Wandel von Autonomie und Kontrolle durch neue Mensch-Technik-Interaktionen

Grundsatzfragen autonomieorientierter Mensch-Technik-Verhältnisse

Bruno Gransche
Erduana Shala
Christoph Hubig et. al

FRAUNHOFER VERLAG

Bruno Gransche, Erduana Shala, Christoph Hubig,
Suzana Alpsancar, Sebastian Harrach

Wandel von Autonomie und Kontrolle durch neue Mensch-Technik-Interaktionen

Grundsatzfragen autonomieorientierter Mensch-Technik-Verhältnisse

FRAUNHOFER VERLAG

Kontaktadresse:
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI
Breslauer Straße 48
76139 Karlsruhe
Telefon 07 21 68 09 - 0
Telefax 07 21 689152
E-Mail info@isi.fraunhofer.de
URL www.isi.fraunhofer.de

»Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 16SV6195 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor«.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.
ISBN: 978-3-8396-0797-8

Druck: Mediendienstleistungen des
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB, Stuttgart

Für den Druck des Buches wurde chlor- und säurefreies Papier verwendet.

© by FRAUNHOFER VERLAG, 2014
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB
Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
Telefon 07 11 9 70 - 25 00
Telefax 07 11 9 70 - 25 08
E-Mail verlag@fraunhofer.de
URL http://verlag.fraunhofer.de

Alle Rechte vorbehalten

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.
Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften.
Soweit in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z.B. DIN, VDI) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden ist, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen.

Inhaltsverzeichnis

VORWORT **7**

EINLEITUNG **9**

1 AUSGANGSLAGE, PROBLEMSTELLUNG **16**

1.1 TREIBENDE FAKTOREN DER MTR-ENTWICKLUNG 17

1.2 STAND DER WISSENSCHAFT 23

2 WAK-MTI PROJEKTKONZEPT **29**

2.1 ZIEL UND GEGENSTAND DES PROJEKTES 29

2.2 PROJEKTABLAUF 32

2.3 FOKUS MTR-DYNAMIKEN: BIG DATA, GAMIFICATION, EPIGENETIK 35

3 ERGEBNISSE **41**

3.1 AUTONOMIE, KONTROLLE UND MTR-FORMEN 41

3.1.1 Autonomie & Kontrolle – Mehrebenen-Schema *42*

3.1.2 MTR-Formen – Technische Handlungsschemata *51*

3.1.3 Interaktion, WEE-Grenze, Interface *55*

3.1.4 Von der Interaktion zur Koaktion *59*

3.2 AMTIR-HEURISTIK 70

3.2.1 Die Fragepositionen Nutzer, Entwickler, Governance *72*

3.2.2 Kurzbeschreibung der AMTIR-Dimensionen: *76*

3.2.3 Klassische Beispiele zur Erklärung der Heuristik *92*

3.2.3.1 Fahrassistenz 92

3.2.3.2 Exergames 96

3.2.4 Leistungen, Grenzen und Herausforderungen der AMTIR-Heuristik *103*

3.2.4.1 Nutzerperspektive 106

3.2.4.2 Entwickler-/ Designerperspektive 111

3.2.4.3 Governance-Perspektive ... 115
3.3 MTR-WANDLUNGSTENDENZEN ... 118
3.3.1 Klassische, BMBF-adressierte MTR ... 118
3.3.2 Im Projekt adressierte MTR: Gamification, Big Data (als Wandlungstendenzen) ... 126
3.3.2.1 Gaming und Gamification ... 126
3.3.2.2 Autonome Algorithmen im Bereich Big Data ... 137
3.3.3 Zukünftige MTR, z.B. epigenomische Tests ... 144
3.4 FORSCHUNGSFRAGEN ... 152
4 ANHANG ... 160
4.1 PARALLELKOMMUNIKATION ... 160
4.2 DYNAMIKEN DURCH AUTONOME ALGORITHMEN IM BEREICH BIG DATA 175
4.2.1 Identifizierung von Problemstrukturen ... 177
4.2.2 Herkömmliche Konzeptualisierungen ... 183
4.2.3 Konsequenzen in normativer Hinsicht ... 186
4.3 VIRTUAL REALITY UND VIRTUAL ACTUALITY IN DER MENSCH-TECHNIK-INTERAKTION ... 191
4.4 PROJEKTTEAM & BETEILIGTE ... 198
5 LITERATURVERZEICHNIS ... 200
6 GLOSSAR ZU WAK-MTI ... 215

Vorwort

Der vorliegende Band beinhaltet den Ergebnisbericht des Forschungsprojektes *Wandel von Autonomie und Kontrolle durch neue Mensch-Technik-Interaktionen* WAK-MTI, der vom Bundesforschungsministerium BMBF unter dem Schwerpunkt *Mensch-Technik-Interaktion für den demographischen Wandel* finanziert und von Mai 2013 bis April 2015 vom Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI Karlsruhe durchgeführt wurde. Es handelte sich bei WAK-MTI um ein wissenschaftliches Vorprojekt, dass Grundsatzfragen für die Erforschung neuer Formen der Mensch-Technik-Interaktion (MTI) erforschen und der MTI-Community zukommen lassen sollte.

