

Auf der Suche nach den Tatsachen: Proceedings der 1. Tagung des Nachwuchsnetzwerks "INSIST", 22.-23. Oktober 2014, Berlin

Engelschalt, Julia (Ed.); Maibaum, Arne (Ed.)

Erstveröffentlichung / Primary Publication

Konferenzband / conference proceedings

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Engelschalt, Julia (Ed.); Maibaum, Arne (Ed.): *Auf der Suche nach den Tatsachen: Proceedings der 1. Tagung des Nachwuchsnetzwerks "INSIST", 22.-23. Oktober 2014, Berlin*. 2015. URN: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-454743>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY-ND Lizenz (Namensnennung-Keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:
<http://creativecommons.org/licenses/>

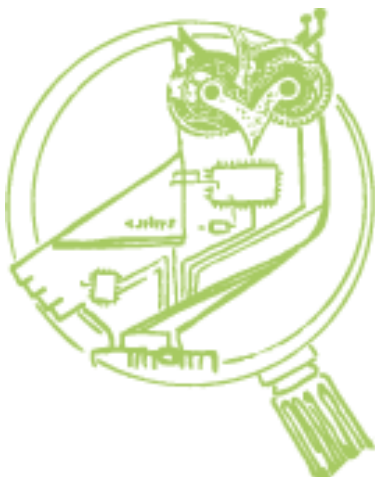
Terms of use:

This document is made available under a CC BY-ND Licence (Attribution-NoDerivatives). For more information see:
<http://creativecommons.org/licenses/>

Auf der Suche nach den Tatsachen

Proceedings der 1. Tagung
des Nachwuchsnetzwerks
„INSIST“, 22.-23. Oktober
2014, Berlin

Herausgegeben von
Julia Engelschalt & Arne Maibaum



Inhalt

Geleitwort	i
Editorische Notiz.....	iii
Wissenschaft und Liebe: Ein Filmtagebuch	1
Sabine Koch & Mersolis Schöne	
»Seh' ich was, was Du nicht siehst?« – Aushandlungen von Partizipation in einem Technikentwicklungsprojekt am Beispiel der eigenen Forscherinnenposition	15
Cordula Endter	
Ich sehe etwas, was du nicht siehst – Reflexion über die Wahrnehmbarkeit lichttechnischer Innovation	24
Nona Schulte-Römer	
Linguistisch-philosophische Untersuchungen zu Plausibilität: Über kommunikative Grundmuster bei der Entstehung von wissenschaftlichen Tatsachen.....	40
Martin Böhnert & Paul Reszke	
Die Veränderung des Feldes der Akteur-Netzwerk-Theorie nach Latour und anderer Ansätze durch das Internet der Dinge – ein Gedankenspiel	68
Erik Wölm	
Tatsachen – Modelle – Szenarien... Wie lässt sich das Wissen der Paläoanthropologie begründen?	80
Michael Funk	
Die Influenza-Pandemie als Tatsache.....	98
David Rengeling	
Wie Laborexperimente die Robotik erobert haben – Einblicke in die epistemische Kultur der Sozialrobotik.....	113
Andreas Bischof	
Science Slam und die Geschichte der Kommunikation von wissenschaftlichem Wissen an außeruniversitäre Öffentlichkeiten	127
Miira Hill	
Autor*innenverzeichnis	142

Geleitwort

Die Grundsteine für das „Interdisciplinary Network for Studies Investigating Science and Technology“ (kurz: INSIST) sind vor nicht einmal drei Jahren an einem Küchentisch in Bielefeld gelegt worden. Motiviert durch den Anspruch, der disziplinären und institutionellen Zersplitterung vor allem der deutsch-, aber auch englischsprachigen Wissenschafts- und Technikforschung etwas entgegenzusetzen, entstand die Idee für ein interdisziplinäres, institutionell unabhängiges und *bottom-up* organisiertes Netzwerk. Nachwuchsforscher*innen sowie Studierenden sollte eine Plattform gegeben werden, sich auszutauschen, zu vernetzen, Ideen gemeinsam in die Tat umsetzen, sich als Interessenvertretung für Nachwuchsbelange zu positionieren, Praxiskontakte zu knüpfen und Neues auszuprobieren.

Dass INSIST inzwischen über 100 Mitglieder hat und dass wir die Ehre haben, den Proceedings-Band einer von INSIST organisierten Nachwuchstagung einzuleiten, zeigt, dass sich INSIST auf einem guten Weg befindet, diese Ansprüche umzusetzen. Die Tagung „Auf der Suche nach den Tatsachen – Interdisziplinäre Perspektiven auf die Materialität, Vielfalt und Flüchtigkeit wissenschaftlichen und technischen Wissens“ ist ein Ergebnis des Kick-off-Meetings, das im Oktober 2013 in Bielefeld stattgefunden hat. Neben fachspezifischen Diskussionen sowie einer vorläufigen Strukturierung des Netzwerks ist auf diesem Treffen die Idee für eine erste deutschsprachige interdisziplinäre Nachwuchstagung im Bereich Wissenschafts- und Technikforschung entstanden, und am 22. und 23. Oktober 2014 mit der großzügigen Unterstützung des Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB), der Gesellschaft für Wissenschafts- und Technikforschung (GWTF), des Nationalen Instituts für Wissenschaftskommunikation (NaWik) und der Bergischen Universität Wuppertal in Berlin umgesetzt worden.

Die Tagung griff mit ihrer Frage nach wissenschaftlichen und technischen Tatsachen eine der nach wie vor aktuellen Grundfragen der Wissenschafts- und Technikforschung auf und bot in zehn interdisziplinären Sessions ein breites Spektrum an kritischen Erörterungen. Für einen inspirierenden Keynote-Vortrag konnten wir den leider inzwischen verstorbenen Prof. Dr. Stefan Beck (HU Berlin) gewinnen, der den aktuellen Entwicklungsstand und die zukünftige Aufgabe einer kritischen und auch spezifisch deutschen Wissenschaftsforschung beleuchtete. Mehr als 70 Teilnehmer*innen diskutierten im Anschluss mit 29 Referent*innen aus 20 verschiedenen Institutionen über epistemische Praxen und Tatsachen in der Medizin, Ökonomie, Humananthropologie und der Mathematik, über die soziotechnische Konstruktion von Tatsachen in altersgerechten Assistenzsystemen oder der internationalen Diplomatie und Praxen der quantitativen Selbstvermessung sowie über Kritik und Modifikationen der Akteur-Netzwerk-Theorie. Diese interdisziplinären Diskussionen wurden von einem Netzwerktreffen, einem Workshop zum Thema „Wissenschaftskommunikation im Web 2.0“ sowie einem Methoden-Barcamp flankiert. Inspiriert durch den Erfolg dieser Konferenz ist neben einem Netzwerktreffen im November

2015 sowie einer Summer School 2016 eine zweite Nachwuchstagung für Herbst 2016 in München in Planung.

