

Von Menschen und Maschinen: Interdisziplinäre Perspektiven auf das Verhältnis von Gesellschaft und Technik in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft ; Proceedings der 3. Tagung des Nachwuchsnetzwerks "INSIST", 05.-07. Oktober 2018, Karlsruhe

Ahner, Helen (Ed.); Metzger, Max (Ed.); Nolte, Mathis (Ed.)

Erstveröffentlichung / Primary Publication

Sammelwerk / collection

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Ahner, H., Metzger, M., & Nolte, M. (Hrsg.). (2020). *Von Menschen und Maschinen: Interdisziplinäre Perspektiven auf das Verhältnis von Gesellschaft und Technik in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft ; Proceedings der 3. Tagung des Nachwuchsnetzwerks "INSIST", 05.-07. Oktober 2018, Karlsruhe* (INSIST-Proceedings, 3). <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-67663-1>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY-NC-ND Lizenz (Namensnennung-Nicht-kommerziell-Keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/deed.de>

Terms of use:

This document is made available under a CC BY-NC-ND Licence (Attribution-Non Commercial-NoDerivatives). For more information see:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0>

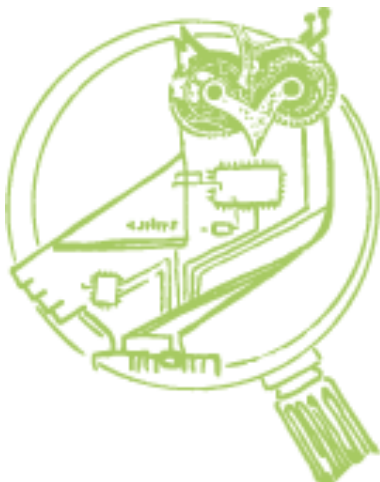
INSIST-Proceedings
Julia Engelschalt, Arne Maibaum (Hrsg.)

Von Menschen und Maschinen

Interdisziplinäre Perspektiven auf
das Verhältnis von Gesellschaft
und Technik in Vergangenheit,
Gegenwart und Zukunft

Proceedings der 3. Tagung
des Nachwuchsnetzwerks „INSIST“
05.-07. Oktober 2018, Karlsruhe

Band 3
Herausgegeben von
Helen Ahner, Max Metzger & Mathis Nolte



Inhaltsverzeichnis

Geleitwort.....	i
Editorische Notiz.....	iii
Fährt selbst und ständig: Empirische Nutzeranalysen eines automatisierten Mobilitätsangebotes an einem Großklinikum und im ÖPNV.....	1
Lina Kluy, Stefan Blüher und Jan C. Zöllick	
Master or Servant? Der Wandel im Mensch-Maschine-Verhältnis in der internationalen zivilen Luftfahrt des 20. Jahrhunderts.....	15
Sabrina Lausen	
Wo ist der Mensch in der automatisierten Produktion? Eine aktuelle Frage aus historischer Perspektive.....	35
Nikolai Ingenerf, Moritz Müller und Nora Thorade	
Neue Wege des Passing mit Prothesen? Zur Kosmetisierung der Beinprothetik in der Bundesrepublik Deutschland der 1960er und 1970er Jahre.....	55
Mathis Nolte	
Somatisch-visuelle Aushandlung embryonalen Lebens. Zur Konstitution embryonaler Wesen am Beispiel Exitus im Uterus.....	77
Nico Wettmann	
Der Mensch als zwecklose Maschine? Descartes' Philosophie in der Kontroverse	93
Daniel Neumann	
Künstliche Intelligenz in der Science-Fiction: Mehr Magie als Technik.....	105
Isabella Hermann	
Science fiction is what got me into the field. Elemente der Popkultur als Vermittlungsstrategien im Diskurs um künstliche Intelligenz.....	119
Rebecca Bachmann	
Cyborg als Metapher. Haraway mit Blumenberg lesen.....	141
Lisa Schurrer	
Humanoide Roboter und virtuelle Agenten als Kommunikationsteilnehmer? Konversationsanalytische Studien der Mensch-Maschine-Interaktion.....	159
Indra Bock und Henning Mayer	
„Naturgetreu jedoch beschleunigt“ - Wie im Projektionsplanetarium Maschinen die Weltdeutung übernahmen.....	183
Helen Ahner	

Träumen rote KIs von Lenin? Die kybernetische Hypothese zwischen Cybersyn, Kapitalismus und anarchistischer Politik.....	203
David Kipscholl und Alexander Kurunzi	
„Die Maschine hat den Piloten abgeworfen“ - Horkheimers Kritik der instrumentellen Vernunft metaphorologisch gelesen.....	223
Andreas Brenneis	
Autor*innenverzeichnis.....	237

Geleitwort

Das Interdisciplinary Network for Studies Investigating Science and Technology (INSIST) ist eine disziplin- und standortübergreifende Initiative des Nachwuchses im Feld der Wissenschafts- und Technikforschung. INSIST richtet sich an Nachwuchswissenschaftler*innen, Studierende und alle Interessierten, die sich für Fragen der Wissenschafts- und Technikforschung begeistern und nach Möglichkeiten des thematischen wie auch informellen Erfahrungsaustausch suchen. Gegründet wurde das Netzwerk im Oktober 2013 in Bielefeld.

Die selbstgewählten Ziele der Förderung und Vernetzung des Nachwuchses sind weder an spezifische akademische Einrichtungen noch an Zugehörigkeiten zu bestimmten akademischen Disziplinen gebunden. INSIST versteht sich als Plattform zur Erhöhung der inneren und äußeren Sichtbarkeit von in der Wissenschafts- und Technikforschung meist eher unterrepräsentierten Gruppen. Das Netzwerk beschränkt sich in seinen Aktivitäten daher nicht ausschließlich auf klassische akademische Nachwuchsgruppen wie Postdocs und Doktorand*innen, sondern bezieht in seine Veranstaltungen bewusst auch Studierende und andere Interessierte mit ein.

Dem Motto „Vom Nachwuchs für den Nachwuchs“ folgend, hat es sich INSIST unter anderem zur Aufgabe gemacht, alle zwei Jahre an wechselnden Standorten eine interdisziplinäre Nachwuchstagung zu organisieren. Diese sollen Nachwuchswissenschaftler*innen einen vergleichsweise geschützten Raum bieten, erste Erfahrungen mit eigenen wissenschaftlichen Vorträgen und Workshops zu sammeln.

Der vorliegende Proceedings-Band ist aus der dritten INSIST-Nachwuchstagung „Von Menschen und Maschinen. Interdisziplinäre Perspektiven auf das Verhältnis von Gesellschaft und Technik in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft“, hervorgegangen, die vom 05. bis 07. Oktober 2018 am Karlsruher Institut für Technologie stattfand.

Über 50 teilnehmende Wissenschaftler*innen haben im Rahmen von 30 Vorträgen und 3 Workshops die Bestimmungen, Aneignungen und Verhältnisnahmen von Mensch und Maschine reflektiert und diskutiert.

Die Keynotes von Martina Heßler zum Thema „*Mensch|Maschinen. Perspektiven einer historischen Technikanthropologie*“ und Gabriele Gramelsberger zum Thema „*Parallelgesellschaft der Maschinen. Wie weit geht die Automatisierung?*“ bereicherten das Abendprogramm mit synoptischen Betrachtungen und theoretischen Ausblicken um einen gesellschaftspolitischen und forschungspragmatischen Blick aufs Tagungsthema.

INSIST begrüßt und unterstützt die Forschung und Präsentation in neuen und innovativen Formaten. Mit der interaktiven Kunstinstallation „*Nachrichten an mich*“ von Maja Urbanczyk, die audiovisuelle Live-Performance „*We all learn to desire the same things. Allowing images to become a tool*“ der Gruppe Ilaria Atonali, sowie einer Podiumsdiskussion zu wissenschaftlichen Publikationspro-

zessen mit Vertreter*innen der Zeitschriften *Technikgeschichte*, *NTM* (Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaft, Medizin und Technik), *TATuP* (Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis) und *NanoEthics. Studies of New and Emergig Technologies* konnten wir die Reflektion des Tagungsthemas jenseits traditioneller Vortragsformate sehr produktiv einbinden.

Das vollständige Tagungsprogramm kann auf der INSIST Website unter <http://insist-network.com/insist-tagung-2018-programm/> eingesehen werden.

Wir bedanken uns an dieser Stelle noch einmal sehr herzlich bei allen Tagungsteilnehmer*innen für ihre jeweiligen Anregungen und Diskussionsbeiträge. Unsere Dankbarkeit gilt auch dem Institut für Technikzukünfte, dem daran angeschlossenen Teilinstitut für Technikgeschichte sowie dem Institut für Germanistik am Karlsruher Institut für Technologie, ohne deren großzügige finanzielle und organisatorische Unterstützung, die Durchführung der Tagung nicht möglich gewesen wäre.

Nicht zuletzt gilt unser besonderer Dank den Herausgeber*innen dieses Bandes, die mit ihrem Engagement dem Anliegen von INSIST, jungen Forscher*innen der Wissenschafts- und Technikforschung eine Plattform und eine eigenständige Stimme zu geben, hervorragende Form und Umsetzung gegeben haben.

Helen Ahner & Franz Kather
Sprecher*innen von INSIST

Editorische Notiz

Der vorliegende dritte Band der INSIST-Proceedings-Reihe versammelt 12 zur Veröffentlichung ausgearbeitete Beiträge der dritten INSIST-Nachwuchstagung „Von Menschen und Maschinen. Interdisziplinäre Perspektiven auf das Verhältnis von Gesellschaft und Technik in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft“.

Die Reihenfolge der hier zusammengestellten Texte reproduziert weder die zeitliche Abfolge im Tagungsprogramm, noch soll durch die gewählte Anordnung eine qualitative Wertung vorgenommen werden.

