachtung, beispielsweise auf dem „jumpseat“ (Hutchins 1995), auch in Form der „workplace studies“ (Suchman et al. 1999),
- Simulatorexperimente (Sarter et al. 1997) und schließlich
- Simulationsexperimente (Schmitt/Taltec 2007).

Alle diese Methoden haben ihrer Vor- und Nachteile. Fallstudien öffnen die Blackbox und ermöglichen tiefe Einblicke in (oftmals verborgene) Zusammenhänge, sind aber oftmals auf den konkreten Einzelfall beschränkt, was eine Verallgemeinerung der gewonnenen Erkenntnisse erschwert. Befragungen erreichen hingegen eine große Zahl von Personen, können aber nur deren Einstellungen und Wahrnehmungen abfragen. Die Methode der teilnehmenden Beobachtung, aber auch Simulatorexperimente kommen demgegenüber viel näher an das reale Verhalten der Probanden, sind aber oftmals auf eine kleine Zahl

beschränkt, was statistischen Auswertungen verunmöglicht. Ein Mix unterschiedlicher Methoden erscheint also sinnvoll, um sich dem Thema zu nähern.

Betrachtet man ausschließlich Befragungen von Piloten, so ergibt sich zudem ein überraschender Befund: Seit der legendären Studie von Earl Wiener aus dem Jahr 1989 sind weltweit lediglich vier weitere Befragungen durchgeführt worden (McClumpha et al. 1991, BASI 1998, Hutchins et al. 1999, Naidoo 2008), die jedoch allesamt lediglich als Report, Dissertation oder in Proceedings erschienen sind, nicht aber in akademischen Fachzeitschriften.

Zudem wurden unterschiedliche Methoden (bivariat, multivariat) verwendet, und insgesamt findet man nur wenig Übereinstimmung. Tabelle 1 listet sechs von dreizehn Punkten auf, an denen die vorliegenden Studien zu ähnlichen Ergebnissen gelangen.¹

| Issue | Wiener 1989 | McClumpha 1991 | BASI 1998 | Hutchins 1999 | Naidoo 2008 |
|-------------------|-----------------|----------------|-------------------|---------------|-------------|
| general attitudes | pos | pos | | pos | pos |
| system manager | yes | | | yes | |
| button pusher | no | | | no | |
| mode confusion | no (but 25%) | no | no (but A yes) | no | |
| autom. surprises | yes | no | yes (A) | | |
| Airbus/Boeing | | | yes | | yes |

Tabelle 1: Bivariate Analysen (A = Airbus; but = relevanter Teil votiert anders)

Dies sind insbesondere die generelle Haltung gegenüber Automation, die überwiegend positiv ist, sowie – von Ausnahmen abgesehen – die weitgehende Verneinung von „mode confusion“.

Mit multi-variaten Methoden haben lediglich zwei Studien gearbeitet, die nur an einem einzigen Punkt übereinstimmen, nämlich dass Alter und Systemverständnis negativ korrelieren (vgl. Tabelle 2).

| Thema | McClumpha 1991 | Naidoo 2008 |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| system understanding | age: neg experience: pos | age: neg experience: neg |
| trust in automation | | experience: (pos) |
| lower workload | CPT: pos | no correl. |
| good design | experience: neg | experience: (pos?) Airbus: pos |
| loss of skills | age: neg | |

Tabelle 2: Multivariate Analysen

¹ Die vollständigen Tabellen finden sich in (Weyer 2015: 14).

Ältere Piloten haben demnach ein geringeres Systemverständnis als jüngere. Das Thema Vertrauen in Automation hat lediglich Naidoo (2008) untersucht, jedoch mit uneindeutigen Ergebnissen zum Zusammenhang von Erfahrung und Vertrauen.

Insgesamt ergibt sich also ein lückenhaftes und teilweise widersprüchliches Bild. Da zudem kaum aktuelle Studien vorliegen, macht es Sinn, die hier diskutierten Themen erneut mit Hilfe einer Pilotenbefragung zu untersuchen. Leitend sind dabei die folgenden Hypothesen:

(H3) Je stärker ein *Wandel der Rollen- und Kompetenzverteilung* (von Mensch und Technik) wahrgenommen wird, desto höher ist das Vertrauen in die hybride Kollaboration.

(H4) Je mehr *Komplexität* wahrgenommen wird, desto geringer ist das Vertrauen in die hybride Kollaboration.