Anspruch des Projektes war es, Konzepte von Autonomie und Kontrolle wie sie einerseits in langer philosophischer Tradition auf den Menschen und andererseits in jüngerer Zeit vermehrt auf Technologien und technische Systeme bezogen werden gemeinsam zu erfassen. Dabei leiteten die Überlegungen stets das Gebot einer breiten Kommunizierbarkeit quer über die beteiligten Disziplinen und jenseits philosophischer, informatischer oder technikspezifischer Fachjargons. Daneben war es der Anspruch, die Komplexität des Themas zu einer Handreichung zu verdichten, die in anstehenden MTI-Forschungsprojekten unmittelbar hilfreich und einsetzbar ist.

Dieser Anspruch an Handhabbarkeit und Interdisziplinarität geht zwangsläufig mit Konzessionen an Argumentationstiefe und Genauigkeit einher, denn schließlich haben sich die Einzeldisziplinen mit ihren Jargons aus gutem Grund und um eben dieser Tiefe und Genauigkeit willen ausdifferenziert. Es besteht eine gewisse Gegensätzlichkeit zwischen Genauigkeit und Relevanz, ist doch erstere nur unter Abtrennung von Zusammenhängen zu haben und letztere maßgeblich in Zusammenhängen begründet.

Am Phänomen der Mensch-Technik-Relationen, der hybriden Settings, in denen Menschen und Systeme inter- und koagieren, zeigt sich wie kaum sonst die Notwendigkeit eben jene Mensch-Technik-Zusammenhänge interdisziplinär zu fokussieren und nicht in jeweils humanwissenschaftlicher und technikwissenschaftlicher Isolation parallel zu forschen.

Der vorliegende Band präsentiert – nach kurzer und intensiver Projektlaufzeit – in diesem Sinne eine interdisziplinäre Handreichung, eine Auseinandersetzung mit Grundsatzfragen, eine Sondierung von Forschungsleerstellen und vor allem Impulse für weitere theoretische Vertiefung sowie empirische Überprüfung und Spezifizierung.

Bruno Gransche, Karlsruhe 2014

Einleitung

- Wie beeinflussen neue Formen des Zusammenspiels von Mensch und Technik die Handlungsmöglichkeiten und die Chancen für ein selbstbestimmtes Leben der Menschen?

- Welche neuen Formen der Mensch-Technik-Interaktion befinden sich im Entstehen und wie wird sich die Kontrolle über Entscheidungen, Handlungen, Effekte, Ziele oder Werte kurzfristig, langfristig, für den Einzelnen oder für die Gesellschaft zwischen Mensch und Technik verteilen?

- Was bedeutet Autonomie in Bezug auf den Menschen und was in Bezug z.B. auf Roboter?

- Was bedeutet es für eine Gesellschaft, wenn sie zukünftig immer dichter mit immer ‚autonomerer' Technik verflochten sein wird?

- Macht autonome Technik auch den Menschen autonomer oder im Gegenteil?

- Könnte autonome Technik einen Autonomieverlust bei z.B. älteren oder kränkeren Menschen kompensieren und, wenn ja, unter welchen Bedingungen?

Das Projekt *Wandel von Autonomie und Kontrolle durch neue Formen der Mensch-Technik-Interaktion WAK-MTI* stellt einen Schritt dar, solche Fragen beantworten zu können. Es liefert Unterstützung auf dem Weg zu neuen Formen autonomieorientierter Mensch-Technik-Interaktion, bei denen die Selbstbestimmung des Menschen im Fokus steht. Das Projekt erschließt

systematisch relevante Forschungsfragen, Wandlungstendenzen und zu berücksichtigende Herausforderungen bei der Entwicklung und Nutzung komplexer Systeme.

Das Projekt *WAK-MTI* ist ein wissenschaftliches Vorprojekt im Rahmen des Förderschwerpunktes *Mensch-Technik-Interaktion im demografischen Wandel* des BMBF[1].