Um der disziplinären Vielfalt und Unterschiedlichkeit der einzelnen Beiträge gerecht zu werden, haben wir uns – wie auch schon bei den vorangehenden Proceedings Bänden – dazu entschieden, die Wahl von Zitiersystemen in Fußnoten und bibliographischen Angaben unseren Autor*innen zu überlassen und die jeweiligen Texte lediglich im Layout zu vereinheitlichen. Auch der Umgang mit geschlechtergerechten Schreibweise blieb den Autor*innen überlassen.

Alle Beiträge haben ein doppelt anonymisiertes Peer-Review-Verfahren durchlaufen. Wir möchten uns daher nicht nur bei den Autor*innen für ihre Einreichungen, sondern auch bei den jeweiligen Gutachter*innen für ihre konstruktiven Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge bedanken.

Für die erneute Möglichkeit der Online-Publikation im Social Science Open Access Repository (SSOAR) danken wir zudem dem GESIS Leibnitz-Institut für Sozialforschung.

Julia Engelschalt, Universität Bielefeld
Arne Maibaum, Technische Universität Berlin
Helen Ahner, Universität Tübingen
Max Metzger, Technische Universität Dresden
Matthis Nolte, Stadtarchiv Löhne

Master or Servant? Der Wandel im Mensch-Maschine-Verhältnis in der internationalen zivilen Luftfahrt des 20. Jahrhunderts

Sabrina Lausen

Die Tweets des US-amerikanischen Präsidenten Donald Trump sind selten fundiert oder sachlich und sorgen für gewöhnlich für sehr viel Zündstoff. Umso mehr überraschte eine spontane Stellungnahme Trumps via Twitter, in der er den tragischen Absturz einer Maschine der Ethiopian Airlines vom Typ Boeing 737 MAX 8 kommentierte.¹ Hier sprach er völlig zutreffend ein Problem in der zivilen Luftfahrt an, das in den letzten Jahren immer wieder thematisiert worden ist: das Ausmaß an Automation in Verkehrsflugzeugen, das den Piloten die Bedienung mehr erschwert als sie zu entlasten. Die Technik in den Maschinen sei inzwischen derart komplex, dass sie von einem Informatiker geflogen werden müssten, so die Polemik Trumps. Er hingegen wünsche sich Piloten im Cockpit und keine Wissenschaftler. Das Problem ist der Luftfahrtindustrie – vor allem jedoch dem Cockpit-Personal – weder neu noch unbekannt. Tatsächlich ist dies nur der vorläufige Höhepunkt einer Entwicklung, die schon in den zwanziger Jahren des letzten Jahrhunderts ihren Anfang nahm und in den siebziger und achtziger Jahren ebenso ernsthaft wie polemisch diskutiert wurde. Von der Forschung wurde sie jedoch bislang vornehmlich in den Technik- und Ingenieurwissenschaften behandelt,² während sich die Kultur-,³ Politik- und Sozialwissenschaft⁴ stark zurückgehalten haben. Dies erstaunt umso mehr, als

¹ S. Kotowski, Timo/Lindner, Roland: Ganz Europa zwingt Boeing 737 Max 8 auf den Boden, in: FAZ 61 (13.03.2019).

² S. hierzu aus einer Vielzahl von Studien Billings, Charles E.: *Aviation Automation. The Search for a Human-Centered Approach*, Mahwah, New Jersey 1997; Landry, Steven J.: *Advances in Human Aspects of Aviation (Advances in Human Factors and Ergonomics; 15)*, Boca Raton 2012; Salas, Eduardo/Maurino, Dan: *Human Factors in Aviation*, San Diego u.a. 2010.

³ S. Kehrt, Christian: *Moderne Krieger. Die Technikerfahrungen deutscher Luftwaffenpiloten 1910 – 1945*, Paderborn 2010; zugl. Darmstadt, Techn. Univ., Diss., 2007. Hier wurde vornehmlich die militärische Luftwaffe vor 1945 betrachtet.

⁴ Innerhalb der Techniksoziologie wurde das heutige Mensch-Maschine-Verhältnis von Johannes Weyer umfassend analysiert. S. Weyer, Johannes: *Can pilots still fly? Role distribution and hybrid interaction in advanced automated aircraft*. Soziologisches Arbeitspapier 45/2015, Dortmund. S. vom selben Autor zsm. mit Robin Fink: *Interaction of Human Actors and Non-Human Agents. A Sociological Simulation Model of Hybrid Systems*, in: *Science, Technology and Innovation Studies* 10 (2014), S. 31 – 64; zsm. mit Stephan Cramer: *Interaktion, Risiko und Governance in hybriden Systemen*, in: Dolata, Ulrich/Werle, Raymund (Hgg.): *Gesellschaft und die Macht der Technik. Sozioökonomischer und institutioneller Wandel durch Technisierung*, Frankfurt am Main 2007, S. 267 – 286; *Autonomie und Kontrolle. Arbeit in hybriden Systemen am Beispiel der Luftfahrt*, in: *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 16 (2007), S. 35 – 42; *Modes of Governance of Hybrid Systems. The Mid-Air Collision at Überlingen and the Impact of Smart Technology*, in: *Science, Technology and Innovation*

die Konflikte und Unfälle, die durch den Prozess der Automatisierung entstanden sind, nur zur Hälfte ein technisches bzw. ingenieurwissenschaftliches Problem darstellen; sie betreffen auch den sog. ‚Faktor Mensch‘, seine Ausbildung und nicht zuletzt sein berufliches und soziales Standing. Auffällig ist auch das offensichtliche Desinteresse an der Zivilluftfahrt, zu der bislang ebenfalls in kultur-, politik- oder sozialwissenschaftlicher Hinsicht kaum geforscht wurde.⁵

Ich möchte deshalb die Entwicklung der Automation in der Zivilluftfahrt und ihre Auswirkungen auf das Mensch-Maschine-Verhältnis im Cockpit theoretisch und praktisch erläutern. Hierfür wird zunächst der Wandel von einer klar definierten Handlungsgewichtung zwischen Pilot und Flugzeug hin zu einem hybriden Multiagenten-System umrissen und dann auf die Erfahrung und Wahrnehmung der Piloten übertragen. Im Vordergrund steht die Frage nach der Wahrnehmung der Piloten, die in den siebziger und achtziger Jahren mit der massiven Automatisierung in den Cockpits von Maschinen der Firmen Airbus und Boeing und damit unmittelbar mit dem Wandel im Mensch-Maschine-Verhältnis in der zivilen Luftfahrt konfrontiert wurden.⁶ Zudem sollen – insofern nach dem aktuellen Erkenntnisstand möglich⁷ – potenzielle Motive erörtert werden, aus denen heraus im Laufe des letzten Jahrhunderts von einem aus Herstellern und ihren Kunden bestehenden Akteur-Netzwerk eine verstärkte Automation auf dem Markt etabliert wurde.

Die Betrachtung und die möglichen Erklärungsansätze beziehen sich räumlich auf die Bundesrepublik Deutschland und die USA bzw. auf die Maschinen von Airbus und Boeing. Für sowjetische Maschinen, die z.B. von den Firmen Iljuschin oder Tupolew konstruiert wurden, bedarf es einer gesonderten Darstellung, da die Automatisierung und damit die Entwicklung im Mensch-Maschine-Verhältnis in den Ländern des europäischen Ostens anders verlief als in West- oder Mitteleuropa oder in den USA.⁸ Hier stand deutlich länger der ‚Faktor Mensch‘ im Vordergrund, was sich z.B. daran erkennen lässt, dass Maschinen sowjetischer Bauart – insofern sie noch für die Luftfahrt zugelassen sind – immer noch mit einem Bordingenieur und mitunter auch mit einem Navigator ge-

Studies 2 (2006), S. 127 – 149.

⁵ Mit der historischen Entwicklung des Cockpits am Beispiel der Boeing 737 hat sich Mario Josef Gerhard Schuivens beschäftigt; die Auswirkungen auf das Mensch-Maschine-Verhältnis sowie die möglichen Negativfolgen wurden allerdings kaum diskutiert. S. Schuivens, Mario Josef Gerhard: Die historische Entwicklung der Cockpit-Instrumentierungen von Verkehrsflugzeugen, München, Techn. Univ., Diss. 2015. Darüber hinaus hat sich Ulrich Kirchner umfassend mit der Entstehung des Airbus-Konzerns beschäftigt. S. Kirchner, Ulrich: Das Airbus-Projekt 1966 – 1990). Genese, Eigendynamik und Etablierung am Markt, in: Weyer, Johannes/Kirchner, Ulrich/Riedl, Lars/Schmidt, Johannes F. K. (Hgg.): Technik, die Gesellschaft schafft. Soziale Netzwerke als Ort der Technikgenese, Berlin 1997, S. 101 – 146; ders.: Geschichte des bundesdeutschen Verkehrsflugzeugbaus. Der lange Weg zum Airbus, Frankfurt am Main 1998.

⁶ Ich stütze mich hierfür vor allem auf Artikel aus den Presseorganen „Flight International“ und „Cockpit Info“, dem Mitgliederorgan der 1969 gegründeten deutschen Pilotengewerkschaft „Vereinigung Cockpit e.V.“.

⁷ Zur Beantwortung dieser Frage sind zusätzliche Archivrecherchen nötig, die ich im Rahmen meines Habilitationsprojekts zum Wandel im Mensch-Maschine-Verhältnis in der internationalen zivilen Luftfahrt durchführen möchte.

⁸ S. zur Entwicklung der Luftfahrt in der Sowjetunion und Russland Gorlow, Viktor: Гражданская авиация России/Russia's Civil Aviation, Moskau 2004.

flogen werden, während das genannte Cockpit-Personal in den Maschinen von Airbus und Boeing bis in die achtziger Jahre durch computergestützte Systeme ersetzt worden war.

Das Mensch-Maschine-Verhältnis im Cockpit als Multiagenten-System

Die Frage nach der Handlungsträgerschaft (*agency*) von Maschinen und dem Verhältnis zwischen *humans* und *non-humans* zählt zu den Fragen, die innerhalb der Forschung, aber auch im öffentlichen Diskurs seit den achtziger Jahren im Kontext von Automatisierung, Digitalisierung und der Entwicklung Künstlicher Intelligenz immer häufiger diskutiert wurden. Dies gilt vor allem für sog. hybride Netzwerke, in denen Mensch und Maschine mitunter so eng zusammenwirken, dass nicht immer klar ist, wer agiert bzw. aktiv handelt und wer reagiert bzw. ausführt. Ein solches Netzwerk mit ungeklärter Governance stellt auch die Beziehung zwischen Mensch und Maschine im Cockpit moderner Verkehrsflugzeuge dar.