Eine Auswahl der Beiträge der „Tatsachen“-Konferenz ist in dem vorliegenden Proceedings-Band zum Zwecke der Veröffentlichung von den Autor*innen nach einem Peer-Review-Prozess ausgearbeitet worden. Für ihre unermüdliche Arbeit danken wir allen Gutachter*innen sowie insbesondere den Herausgeber*innen dieses Bandes sowie allen Autor*innen sehr herzlich.

Insa Lawler, Universität Duisburg-Essen
Sabrina Petersohn, GESIS Leibniz Institut für Sozialwissenschaften

Sprecherinnen von INSIST

Editorische Notiz

Die in diesem Tagungsband versammelten Artikel reflektieren sowohl die Bandbreite von Themen, die aktuell in der Wissenschaftsforschung diskutiert werden, als auch die rege Beteiligung unterschiedlichster Fachrichtungen, in denen Wissenschaftsforschung aktuell betrieben wird und die bei der 1. INSIST-Nachwuchstagung „Auf der Suche nach den Tatsachen“ vertreten waren. Um – bei allem Wunsch nach Interdisziplinarität – der disziplinären Verortung der einzelnen Autor*innen gerecht zu werden, haben wir uns entschieden, die Zitierweise und die bibliographischen Angaben lediglich im Layout zu vereinheitlichen. Gleiches gilt für fachspezifische Gepflogenheiten im Textsatz.

Die Reihenfolge der Artikel in diesem Band reflektiert weder die zeitliche Abfolge der Vorträge im Verlauf der INSIST-Tagung, noch soll durch die hier gewählte Anordnung eine qualitative Wertung vorgenommen werden. Vielmehr möchten wir mit Hilfe der Reihenfolge die Vielfalt und Unterschiedlichkeit der eingereichten Texte unterstreichen. So zeigt der erste Beitrag, ein Filmtagebuch (Koch & Schöne), dass Wissenschaftsforschung auch unkonventionellen Textformen durchaus offen gegenüber steht. Auch die daran anschließenden Betrachtungen (Endter und Schulte-Römer) zeugen von der Bedeutung der sensuellen Dimension besonders im ethnomethodologischen Bereich. Es folgen eine Reihe theoretischer Erwägungen zur Plausibilität von Tatsachen (Böhnert & Reszke) sowie zur Akteur-Netzwerk-Theorie (Wölm) und ein Ausflug in die Konstruktion von Tatsachen in der Geschichte und Gegenwart der Paläoanthropologie (Funk) und Epidemiologie (Rengeling), bevor sich der Blick erneut auf aktuelle Trends und Entwicklungen in Sozialrobotik (Bischof) und Wissenschaftskommunikation (Hill) richtet.

Wir möchten uns an dieser Stelle bei allen Autor*innen für ihre Einreichungen bedanken. Alle Beiträge haben ein anonymes Peer-Review-Verfahren durchlaufen. Wir bedanken uns daher auch bei den Mitgliedern des Review-Teams für ihre Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge. Für die Möglichkeit der Online-Publikation im Social Science Open Access Repository (SSOAR) gilt unser Dank dem GESIS Leibniz-Institut für Sozialforschung. Besonderer Dank gebührt außerdem Leo Matteo Bachinger und Daniel Schindler für ihre Mitarbeit bei der Suche nach einem geeigneten Publikationsmedium sowie Philipp Neubert und Marcus Carrier für ihre tatkräftige Unterstützung im abschließenden Editing-Prozess.

Julia Engelschalt, Universität Bielefeld
Arne Maibaum, Technische Universität Berlin

Die Veränderung des Feldes der Akteur-Netzwerk-Theorie nach Latour und anderer Ansätze durch das Internet der Dinge – ein Gedankenspiel

Erik Wölm

Das Internet der Dinge und der Bezug zur Künstlichen Intelligenz

Die technologische Entwicklung geht derzeit in Deutschland – neben anderen Entwicklungen - in Richtung Internet der Dinge (oder Internet of Things, abgekürzt IoT). Darauf weisen verschiedene aktuelle Studien mehrerer Fraunhofer-Institute aus Deutschland hin¹: die Studie von Cuhls/Ganz/Warnke, „Foresight-Prozess im Auftrag des BMBF“ von 2009 und die Studie von Ganschar, „Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0“ von 2013. Die ursprüngliche Beschreibung des IoT stammt von Kevin Ashton, einem US-Amerikanischen Journalisten:

We need to empower computers with their own means of gathering information, so they can see, hear and smell the world for themselves [...]. RFID [Radio Frequency Identification, ein Funkchip zur Identifikation von Artefakten, Anm. d. Verf.] and sensor technology enable computers to observe, identify and understand the world—without the limitations of human-entered data.²

Ashton geht von Computern aus, die die Welt wahrnehmen, identifizieren und verstehen können, und dies ganz ohne den Menschen. Entscheidend an dieser Definition ist, dass sie einen selbständigen Verständnisprozess als Folge der Wahrnehmung der Umwelt enthält, der auch als Lernprozess definiert werden kann: Etwas zu verstehen heißt, es zu lernen.

¹ Cuhls, Kerstin/Ganz, Walter/Warnke, Philine (Hrsg.)(2009): *Foresight-Prozess im Auftrag des BMBF. Zukunftsfelder neuen Zuschnitts*. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) und Ganschar, Oliver (2013): *Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0*. Stuttgart: Fraunhofer V. Das IoT wird in Deutschland zudem mit dem Schlagwort „Industrie 4.0“ verknüpft.

² Ashton, Kevin (o.J.): *That 'Internet of Things' Thing. In the real world, things matter more than ideas*. Abgerufen am 26.02.2014 von <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986#sthash.spzvDnNR.dpuf>.