(H5) *Boeing-Piloten* haben mehr Vertrauen in die hybride Kollaboration als andere Piloten.

3 Methoden

Die Studie verfolgte einen Mixed-methods-Ansatz. In einer qualitativen Vorstudie wurden im Jahr 2007 Interviews mit PilotInnen geführt, die wesentliche Erkenntnisse über deren Wahrnehmungen und Einstellungen, insbesondere zur Rollenverteilung im Cockpit, ergaben (Weyer 2008a). Im Sommer 2008 wurde ein Online-Fragebogen mit Hilfe von FHP und VC verbreitet, der 278 mal ausgefüllt wurde und letztlich – nach Datenbereinigung – zu 199 verwertbaren Datensätzen führte.

3.1 Das Sample

Die befragten PilotInnen waren zwischen 22 und 73 Jahren alt (im Schnitt 39,9); nur 6 Prozent (N=11) waren weiblich – mit einem Altersschnitt von 29,7 Jahren. Der größere Teil der Befragten war bei Lufthansa (45,1%) bzw. Eurowings (31,7%) beschäftigt, nur 10,3 Prozent bei Low-cost-Airlines und anderen Wettbewerbern (sowie 13,0% sonstige). Im Schnitt hatten sie 7.254 Stunden Flugerfahrung (20t MTOW), davon 3.490 auf dem aktuell geflogenen Typ. Die Positionen verteilten sich nahezu zu gleichen Teilen auf FO/SFO (48,7%) und CPT (51,3%, davon keine weibliche Pilotin).

Beim der Lizenz für das Flugzeugmuster, welche die Piloten aktuell besaßen („type rating“), ergab sich eine Verteilung, die wir nicht erwartet hatten (vgl. Abbildung 1).

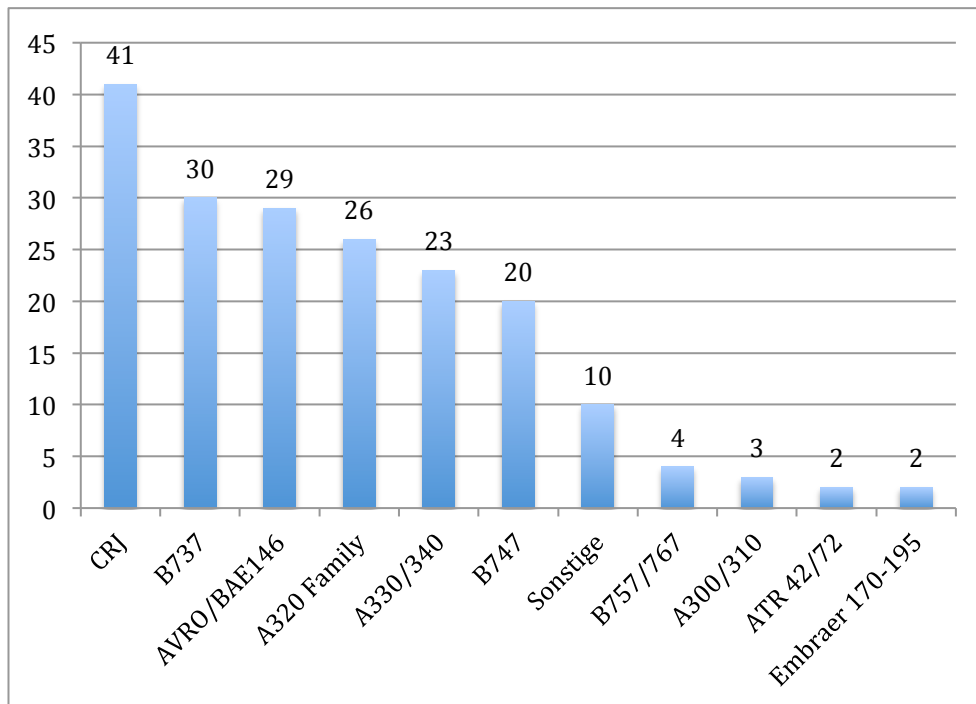


Abbildung 1: Type rating (Flugzeugmuster)

Die stärksten Gruppen waren Canadair regional jet (21,0%), Boeing 737 (15,4%), AVRO/BAE 146 (14,9%) sowie Airbus A 320 (13,3%). Auch bei den Herstellern dominieren unterschiedliche Regionaljets (39,0%) vor Boeing (29,2%) und Airbus (26,7%). Bei der Reichweite sind am häufigsten die Kurz- und die Mittelstrecke vertreten (73,0%) vor der Langstrecke (27,0%). Leider erlauben unsere Daten es nicht, exakt zwischen Flugzeugen der dritten und der vierten Jet-Generation zu unterscheiden (vgl. Scheiderer/Ebermann 2010: 3).