Eine Option, das Verhältnis zwischen Pilot und Maschine abstrakt zu erfassen und hierbei auch die mögliche Handlungsträgerschaft der Maschine zu berücksichtigen, ist die Actor-Network Theory. Michael Callon, Bruno Latour und John Law gingen in ihrem Konzept erstmals davon aus, dass humane und nicht-humane Akteure in einem Netzwerk keine starren Entitäten darstellen, „sondern über Beziehungen situativ geformt und definiert werden.“⁹ Im Vordergrund der Theorie stehen damit veränderungsfähige Akteure und Beziehungen in der Praxis, die von der Konstellation innerhalb eines spezifischen Netzwerks abhängig sind. Sie sind im Netzwerk paritätische „Aktanten“, denen unabhängig von ihrer humanen oder nicht-humanen Natur Handlungsträgerschaft attestiert und damit zugestanden wird, dass sie Abläufe im Netzwerk prägen und verändern können.¹⁰ Ein solcher Ansatz hat den Nutzen, dass der Technik und ihren unterschiedlichen Artefakten überhaupt die Befähigung zum Handeln zugebilligt wird. Dies ist jedoch hauptsächlich dadurch möglich, dass sich die Autoren auf einen schwachen bzw. unbestimmten Handlungsbegriff stützen.¹¹ Durch ihn kann grundsätzlich jede Aktion eine Form von Handlungsträgerschaft darstellen. Dies äußert sich auch in der Sprache der Actor-Network Theory, in der nach dem Grundsatz der „generalisierten Symmetrie“ Beobachtungen und Handlungsabläufe im Netzwerk durch den Wissenschaftler so elaboriert werden sollen, dass die Wortwahl keine Rückschlüsse darauf zulässt, ob der betreffende

⁹ Mathar, Tom: Akteur-Netzwerk Theorie, in: Beck, Stefan/Niewöhner, Jörg/Sørensen, Estrid (Hgg.): Science and Technology Studies. Eine anthropologische Einführung, Bielefeld 2012, S. 173 – 190, hier S. 173.

¹⁰ S. zur Actor-Network Theory unter einer Vielzahl von Veröffentlichungen vor allem Callon, Michel/Latour, Bruno: Unscrewing the Big Leviathan. How Actors Macro-Structure Reality and How Sociologists Help Them Do So, in: Knorr-Cetina, Karin/Cicourel, Aaron Victor (Hgg.): Advances in Social Theory and Methodology: Toward an Integration of Micro- and Macro-sociologies, Boston 1981, S. 277–303; Latour, Bruno: Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers Through Society, Milton Keynes 1987; ders.: Reassembling The Social, Oxford 2005; Law, John (Hrsg.): Actor Network Theory and after, Malden 1999.

¹¹ S. zu unterschiedlichen Ausprägungen von Handlungsträgerschaft Rammert, Werner: Technik - Handeln - Wissen. Zu einer pragmatischen Technik- und Sozialtheorie, Wiesbaden 2016, S. 136f.

Aktant ein Mensch oder eine Maschine ist.¹² Falsch wäre damit eine Äußerung in dem Sinne, dass nur der Mensch ‚agiert‘, während die Maschine ‚reagiert‘ bzw. ‚funktioniert‘, da hier unterschiedliche Begriffe für Aktanten gebraucht würden, die offenkundig nicht als paritätisch wahrgenommen werden. Mit ihren Ansichten distanzieren sich die Autoren der Actor-Network Theory von Ansätzen wie der von Trevor Pinch und Wiebe E. Bijker konzipierten Social Construction of Technology (SCOT), die ihre Ansätze eher als soziale Erklärung von Technik und ihrer Entstehung durch Kommunikation begriffen.¹³

Problematisch an der Actor-Network Theory ist, dass sie im Kern eine posthumanistische Denkart vertritt, da gemäß dem Symmetrie-Prinzip keine Rangordnung zwischen Mensch und Maschine mehr existiert und der Mensch damit auch endgültig durch die Maschine abgelöst werden könnte. Damit negiert sie den Unterschied zwischen Mensch und Technik und attestiert beiden dieselbe Form von Handlungsträgerschaft.¹⁴ Dies ist ein Aspekt, der innerhalb der Forschung neben dem Handlungsbegriff und dem Symmetrie-Prinzip am häufigsten bemängelt wurde.¹⁵ Das Problem des Symmetrie-Prinzips äußert sich vor allem darin, dass Mensch und Technik in bestimmten Netzwerken eben nicht dieselbe Befähigung zum Handeln besitzen oder sich die konstatierte Form von Handlungsträgerschaft nur auf ein sehr flaches Niveau beschränkt. Hinzu kommt der Umstand, dass oftmals nicht zwischen einer faktischen und einer fiktionalen Handlungsträgerschaft bzw. einer „Akteurfiktion“ differenziert wird.¹⁶ Dies kann jedoch durch einen besser skizzierten Begriff von *agency* verhindert werden, wie er im Konzept des gradualisierten Handelns in hybriden Zusammenhängen vorgeschlagen wird.

Das Konzept wurde in den späten neunziger Jahren von Werner Rammert und Ingo Schulz-Schaeffer entwickelt. Wie ihre Vorgänger lehnten auch sie einen dualistischen Technikbegriff im Sinne von „der Mensch handelt, die Maschine funktioniert“¹⁷ ab, verzichteten jedoch in Bezug auf den Handlungsbegriff auf eine vorschnell proklamierte Parität zwischen Mensch und Maschine. Stattdessen boten sie einen Kompromiss an, der zwar in eine ähnliche Richtung wie die Actor-Network Theory ging und auch manche Vorstellungen von ihr aufgriff, jedoch in seiner Radikalität deutlich hinter ihr zurückblieb. Den Kompromiss bildete das Konzept vom „mithandelnden Akteur“¹⁸ bzw. des „Interaktionspart-

¹² Muhle, Florian: Grenzen der Akteursfähigkeit. Die Beteiligung „verkörperter Agenten“ an virtuellen Kommunikationsprozessen, Wiesbaden 2013; zug. Bielefeld, Univ., Diss. 2012, S. 76.

¹³ S. zu den Grundlagen von SCOT Bijker, Wiebe E./Pinch, Trevor J.: The Social Construction of Facts and Artefacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other, in: Social Studies of Science 14 (1984), S. 399 – 441; dies.: The Social Construction of Facts and Artifacts. Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit of Each Other, in: Bijker, Wiebe E./Hughes, Thomas P./Pinch, Trevor J.(Hgg.): The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology, Cambridge u.a. 1987, S. 17 – 50.

¹⁴ Weyer: Akteur-Netzwerke und hybride Systeme, S. 71.

¹⁵ Ebd., S. 78; Lorentzen, Kai: Luhmann goes Latour. Zur Soziologie hybrider Beziehungen, in: Rammert: Können Maschinen handeln?, S. 101 – 118, hier S. 104.

¹⁶ S. zum Begriff Werle, Raymund: Technik als Akteurfiktion, in: Rammert: Können Maschinen handeln?, S. 119 – 139.

¹⁷ Rammert/Schulz-Schaeffer: Technik und Handeln, S. 11.

¹⁸ Ebd., S. 13.

ners¹⁹. Wie die Autoren der Actor-Network Theory trennten auch Rammert und Schulz-Schaeffer nicht länger zwischen humanem Handeln und maschinellen Funktionieren, sondern fragten stattdessen nach einer Vermischung beider Formen von Handlungsträgerschaft.²⁰ Damit bestand laut den Autoren auch die Option, dass sich Aktivitäten auf humane und nicht-humane Instanzen verteilen, wie es im Laufe der siebziger und achtziger Jahre auch im Cockpit immer häufiger der Fall war. „Man könnte dann von einem „Mit-Handeln“ technischer Artefakte sprechen und von einem „Mit-Funktionieren“ menschlicher Akteure.“²¹ Anstelle des Akteur-Netzwerks brachten die Autoren das Modell des Multiagenten-Systems ins Spiel, in dem unterschiedliche Agenten zusammenwirken können.²² Zu den Agenten zählen auch technische Artefakte, die zwar auch als „interaktiv“ oder „sozial“ titulierte werden, ohne ihnen jedoch die Befähigung zu unterstellen, sie könnten ebenso handeln wie humane Agenten.²³ Die Agenten im Konzept des gradualisierten Handelns sind folglich im Unterschied zu den Aktanten in der Actor-Network Theory nicht paritätisch.

Damit verbietet sich hier im Grunde a priori jede Polemik bezüglich einer Gewichtung zwischen Mensch und Maschine, da der Mensch – konkret: der Pilot oder die Pilotin – trotz aller Vorzüge der Technik nach wie vor eine stärker ausgeprägte Handlungsträgerschaft besitzt als die Maschine, die er bzw. sie fliegt bzw. kontrolliert. Zu einer stark ausgeprägten Handlungsträgerschaft zählen laut Rammert und Schulz-Schaeffer z.B. die Befähigung, nicht nur Handlungen durch eine bestimmte Kausalität zu verändern – was ein computergestütztes System im Cockpit kann, indem es z.B. riskante Flugmanöver korrigiert oder zumindest über eine potenzielle Gefährdung der Maschine informiert –, sondern auch das Potenzial, sich gänzlich anders verhalten zu können, selbst Handlungsstrategien zu finden oder – auf der höchsten Stufe von *agency* – sogar aus einer bestimmten Absicht heraus handeln zu können.²⁴ Als Ergänzung könnte man an dieser Stelle noch die Vorzüge des ‚Faktors Mensch‘ in der Mensch-Maschine-Schnittstelle ergänzen, die von Paul Fitts²⁵ in den fünfziger Jahren angeführt und im letzten Jahrzehnt nochmals von der Forschung bekräftigt wurden.²⁶ Zu den genannten *Human Factors* zählen z.B. Flexibilität, Kreativität, Improvisations- und Urteilsvermögen, d.h. Fähigkeiten, für die das höchste Niveau von Handlungsträgerschaft nötig ist. Die Maschine hingegen ist schneller, stärker und routinierter bei der Durchführung und Überwachung regulierter Abläufe. Ein hybrides System sollte folglich bevorzugt so konstruiert sein, dass Mensch

¹⁹ Ebd., S. 15.