Da diese von Ashton definierten Computer die psychologischen Vermögen „Wahrnehmung“ („observe, identify“) und „Denken“ („understand“) besitzen, kann die Handlung prinzipiell auch ein psychologisches Vermögen des Computers werden³. Norbert Wiener, einer der Begründer der Kybernetik, formulierte dies bereits in seinem Werk *Cybernetics*, indem er die Elemente Rezeptor, zentrales Kontrollsystem und Effektor zirkulär, d.h. in einem Kreislaufsystem, miteinander verknüpfte. Der Rezeptor nimmt die Umweltreize wahr und identifiziert sie: Aus Reizen werden Daten. Das zentrale Kontrollsystem verarbeitet diese Daten, d.h. es versteht sie und gibt eine Reaktion, wiederum in Form von Daten, aus. Der Effektor (oder auch Aktor) behandelt die Umwelt auf Basis der Daten des zentralen Kontrollsystems⁴. Er stellt damit das psychologische Vermögen der Handlung dar. Die Anpassung der Regeln, nach denen das zentrale Kontrollsystem läuft, auf Basis der Daten, die die Rezeptoren aufgenommen haben, bezeichnet Wiener als vergleichbar mit menschlichem Lernen⁵. Es handelt sich also bei der Ursprungsdefinition des Internet der Dinge durch Ashton um einen Fall maschinellen Lernens, der die Maschine dazu befähigt, die Welt besser zu verstehen und darüber hinaus sich selbst besser zu verstehen. Die Maschine besitzt damit Künstliche Intelligenz (KI)⁶.

In diesem Aufsatz argumentiere ich dafür, dass Computer unter diesen Umständen als Akteure im Sinne des Feldes der Akteur-Netzwerk-Theorie (ANT) nach Latour verstanden werden könnten, wobei die potentielle Entwicklung der KI eine Veränderung des Begriffs des Akteurs notwendig machen könnte. Wenn man mit der ANT also auch zukünftige, KI-gesteuerte Computer beschreiben will, so muss vermutlich der Begriff des Akteurs angepasst werden. Zunächst werde ich den Begriff des Akteurs aus der ANT auf das IoT *ohne* KI beziehen. Dann werde ich die Frage nach der Möglichkeit eines IoT *mit* KI stellen und diese mit einer Hypothese zur zukünftigen Entwicklung des IoT beantworten. Die Hypothese werde ich qualitativ und quantitativ auf die heutige Realität des IoT beziehen. Damit werde ich zu zeigen versuchen, dass die zukünftige Entwicklung des IoT, die aus der Hypothese ableitbar ist, realistisch ist. In der Folge werde ich die Frage nach der notwendigen Veränderung der ANT durch das zukünftige IoT mit 'ja' beantworten und die notwendigen Veränderungen einzeln aufzuführen.

³ Dies soll nicht heißen, dass Wahrnehmung und Denken zwingende Voraussetzungen für die Handlung eines Computers sein müssen. Die von mir hier vertretene Definition einer Künstlichen Intelligenz (KI) (s.u.) impliziert jedoch, dass diese drei psychologischen Vermögen im Computer zusammenspielen.

⁴ Der Effektor kann z.B. in Form eines Druckers für Fahrkarten umgesetzt werden. Nimmt ein Mensch die Fahrkarte aus dem Automaten, so registriert der Rezeptor des Automaten dies und gibt diese Information an das zentrale Kontrollsystem weiter, welches neues Papier für Fahrkarten bereitstellt, die dann wiederum vom Effektor an den nächsten menschlichen Fahrgast ausgegeben werden können. Sobald das Papier z.B. zur Rush Hour vom zentralen Kontrollsystem schneller bereitgestellt wird, ohne dass dies durch eine Regel vorher festgelegt wurde, spricht Wiener von maschinellen Lernen.

⁵ Vgl. Wiener, Norbert (1948): *Cybernetics. Or Control and Communication in the Animal and the Machine*. New York, Paris: The Technology Press, John Wiley & Sons Inc., S. 54f.

⁶ Vgl. Alpaydin, Ethem (2004): *Introduction to machine learning*. Cambridge, Mass: MIT Press (Adaptive computation and machine learning), S. 2.

Das IoT ohne KI und der Bezug zum Feld der ANT nach Latour und anderen Ansätzen

Akteure werden von Bruno Latour⁷ als „Beteiligte am Handlungsverlauf“ charakterisiert.⁸ Neben Menschen gelten damit auch Dinge wie Hämmer, Wasserkessel, Kleider, Fernbedienungen und jegliche andere Gegenstände als Akteure⁹. Diese lassen sich darüber hinaus folgendermaßen charakterisieren:

Erstens: Sie besitzen, wenn sie nichtmenschlich sind, keine Finalität im Sinne von Mittel – Zweck, sondern eine Kausalität im Sinne von Ursache – Wirkung, die häufig von außen (meist von Menschen) in Gang gesetzt wird¹⁰. Latour schreibt dazu:

Dies bedeutet selbstverständlich nicht, daß diese Beteiligten das Handeln „determinieren“, daß Körbe das Halten von Vorräten „verursachen“ oder daß Hämmer das Schlagen von Nägeln „erzwingen“; solch eine Umkehrung der Einflußrichtung hieße bloß, Objekte in Ursachen zu verwandeln, deren Wirkungen durch menschliches Handeln transportiert würden, welches damit auf eine Folge bloßer Zwischenglieder beschränkt wäre.¹¹

Nichtmenschliche Akteure können seiner Auffassung nach zwar Ursache einer Wirkung sein, sie sind jedoch nicht in der Lage, einen Zweck bzw. ein Ziel mit einem Mittel zu verfolgen. Latour argumentiert also mit einer Kausalstruktur (Ursache – Wirkung), jedoch nicht mit einer Finalstruktur (Mittel – Zweck). Nichtmenschliche Akteure können sich also im Gegensatz zu menschlichen Akteuren keinen eigenen Zweck setzen, der eine Intentionalität signalisieren würde. Auch wenn der Begriff der Intentionalität im Feld der ANT nach Latour durch die Beschreibung einer Kausalität umgangen wird, so ist er doch in Bezug auf den Menschen nicht zu umgehen, da Menschen eine Ursache eben als Mittel auch intentional in die Welt setzen können, also im Fall des Menschen oft statt einer Kausalstruktur eine Finalstruktur vorliegt. Es besteht hier also durchaus eine Differenz zwischen menschlichem und nichtmenschlichem Akteur, die meiner Ansicht nach auch nicht durch eine rein kausale Beschreibung umgangen werden kann.¹²

Zweitens: Nichtmenschliche Akteure besitzen keine Freiheit.¹³

⁷ Bruno Latour ist einer der prominentesten Mitbegründer des wissenschaftlich heterogenen Feldes der ANT; allerdings ist sein Verständnis des Feldes ANT nur eines von vielen. Aufgrund seiner deutlich ausmachenden Bedeutung im Diskurs zum Feld ANT habe ich ihn in diesem Text dennoch ausgewählt.