3.2 Auswertungsmethoden

Am Beispiel der abhängigen Variable „Vertrauen in hybride Kollaboration“ sei kurz die Auswertungsmethode erläutert. Für diese Variable wurde eine Skala mit sechs Items gebildet (vgl. Tabelle XX).

| |
|---|
| Das Flugzeug zu fliegen, beruht heute überwiegend auf Routinen. |
| Ohne die technischen Unterstützungssysteme fühlt man sich als Pilot heute ungeschützt. |
| Als Pilot überwacht man das System und übernimmt nur dann die direkte Kontrolle, wenn etwas Unerwünschtes passiert. |
| Piloten werden zunehmend zu Systemmanagern. |
| Die Aufgabe des Piloten ist es eher, das Flugzeug zu navigieren (d.h. das Flight-Management-System zu programmieren), als es direkt manuell zu steuern. |
| Als Pilot wird man zunehmend zum Maschinenbediener ("operator"). |

Tabelle 3: Abhängige Variable "Vertrauen in hybride Kollaboration"

Mithilfe einer Faktorenanalyse wurde die Reliabilität dieses Konstrukts getestet – mit zufriedenstellenden Ergebnissen (KMO .762; erklärte Varianz 39,57%; Cronbach's Alpha .685). Anschließend wurde vier Perzentilgruppen mit jeweils 25 Prozent der Befragten gebildet, die von sehr großem bis sehr geringem Vertrauen reichen (vgl. Tabelle 4).

| Faktorwert | Perzentil | Perzentilgruppe |
|-------------------|-----------|-----------------------------|
| 2.09188 (Maximum) | 100 | 4 – sehr großen Vertrauen |
| 0.799907 | 75 | 3 – großes Vertrauen |
| 0.0450369 | 50 | 2 – geringes Vertrauen |
| -0.6462669 | 25 | 1 – sehr geringes Vertrauen |
| -3.02093(Minimum) | | |

Tabelle 4: Perzentilgruppen des Faktors "Vertrauen"

Dieses Verfahren wurde ebenfalls bei den vier unabhängigen Variablen „Symmetriewahrnehmung“, „ultimative Autorität“, „Wandel der Rollenverteilung“, „Komplexitätswahrnehmung“ angewandt (vgl. Tabelle XX), die – gemeinsam mit den Kontrollvariablen „type rating“, Reichweite und Alter – für den Test der fünf Hypothesen verwendet wurden.

| Variable | Items | KMO | Varianz | Cronbach's Alpha |
|-----------------------------|-------|------|---------|------------------|
| Symmetriewahrnehmung | 3 | .639 | 60.69% | .674 |
| Ultimative Autorität | 4 | .694 | 51.65% | .682 |
| Wandel der Rollenverteilung | 4 | .753 | 54.82% | .726 |
| Komplexitätswahrnehmung | 2 | | | .714 |

Tabelle 5: Unabhängige Variablen

4 Ergebnisse

4.1 Regressions-Rechnung

Die Regressions-Rechnung in Tabelle 6 bietet einen ersten groben Überblick darüber, ob die vermuteten Zusammenhänge zutreffen.

| Vertrauen in hybride Kollaboration | Beta | |
|---|-------------------------|-----------------|
| (H1) Symmetriewahrnehmung | .232** | bestätigt |
| (H2) Ultimative Autorität | -.082 | nicht bestätigt |
| (H3) Wandel der Rollenverteilung | .372** | bestätigt |
| (H4) Komplexitätswahrnehmung | -.029 | nicht bestätigt |
| (H5) Type rating (Dummy-Variable: 1=Boeing) | -.095 | unklarer Befund |
| Reichweite (Dummy-Variable: 1=Langstrecke) | -.160* | |
| Alter (metrisch) | .096 | |
| | N | 185 |
| | Adjusted r ² | .312 |
| **p<0,01 *p<0,05 +p<0,1 | | |

Tabelle 6: OLS-Regression "Vertrauen in hybride Kollaboration"

Auf diese Weise ergaben sich starke Anhaltspunkte, dass insbesondere die beiden Hypothesen H1 und H3 zutreffen. Diese Befunde müssen allerdings durch eine deskriptive Analyse erhärtet und vertiefend interpretiert werden.