²⁰ Ebd., S. 13.

²¹ Ebd.; s. hierzu auch Joerges, Bernward: Überlegungen zu einer Soziologie der Sachverhältnisse. „Die Macht der Sachen über uns“ oder „Die Prinzessin auf der Erbse“, in: Leviathan 7 (1979), S. 125 – 137; Rammert, Werner: Die Form der Technik und die Differenz der Medien, in: ders. (Hrsg.): Technik und Sozialtheorie, Frankfurt am Main 1998, S. 293 – 326.

²² Rammert/Schulz-Schaeffer: Technik und Handeln, S. 16.

²³ Ebd.

²⁴ Ebd., S. 48.

²⁵ Fitts, Paul M.: Human engineering for an effective air navigation and traffic control system, Washington 1951.

²⁶ S. de Winter, Joost C. F./Dodou, Dimitra: Why the Fitts list has persisted throughout the history of function allocation, in: Cognition, Technology and Work 16 (2014), S. 1 – 11. S. auch de Winter, Joost C. F./Hancock, Peter A.: Do Humans Believe Now That Machines Surpass Them?, in: Procedia Manufacturing 3 (2015), S. 5334 – 5341.

und Maschine in der Theorie ihr Potenzial als Interaktionspartner gleichermaßen einbringen können. Die Praxis in einem solchen System gestaltet sich jedoch komplizierter, wie die Erfahrungen der Piloten in den siebziger und achtziger Jahren veranschaulichen.

***Technik als „Pilot’s safeguard“?*²⁷**

Die Geschichte der Luftfahrt ist im Grunde die Geschichte eines Automatisierungsprozesses. Schon im späten 19. Jahrhundert wurde überlegt, durch welche technischen Hilfsmittel man Piloten beim anspruchsvollen und mitunter mühsamen Navigieren einer Flugmaschine unterstützen könnte.²⁸ Im Zuge solcher Erwägungen entstanden zu Beginn des 20. Jahrhunderts sehr frühe Vorläufer dessen, was heute ‚Autopilot‘ genannt wird: also automatisierte und programmierbare Manövrierapparaturen, die ein Flugzeug auf Kurs lenken und halten, ohne dass der Mensch bzw. der Pilot selbst aktiv werden muss.

Die Autopiloten heutiger Flugzeuge sind ein höchst ausdifferenziertes und voll computerisiertes System, das auf Algorithmen basiert, die nicht nur die Maschine auf Kurs halten, sondern auch selbständig unterschiedliche Faktoren überwachen und die Piloten akustisch und tast-sensorisch über Probleme im System informieren. Zudem sind sie sogar dazu imstande, die Aktionen der Cockpit-Crew ungefragt und unauffällig zu korrigieren. Das erste Hilfsmittel, das den Titel ‚Autopilot‘ trug, stammte noch aus der Schifffahrt und war ein Kompass. Der US-amerikanische Pilot und Luftfahrt-Pionier Lawrence Sperry, dessen Vater Kompass für Schiffe konstruiert hatte,²⁹ entwarf 1914 ein ähnliches Instrument für die Luftfahrt. Da das größte Problem die Stabilität der Maschine in der Luft war, konstruierte Sperry zudem ein Gerät, den sog. Kurskreisel, der nicht nur die Maschine auf Kurs, sondern auch in der Luft stabil hielt.³⁰ Sperry nannte seine Schöpfung „Automatic Pilot“ bzw. später kurz „Autopilot“.³¹ Der Name wurde rasch von dem englischsprachigen Journal „Flight International“ aufgegriffen und so in aller Welt publik gemacht. In den zwanziger Jahren baute die Sperry Company ihren „Autopiloten“ für das US-Militär immer stärker aus, da er zur Garantie dafür wurde, dass Bomben aus großer Höhe zielsicher abgeworfen werden konnten.³² Bis in die späten dreißiger Jahre kam in den Cockpits militärischer wie ziviler Maschinen immer mehr Technik zur Anwendung, z.B. zur Unterstützung des Blindfluges bei Nacht oder bei schlechten Wetterverhältnissen.³³

²⁷ Taylor, H.A.: Instrument Flying. The Technique of Modern Training in Blind Flying: Instruments Employed and Their Methods of Application, in: Flight International 17.10. 1935, S. 401 – 404, hier S. 401.

²⁸ S. Billings, Charles E.: Aviation Automation, S. 66.

²⁹ S. Mindell, David A.: Between Human and Machine. Feedback, Control, and Computing before Cybernetics, Baltimore 2002, S. 71.

³⁰ S. Billings: Aviation Automation, S. 67.

³¹ S. The Sperry Automatic Pilot, in: Flight International 24.02. 1916, S. 166; Thorburn, Douglas W.: More Notes from Paris, in: Flight International 26.04. 1917, S. 394.

³² Mindell: Between Human and Machine, S. 77.

³³ S. Schuivens: Die historische Entwicklung der Cockpit-Instrumentierungen von Verkehrsflugzeugen, S. 134f.

Es ist auffällig, dass schon in der Berichterstattung vor dem Ersten Weltkrieg die Vorzüge der Technik gegenüber dem Piloten betont wurde, obschon in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts die Piloten klar im Rampenlicht der Luftfahrt standen, da man ihren Habitus als außergewöhnlich männlich, mutig und tollkühn empfand. Trotzdem war innerhalb der militärischen und der zivilen Luftfahrt schon vor dem Ersten Weltkrieg ein Problem bekannt, dass auch heute noch unter dem Stichwort „Fatigue“ diskutiert wird und als eine der größten Gefährdungen vor allem der kommerziellen Luftfahrt gilt: akute bis chronische Ermüdung bzw. Erschöpfung, die Piloten auf langen Strecken oder nach häufigen Nachtflügen befällt und dazu führt, dass die Cockpit-Besatzung nicht länger adäquat auf Notlagen reagieren kann. Da Piloten schon am Vorabend des Ersten Weltkriegs damit zu kämpfen hatten, sollte hier Sperrys Autopilot Abhilfe schaffen, indem er an ihrer Stelle die Maschine auf Kurs hielt.³⁴ Die Technik fungierte somit als Schutzvorrichtung und Unterstützung für die Crew.³⁵

Auch in Deutschland, einer anderen „Airminded Nation“³⁶, die die militärischen Vorzüge der Luftfahrt für sich entdeckt hatte, beschäftigte man sich seit dem Ersten Weltkrieg verstärkt mit dem Ausbau automatischer Vorrichtungen, die Militärpiloten auf ihren Flügen unterstützen sollten.³⁷ Wie in den USA bestand auch hier in Bezug auf die Luftfahrt eine Technikeuphorie, die hauptsächlich einer massiven Furcht vor Luftangriffen durch ausländische Luftwaffen geschuldet war und die zu einem raschen Ausbau der Luftfahrtindustrie in den zwanziger und dreißiger Jahren führte.³⁸ Darüber hinaus kam es schon jetzt zu allmählichen Veränderungen an der Mensch-Maschine-Schnittstelle, die jedoch vor allem dem Schutz der Piloten dienen. Errungenschaften in Technik und Wissenschaft sollten bewirken, dass sich die Bedienung des Fluggeräts sicherer gestaltete, ohne jedoch hierdurch das öffentliche Bild vom Piloten als draufgängerischen und mutigen „Airman“ in Frage zu stellen.³⁹ Automatisierte Hilfsmittel sollten somit vorrangig die Piloten entlasten und sie unterstützen; die Vorstellung, dass ein technisches Artefakt die Piloten entmündigen oder gar ersetzen könnte, war Luftfahrtingenieuren und selbst dem größten Technikenthusiasten noch fremd. Noch war die Gewichtung im Akteur-Netzwerk zwischen Mensch und Maschine erkennbar: Der Mensch war Handlungssubjekt und agierte, während die Maschine Handlungsobjekt war und reagierte. Von einer möglichen Handlungsträgerschaft der Maschine oder von paritätischen Aktanten in einem hybriden Multiagenten-System war noch keine Rede.

Damit wurde in der Zwischenkriegsära die maßgebliche Grundlage für die Automation in der Luftfahrt geschaffen, an die man nach dem Zweiten Weltkrieg anknüpfen konnte. Auffällig ist, dass sich der Automatisierungsprozess zunächst

³⁴ The Sperry Gyroscopic Stabilizer, in: *Flight International* 29.01. 1915, S. 74 – 76, hier S. 74.

³⁵ S. Anm. 29.

³⁶ S. zum Begriff Corn, Joseph: *The Winged Gospel. America's Romance with Aviation 1900 – 1950*, New York 1983, S. 51; mit Bezug zu Deutschland Fritzsche Peter: „Airmindedness“ – der Luftfahrtkult der Deutschen zwischen der Weimarer Republik und dem Dritten Reich, in: Trischer, Helmuth/Schrogl/Kai-Uwe (Hgg.): *Ein Jahrhundert im Flug. Luft- und Raumfahrtforschung in Deutschland 1907 – 2007*, Frankfurt am Main 2007, S. 88 – 103, hier S. 88.

³⁷ S. hierzu die Studie von Kehrt.

³⁸ S. Fritzsche: „Airmindedness“, S. 88.