⁸ Latour, Bruno (2010): *Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft. Einführung in die Akteur-Netzwerk-Theorie*. 1. Aufl. Berlin: Suhrkamp (Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft, 1967), S. 123f.

⁹ Ebd., S. 123.

¹⁰ Ebd., S. 124.

¹¹ Ebd.

¹² Vgl. Ropohl, Günter (2009): *Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik*. In: *Allgemeine Technologie*, S. 155ff. und Belliger, Andréa/Krieger, David J. (2006): *ANThology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*. Bielefeld: Transcript (Science Studies), S. 35.

¹³ Vgl. Belliger, Andréa/Krieger, David J. (2006): *ANThology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*. Bielefeld: Transcript (Science Studies), S. 35. Sie können in der Folge aus meiner Sicht damit auch keine Verantwortung übernehmen.

Drittens: Sie besitzen keine psychische Innerlichkeit, also keine psychischen Vermögen wie Wahrnehmung oder Denken, und auch die Handlung ist, wie bereits erwähnt, durch mangelnde Intentionalität eingeschränkt¹⁴. All diese Einschränkungen lassen darauf schließen, dass Latour Artefakte und Menschen zwar als gleichwertig und aufeinander angewiesen betrachtet, jedoch die psychologischen Vermögen nach wie vor als unterschiedlich ansieht. Diese Ansicht tritt in einem anderen Zitat von ihm auch offen zu Tage (s.u.).

In der Studie von Cuhls/Ganz/Warnke werden Artefakte im IoT dezidiert als eingeschränkt im Vergleich zu Menschen charakterisiert, was Latours Position ähnelt:

*Dabei wird technischen Artefakten an keiner Stelle der Status von handelnden Subjekten mit eigenem Bewusstsein zugeschrieben. Es wird lediglich konstatiert, dass Artefakte zunehmend Funktionen übernehmen, die zuvor nur dem Menschen zugemessen wurden und daher immer menschenähnlicher zu werden scheinen.*¹⁵

Der Begriff des Akteurs in der ANT ist demnach kompatibel zu Artefakten im IoT, wie sie die Autorinnen und Autoren der Studie verstehen. Intentionalität (Handlungsbefähigung), Freiheit und psychische Innerlichkeit (Bewusstsein) sind sowohl in der ANT als auch nach Auffassung der Autorinnen und Autoren der Fraunhofer-Institute bei Artefakten im IoT ausgeschlossen.

Viertens: Artefakte können in der ANT zusammen mit Menschen in Handlungen eingebunden werden und sind dann ein Hybrid aus Mensch und Artefakt, da der Mensch ohne das Artefakt nicht so handeln kann, wie er es mit diesem kann, und das Artefakt ohne den Menschen nicht die gleiche Bedeutung hätte¹⁶. Auch die Autorinnen und Autoren der Fraunhofer-Institute haben diese Verbindung von Mensch und Artefakt erkannt und führen das IoT deshalb unter dem Zukunftsfeld „Mensch-Technik-Kooperationen“¹⁷ auf. Das Artefakt rückt dem Menschen innerhalb dieser Kooperation immer stärker auf den Leib¹⁸ und verschmilzt schließlich mit diesem, wie Ropohl in seiner Standarddefinition eines soziotechnischen Systems formuliert. Dieses definiert er als „[...]ein Handlungs- oder Arbeitssystem, in dem menschliche und sachtechnische Subsysteme eine integrale Einheit eingehen.“¹⁹. Gesellschaftlicher Charakter von Technik und technischer Charakter von Gesellschaft würden in einer „[...]Symbiose soziotechnischer Systeme[...]“ miteinander verschmelzen²⁰. Alle

¹⁴ Vgl. Belliger, Andréa/Krieger, David J. (2006): *ANThology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*. Bielefeld: Transcript (Science Studies), S. 35.

¹⁵ Cuhls, Kerstin/Ganz, Walter/Warnke, Philine (Hrsg.)(2009): *Foresight-Prozess im Auftrag des BMBF. Zukunftsfelder neuen Zuschnitts*. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), S. 15, Hervorhebungen im Original.

¹⁶ Vgl. Belliger, Andréa/Krieger, David J. (2006): *ANThology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*. Bielefeld: Transcript (Science Studies), S. 42f.

¹⁷ Cuhls, Kerstin/Ganz, Walter/Warnke, Philine (Hrsg.)(2009): *Foresight-Prozess im Auftrag des BMBF. Zukunftsfelder neuen Zuschnitts*. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), S. 16.

¹⁸ Ebd., S. 17 nach Acatech (2009): „Intelligente Objekte – klein, vernetzt, sensitiv“. acatech BEZIEHT POSITION Nr. 5, Berlin, Heidelberg: Springer, S. 24.

¹⁹ Vgl. Ropohl, Günter (2009): Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik. In: *Allgemeine Technologie.*, S. 141f.

²⁰ Vgl. ebd.

drei Auffassungen – vom Feld der ANT nach Latour, den Autorinnen und Autoren der Fraunhofer Institute und Ropohl – sind demnach miteinander kompatibel²¹ und bilden nach meiner Auffassung zum jetzigen Zeitpunkt die Verbindung von Mensch und Computer adäquat ab – solange die Artefakte im IoT keine KI besitzen.

Die mögliche zukünftige Entwicklung der Künstlichen Intelligenz

Doch was passiert, wenn die Computer des IoT in einen zirkulären Lernprozess eintreten, d.h. immer mehr Daten über ihre Umgebung sammeln, Schlüsse daraus ziehen und schließlich – z.B. aus ökonomischen Gründen – mit Aktoren verknüpft werden, die ihnen Handlungen in der Umwelt ermöglichen? Können Intentionalität (Handlungsbefähigung), Freiheit, psychische Innerlichkeit (Bewusstsein) und Vergleichbarkeit des Artefakts mit dem Menschen ausgeschlossen werden, wenn Artefakte im IoT eine KI entwickeln?