Die zentrale Frage lautet:

> **Wie lassen sich aktuelle und zukünftige Mensch-Technik-Verhältnisse *autonomieorientiert* erforschen, designen und (er)leben, sodass sie eine akzeptierbare und wünschbare Balance von Assistenz und Autonomie, von Komfort und Kontrolle ermöglichen?**

Wo immer Technik und Mensch zusammentreffen, entstehen und verschwinden Möglichkeiten, neue nützliche Handlungsoptionen, aber auch immer neue Schadenspotenziale. Deshalb geht es bei neuen Konstellationen von Mensch und Technik stets um die Frage, unter welchen Bedingungen möglichst vom Nutzen profitiert werden kann, ohne dabei zu viel zu riskieren und ohne die Menschen dabei zu hohen Schadenspotenzialen auszusetzen. Dies ist für neue, komplexe soziotechnische Konstellationen angesichts von Nanotechnologie, von kognitiven Robotern, von allgegenwärtiger Vernetzung der kompletten Alltagswelt, von Big/ Smart Data-Anwendungen oder von spielerischer Interaktionsgestaltung im Zuge von Gamification-Entwicklungen nur äußerst schwierig zu beantworten. Klar ist, dass zukünftige Mensch-Technik-Konstellationen nur im Verbund echter Interdisziplinarität überhaupt erforschbar sind, da per definitionem die Bereiche der Human- *und* Technikwissenschaften gefordert sind. Fragen zur Ge-

---

[1] BMBF 2014: *Mensch-Technik-Interaktion im demografischen Wandel*

staltung und zu Folgen verschiedenster Mensch-Technik-Verhältnisse gelangen unabhängig von der beteiligten Technologie oder der beteiligten Nutzer-Betroffenen-Kreise[2] immer auch zu bestimmten Grundbegriffen. Das Projekt WAK-MTI hat einige dieser Grundbegriffe in einer Strukturierung erarbeitet, die es disziplinübergreifend möglich macht, viele der Schwierigkeiten, die einem Großteil der Forschungsbemühungen des MTI-Bereiches gemeinsam sind, auch gemeinsam anzugehen. Wie verteilen sich menschliche und technische Handlungsräume, Freiheitsgrade, Kontrollbereiche, Entscheidungsoptionen? Was heißt Autonomie, Kontrolle, Steuerung, Interaktion, Interface usw. im Sinne aktueller hybrider Systeme? Diese fundamentalen Querschnittfragen wurden in WAK-MTI mit Blick auf weitere Forschung und auf Gestaltung und Nutzung neuer Formen der Mensch-Technik-Interaktion interdisziplinär nutzbar gemacht.

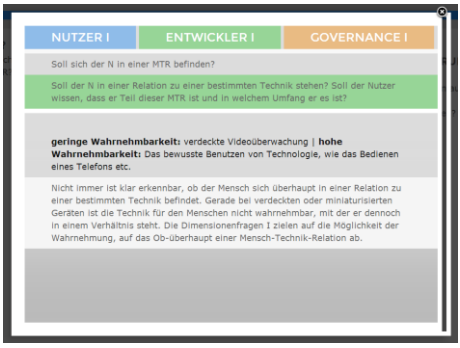
Projektlogo: Zur Erklärung des Projektlogos sei folgender Hinweis vorangestellt: Der Interaktionsbegriff in Mensch-Technik-Interaktionen stellt bereits ein bestimmtes Verhältnis von Mensch und Technik dar, nämlich eines, bei dem sich die Aktionen des einen auf Aktionen des anderen beziehen. Mensch-Technik-*Interaktion* (kurz: MTI) ist also eine Unterform vieler möglicher Verhältnisse von Mensch und Technik; diese Verhältnisse werden im Folgenden allgemein als Mensch-Technik-*Relationen* (kurz: MTR) bezeichnet (→3.1.2). Das Projektlogo verdeutlicht grafisch diese Differenz von MTI und MTR, der Projektname bleibt in Anlehnung an das BMBF-Referat 524 *Demografischer Wandel; Mensch-Technik-Interaktion* und deren Förderschwerpunkt *Mensch-Technik-Interaktion für den demografischen Wandel* weiter WAK-MTI.

---

[2] Im Folgenden wird ohne diskriminierende Absicht bei allen Bezeichnungen wie *Nutzer, Entwickler, Forscher* etc. das generische Maskulinum unabhängig vom tatsächlichen Geschlecht der Bezeichneten verwendet.

Glossar: Die im Projekt WAK-MTI entwickelte begriffliche Klarheit wird einerseits zur weiteren Verwendung in zukünftiger MTI-Forschung empfohlen. Andererseits ist sie eminent wichtig für das Verständnis der komplexen Konzepte hybrider Autonomie und Kontrolle, weshalb dem Endbericht ein Glossar beigefügt ist.