4.2 Deskriptive Analyse

Vertrauen in hybride Kollaboration (abhängige Variable)

Die befragten PilotInnen haben ein großes Vertrauen in die hybride Kollaboration, ablesbar an einem Mittelwert von 4.37, der deutlich über dem Mittel von 3.50 auf der von 1 (stimme nicht zu) bis 6 (stimme voll zu) reichenden Skala liegt. Der überwiegende Teil hat ein großes (56,0%) bzw. sehr großes Vertrauen (32,1%); die Gruppe mit geringem Vertrauen (11,5%) ist sehr klein, und sehr geringes Vertrauen ist überhaupt nicht vertreten. Es gibt keine Korrelation von Vertrauen mit Alter oder Erfahrung.

Symmetrie-Wahrnehmung (H1)

In Bezug auf die Symmetrie-Wahrnehmung finden wir annähernd eine Gleichverteilung zwischen Zustimmung und Ablehnung (Mittelwert 3.54). Diese Variable korreliert weder mit Alter noch Erfahrung; es finden sich jedoch auffällige Unterschiede beim „type rating“: Piloten von Regionaljets haben eine deutlich höhere Symmetriewahrnehmung als Airbus- und Boeing-Piloten (vgl. Abbildung 2 mit Linien für die vier Perzentilgruppen).

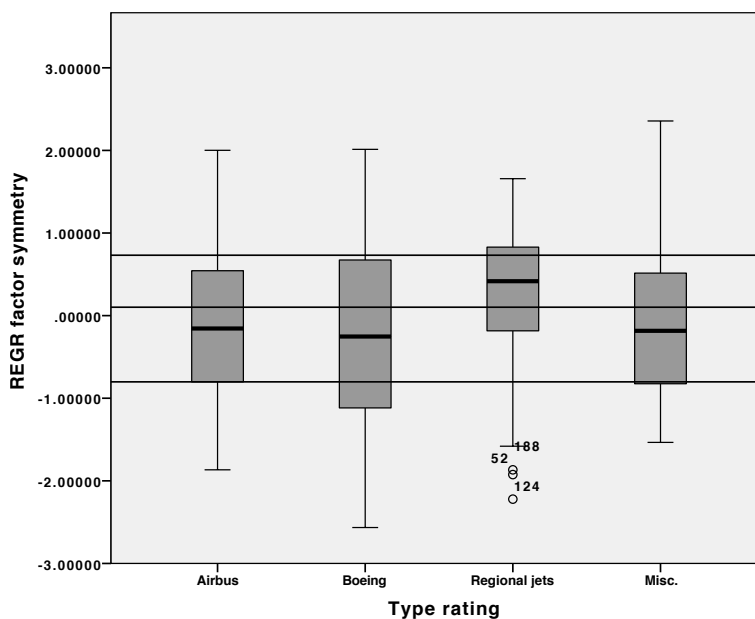


Abbildung 2: Symmetrie-Wahrnehmung und "type rating" (N=195)

Dies liegt vermutlich daran, dass sie aufgrund ihres Tätigkeitsprofils mehr Starts und Landungen durchführen und daher mehr Erfahrungen in der hybriden Kollaboration haben als andere Piloten.

Wie die Regressions-Rechnung bereits gezeigt hat, gibt es einen positiven und signifikanten Zusammenhang zwischen der Symmetriewahrnehmung und dem Vertrauen in hybride Kollaboration. Je stärker die technischen Komponenten des sozio-technischen Systems Flugzeug als gleichberechtigter Partner wahrgenommen werden, desto höher ist das Vertrauen. Hypothese H1 kann also bestätigt werden.

Ultimative Autorität

Nahezu alle befragten Piloten sprechen sich dafür aus, dass der menschliche Entscheider immer das letzte Wort haben sollte (Mittelwert 5.75). Interessanterweise hat dies jedoch keine negativen Auswirkungen auf das Vertrauen in hybride Kollaboration – im Gegenteil: Wie die Regressionsrechnung gezeigt hat, gibt es einen schwach negativen, jedoch nicht signifikanten Zusammenhang. Die Hypothese H2 muss also als widerlegt gelten.