³⁹ S. Kehrt: *Moderne Krieger*, S. 107.

auf die militärische Luftfahrt beschränkte und erst sukzessiv auf die Zivilluftfahrt übertragen wurde. Dies hatte unterschiedliche Gründe. Zum einen stand zu Beginn der Ära des Technonationalismus der Schutz der Nation im Vordergrund, weshalb technische Innovationen zunächst der Optimierung von Kriegsgeschützen dienten. Damit war die Technikeuphorie in Bezug auf die Luftfahrt in den USA und Deutschland vor allem eine Reaktion auf die Erfahrung des Ersten Weltkriegs, in dem erstmals nationale Luftwaffen und der Luftkrieg eine Rolle gespielt hatten. Zum anderen besaß die zivile Luftfahrt vor 1945 noch nicht annähernd die globale politische und wirtschaftliche Funktion, die ihr im Zuge der Jet-Ära und durch das Aufkommen des Massentourismus in den fünfziger und sechziger Jahren zukam. Darüber hinaus sind Verbindungen zwischen der militärischen und der zivilen Luftfahrt in Form von Technologietransfer bis heute üblich.⁴⁰ Mitunter finden ganze, zunächst ausschließlich für das Militär konzipierte Programme auch in der kommerziellen Luftfahrt Anwendung, da hierdurch die Kosten für spezifisch zivile Entwicklungen gespart werden können.⁴¹

Noch bis in die fünfziger Jahre waren große Flugzeuge mit Cockpits ausgestattet, die für Crews von fünf Mann konzipiert waren: ein Flugkapitän, ein Co-Pilot bzw. First Officer, ein Flug- oder Bordingenieur, ein Funker und ein Navigator.⁴² Eine Crew aus Kapitän und Co-Pilot, wie man sie heutzutage in der Luftfahrt kennt, konnte sich in den dreißiger Jahren zunächst nur in Maschinen mit geringer Größe etablieren;⁴³ hier mussten die Piloten dann sämtliche Funktionen selbst ausfüllen und mitunter auch als Stewards für die Passagiere fungieren.⁴⁴ Die Gruppengröße der Crew hing jedoch nicht primär von der Größe oder dem Typ der Maschine ab, sondern orientierte sich vor allem an den Bedingungen der Strecke, die zurückgelegt werden musste.⁴⁵ So bedurfte es auf manchen Strecken nur bedingt eines Funkers oder eines Navigators. Da deren Aufgaben allmählich nicht nur auf bestimmten Strecken, sondern dauerhaft auf die Piloten übertragen oder von technischen Hilfsmitteln übernommen werden konnten, verschwanden sie allmählich aus den Cockpits. Eine Ausnahme stellten z.B. die frühen Versionen der Boeing B747, des sog. „Jumbos“, sowie die Maschinen sowjetischen Bautyps dar. Der Schrumpfprozess einer Crew von fünf Mann hin zu einer Crew aus Kapitän, Co-Pilot und Ingenieur war nicht nur das Resultat einer wachsenden Automation. Es entsprach auch ausdrücklich dem Wunsch der Fluggesellschaften, den immer stärker werdenden Konkurrenzkampf am globalen Himmel durch Reduzierung von Betriebs- und Personalkosten zu entschärfen.⁴⁶ Ein solcher Schritt war für die Airlines verantwortbar, da aus ihrer Sicht geltende Sicherheitsbestimmungen hierdurch nicht gestört wurden. Für die Piloten kündigte sich jedoch eine Entwicklung an, die mit dem Verkauf des Airbus A310 ab den späten siebziger Jahren und vor allem mit der Erfindung des sog.

⁴⁰ S. Braunberger, Gerald: Airbus gegen Boeing. Wirtschaftskrieg der Giganten, Frankfurt am Main 2006, S. 13.

⁴¹ Ebd.

⁴² Schuivens: Die historische Entwicklung der Cockpit-Instrumentierungen von Verkehrsflugzeugen, S. 21.

⁴³ Ebd., S. 118.

⁴⁴ Ebd.

⁴⁵ Ebd., S. 202.

⁴⁶ Ebd., S. 204.

„Fly-by-wire“-Systems im Airbus A320 in den späten achtziger Jahren ihren Höhepunkt fand und von manchem Piloten als „Rage to Automate“ – also als „Automatisierungs-Wut“ – in Abgrenzung zu einer sinnvollen Form der Technisierung titulierte.⁴⁷ Zudem machte der Entfall des Funkers und des Navigators erstmals deutlich, dass Technik im Cockpit nicht nur eine potenzielle Entlastung der Crew darstellte; ihr wurde nun auch für bestimmte Funktionen so viel Handlungsträgerschaft attestiert, dass sie Crew-Mitglieder dauerhaft ersetzen konnte.

Das Großsystem Luftfahrt stellt als solches ein äußerst vielschichtiges Akteur-Netzwerk dar. Aber auch die unterschiedlichen Akteure dieses Netzwerks bilden in sich selbst Netzwerke. Dies konnte Ulrich Kirchner in seiner Darstellung von der Entwicklung der Airbus Group und ihrer Produkte der sechziger und siebziger Jahre veranschaulichen.⁴⁸ Sowohl die Gründung von Airbus selbst als auch die Herstellung der ersten Maschinen, namentlich des Airbus A300 und des Nachfolgers Airbus A310, waren komplizierte Verhandlungsprozesse zwischen den bundesdeutschen und den französischen Vorläufern der Airbus Group und unterschiedlichen Politikern der zuständigen Länder. Später kamen als politische Akteure noch Spanien und Großbritannien und – als wirtschaftliche Akteure – die Deutsche Lufthansa und die Swissair hinzu. Jeder der genannten Akteure verband mit dem Airbus-Projekt ganz unterschiedliche Interessen. So wollten Frankreich und Großbritannien vor allem eine europäische Konkurrenz zum Luftfahrt-Giganten Boeing schaffen. Für die noch relativ junge Bundesrepublik Deutschland bot das Projekt vor allem die Chance, rund zwanzig Jahre nach dem Krieg wieder als internationaler Handels- und Bündnispartner aufzutreten und ihre zivile Luftfahrtindustrie zu revitalisieren.⁴⁹ Damit überwogen für Deutschland politische Absichten, während die französischen und schließlich britischen und spanischen Partner vornehmlich einen wirtschaftlichen Nutzen in dem Projekt erblickten.⁵⁰ Wirtschaftliche Motive herrschten auch bei den Airlines vor, die sich jedoch genau aus dem Grund in den Gründerjahren von Airbus als Akteursgruppe noch stark zurückhielten. Da Airbus zunächst die Vorstellungen und Wünsche der Regierungen, die das Erstprodukt schließlich finanzierten, berücksichtigen musste, blieb nur wenig Spielraum für die Bedürfnisse der europäischen Airlines; und es bestand kaum Konsens bezüglich der Frage, wie das Erstprodukt von Airbus gestaltet werden sollte.⁵¹ Zudem hielten die Airlines das Airbus-Projekt nur bedingt für umsetzbar und wirtschaftlich.⁵²

Erst im Laufe der siebziger Jahre kam es zu einer Annäherung zwischen Airbus und den Airlines.⁵³ Nachdem Airbus demonstriert hatte, dass das Projekt grundsätzlich marktfähig war und man nun auch stärker die Wünsche der Kunden be-

⁴⁷ Haenzel, Peter: The Range to Automate, in: Cockpit Info 11 (1984), S. 21 – 27, hier S. 21.

⁴⁸ S. Kirchner, Ulrich: Das Airbus-Projekt (1965 – 1990). Genese, Eigendynamik und Etablierung am Markt, in: Weyer, Johannes/Kirchner, Ulrich/Riedl, Lars/Schmidt, Johannes F. K. (Hgg.): Technik, die Gesellschaft schafft. Soziale Netzwerke als Ort der Technikgenese, Berlin 1997, S. 101 – 146.

⁴⁹ Ebd., hier S. 104.

⁵⁰ Ebd.

⁵¹ Ebd., S. 106.

⁵² Ebd.

⁵³ Ebd.

rücksichtigen konnte, wurde die europäische Konkurrenz für die Airlines als Käufer der Airbus-Produkte spannend. Zusammen entwarf man ein Flugzeug, das dem Bedarf der Kunden entsprach. Das Resultat war der Airbus A310, einer Großraummaschine, die für Mittel- und Langstreckenflüge konstruiert und deren Cockpit in einem so hohen Maße automatisiert war, dass man nun auch auf den Ingenieur verzichten konnte. Zudem war das Cockpit so konzipiert, dass der Ingenieur, sofern er denn mitflog, wie die Piloten mit dem Blick nach vorn ausgerichtet saß und nicht quer zu den Piloten auf die nötigen Instrumente blicken konnte, wie es zuvor üblich gewesen war. Wer letztlich die verstärkte Automation und das „Forward Face Crew Cockpit“ (FFCC), so der Fachterminus für das neu konzipierte Cockpit, durchgesetzt hatte, kann hier noch nicht abschließend geklärt werden. Airbus Industries verwies auf die Wünsche ihrer Kunden und wehrte sich damit gegen den Vorwurf der in der "International Federation of Air Line Pilots' Associations" (IFALPA) und im europäischen Pendant „Europilote“⁵⁴ organisierten Pilotenschaft, das hochautomatisierte Cockpit als Profilierungsstrategie gegenüber Boeing zu nutzen.⁵⁵ Diese Theorie war nicht abwegig, da Airbus mit der A310 ein unmittelbares Konkurrenzprodukt zur Boeing B757 und Boeing B767 auf den Markt gebracht hatte, die bislang noch mit einem Ingenieur geflogen wurden und ihren Besitzern deshalb keine Ersparnis in Punkto Betriebs- und Personalkosten brachten. Boeing gab auf Anfrage der Pilotenschaft hin an, auch zukünftig Cockpits für eine dreiköpfige Crew aus Piloten und Ingenieur konstruieren zu wollen, jedoch nur dann, wenn die Konkurrenz auch eine solche Strategie verfolge.⁵⁶ Tatsächlich produzierte auch Boeing ab den frühen achtziger Jahren FFCC-Versionen der B757 und B767. Die Airlines gaben der IFALPA auf ihre Nachfrage bezüglich des FFCC-Cockpits zumindest in den späten siebziger Jahren keine Stellungnahme.⁵⁷ Allerdings ließ sich Lufthansa in der „Flight International“ mit einer Studie zitieren, gemäß der die Mehrzahl der Zwischen- und Unfälle in der zivilen Luftfahrt dem ‚Faktor Mensch‘ und konkret Missverständnissen in der Kommunikation zwischen den Piloten und dem Ingenieur anzulasten sei.⁵⁸ Lufthansa argumentierte also mit dem Aspekt der Flugsicherheit, die durch eine Reduktion des ‚Faktor Mensch‘ im Cockpit erhöht werden sollte.