Interaktive Heuristik: Die AMTIR-Heuristik (→ 3.2), mit der über die Begriffsarbeit hinaus eine autonomieorientierte MTR-Entwicklung und -Nutzung ermöglicht werden soll, wurde in eine interaktive Variante überführt (→www.amtir-heuristik.de). Die interaktive Variante macht die detailreiche Tabellenform der Heuristik einfacher zugänglich, da die Perspektiven Nutzer, Entwickler/ Designer bzw. Governance direkt anwählbar sind. Zudem ist das Glossar in Form von Mouse-Over Tooltips integriert.



Übersicht:

Der folgende Bericht gliedert sich in drei Hauptkapitel.

KAPITEL 1 beschreibt die **Ausgangslage** und die Problemstellung, zu der WAK-MTI einen Lösungsbeitrag leistet. Dabei werden im Sinne einer kurzen Bestandsaufnahme beobachtete **treibende Faktoren der MTR-Entwicklung** (→1.1) beschrieben, die zur Erarbeitung neuer Lösungen herausfordern, darunter z.B. die Entwicklungstendenz der Technik „von rein passiven Instrumenten zu aktiven Partnern, die den Menschen unterstüt-

zen“.[3]

Diese Tendenzen werden verständlich vor einem Überblick über den **Stand der Wissenschaft** (→1.2) bezüglich Entwicklungen im Bereich MTR. Da das Projekt grundlegende Begriffsarbeit zur Unterstützung interdisziplinärer MTR-Forschung leistet, wird die Ausgangslage auch im Bereich der Technikphilosophie und Handlungstheorie positioniert.

KAPITEL 2 beschreibt das **Projektkonzept** WAK-MTI (→2), also den geplanten Ansatz und den tatsächlichen Ablauf (→0), mit denen in oben genannter Ausgangslage die genannten Forschungsdesiderate einer Lösung zugeführt und zukünftige MTR-Forschungsvorhaben unterstützt werden sollten und wurden. Hier findet sich ebenfalls eine kurze Darstellung des **Projektteams** sowie weiterer Beteiligter (→4.4).

KAPITEL 3 dient der **Ergebnisdarstellung** (→3) in folgender Untergliederung:

In **Abschnitt 3.1** wird das im Projekt entwickelte begriffliche Instrumentarium dargestellt, das eine inter- und innerdisziplinäre präzise Verständigung unterstützt. Zum einen ist dies eine Bedeutungsdifferenzierung der Begriffe *Autonomie* und *Kontrolle* (→3.1.1) und zum anderen eine schematische Differenzierung möglicher MTR-Typen in *Gebrauch*, *Bedienung*, *Interaktion* (→3.1.2) und *Koaktion* (→3.1.4).

In **Abschnitt 3.2** wird darauf aufbauend die im Projekt entwickelte **AMTIR-Heuristik** dargestellt, die es ermöglicht, die Nutzung und Entwicklung verschiedenster Formen von MTR bezüglich ihrer Autonomieeffekte zu hinterfragen und daraus Schlüsse für deren Wünschbarkeit, Einsatzbedingungen, kritische Gestaltungsaspekte sowie deren konkretes Design zu entwickeln. Neben den 16 Dimensionen wird dafür eine Dreiteilung in Nutzer-, Entwick-

---

[3] BMBF 2014: *Mensch-Technik-Interaktion im demografischen Wandel*

ler/ Designer- und Governance-Perspektive angeboten (→3.2.1), in der die Dimensionen variieren (→3.2.2). Zur Erklärung der Heuristik folgt dann eine Anwendung der Dimensionenstruktur auf aktuelle bekannte Beispiele von MTR-Konstellationen (ein Fahrassistenzsystem und ein Exergame →3.2.3).

In **Abschnitt 3.3** lassen sich mit dem Instrumentarium aus 3.1 und der Heuristik aus 3.2 **Wandlungstendenzen** mit Blick auf zukünftige bzw. im Entstehen befindliche MTR-Formen analysieren. Das Projekt WAK-MTI folgt hier einer Dreiteilung von MTR-Formen in:

a) klassische bzw. bereits vom BMBF adressierte MTR wie AAL-Lösungen,
b) derzeitige bzw. im Projekt adressierte MTR wie Tendenzen der Gamification oder Effekte von Big Data auf die Relationsformen und
c) zukünftige MTR wie sie etwa durch Entwicklungen in der Epigenomik-Forschung möglich werden.