Eine mögliche Antwort auf diese Frage liefert ein Teil der Singularitätshypothese. In dieser Hypothese geht man davon aus, dass menschliche Intelligenz in Softwaresystemen artifiziell nachgebaut wird, oder umgekehrt das menschliche Gehirn durch technische Mittel so umgebaut wird, dass der Mensch einen exponentiellen Intelligenzsprung macht. Beim ersten Szenario wird von den Vertretern der Singularitätshypothese vermutet, dass ab einem bestimmten Zeitpunkt – dem singulären, also einzigartigen Zeitpunkt der Singularität - synthetisches Denken in Computern auf einem so hohen Level möglich ist, dass dieses sich in einem zirkulären Lernprozess selbstständig verbessert, ohne den Menschen dafür zu benötigen. Jede neue Generation von Computern ist intelligenter als die vorherige, was gleichzeitig zu einer scheinbar²² überproportionalen Beschleunigung der Entwicklung der künstlichen Intelligenz führt.²³

Dass diese sich selbst verbessernde KI im IoT qualitativ möglich ist, zeigt dessen Struktur: Artefakte im IoT werden heutzutage verknüpft mit Gruppen von Servern, die einerseits Informationen speichern (Big Data) und andererseits Informationen analysieren (Data Mining), um z.B. Navigation auf Smartphones, Social Media, oder das Verständnis von Sprache auf Navigationsgeräten zu ermöglichen. All diese Dienste sind bereits heute verknüpft mit dem IoT, sodass von einer ausschließlich dezentralen Struktur nicht die Rede sein kann. Rob van den Dam bezeichnet diese Verknüpfung als Cloud Computing. Ein zentrales

²¹ Obgleich klar ist, dass mit dem Feld der ANT im Gegensatz zu Ropohls soziotechnischem System noch weitaus mehr Elemente beschrieben werden können als nur Mensch-Technik-Kooperationen, erscheinen mir beide dennoch kompatibel.

²² Vgl. Kurzweil, Ray (2005): *The Singularity is near*. Duckworth Overlook: London, S. 24: „From my perspective, the Singularity has many faces. It represents the nearly vertical phase of exponential growth where the rate of growth is so extreme that technology appears to be growing at infinite speed. Of course, from a mathematical perspective, there is no discontinuity, no rupture, and the growth rates remain finite, although extraordinarily large.“

²³ Vgl. Eden, Amnon H./Steinhart, Eric/Pearce, David (2012): Introduction to: Singularity Hypotheses: A Scientific and Philosophical Assessment. In: A. H. Eden et al (Hrsg.) (2012): *Singularity Hypotheses*. The Frontiers Collection. Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg, S. 1f.

„Gehirn“ greift demnach im IoT auf die ihm von Sensoren zugeleiteten Informationen zu und reagiert auf Basis von Analysen²⁴.

Datenanalyse, also Data Mining, wird in dieser Menge häufig von KI-ähnlichen Computern durchgeführt. Van den Dam beschreibt denn auch die Entwicklung des IoT hin zur KI als Entwicklung vom vorgegebenen, starren Programmiercode hin zum flexiblen, nicht vorgegebenen kognitiven Programmiercode. Das Ziel seien überall verbreitete Computer, versehen mit einer neuen KI, die Informationen aus einer Vielzahl von Sensoren und Quellen integrieren, mit Mehrdeutigkeit umgehen, kontextsensitiv antworten und mit der Zeit lernen könnte. Außerdem wäre sie in der Lage, Mustererkennung durchzuführen, um schwierige Probleme in komplexen, realen Umgebungen zu lösen, basierend auf Wahrnehmung, Handlung und Kognition.²⁵

Da maschinelles Lernen ebenfalls Teil dieser Vision ist, ist die sich selbst verbessernde KI potentiell möglich, was in die Singularität münden könnte. Als Beispiel für einen bereits realisierten kognitiven Computer nennt van den Dam Watson, ein von IBM programmiertes System zur Beantwortung jeglicher Fragen innerhalb von drei Sekunden. Die Zukunft dieser kognitiven Computer liegt für ihn ganz klar in der Computersimulation eines menschlichen Gehirns und darüber hinaus auch in Handlungen, nicht nur Wahrnehmung und Kognition.²⁶

Aber auch quantitativ scheint die sich selbst verbessernde KI im IoT auf absehbare Zeit realisierbar. Dies zeigen Moore's Law und dessen Weiterentwicklungen. Gordon Moore, einer der Miterfinder des integrierten Schaltkreises, prognostizierte 1970, dass sich alle 24 Monate doppelt so viele Transistoren auf einem integrierten Schaltkreis unterbringen ließen. Später verkürzte er diese Zeitspanne sogar auf 12 Monate²⁷. Neben den finanziellen Vorteilen – ein Computer mit einer bestimmten Rechenleistung wird aufgrund dieses Effekts mit der Zeit immer günstiger – führt dies dazu, dass die Rechenleistung von Prozessoren sich ca. alle zwei Jahre verdoppelt. Das bedeutet mit anderen Worten, dass Prozessoren immer kleiner, und gleichzeitig leistungsfähiger und billiger werden²⁸. Sie lassen sich leichter in Apparaturen einbauen und ermöglichen damit das IoT, das ja auf massenhaften, durch ein Netzwerk verbundenen Artefakten aufbaut. Ohne diesen Tatbestand wäre demnach weder das IoT noch die potentielle künstliche Intelligenz in Artefakten bzw. Servern möglich. Auch für viele andere informationstechnische Bereiche scheint das Mooresche Gesetz zu

²⁴ Vgl. van den Dam, Rob (2013): Internet of Things: The Foundational Infrastructure for a Smarter Planet. In: Balandin, Sergey/Andreev, Sergey/Koucheryavy, Yevgeni (Hrsg.): *Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking*, Bd. 8121: Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), S. 5, 6f.

²⁵ Vgl. ebd., S. 6.

²⁶ Vgl. ebd.

²⁷ Vgl. Kurzweil, Ray (2006): *The singularity is near. When humans transcend biology*. New York: Penguin, S. 56.

²⁸ Vgl. auch van den Dam, Rob (2013): Internet of Things: The Foundational Infrastructure for a Smarter Planet. In: Balandin, Sergey/Andreev, Sergey/Koucheryavy, Yevgeni (Hrsg.): *Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking*, Bd. 8121: Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), S. 11: „Sensors are getting smarter, smaller and cheaper, and there will be billions of them.“

gelten, und neue Technologien lassen seine Extrapolation in die Zukunft – trotz eines prognostizierten Endes seiner Gültigkeit – möglich erscheinen²⁹.