Die Entwicklung der A310 und noch mehr ihre öffentliche Vorstellung lösten einen massiven Konflikt zwischen der organisierten Pilotenschaft auf der einen und den Herstellern sowie den Airlines auf der anderen Seite aus, für den der Automatisierungsprozess jedoch nur einen Grund darstellte. Vor allem übten die Piloten Kritik an dem Umstand, dass die A310 mit einem Cockpit ausgerüstet werden sollte, das in doppelter Hinsicht eine völlige Neuschöpfung war: Sowohl das FFCC-Konzept als auch die Technologien waren unbekannt und deshalb kaum erprobt. Die Piloten erblickten hierin eine potenzielle massive Ge-

⁵⁴ Der heutige Name lautet „European Cockpit Association“.

⁵⁵ S. Europilote rejects forward-facing crew cockpit, in: Flight International 22.12. 1979, S. 2046.

⁵⁶ Ebd.

⁵⁷ Ebd.

⁵⁸ S. N.N: Two man crew will be better than three, says Lufthansa, in.: Flight International 19.01. 1980, S. 138 – 139, hier S. 138.

fährdung des künftigen Flugbetriebes.⁵⁹ Unbekannt waren auch die Folgen, die das FFCC für die Workload der übrig gebliebenen Besatzung nach sich ziehen würde.⁶⁰ Hinzu kam ein kommunikatives Problem, das die Piloten jedoch auch sehr offen zum Ausdruck brachten: die Enttäuschung und die Empörung darüber, dass weder die IFALPA noch „Europilote“ oder auch nur die Piloten der betreffenden Airlines konsultiert worden waren, obschon es hier unmittelbar um die Schnittstelle zwischen ihnen und der Maschine ging und sie letztlich für die Maschine und sämtliche Insassen die Verantwortung tragen sollten.⁶¹ Die A310 war somit in einem Akteur-Netzwerk entstanden, in dem die Pilotenschaft mit Ausnahme der von Airbus (und später von Boeing) beschäftigten Testpiloten als Akteur überhaupt nicht berücksichtigt worden war. Stattdessen hatte man sie mit dem zukünftigen Endprodukt konfrontiert. Die starken Sicherheitsbedenken, aber auch das Gefühl der Geringschätzung durch ein Netzwerk aus Politik und Wirtschaft führten dazu, dass die Piloten in 21 Ländern die A310 boykottierten.⁶² Darüber hinaus fühlten sich die Piloten auch zur Unterstützung der Ingenieure verpflichtet, die in manchen Ländern – wie z.B. in der Bundesrepublik Deutschland – in denselben Gewerkschaften wie die Piloten aktiv waren und die nun um ihren Beruf fürchten mussten. Der Erhalt des Bordingenieurs spielte eine große Rolle im Widerstand gegen die A310 und ähnlich konzipierte Maschinen, wurde jedoch nicht offen als Argument ins Feld geführt,⁶³ da es hier um das spezifische Bedürfnis eines Berufsstandes ging.

Am 6. Juni 1978 unterschrieb Lufthansa einen Vorvertrag zum Kauf von 25 Maschinen vom Typ A310, der im Folgejahr endgültig bekräftigt wurde.⁶⁴ Der Boykott der Maschine war damit völlig chancenlos, wie z.B. die bundesdeutsche Pilotengewerkschaft „Vereinigung Cockpit e.V.“ (VC) fünf Jahre später konstatierte: Man habe lange aktiv gegen die Indienstellung des A310 gekämpft⁶⁵ und mit dem Erstflug der Maschine letztlich einen „Krieg“⁶⁶ verloren. Dies galt auch für den Kampf um die Ingenieure, für die man mit Lufthansa und anderen Airlines Absprachen traf, um zumindest einen gewissen Prozentsatz der Ingenieure zu Piloten ausbilden zu lassen.⁶⁷ Doch damit hatten die Piloten der VC noch nicht – wie Schuivens behauptet⁶⁸ – im Kampf um den ‚Faktor Mensch‘ als maßgebliche Instanz im Cockpit kapituliert. Letztlich ging es nämlich nicht nur um die Frage nach dem Wandel im Mensch-Maschine-Verhältnis, sondern auch die

⁵⁹ S. Europilote rejects forward-facing crew cockpit, in: Flight International 22.12. 1979, S. 2046.

⁶⁰ Ebd.

⁶¹ Ebd.

⁶² Vereinigung Cockpit e.V. (Hrsg.): 20 Jahre Vereinigung Cockpit. Die Geschichte der VC 1969 – 1989, Frankfurt am Main 1989, S. 39.

⁶³ S. Europilote rejects forward-facing crew cockpit, in: Flight International 22.12. 1979, S. 2046.

⁶⁴ S. Kirchner, Ulrich: Das Airbus-Projekt (1965 – 1990), S. 128.

⁶⁵ Der Vorstand: Kommentar, in: Cockpit Info 10 (1982), S. 2.

⁶⁶ Lammert, Hermann: „Navigationsdaten widersprachen jeder Logik“. Piloten nach Test von Airbus mit neuer Elektronik ohne dritten Mann: Nicht sicher genug, in: Cockpit Info 1 (1983), S. 4.

⁶⁷ Der Vorstand: Piloteneignungstest für Flugingenieure, in: Cockpit Info 7 (1987), S. 17.

⁶⁸ S. Schuivens: Die historische Entwicklung der Cockpit-Instrumentierungen von Verkehrsflugzeugen, S. 178.

Veränderung im Berufs- und Selbstbild sowie um die öffentliche Wahrnehmung der Piloten.

Master or Servant?

Grundsätzlich hatten zumindest die Piloten in der VC und in ihrem amerikanischen bzw. kanadischen Pendant „Air Line Pilots Association, International“ (ALPA) nichts gegen Automatisierung und Digitalisierung. Beides brachte in vielerlei Hinsicht tatsächlich eine große Entlastung mit sich. Das Problem bestand aus ihrer Sicht nicht in der Technik an sich, sondern im Grad der Technisierung und in der von ihnen konstatierten „Range to Automate“, also in dem Trend zur Technik um der Technik Willen.⁶⁹ Vor allem löste die Erfahrung, dass man die Handlungen der Maschine nicht mehr unmissverständlich nachvollziehen konnte und sich somit „out of the loop“, also isoliert vom Informationsfluss fühlte, Skepsis und Unbehagen aus. „To stay in loop“ wurde durch die übermäßige Anwendung automatisierter Abläufe erschwert, obschon sie ursprünglich als Entlastung und Unterstützung des Cockpit-Personals gedacht waren.⁷⁰

Das Multiagenten-System, in dem nicht mehr genau zugeordnet werden konnte, ob die Maschine auf den Piloten nur reagierte oder ob sie tatsächlich unabhängig vom Piloten agierte – denn dazu war sie nun in der Lage –, löste beim Cockpit-Personal deshalb zunächst Verwirrung aus. Dies geschah nicht nur in der A310, sondern auch in den Boeing B757 und B767. So schrieb ALPA-Mitglied und Flugkapitän Jim McIntyre über die Erfahrung mit der Boeing B767: „We already heard from pilots who say „I have flown every model of jet airplane that Boeing has produced. And now I watch the 767 do its thing.“ Not much imagination is needed to realize that totally automated flight in airline operations is a distinct possibility. We have probably seen the last of the three-member cockpit crew in modern aviation. A pilotless cockpit would finally fulfill airline management’s desire to fully control its operation and eliminate those “pesky” people, i.e., the “overpaid, underworked, prima donna” pilots, who are regarded by many as non-revenue-producing pains in the corporate anatomy.”⁷¹ Der Umstand, dass die Maschine nicht mehr nur auf den Input der Cockpit-Crew reagierte, sondern bis zu einem gewissen Grad selbst handeln konnte, war für die Piloten offenkundig nicht nur unter einem technischen Aspekt gewöhnungsbedürftig. Es verstärkte sich für sie auch der Verdacht, durch den Automatisierungsprozess sukzessiv entmündigt und letztlich systematisch durch den Computer abgelöst zu werden. In einer solchen Dystopie war nicht mehr die Maschine der Akteur, der gradualisiert mithandeln konnte und durfte, sondern der Mensch, der damit von der Maschine überholt worden wäre.

Auch in der Bundesrepublik Deutschland wuchs unter den Piloten die Antipathie gegenüber den jüngsten computergestützten Systemen im Cockpit. Ein Ärgernis stellten für sie nicht nur falsche Daten – im Piloten-Jargon „Autopilot-Hardovers“ genannt⁷² – und hierdurch verursachte falsche Instruktionen durch die Bordcomputer dar, sondern auch der Umstand, dass die Technik im Cockpit

⁶⁹ Haenzel, Peter: The Range to Automate, in: Cockpit Info 11 (1984), S. 21 – 27, hier S. 21.

⁷⁰ Ebd.