Aus der AMTIR-Heuristik resultiert v.a. auch eine Vielzahl relevanter und kritischer Fragen für anschließende empirische, gestalterische, interdisziplinäre Forschung. **Abschnitt 3.4** gibt einen Auszug an relevanten **Forschungsfragen** wieder, wie sie im Laufe des Projektes während der Entwicklung und Bewertung der Dimensionen aufkamen.

Im **Anhang (Abschnitt 4)** sind eingehendere Diskussionen ausgewählter Teilaspekte des Projektes sowie ein spezifisches **Glossar** zu den verwendeten Begriffen und Abkürzungen beigefügt.

In den entsprechenden Abschnitten sind die Inhalte in vereinfachter und komprimierter Form als Tabellen oder Grafiken wiedergegeben. Die Inhalte aus der ausführlichen Textform und der vereinfachten Tabellen- bzw. Bildform doppeln sich mitunter, sodass eine schnelle Lektüre bzw. ein Einstieg über die Tabellen und Grafiken möglich wird, der dann bei Bedarf an Beispielen, Hintergrundinformationen und Erklärungen über die Lektüre der

Textteile vertieft werden kann. Gleichwohl lassen sich auf Grund der Komplexität des hier verhandelten Gegenstandes nicht alle Ergebnisse in vereinfachter Form darstellen, sodass die Lektüre des Fließtextes nicht gänzlich optional ist.

Desweiteren ist die interaktive AMTIR-Heuristik mit integriertem Glossar unter www.amtir-heuristik.de eine Option, sich einen raschen Überblick über zentrale Ergebnisse des Projektes zu verschaffen.

1 Ausgangslage, Problemstellung

> „Das Miteinander von Mensch und Technik verändert sich rasant. Aus der zunehmend mobilen Lebensweise erwachsen gänzlich neue Ansprüche an Technik. Innovative Technologien bieten dafür Möglichkeiten, die vor einigen Jahren noch visionär klangen. Mensch und Technik rücken dabei immer weiter zusammen. Dies stellt eine erhebliche Veränderung bestehender gesellschaftlicher Wertvorstellungen dar.“[4]

Das Verhältnis von Mensch und Technik unterliegt zahlreichen Wandlungsdynamiken, die eine neue Nähe, wachsende wechselseitige Durchdringung und zunehmende Ausbreitung in fast alle Lebensbereiche erkennen lassen. „Komplexe technische Systeme sind in nahezu jeden Lebensbereich vorgedrungen; die Expansion der Techniksphäre sowie die Selbsttechnisierung des Menschen stellen eine neue Herausforderung für Wissenschaft, Politik und Gesellschaft dar.“[5]

Häufig ist von „autonomer Technik“ die Rede: von autonomen Autos, Drohnen (UAVs), Robotern, autonomen Agenten und Systemen. Dabei stellt sich einerseits die Frage, was genau mit Autonomie gemeint ist, wenn es im technischen Kontext, in Bezug auf Personen oder im Rahmen von soziotechnischen Systemen gebraucht wird. Und andererseits: Wandelt sich die Entscheidungs- und Handlungssituation der Menschen zwischen Autonomie und Kontrolle, wenn sie mehr und mehr mit ‚autonomer Technik‘ interagieren?[6]

---

4 BMBF 2014: *Mensch-Technik-Interaktion im demografischen Wandel*

5 Warnke und Gransche 2009: *Mensch-Technik-Kooperation*

6 Die verbreitete Rede von „intelligenter Technik“ ist hier nicht mit „autonomer Technik“ gleichzusetzen. Zum Verständnis dieser technischen Intelligenz im Rahmen von „Intelligenten Objekten“ vgl. Herzog und Schildhauer 2009a: *Intelligente Objekte*

Es wurden im Rahmen des Projektes Befunde bezüglich des Wandels des Mensch-Technik-Verhältnisses sowie eine Strukturierung des komplexen Autonomiebegriffes vorgeschlagen. Weiter wird eine Heuristik (ein methodisches Hilfsmittel zur Erkenntnisgewinnung) relevanter Unterscheidungsdimensionen angeboten, die es erlaubt, bei der Beurteilung und Gestaltung neuer und im Entstehen befindlicher Mensch-Technik-Relationen deren Effekte auf die Autonomie der Menschen besser abzuschätzen und diese Effekte folglich bewusst berücksichtigen zu können.

1.1 Treibende Faktoren der MTR-Entwicklung

Das Projekt WAK-MTI geht von der allgemeinen Beobachtung weitreichender und dynamischer Wandlungstendenzen im Bereich der Mensch-Technik-Verhältnisse aus, die als treibende Entwicklungen in ihrem Zusammenspiel neue Formen der MTR begünstigen.