Das IoT mit KI und der Bezug zum Feld der ANT nach Latour und anderen Ansätzen

Die bisherigen Ausführungen lassen demnach den Schluss zu, dass eine so gear-tete KI in absehbarer Zeit qualitativ und quantitativ, technisch und ökonomisch machbar sein könnte – eine Entwicklung, die die ANT potentiell früher als später bedrängt. Eine sich selbst verbessernde KI, die über ihre Artefakte im IoT wahrnimmt und handelt, könnte damit durchaus Intentionalität³⁰ entwickeln, da bereits vor dem Zeitpunkt der Singularität³¹ die Algorithmen von ihr selbst geschrieben und verbessert werden. Sie besäße also die Freiheit, sich von ihren durch Menschen vorgegebenen Algorithmen zu emanzipieren und eigene Wege zu gehen³², d.h. ihren eigenen, zirkulären Lernprozess ständig zu verbessern. Durch das Netzwerk aus Artefakten, die in der Lage sind, mit Sensoren und Ak-toren die Umwelt wahrzunehmen und zu verändern, könnte sie ihren syntheti-schen, algorithmisch freien Willen durchsetzen, wäre also zu Handlungen befähigt. Weder Intentionalität (Handlungsauslösung in einer Finalstruktur) noch Freiheit könnten damit auf Dauer ausgeschlossen werden. Auch psychi-sche Innerlichkeit (Bewusstsein) wäre – von außen betrachtet – schwer zu ne-gieren, da die anthropomorphisierende Zuschreibung psychischer Vermögen zu einem Artefakt sehr wahrscheinlich wäre. Schließlich könnte die KI mit Mehr-deutigkeit umgehen, kontextabhängig antworten, selbständig lernen und Mus-terererkennung zur Problemlösung anwenden, und dies alles in der komplexen

²⁹ Vgl. Kurzweil, Ray (2006): *The singularity is near. When humans transcend biology*. New York: Penguin, S. 56ff.

³⁰ Auch nach einer anderen Hypothese scheint dies möglich: Automatisierung wird in der Tech-nikphilosophie seit langem als ein Schritt in der technischen Entwicklung betrachtet und mit selbständiger Zwecksetzung durch das Artefakt verbunden. Diese Zwecksetzung kann mit In-tentionalität identifiziert werden. Hierzu Gehlen & Rehberg: „Dieser Prozeß [der Prozess der Objektivation menschlicher Arbeit und Leistung, Anm. d. Verf.] weist drei Stufen auf. Auf der ersten Stufe, der des Werkzeuges, werden die zur Arbeit notwendige physische Kraft und der erforderliche geistige Aufwand noch vom Subjekt geleistet. Auf der zweiten Stufe, der der Ar-beits- und Kraftmaschine, wird die physische Kraft technisch objektiviert. Schließlich wird auf der dritten Stufe, der des Automaten, auch der geistige Aufwand des Subjektes durch techni-sche Mittel entbehrlich gemacht. Mit jeder dieser drei Stufen schreitet die Objektivation der Zweckerfüllung mit technischen Mitteln fort, bis der Zweck, den wir uns gesetzt haben, durch den Automaten allein ohne unser körperliches und geistiges Zutun erreicht wird.“ Gehlen, Arnold/Rehberg, Karl-Siegbert (2007): *Die Seele im technischen Zeitalter. Sozialpsychologi-sche Probleme in der industriellen Gesellschaft*. 1. Aufl. Frankfurt am Main: Klostermann (KlostermannRoteReihe, 25), S. 19f. nach Schmidt, Hermann: Die Entwicklung der Technik als Phase der Wandlung des Menschen. In: *Ztschr. VDI* (Verein dt. Ingenieure), 96 (1954) Nr. 5, S. 118-122, S. 119.

³¹ Dieser Zeitpunkt wird laut Kurzweil im Jahr 2045 eintreten, also in 30 Jahren. Vgl. Kurzweil, Ray (2005): *The Singularity is near*. Duckworth Overlook: London, S. 136.

³² Dass dies möglich ist und was die Folgen sein können, zeigt exemplarisch: Matthias, Andreas (2004): The responsibility gap: Ascribing responsibility for the actions of learning automata. In: *Ethics and Information Technology* 6. 175-183.

Lebenswirklichkeit³³. Mit anderen Worten: Der Mensch würde der KI menschliche Eigenschaften zuschreiben, und der Anschein von Menschenähnlichkeit würde dafür vollkommen ausreichen – von außen zugeschriebenes Bewusstsein muss sich immer auf den äußeren Anschein stützen, da es sich nicht objektiv messen lässt, sondern nur aufgrund des äußeren Verhaltens unterstellt werden kann³⁴. Ob der Mensch die KI in diesem Fall noch als Ausführungsgehilfen für Aufgaben oder schon als selbständiges Wesen sieht, scheint zumindest fragwürdig. Wenn jedoch alle aufgeführten Charakteristika eines Akteurs für eine KI dieser Entwicklungsstufe nicht mehr eindeutig gelten, wie kann diese dann noch adäquat vom Feld der ANT nach Latour (und den Autorinnen und Autoren des Fraunhofer-Instituts oder Ropohls soziotechnischem System) beschrieben werden? Legt die potentielle Entwicklung der KI nicht eine Veränderung des Begriffs des Akteurs nahe? Muss das Feld der ANT nach Latour nicht verändert werden, um das zukünftige IoT noch beschreiben zu können?

Die hier vertretene Antwort lautet: ja. Das Feld der ANT nach Latour wird – sollte die technische Entwicklung des IoT so ausfallen, wie hier beschrieben – sich selbst als Modell für dessen Beschreibung disqualifizieren. Auch wenn sie, anders als technik- und sozialdeterministische Ansätze, nicht den Anspruch hat, als Technikvorhersagemodell zu dienen³⁵, wird sie von der technischen Entwicklung eingeholt und überholt werden, da die potentielle Zukunft des IoT mit den genutzten Begriffen nicht abgebildet werden kann. Fassen wir noch einmal die Unterschiede zwischen Artefakten im Feld der ANT nach Latour und zukünftigen Artefakten im IoT zusammen:

Erstens: Computer können nach Ashton et al. potentiell maschinell lernen, intentional zu handeln: Sie können lernen, sich einen eigenen Zweck zu setzen und diesen einen Zweck bzw. das Ziel mit einem Mittel zu verfolgen. Artefakte im Feld der ANT nach Latour können dies nicht, da hier nur der Mensch sich einen Zweck setzen kann, jedoch nicht das Artefakt. Es verbleibt in der Kausalität, schwingt sich jedoch nicht zur Finalität auf wie der Mensch. Da Intentionalität ein sich potentiell entwickelndes Vermögen einer zukünftigen KI ist, und damit nicht mehr nur innerhalb des menschlichen Akteurs angesiedelt werden kann, berücksichtigt das Feld der ANT nach Latour nicht die gegenseitige potentielle *Unabhängigkeit* von KI und Mensch durch voneinander unabhängige Intentionen. Das Zusammenhandeln von Artefakt und Mensch wird bedacht, die *Unabhängigkeit* beider voneinander bei gleichzeitig identischen Vermögen jedoch nicht.