⁷¹ McIntyre, Jim: Defining the Pilot’s Place, in: Cockpit Info 7 (1985), S. 3 – 5, hier S. 3.

eben nicht die angekündigte Entlastung brachte, sondern stattdessen noch mehr Handlungsvorgänge nötig machte.⁷³ Dies erhöhte den Stress im Cockpit, da kaum ein Pilot das nötige Fachwissen besaß, über das die IT-Experten verfügten, die die Computer konstruiert und programmiert hatten.⁷⁴ Das verständliche Erklärungsbedürfnis der Piloten blieb oft unberücksichtigt oder führte zu Skepsis im Management der zuständigen Airlines, die die Piloten mit dem Argument vertrösteten, dass man als Pilot die Technik doch gar nicht verstehen müsse; man solle, so die lakonische Antwort, die Maschine fliegen, dem technischen Fortschritt vertrauen und dann dafür die Verantwortung tragen, dass alles gut verlaufe.⁷⁵

Doch schon zu Beginn der achtziger Jahre, als die Automatisierung bzw. Computerisierung in den Cockpits von Verkehrsflugzeugen noch lange nicht auf ihrem vorläufigen Höhepunkt war, hatten zu viele Zwischen- und Unfälle dafür gesorgt, dass es um das Zutrauen der Piloten in die Technik nicht gut stand.⁷⁶ Zu oft hatten die Piloten die Erfahrung machen müssen, dass die Technik zwar bezüglich des ‚Human Errors‘ Abhilfe schuf und die Zahl typischer, durch den ‚Faktor Mensch‘ verursachter Zwischen- und Unfallszenarien tatsächlich abnahm; diesbezüglich wusste man die Technik auch zu schätzen. Doch kamen nun bislang unbekannte Szenarien hinzu, die auf Missverständnisse zwischen Mensch und Maschine oder auf das Versagen der Automatik zurückzuführen waren.⁷⁷ Die Piloten konstatierten damit einen Umstand, der in den späten neunziger Jahren als eine der Mythen von Automation enttarnt wurde: Die Vorstellung, dass durch Technik jedes Problem und jeder Unfall verhindert werden könne.⁷⁸ Technik war zwar dazu in der Lage, bestimmte Szenarien zu verhindern, konnte dafür jedoch andere Szenarien verursachen; und sie bewirkte bei bestimmten Abläufen eine Entlastung der Cockpit-Crew, während sie in bestimmten Fällen sogar eine Belastung bzw. eine Erhöhung der Workload darstellte. Dies war vor allem dann der Fall, wenn Piloten in Notlagen unklare Signale der Automatik erst interpretieren mussten, bevor sie handeln konnten bzw. ‚durften‘. Automation war damit weder grundsätzlich gut noch schlecht; sie war jedoch fraglos, wie eine Vielzahl von Zwischen- und Unfällen in den USA veranschaulichte, kein „Cure-All“.⁷⁹ Die Piloten warnten deshalb vor allem den Nachwuchs im Cockpit vor einer „overreliance“, also vor einem allzu großen oder gar blinden Vertrauen in die Technik.⁸⁰

Das Mensch-Maschine-Verhältnis war folglich stark von einer Vertrauensproblematik geprägt. Das relativ häufige Versagen von Technik im Laufe des 20. Jahrhunderts – etwa der Untergang der Titanic im Jahre 1912, das Hindenburg-Disaster 1937 oder spektakuläre Atomunfälle wie die vollständige Zerstö-

⁷² Brügge, Peter: „Ein Unbehagen – wenn nicht Furcht“, in: Cockpit Info 4 (1983), S. 1 – 5, hier S. 4.

⁷³ Ebd., S. 1.

⁷⁴ Ebd.

⁷⁵ Ebd.

⁷⁶ Ebd.

⁷⁷ N.N.: Automation no Cure-All, in: Cockpit Info 3 (1985), S. 4 – 6, hier S. 4.

⁷⁸ Billings: Aviation Automation, S. 6.

⁷⁹ N.N.: Automation no Cure-All, in: Cockpit Info 3 (1985), S. 4 – 6.

⁸⁰ Ebd., hier S. 4.

rung eines Reaktors im Kraftwerk von Tschernobyl 1986 – liefert gute Gründe, warum vor allem Großtechnik eher misstraut als vertraut wurde und wird. Für die Piloten, für die ‚ihre‘ Maschine ein alltägliches technisches Objekt darstellt, war die wachsende Technik-Skepsis – wenn nicht sogar Technik-Furcht – jedoch ein ungewöhnliches Phänomen, das eine massive Belastung für das optimale Zusammenwirken zwischen humanem und nicht-humanem Akteur darstellte. Wie Gerald Wagner konstatierte, stellt im alltäglichen Umgang das Vertrauen in Technik für gewöhnlich den Normalfall dar.⁸¹ Diese Normalität war im Zuge des Automatisierungsprozesses in der Luftfahrt jedoch offenkundig gestört. Ein Grund dafür war vor allem die Erfahrung, dass die noch jungen technischen Unterstützungssysteme im Cockpit nicht verlässlich funktionierten. Vertrauen in Technik basiert jedoch auf der Erwartung, dass im Umgang mit Technik „sämtliche Sinnbezüge, die mit der Funktion von Technik zusammenhängen, ausgeblendet werden können“,⁸² man sich also auf die Technik verlassen kann, ohne ihre unterschiedlichen Abläufe ständig in Frage stellen oder kontrollieren zu müssen. Misstrauen in Bezug auf Technik bildet sich folglich immer dann, wenn Technik nicht funktioniert oder ihr Entlastungseffekt, den z.B. die Automatisierung im Cockpit bringen sollte, mit unnötiger kommunikativer Komplexität verknüpft ist.⁸³ Tatsächlich empfand eine Vielzahl von Piloten ganz und gar nicht die erwünschte Entlastung, sondern die häufig unzuverlässigen oder nicht nachvollziehbaren Handlungen der Bordcomputer mehr als Belastung, was die Skepsis gegenüber der Automatisierung zusätzlich schürte.

Hieran wird das hauptsächliche Problem des Wandels im Mensch-Maschine-Verhältnis sehr deutlich. Zwar besaß die Automatisierung grundsätzlich immer die Funktion und das Potenzial, die Piloten im Cockpit zu entlasten. Doch wurde der Wandel von einem Akteur-Netzwerk aus *humans* und *non-humans* mit einer klar definierten hauptsächlichen Handlungsträgerschaft bei den *humans* in weniger automatisierten Maschinen hin zu einem zunehmend hybriden Multiagenten-System in hochautomatisierten Maschinen, in dem die Handlungsträgerschaft (und damit die Governance) plötzlich und häufig in nicht nachvollziehbarer Form auf *humans* und *non-humans* aufgespalten wird, von den Piloten als Belastung und als Entmündigung wahrgenommen.

Hinzu kam ein zusätzlicher Umstand, der m.E. viel zu wenig von den Herstellern und auch den Airlines als Kunden berücksichtigt worden ist: Der häufige Vertrauensverlust durch den Umgang mit Technik, die nicht hinlänglich oder sogar gar nicht bekannt ist.⁸⁴ Wie anhand der obigen Ausführungen deutlich wird – und wie zuletzt US-Präsident Donald Trump sehr medienwirksam kritisierte –, waren (und sind) Piloten in Bezug auf die im Cockpit verbaute Technik oft Laien. Ihr Status als Experten beschränkt sich auf die Befähigung, ein Flugzeug zu fliegen, während die IT-Experten, die die Systeme im Cockpit konstruieren und installieren, in der Mehrzahl vermutlich keine Fluglizenz besitzen und diesbezüglich Laien sind. Da Laien, wie Jost Halfmann feststellte, in hohem

⁸¹ Wagner, Gerald: Vertrauen in Technik, in: Zeitschrift für Soziologie 23,2 (1994), S. 145 – 157.

⁸² Halfmann, Jost: Die gesellschaftliche „Natur“ der Technik. Eine Einführung in die soziologische Theorie der Technik, Opladen 1996, S. 158.

⁸³ Ebd.

⁸⁴ Ebd.

Maße von den Entscheidungen und Urteilen der Experten abhängig sind, können sie unter bestimmten Umständen ein Gefühl von Machtgefälle und einer Beschränkung der persönlichen Autonomie entwickeln.⁸⁵ Für die Piloten war es schon in den siebziger und achtziger Jahren essenziell, die Handlungen ihrer Maschinen nachvollziehen zu können; z.B. durch eine Reform der Ausbildung, durch eine Gestaltung des Cockpits, die übersichtlicher und verständlicher hätte ausfallen können, oder aber durch den Erhalt des Ingenieurs. Da unter solchen Umständen ein früher kalkulierbares und dadurch erträgliches Risiko (z.B. in Form bestimmter Flugmanöver) schnell zu einer bislang unbekanntem Gefahr mutieren konnte, stellten auch der Mangel an technischem Wissen und der hierdurch verursachte Stress Faktoren dar, die das Vertrauen der Piloten in die Technik schädigten.

Darüber hinaus beobachteten die Piloten auch mit Sorge den Wandel in ihrem Berufsbild und in der öffentlichen Wahrnehmung. Selbstverständlich hatte auch die Bevölkerung davon gehört, dass es im Cockpit Computer gab, die – so die landläufige Vorstellung – doch im Grunde die Maschine flogen. Für die Bevölkerung, wie ein Pilot im Jahre 1983 schrieb, sähe es nun so aus, „als schoben die Piloten eine ruhige Kugel.“⁸⁶ Offensichtlich fühlten sich die Piloten durch die technische Entwicklung öffentlich degradiert zu „Knöpfchen-Drückern“⁸⁷ in einer allmächtigen, hochautomatisierten Maschine. Tatsächlich erfuhren die Piloten der siebziger und achtziger Jahre einen Wandel in ihrem Berufsbild, im Zuge dessen aus den sog. „Golden Boys“ der vierziger, fünfziger und sechziger Jahren professionelle Piloten und letztlich Systemmanager wurden.⁸⁸ Sie müssen sich inzwischen mit technischen Abläufen im Cockpit befassen, deren Komplexität immer größer und unüberschaubarer wird und die mitunter die Frage aufkommen lässt, ob die Maschine noch ihnen zu Diensten ist oder ob sich dieses Verhältnis nicht inzwischen umgekehrt hat.