Auf den ersten Blick scheint es sich zu widersprechen, dass Piloten einerseits der traditionellen Rollenverteilung verhaftet sind, andererseits ein hohes Vertrauen in hybride Kollaboration haben. Piloten, mit denen wir unsere Ergebnisse diskutiert haben, sahen jedoch keinen Konflikt darin, für sich die letzte Entscheidungsgewalt zu reklamieren, zugleich aber auf dieses Recht temporär zu verzichten, um mit automatischen Systemen auf gleichberechtigter Basis zu kooperieren.²

Wandel der Rollenverteilung

In diesem Punkt streuen die Antworten um einen Mittelwert von 3.86. Gut 60 Prozent der Piloten haben einen starken oder sehr starken Wandel wahrgenommen, knapp 40 Prozent einen geringen oder sehr geringen. Auch hier gibt es einen deutlichen Zusammenhang zum „type rating“: Wiederum sind es die Piloten von Regionaljets, die deutlich mehr Wandel wahrgenommen haben als ihre Kollegen in Airbus- oder Boeing-Jets, die schon seit Jahrzehnten Flugzeuge der vierten Generation fliegen (vgl. Abbildung 3). Bei den Regionaljets hat der Wechsel von älteren zu neueren Modellen hingegen erst in den letzten Jahren stattgefunden; zudem hat die Automation eine geringere Eingriffstiefe, wie uns Piloten bestätigten.

² Man kann hier also – im Sinne von Grote (vgl. Kap. 3.3.1) – von einer Autonomie zweiter Ordnung sprechen.

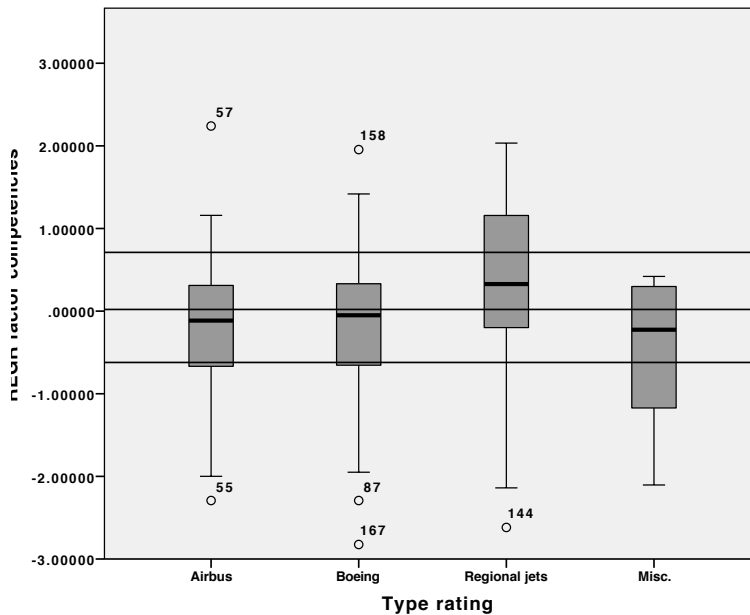


Abbildung 3: Wandel der Rollenverteilung und "type rating" (N=195)

Der Zusammenhang zwischen dem wahrgenommenen Wandel der Rollenverteilung und dem Vertrauen in hybride Kollaboration ist zudem statistisch hochsignifikant ($,372^{**}$). Piloten, die einen starken Wandel der Rollenverteilung zwischen Mensch und (teil-)autonomer Technik wahrnehmen, haben ein deutlich positiveres Verhältnis zu dieser neuartigen Form der hybriden Kollaboration im sozio-technischen System Flugzeug. Hypothese H3 kann also als bestätigt gelten.

Wahrgenommene Komplexität

Knapp 40 Prozent der Piloten sehen die Komplexität moderner Flugzeuge als hoch oder sehr hoch an; 60 Prozent nehmen eine geringe oder sehr geringe Komplexität wahr (Mittelwert 3.31). Die Variable „Komplexität“ korreliert stark mit Alter ($,192^{**}$) und Erfahrung ($,228^{**}$), was bedeutet, dass ältere, erfahrene Piloten – subjektiv – mehr Komplexität wahrnehmen als jüngere, weniger erfahrene. Dies lässt sich folgendermaßen erklären:

- Ältere Piloten haben im Laufe ihrer Karriere mehr Gelegenheiten gehabt, Automationsversagen zu erleben.
- Da sie teilweise auch als Ausbilder arbeiten, haben sie eine eher reflexive Einstellung gegenüber Automationsfragen entwickelt.
- Da sie den Übergang von der dritten zur vierten Flugzeuggeneration erlebt haben, sind ihre Einstellungen gegenüber Automation reservierter als die jüngerer Piloten, die in einer Welt voller Computer groß geworden sind und nichts anderes kennen als „Atari-Flieger“.