Diese Treiber sind zum einen Befunde aus dem ersten Zyklus des BMBF-Foresight-Prozesses[7], wie sie wesentlich in die Programmatik des Förderschwerpunktes *Mensch-Technik-Interaktion* Eingang gefunden haben[8]. Wegweisend sind dabei Entwicklungen mit hoher Innovationsdynamik:

- „Verfügbarkeit großer Informationsbestände durch Digitalisierung und schnelle Internetzugänge,
- Möglichkeit maschineller Interpretation von Information durch semantische Technologien,
- tiefgreifende Erkenntnisse über das menschliche Gehirn und Entwicklung von Neuroprothesen […],

7 Warnke und Gransche 2009: *Mensch-Technik-Kooperation*

8 BMBF 2014: *Mensch-Technik-Interaktion im demografischen Wandel*

- Echtzeit-Verarbeitung der Informationsmassen in einer Vielzahl technologischer Systeme durch erhebliche Steigerung der Rechenleistung und Miniaturisierung der Schaltkreise,
- breite Anwendungspotenziale dank hoher Integration verschiedenster Komponenten auf kleinstem Raum durch Mikrosystemtechnik,
- drahtlose Vernetzung und ubiquitäre Einbettung der Systeme,
- deutlich verbesserte Algorithmen der Mustererkennung,
- breiter Zugang zu satellitengestützter Positionierung.

Das Potenzial für neuartige Innovationen ergibt sich vor allem durch das Zusammenspiel dieser Durchbrüche in Forschung und Technologie: Charakteristische Bereiche mit einer so hervorgerufenen aktuell hohen Dynamik sind ‚Intelligente Objekte' und Prothesen, Telepräsenz-/ Teleaktionstechnologien und Kognitive Assistenz- und Kooperationssysteme."[9]

Eine grundlegende Entwicklung, auf die WAK-MTI fokussiert und die technologie- und anwendungsübergreifend zukünftige MTR beeinflusst, ist die Tendenz weg vom einfachen Werkzeuggebrauch über die Maschinenbedienung hin zum **Agieren in komplexen Systemen**. Ein Überwinden des Werkzeugcharakters wird mitunter auch bei „intelligenter Technik" angesprochen, wie sie z.B. in folgender Definition anhand von „intelligenten Objekten" deutlich wird:

„Von einem „Intelligenten Objekt" kann die Rede sein, wenn mindestens ein Prozessor und ein Programm vorhanden sind, gegebenenfalls im Weiteren ein Speicher. Zu Prozessor und Programm treten bei komplexeren Intelligenten Objekten noch Sensoren und immer häufiger auch Übertragungsstrecken hinzu, also eine Vernetzung der Objekte mit anderen Objekten und eine Einbindung in andere soziotechnische Systeme, wie zum Beispiel das Internet. Darüber hinaus haben Intelligente Objekte offenbar die Eigenschaft, den Werkzeugcharakter klassischer Technik weitgehend eingebüßt zu haben."[10]

---

9 Warnke und Gransche 2009: *Mensch-Technik-Kooperation*, S. 16–17

10 Herzog und Schildhauer 2009a: *Intelligente Objekte*, S. 9

Das BMBF formuliert den Befund grundlegend für den gesamten Förderschwerpunkt „Mensch-Technik-Interaktion“:

> „Technische Systeme entwickeln sich zunehmend von rein passiven Instrumenten zu aktiven Partnern, die den Menschen unterstützen, indem sie Tätigkeiten bis zu einem gewissen Grad eigenständig und nahe am Menschen verrichten. Dadurch ändert sich auch das Verhältnis von Mensch und Technik: Es wird immer interaktiver.“[11]

Dieser Wandlungsbefund wird in WAK-MTI in der konzeptionellen Differenzierung in (Werkzeug-)Gebrauch, (Maschinen-)Bedienung und (System-)Interaktion theoretisch analysiert und auf seinen komplexen Implikationen hin transparent gemacht (→3.1.2).

Zur Entwicklung hin zu einer aktiven Interaktionsfähigkeit technischer Systeme tragen zahlreiche weitere Entwicklungen bei, deren Berücksichtigung zur Ausgangslage des Projektes gehört. Dies ist etwa die **zunehmende Ausdehnung des Systemcharakters** von Technik, bei dem der Mensch neben vielen anderen Teiltechnologien Teil eines Gesamtsystems wird. Voraussetzung von **technischer Interaktionsfähigkeit** ist weiter die Entwicklung von Sensorik, Signalverarbeitung, Musterkennung, Umwelt- bzw. Situationserkennung, Nutzermodellierung etc. Damit ein technisches System interaktionsfähig wird, muss es einen Interaktionspartner als solchen wahrnehmen und erkennen und in Relation zur Interaktionssituation auf diesen angepasst reagieren können. Die fortschreitende Technikentwicklung, v.a. der **Miniaturisierung** und **Informatisierung** der alltäglichen Lebenswelt, ist je nach Konfiguration durch allgegenwärtige Verfügbarkeit (**Ubiquität**) und hochgradige **Vernetzung**, **Kontextsensitivität** und **Adaptivität**, eine gewisse technische **Aktionsautonomie** und weitgehende **Nichtwahrnehmbar-**