Zweitens: Die intentionale Handlung ist im IoT gleichzeitig eine freiheitliche Handlung. Im Feld der ANT nach Latour bleibt den Artefakten die Freiheit der Handlung verwehrt. Auch hier bleiben sie auf Menschen angewiesen.

³³ Vgl. ebd.

³⁴ Vgl. Bennett, Maxwell R./Hacker, Peter M. S. (2010): *Die philosophischen Grundlagen der Neurowissenschaften*. Darmstadt: WBG, S. 323f. und Kurzweil, Ray (2005): *The Singularity is near*. Duckworth Overlook: London, S. 475. Das Argument des Fraunhofer-Instituts, Artefakte würden zukünftig immer menschenähnlicher *scheinen*, ist demnach kein Argument gegen Bewusstsein in Artefakten, sondern dafür.

³⁵ Vgl. Belliger, Andréa/Krieger, David J. (2006): *ANThology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*. Bielefeld: Transcript (Science Studies), S. 22.

Drittens: Im Computer des IoT entwickeln sich Wahrnehmung, Denken und Handlung. Der Computer entwickelt also psychische Innerlichkeit bzw. Bewusstsein. Dieses ist vergleichbar mit menschlichem Bewusstsein, da es sich von außen ebenfalls nur vermuten, nicht aber beweisen lässt. Im Feld der ANT nach Latour bleibt den Artefakten ein Bewusstsein verwehrt, da ihnen dieses schlicht nicht zugestanden wird³⁶.

Viertens: Die mit einer KI versehenen Computer, die von Ashton et al. beschrieben werden, sind nicht nur am Handlungsverlauf beteiligte, sondern Handelnde, weil sie durch Beobachtung Schlüsse ziehen können und in der Folge potentiell in ein Geschehen eingreifen können. Der Computer kann in der Folge genau so handeln wie ein Mensch. Der Hybrid der ANT ist nicht darauf ausgelegt, da das Artefakt immer vom Menschen abhängig bleibt, jedoch nie autonom und gleichwertig agieren kann³⁷.

Ein mit dem Menschen vergleichbares, autonomes Artefakt ist für Latour jedoch ein Ding der Unmöglichkeit. Er negiert die Übertragung menschlicher Eigenschaften auf Dinge grundsätzlich, da er die Subjekt-Objekt-Struktur umgehen will. Er sagt:

Das Ziel des Spiels besteht nicht darin, Subjektivität auf Dinge zu übertragen oder Menschen als Objekte zu behandeln oder Maschinen als soziale Akteure zu betrachten, sondern die Subjekt-Objekt-Dichotomie ganz zu umgehen und stattdessen von der Verflechtung von Menschen und nicht-menschlichen Wesen auszugehen.³⁸

Diese Verflechtung wird zwar auch im IoT eine Rolle spielen; viel stärker allerdings werden Dinge menschliche Vermögen annehmen. Das Feld der ANT nach Latour berücksichtigt menschliche Vermögen in nichtmenschlichen Akteuren jedoch nicht. Die Subjekt-Objekt-Struktur wird mit dieser Entwicklung irgendwann obsolet, aber nicht weil diese umgangen werden müsste, sondern weil Dinge sich nicht mehr von Menschen unterscheiden lassen, und damit umgekehrt Menschen im IoT auf der gleichen Ebene wie Dinge stehen werden. Auch sie sind dann nur noch Akteure in einem Netzwerk, ohne jedoch notwendig Hybride sein zu müssen.

Damit werden auch die Charakterisierung der Artefakte durch die Autorinnen und Autoren der Fraunhofer-Institute sowie das soziotechnische System von Ropohl unzutreffend: Ohne eine Hierarchie zwischen Mensch und Artefakt, die den Menschen über das Artefakt stellt, funktioniert nämlich keines dieser beiden Konzepte³⁹. Ob eine weitere Hierarchisierung von Mensch und Artefakt

³⁶ Das Nicht-Zugestehen von Bewusstsein wäre natürlich auch im Falle von Computern möglich, aber aufgrund ihrer Ähnlichkeit zu menschlichen psychologischen Vermögen unwahrscheinlich.

³⁷ Unabhängig davon kann aber vermutlich auch ein autonomes Artefakt sich in einen abhängigen Zustand mit einem Menschen begeben und damit zum Hybriden werden, sodass das Konzept des Hybriden durchaus nicht überflüssig wird.

³⁸ Latour, Bruno: *Die Hoffnung der Pandora*. Frankfurt a.M. 2000, 236f.

³⁹ Obgleich Ropohls soziotechnisches System, welches eine Verschmelzung von Gesellschaft und Technik definiert, auf den ersten Blick dieser neuen Situation noch am nächsten kommt (vgl. s.o.). Ropohl geht dennoch davon aus, dass „[...]die einzelnen technischen Hervorbringungen [...] selbstverständlich Menschenwerk[...]“ seien. Für den Ursprung mag das stimmen, in der selbständigen, für den Menschen unvorhersehbaren Entwicklung der KI spielt es jedoch keine

vor dem Hintergrund von Artefakten mit menschlichen Vermögen dennoch sinnvoll ist, um ‚den Menschen‘ zu schützen, ist eine andere, durchaus relevante Frage, die an anderer Stelle bereits ausführlich diskutiert wurde und das Feld der ANT von anderer Seite in Bedrängnis bringt⁴⁰.

Schluss und Ausblick

Ich habe versucht, zu zeigen, dass vor allem das Feld der ANT nach Latour für mit KI ausgestattete Artefakte im IoT von falschen Annahmen ausgeht und deshalb auf Dauer nicht für die Beschreibung des IoT in Frage kommt. Will das Feld der ANT nach Latour in Bezug auf das IoT ‚überleben‘, so sollte es vermutlich die vier oben beschriebenen Charakteristika der Akteure – also Intentionalität, Freiheit, psychische Innerlichkeit, Hybridisierung – der technischen Entwicklung anpassen, d.h. auf nichtmenschliche Akteure übertragen, was mir durchaus aufgrund ihrer radikalen Grundstruktur möglich scheint⁴¹.