Zudem gibt es offenbar Unterschiede zwischen den Flugzeugherstellern: Airbus-Piloten haben eine deutlich höhere Komplexitätswahrnehmung als Piloten von Boeing-Flugzeugen und Regionaljets. Kombiniert man zudem die beiden

Variablen „Alter“ und „type rating“, so ergibt sich folgendes Bild (vgl. Abbildung 4).

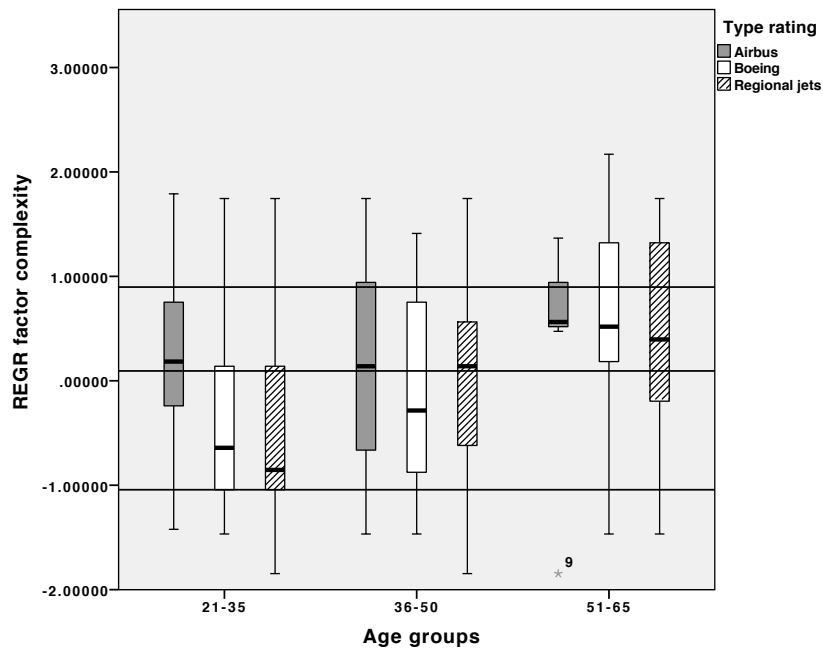


Abbildung 4: Komplexität in Bezug zu Alter ($N=80, 76, 32$) und type rating

Wie bereits erwähnt, nehmen jüngere Piloten weniger Komplexität wahr als ältere; aber innerhalb der Gruppe der Jüngeren weichen Airbus-Piloten mit einer deutlich höheren Komplexitätswahrnehmung von ihren Altersgenossen ab. Offenbar bereitet es gerade in den ersten Berufsjahren einige Probleme, mit diesem Flugzeugtyp klarzukommen.

In der Gruppe der Piloten mittleren Alters sind es hingegen die Boeing-Piloten, die sich von ihren Altersgenossen durch eine geringere Komplexitätswahrnehmung abheben, was darauf verweist, dass die Zusammenarbeit von Mensch und Technik an Bord von Boeing-Flugzeugen offenbar besser funktioniert als bei anderen Flugzeugmustern. Die immer wieder diskutierten Unterschiede zwischen den Automations-Philosophien der beiden Hersteller Airbus und Boeing lassen sich hier also gut nachweisen.

Das überraschendste Ergebnis unserer Analysen ist jedoch, dass es zwischen der Komplexitätswahrnehmung und dem Vertrauen in hybride Kollaboration *keinen* Zusammenhang gibt. Hypothese H4, die diesen Zusammenhang postuliert hat, ist also widerlegt.

Type rating

Wie die bisherigen Analysen gezeigt haben, spielt das „type rating“ in vielerlei Hinsicht eine Rolle, zum Beispiel bei der Symmetriewahrnehmung oder beim wahrgenommenen Wandel der Rollenverteilung. Auch das Vertrauen in hybride Kollaboration hängt in starkem Maße mit dem „type rating“ zusammen: Piloten von Regionaljets haben ein deutlich höheres Vertrauen als Airbus- und Boeing-Piloten, die sich diesbezüglich nicht unterscheiden (vgl. Abbildung 5).