---

11 BMBF 2014: *Mensch-Technik-Interaktion im demografischen Wandel*

keit (Einbettung) gekennzeichnet.[12] Solche Systeme sind zu einem gewissen Grad unspezifische, offene Systeme, die auch Aktionen ausführen, die dem direkten Steuerungsinput nach Maßgaben allgemeiner Wünschbarkeit und gesellschaftlicher Zweckmäßigkeit vorauseilen. Mit der Miniaturisierung und Einbettung geht ein **Verschwinden der Schnittstelle** i.S.v. wahrnehmbaren **Interfaces** (Ein- und Ausgabegeräte) einher. Solche Systeme agieren zunehmend in einer Weise, die sich letztlich individueller Kontrolle entzieht, denn: *Nur was sich bemerkbar macht, kann kontrolliert und bewusst gesteuert werden*.[13]

Viele der Eigenschaften, die technische Interaktionsfähigkeit ermöglichen, werden unter dem Schlagwort ‚autonome Technik' gefasst; dabei unterscheidet sich die Bedeutung von ‚autonom' von Fall zu Fall erheblich und v.a. zwischen den Technikwissenschaften und der Philosophie. Im technischen Bereich bedeutet autonome Technik je nachdem autark, mobil, automatisch, umweltunabhängig, adaptiv, lernend, innovativ oder opak, nicht vorhersagbar.[14] Entscheidend ist für den Autonomiegrad von Technik auch das Maß an technischer Selbstkontrolle bzw. Kontrolle von Technik durch den Menschen.[15]

---

12 Vgl. zu diesen Eigenschaften auch die Entwicklungen unter dem Titel *Pervasive Computing*; Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik – BSI 2006: *Pervasive computing: Entwicklungen und Auswirkungen*

13 Vgl. dazu die detaillierten Ausführungen zur Problemlage im Abschnitt Parallelkommunikation im Anhang (→4.1)

14 Gottschalk-Mazouz 2008: *„Autonomie" und die Autonomie „autonomer technischer Systeme"*

15 Cheng und Zelinsky 2001: *Supervised Autonomy: A Framework for Human-Robot Systems Development*

Die Autonomie des Menschen hingegen steht in Kantischer Tradition bis heute als Synonym für Freiheit und Gesetzgebung des freien Willens.[16] Dennoch hat der Autonomiebegriff in den Geisteswissenschaften einen vielschichtigen Diskurs durchlaufen. Folgt man der Autonomiedefinition von Habermas, so ist Autonomie zwar ein grundlegendes Merkmal menschlichen Handelns und Verhaltens, muss jedoch nicht zwangsläufig mit Moralität erklärt werden, sondern lässt sich daran ablesen, dass der Mensch auf Grund seiner Diskursfähigkeit selbstgesetzgebend handeln kann.[17] Für das Autonomieverständnis an sich bedeutet dies, dass es erst in der diskursiven Reflexion innerhalb eines gesellschaftlichen Kontextes gefestigt wird und damit, je nach Umfeld, auch eine Neuausrichtung offenlässt. Diesem Konzept folgend ist es überhaupt möglich, dass Wandlungstendenzen von Autonomie und Kontrolle in MTI/ MTR unter Berücksichtigung verschiedener Disziplinen betrachtet und ausgehandelt werden können.

Die Bedeutungsdifferenzen zwischen den Disziplinen wie zwischen den Technologiebereichen erschweren integrierte Forschung und Entwicklung erheblich und wurden daher in WAK-MTI begrifflich soweit strukturiert, dass eine Verständigung besser gelingen kann (→3.1.1). Diese Bedeutungsvielfalt fand ebenfalls Eingang in die im Projekt entwickelte AMTIR-Heuristik (→3.2). So zielt z.B. die Dimension *II.a.3 Abschätzbarkeit der Konsequenzen* auf die Bedeutung von *autonom* als *opak* bzw. *nicht vorhersagbar*.