Fazit

Der Automatisierungsprozess zählte stets zur Geschichte der Luftfahrt. Ursprünglich als Form der Entlastung der Piloten erdacht und gewürdigt, wurden der Technik im Cockpit von zivilen und militärischen Maschinen sukzessiv immer mehr Handlungsträgerschaft zugeschrieben. Dies führte nicht nur dazu, dass das Verhalten ihrer Maschinen für Piloten mitunter nicht mehr klar nachvollziehbar war und deshalb das Vertrauen in die noch unbekanntem Technik innerhalb der Pilotenschaft massiv abnahm, sondern auch zu einem starken Wandel im Berufsbild der Piloten. Vor allem wurden Zwischen- und Unfallkonstellationen nicht gänzlich verhindert, wie es die Erwartungshaltung an die Technik implizierte, sondern bloß verändert. Dies war auch darin begründet, dass bestimmte Akteure auf Grund ihrer spezifischen Interessen die technische Ent-

⁸⁵ Ebd., S. 159.

⁸⁶ Brügge: „Ein Unbehagen – wenn nicht Furcht“, in: Cockpit Info 4 (1983), hier S. 1.

⁸⁷ Maurer, Jürgen: Kommentar im Mitgliederforum, in: Cockpit Info 9 (1983), S. 13 – 14, hier S. 14.

⁸⁸ S. hierzu Scheck, Max: Ausbildung und Management von Piloten im Generationenwandel, in: Faber, Gerhard (Hrsg.): Zukünftige Ausbildung der Manager von Mensch-Maschine-Systemen. Lernen, Lehren, Ausbildung und Training zum ATPL. Fortführung der Thematik des 13. FHP-Symposiums, Darmstadt 2012, S. 28 – 43, hier S. 36.

wicklung viel zu schnell vorantrieben, ohne zu berücksichtigen, dass auch die Ausbildung der Piloten hätte dementsprechend nachjustiert werden müssen – ein Problem, das neben der Belastung durch eine zu starke Automatisierung nach wie vor kritisiert wird.

Die geschichtswissenschaftliche Betrachtung der Entwicklung im Mensch-Maschine-Verhältnis in der internationalen zivilen Luftfahrt darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass wir es mit einem Prozess zu tun haben, der angesichts einer überall grassierenden Automatisierung und Digitalisierung noch längst nicht abgeschlossen ist. Umso mehr spricht m.E. dafür, sich mit der langjährigen Entwicklung in der zivilen Luftfahrt stärker zu beschäftigen, da hier Chancen und Risiken zu erkennen und über fast ein Jahrhundert zu beobachten sind, die sich als Ergebnisse womöglich auch auf andere Sparten übertragen lassen.

Literaturverzeichnis

Bijker, Wiebe E./Pinch, Trevor J.: The Social Construction of Facts and Artefacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other, in: *Social Studies of Science* 14 (1984), S. 399 – 441.

Bijker, Wiebe E./Pinch, Trevor J.: The Social Construction of Facts and Artifacts. Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit of Each Other, in: Bijker, Wiebe E./Hughes, Thomas P./Pinch, Trevor J. (Hgg.): *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge u.a. 1987.

Billings, Charles E.: *Aviation Automation. The Search for a Human-Centered Approach*, Mahwah, New Jersey 1997.

Braunberger, Gerald: *Airbus gegen Boeing. Wirtschaftskrieg der Giganten*, Frankfurt am Main 2006.

Callon, Michel/Latour, Bruno: Unscrewing the Big Leviathan. How Actors Macro-Structure Reality and How Sociologists Help Them Do So, in: Knorr-Cetina, Karin/Cicourel, Aaron Victor (Hgg.): *Advances in Social Theory and Methodology: Toward an Integration of Micro- and Macro-sociologies*, Boston 1981, S. 277 – 303.

Corn, Joseph: *The Winged Gospel. America's Romance with Aviation 1900 – 1950*, New York 1983.

De Winter, Joost C. F./Dodou, Dimitra: Why the Fitts list has persisted throughout the history of function allocation, in: *Cognition, Technology and Work* 16 (2014), S. 1 – 11.

Ders./Hancock, Peter A.: Do Humans Believe Now That Machines Surpass Them?, in: *Procedia Manufacturing* 3 (2015), S. 5334 – 5341.

Dinges, Wolfgang/Faber, Gerhard: *Das System Mensch – Flugzeug*, Rossdorf 1982.

Fitts, Paul M.: *Human engineering for an effective air navigation and traffic control system*, Washington 1951.

Fritzsche, Peter: „Air-mindedness“ – der Luftfahrerkult der Deutschen zwischen der Weimarer Republik und dem Dritten Reich, in: Trischer, Helmuth/Schrogl/Kai-Uwe (Hgg.): *Ein Jahrhundert im Flug. Luft- und Raumfahrtforschung in Deutschland 1907 – 2007*, Frankfurt am Main 2007, S. 88 – 103.

Gorlow, Viktor: *Гражданская авиация России/Russia's Civil Aviation*, Moskau 2004.

Haude, Rüdiger: *Grenzflüge. Politische Symbolik der Luftfahrt vor dem Ersten Weltkrieg. Das Beispiel Aachen, Köln u.a.* 2007.

Joerges, Bernward: Überlegungen zu einer Soziologie der Sachverhältnisse. „Die Macht der Sachen über uns“ oder „Die Prinzessin auf der Erbse“, in: Leviathan 7 (1979), S. 125 – 137.

Halfmann, Jost: Die gesellschaftliche „Natur“ der Technik. Eine Einführung in die soziologische Theorie der Technik, Opladen 1996.

Kehrt, Christian: Moderne Krieger. Die Technikerfahrungen deutscher Luftwaffenpiloten 1910 – 1945, Paderborn 2010; zugl. Darmstadt, Techn. Univ., Diss., 2007.

Kirchner, Ulrich: Das Airbus-Projekt (1965 – 1990). Genese, Eigendynamik und Etablierung am Markt, in: Weyer, Johannes/Kirchner, Ulrich/Riedl, Lars/Schmidt, Johannes F. K. (Hgg.): Technik, die Gesellschaft schafft. Soziale Netzwerke als Ort der Technikgenese, Berlin 1997, S. 101 – 146.

Ders.: Geschichte des bundesdeutschen Verkehrsflugzeugbaus. Der lange Weg zum Airbus, Frankfurt am Main 1998.

Kotowski, Timo/Lindner, Roland: Ganz Europa zwingt Boeing 737 Max 8 auf den Boden, in: FAZ 61 (13.03. 2019).

Landry, Steven J.: Advances in Human Aspects of Aviation (Advances in Human Factors and Ergonomics; 15), Boca Raton 2012.

Latour, Bruno: Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers Through Society, Milton Keynes 1987.

Latour, Bruno: Reassembling The Social, Oxford 2005.

Law, John (Hrsg.): Actor Network Theory and after, Malden 1999.

Lorentzen, Kai: Luhmann goes Latour. Zur Soziologie hybrider Beziehungen, in: Rammert, Werner (Hrsg.): Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Maschine, Frankfurt am Main 2002, S. 101 – 118.

Mindell, David A.: Between Human and Machine. Feedback, Control, and Computing before Cybernetics, Baltimore 2002.

Muhle, Florian: Grenzen der Akteursfähigkeit. Die Beteiligung „verkörperter Agenten“ an virtuellen Kommunikationsprozessen, Wiesbaden 2013; zug. Bielefeld, Univ., Diss. 2012.

Rammert, Werner: Die Form der Technik und die Differenz der Medien, in: ders. (Hrsg.): Technik und Sozialtheorie, Frankfurt am Main 1998, S. 293 – 326.

Ders./Schulz-Schaeffer, Ingo: Technik und Handeln. Wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Abläufe verteilt, in: Rammert, Werner (Hrsg.): Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Maschine, Frankfurt am Main 2002, S. 11 – 63.

Rammert, Werner: Technik in Aktion: Verteiltes Handeln in soziotechnischen Konstellationen, in: Christaller, Thomas/Wehner, Josef (Hgg.): Autonome Maschinen, Wiesbaden 2003, S. 298 – 315.

Rammert, Werner: Technik – Handeln – Wissen. Zu einer pragmatischen Technik- und Sozialtheorie, Wiesbaden ²2016.

Salas, Eduardo/Maurino, Dan: Human Factors in Aviation, San Diego u.a. ²2010.

Scheck, Max: Ausbildung und Management von Piloten im Generationenwandel, in: Faber, Gerhard (Hrsg.): Zukünftige Ausbildung der Manager von Mensch-Maschine-Systemen. Lernen, Lehren, Ausbildung und Training zum ATPL. Fortführung der Thematik des 13. FHP-Symposiums, Darmstadt 2012, S. 28 – 43.

Schuivens, Mario Josef Gerhard: Die historische Entwicklung der Cockpit-Instrumentierungen von Verkehrsflugzeugen, München, Techn. Univ., Diss. 2015.

Vereinigung Cockpit e.V. (Hrsg.): 20 Jahre Vereinigung Cockpit. Die Geschichte der VC 1969 – 1989, Frankfurt am Main 1989.

Wagner, Gerald: Vertrauen in Technik, in: Zeitschrift für Soziologie 23,2 (1994), S. 145 – 157.

Werle, Raymund: Technik als Akteurfiktion, in: Rammert, Werner (Hrsg.): Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Maschine, Frankfurt am Main 2002, S. 119 – 139.

Weyer, Johannes: Modes of Governance of Hybrid Systems. The Mid-Air Collision at Überlingen and the Impact of Smart Technology, in: Science, Technology and Innovation Studies 2 (2006), S. 127 – 149.

Ders.: Autonomie und Kontrolle. Arbeit in hybriden Systemen am Beispiel der Luftfahrt, in: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 16 (2007), S. 35 – 42.

Ders./Cramer, Stephan: Interaktion, Risiko und Governance in hybriden Systemen, in: Dolata, Ulrich/Werle, Raymund (Hgg.): Gesellschaft und die Macht der Technik. Sozioökonomischer und institutioneller Wandel durch Technisierung, Frankfurt am Main 2007, S. 267 – 286.

Ders./Fink, Robin: Interaction of Human Actors and Non-Human Agents. A Sociological Simulation Model of Hybrid Systems, in: Science, Technology and Innovation Studies 10 (2014), S. 31 – 64.

Ders.: Can pilots still fly? Role distribution and hybrid interaction in advanced automated aircraft. Soziologisches Arbeitspapier 45/2015, Dortmund.