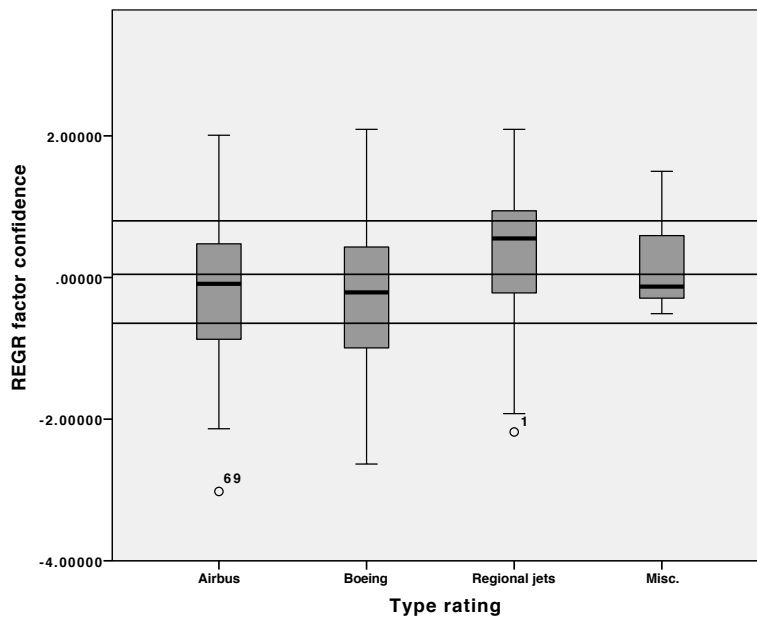


Abbildung 5: Vertrauen in hybride Kollaboration und "type rating"

Die Hypothese H5, die besagt, dass Boeing-Piloten ein größeres Vertrauen haben als andere, kann also nicht bestätigt werden. Die Reichweite scheint sich stärker auf die Wahrnehmungen von Piloten in puncto Automation auszuwirken als die Differenz zwischen Airbus und Boeing.

Kontrollvariablen Reichweite und Alter

Dies belegen auch weitere Berechnungen, die zeigen, dass Piloten von Kurzstrecken-Flugzeugen deutlich mehr Vertrauen in hybride Kollaboration haben als andere – vermutlich wegen des oben bereits erwähnten Zusammenhangs zwischen der Häufigkeit von Starts und Landungen und der damit verbundenen Möglichkeit, Erfahrungen in der Kollaboration mit Automation zu machen.

Wie die Regression-Rechnung bereits gezeigt hat, spielt das Alter überraschenderweise keine Rolle. Es gibt keine Korrelation zwischen Alter und Vertrauen oder Komplexitätswahrnehmung.

5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Studie sind teilweise überraschend: Das Vertrauen in die hybride Kollaboration ist sehr hoch und hängt stark mit der wahrgenommenen Symmetrie von Mensch und Technik (H1) sowie mit dem wahrgenommenen Wandel der Kompetenzen und der Rollenverteilung (H3) zusammen. Im Gegensatz dazu ergab die Frage nach der wahrgenommenen Komplexität (H4) nur mittlere Werte; die größte Überraschung war jedoch, dass sich dies nicht auf das Vertrauen in die hybride Kollaboration auswirkt. Die Unterschiede zwischen Airbus- und Boeing-Piloten sind geringer als erwartet (H5). Piloten von Regionaljets, die zumeist Kurz- oder Mittelstrecke fliegen, heben sich jedoch von den beiden anderen Gruppen deutlich ab, vermutlich aufgrund des

spezifischen Aufgabenprofils mit häufigen Starts und Landungen, das viele Gelegenheiten zur Kollaboration mit den automatischen Systemen mit sich bringt.

6 Fazit

Die Digitalisierung des privaten Alltags wie auch der Arbeitswelt schreitet in großen Schritten voran. Was in der Luftfahrt mit dem computergestützten Fliegen begann, setzt sich im Straßenverkehr und mittlerweile auch im Bereich „Gesundheit und Fitness“ fort. Smarte Geräte werden immer mehr zu unseren Begleitern, die uns bei vielfältigen Prozessen unterstützen bzw. unsere Handlungen ersetzen. Menschliche Bediener bzw. Nutzer befinden sich zunehmend in hybriden Konstellationen, in denen die Handlungsträgerschaft auf Menschen und (zunehmend) autonome Technik verteilt ist. Wie genau dieses Zusammenspiel funktioniert, ist noch unzureichend erforscht. Empirische Studien, die am Fachgebiet Techniksoziologie der TU Dortmund durchgeführt wurden, verweisen darauf hin, dass die Einstellung zu autonomer Technik, aber auch das Vertrauen recht hoch sind und dass Erfahrungen mit Umgang mit autonomer Technik eine wichtige Rolle spielen.