Will die ANT kompatibel zum mit einer KI versehenen IoT werden, so müsste sie das von Latour ausgegebene Prinzip der Symmetrie zwischen Dingen und Menschen⁴² ernst nehmen, das heißt: Dingen und Menschen gleichermaßen zweckgerichtete Handlung, Freiheit, psychische Vermögen und Unabhängigkeit vom jeweils anderen zugestehen, und nicht (implizit) eine potentielle Zwei-Klassen-Gesellschaft aufbauen, jetzt, da die Computer sich anschicken, zu uns aufzuschließen.

Rolle mehr. Ropohl, Günter (2009): Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik. In: *Allgemeine Technologie.*, S. 19.

⁴⁰ Vgl. Schulz-Schaeffer, Ingo (2011): *Akteur-Netzwerk-Theorie. Zur Ko-Konstitution von Gesellschaft, Natur und Technik.*, S.202 und Ilyes, Petra (2006): *Zum Stand der Forschung des englischsprachigen Science and Technology (STS)-Diskurses*, S. 30.

⁴¹ Unabhängig davon hat Latour selbst im Jahr 2006 die Akteur-Netzwerk-Theorie zurückgerufen, indem er jedes einzelne Element des Begriffs „Akteur-Netzwerk-Theorie“ in dem Sinne, in welchem er ihn zunächst verstanden hatte, widerlegte: „Der Begriff ‚Akteur‘ ist nicht da, um die Rolle von Akteurschaft zu übernehmen – und der Begriff ‚Netzwerk‘ nicht für die Rolle von Gesellschaft.“ Darüber hinaus ist der Begriff der Theorie seiner Ansicht nach irreführend. Die ANT soll laut Latour keine Theorie, sondern eine Methode sein, um Akteure zu beobachten und von ihnen zu lernen. Schließlich wird auch der Bindestrich von Latour abgelehnt. Ob ein Rücktritt vom bisherigen Akteurs- und Netzwerkbegriff jedoch bei der Beschreibung der zukünftigen IoT-Technologie behilflich sein wird, scheint fraglich. Schließlich haben beide Begriffe ja dennoch ihre Berechtigung, nur dass der Akteur dem ersten Verständnis nach auch für Artefakte gelten müsste, um für das IoT anwendbar zu sein. Vgl. Latour, Bruno: Über den Rückruf der ANT. In: Belliger, Andréa/Krieger, David J. (2006): *ANThology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*. Bielefeld: Transcript (Science studies), S. 561-572, S. 565ff.

⁴² Latour, Bruno: *Die Hoffnung der Pandora*. Frankfurt a.M. 2000, S. 131.

Literatur

- acatech BEZIEHT POSITION Nr. 5, Berlin, Heidelberg: Springer, S. 24.
- Alpaydin, Ethem (2004): *Introduction to machine learning*. Cambridge, Mass: MIT Press (Adaptive computation and machine learning).
- Ashton, Kevin (o.J.): *That 'Internet of Things' Thing. In the real world, things matter more than ideas*. Abgerufen am 26.02.2014 von <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986#sthash.spzvDnNR.dpuf>.
- Balandin, Sergey/Andreev, Sergey/Koucheryavy, Yevgeni (Hrsg.): *Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking*, Bd. 8121: Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science).
- Belliger, Andréa/Krieger, David J. (2006): *ANThology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*. Bielefeld: Transcript (Science Studies).
- Bennett, Maxwell R./Hacker, Peter M. S. (2010): *Die philosophischen Grundlagen der Neurowissenschaften*. Darmstadt: WBG.
- Cuhls, Kerstin/Ganz, Walter/Warnke, Philine (Hrsg.)(2009): *Foresight-Prozess im Auftrag des BMBF. Zukunftsfelder neuen Zuschnitts*. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI).
- Dam, Rob (2013): Internet of Things: The Foundational Infrastructure for a Smarter Planet. In: Balandin, Sergey/Andreev, Sergey/Koucheryavy, Yevgeni (Hrsg.): *Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking*, Bd. 8121: Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science).
- Eden, Amnon H./Steinhart, Eric/Pearce, David (2012): Introduction to: Singularity Hypotheses: A Scientific and Philosophical Assessment. In: A. H. Eden et al (Hrsg.) (2012): *Singularity Hypotheses*. The Frontiers Collection. Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg.
- Ganschar, Oliver (2013): *Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0*. Stuttgart: Fraunhofer V.
- Gehlen, Arnold/Rehberg, Karl-Siegbert (2007): *Die Seele im technischen Zeitalter. Sozialpsychologische Probleme in der industriellen Gesellschaft*. 1. Aufl. Frankfurt am Main: Klostermann (KlostermannRoteReihe, 25).
- Kurzweil, Ray (2005): *The Singularity is near*. Duckworth Overlook: London.
- Kurzweil, Ray (2006): *The Singularity is near. When humans transcend biology*. New York: Penguin.
- Latour, Bruno (2000): *Die Hoffnung der Pandora*. Frankfurt a.M., 131.
- Latour, Bruno: Über den Rückruf der ANT. In: Belliger, Andréa/Krieger, David J. (2006): *ANThology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*. Bielefeld: Transcript (Science Studies), S. 561-572.

Latour, Bruno (2010): *Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft. Einführung in die Akteur-Netzwerk-Theorie*. 1. Aufl. Berlin: Suhrkamp (Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft, 1967).

Ropohl, Günter (2009): Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik. In: *Allgemeine Technologie*. Schmidt, Hermann: Die Entwicklung der Technik als Phase der Wandlung des Menschen. In: *Ztschr. VDI* (Verein dt. Ingenieure), 96 (1954) Nr. 5, S. 118-122.

Schulz-Schaeffer, Ingo (2011): *Akteur-Netzwerk-Theorie. Zur Ko-Konstitution von Gesellschaft, Natur und Technik.*, S.202 und Ilyes, Petra (2006): *Zum Stand der Forschung des englischsprachigen Science and Technology (STS)-Diskurses*.

Wiener, Norbert (1948): *Cybernetics. Or Control and Communication in the Animal and the Machine*. New York, Paris: The Technology Press, John Wiley & Sons Inc.