7 Literatur

- BASI 1998: Advanced Technology Aircraft Safety Survey Report (Department of Transport and Regional Development. Bureau of Air Safety Investigation). Civic Square: BASI, http://www.atsb.gov.au/media/704656/advanced_technology_aircraft_safety_survey_report.pdf.
- Brooker, Peter, 2005: Reducing mid-aircollision risk in controlled airspace: Lessons from hazardous incidents. In: Safety Science 43: 715-738.
- Cummings, Mary L./Sylvain Bruni, 2009: Collaborative Human-Automation Decision Making. In: Shimon Y. Nof (Hg.), Handbook of Automation. Heidelberg: Springer, 437-447.
- Fitts, P.M., 1951: Human engineering for an effective air navigation and traffic control system. Washington, D.C.: National Research Council.
- Hutchins, Edwin, 1995: How a cockpit remembers its speeds. In: Cognitive Science 19: 265-288, http://hci.ucsd.edu/lab/hci_papers/EH1995-3.pdf.
- Hutchins, Edwin/Barbara Holder/Michael Hayward, 1999: Pilot attitudes toward automation. In, <http://hci.ucsd.edu/hutchins/aviation/attitudes/attitudes.pdf>.
- Inagaki, Toshiyuki, 2010: Traffic systems as joint cognitive systems: issues to be solved for realizing human-technology coagency. In: Cognition, Technology & Work 12: 153-162.
- Manzey, Dietrich, 2008: Systemgestaltung und Automatisierung. In: Petra Badke-Schaub et al. (Hg.), Human Factors. Psychologie sicheren Handelns in Risikobranchen. Heidelberg: Springer, 307-324.
- McClumpha, A.J. et al., 1991: Pilots' attitudes to cockpit automation. In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting 35: 107-111, <http://pro.sagepub.com/content/35/2/107.short>.
- Naidoo, Prevendren, 2008: Airline pilots' perceptions of advanced flight deck automation (MPhil dissertation). Pretoria: U of Pretoria, <http://upetd.up.ac.za/thesis/available/etd-06152009-133747/>.

- Sarter, Nadine B./David D. Woods, 1997: Team Play with a Powerful and Independent Agent: Operational Experiences and Automation Surprises on the A-320. In: Human Factors 39: 553-569.
- , 2000: Team Play with a Powerful and Independent Agent: A Full-Mission Simulation Study. In: Human Factors 42: 309-402, <http://hfs.sagepub.com/content/42/3/390.short>.
- Sarter, Nadine B./David D. Woods/Charles E. Billings, 1997: Automation surprises. In: Handbook of human factors and ergonomics 2: 1926-1943.
- Scheiderer, J./H.J. Ebermann, 2010: Human Factors im Cockpit: Praxis sicheren Handelns für Piloten. Springer.
- Schmitt, Dirk-Roger/Claude Le Tallec, 2007: Ferngesteuert von New York nach Frankfurt - Fiktion oder Vision? In: DLR-Nachrichten (117): 14-19, http://www.dlr.de/Portaldata/1/Resources/kommunikation/publikationen/117_nachrichten/nachrichten_117.pdf.
- Suchman, Lucy et al., 1999: Reconstructing Technologies as Social Practise. In: American Behavioral Scientist 43: 392-408.
- Weyer, Johannes, 2008: Mixed Governance - Das Zusammenspiel von menschlichen Entscheidern und autonomer Technik im Luftverkehr der Zukunft. In: Ingo Matuschek (Hg.), Luft-Schichten. Arbeit, Organisation und Technik im Luftverkehr. Berlin: edition sigma, 188-208.
- , 2015: Can pilots still fly? Role distribution and hybrid interaction in advanced automated aircraft (Soziologisches Arbeitspapier 45/2015). Dortmund: TU Dortmund, <http://hdl.handle.net/2003/34343>.
- Wiener, Earl L., 1989: Human factors of advanced technology ("glass cockpit") transport aircraft. Report prepared for Ames Research Center NCC2-377. Moffet Field, CA, http://human-factors.arc.nasa.gov/publications/HF_AdvTech_Aircraft.pdf.