---

16 Kant et al. [1785] 1999: *Grundlegung zur Metaphysik der Sitten*, S. 450

17 „Die Idee der Selbstgesetzgebung von Bürgern darf also nicht auf die moralische Selbstgesetzgebung einzelner Personen zurückgeführt werden. Autonomie muss allgemeiner und neutraler begriffen werden. Deshalb habe ich ein Diskursprinzip eingeführt, das gegenüber Moral und Recht zunächst indifferent ist.“ Habermas 1992: *Faktizität und Geltung*, S. 154

Das Erreichen einer relevanten Leistungsfähigkeit in Bezug auf technische Mobilität, Sensitivität, Autarkie (im energetischen Sinne) usw. sind verbreitet zu beobachtende Tendenzen, die zu einer **‚autonomeren' Technik** führen, die dadurch als interaktive Technik, als Interaktionspartner in Frage kommt. Das bedeutet für die Analyse von Mensch-Technik-*Interaktion*, dass die Technik in ihrem Prozessieren zunehmend als handlungsförmig agierend zu verstehen ist und Mensch und Technik sich daher einen **hybriden Handlungsraum** teilen. Dies erfordert neuen Aushandlungs- und Abstimmungsaufwand, was sich in einer zunehmenden Aushandlungsfähigkeit bzw. dialogbasierter oder feedbackbasierter Kommunikationsfähigkeit von Technik zeigt. Entwick-lungen, wie z.B. eine dialogbasierte Koordination mit „geselligen umgänglichen Agenten" (Sociable Agents[18]), zeigen diese neue Aushandlungsfähigkeit technischer Systeme.

Eine weitere der zugrunde gelegten Dynamiken, die MTR-Formen wandeln, ist das **Verschwimmen der Grenze zwischen Mensch und Technik**[19]. Wenn etwa bei der Gen-Immuntherapie gegen Krebs bestimmte Zellen eines Tumorpatienten im Labor mit spezifischen Antikörpern auf exakt diese Tu-

18 Buschmeier und Kopp 2014: *Dialogue Coordination for Sociable Agents*, Kopp et al. 2013: *An architecture for fluid real-time conversational agents: integrating incremental output generation and input processing*

19 Vgl. Beckert et al. 2011: *Mensch-Technik-Grenzverschiebung - Perspektiven für ein neues Forschungsfeld*; Bruno Gransche 2011: *Mobilität als Metamorphose des Menschen*; Gransche 2010: *Der Mensch als Autofakt*; Warnke und Gransche 2009: *Mensch-Technik-Kooperation*

morzellen „programmiert“ werden,[20] dann sind bei diesem Prozedere technische und menschliche oder natürliche Anteile nicht mehr zu differenzieren.

Diese Befunde treibender Entwicklungen führen zu Wandlungstendenzen, die dem Projekt als zu adressierende Dynamik zugrunde liegt:

In immer mehr Bereichen des alltäglichen Lebens sind immer handlungsförmigere Aktionen immer autonomerer technischer Systeme zu berücksichtigen. Der alltägliche Handlungsraum, der vormals nur mit anderen Menschen sozial geteilt werden musste, muss zunehmend auch mit technischen Anteilen geteilt werden.

1.2 Stand der Wissenschaft

Die zunehmende technische Durchdringung der Lebenswelt und die immer dichteren MTR haben fundamentalen Einfluss auf die Handlungs- und Entscheidungsoptionen der Menschen. Viele der gegenwärtigen soziotechnischen Entwicklungen wandeln das Verhältnis von *Autonomie* und *Kontrolle* und beeinflussen das alltägliche menschliche Handeln zwischen diesen beiden Konzepten.

Dabei stellen *Autonomie* und *Kontrolle* Konzepte dar, mit denen die komplexe Wirkungsgesamtheit soziotechnischer Konstellationen auf bislang über-

---

20 „**Die Gen-Immuntherapie:** Was passiert, wenn nun beide Therapiestrategien miteinander kombiniert werden? Zunächst werden T-Zellen aus dem Blut eines Tumorpatienten isoliert und mit dem Todesliganden TRAIL bestückt. Diese gentherapeutisch veränderten Immunzellen werden anschließend im Labor mit den bispezifischen Antikörpern vermischt. „So können die Antikörper mit ihrer einen Bindungsstelle, dem sogenannten T-Zell-bindenden Arm, vorab an die Immunzellen koppeln“, erklärt Frau Professor Herr. Das Gemisch würde dann dem Krebspatienten injiziert und die Antikörper mitsamt den T-Zellen suchen sich ihren Weg zu den Tumor- bzw. zu den Tumorstammzellen und zerstören sie mit doppelter Kraft.“ BMBF 2012: *Mit vereinten Kräften - Neuer Therapieansatz greift den Krebs gleich doppelt an*

sehene, unterschätzte oder latent verdeckte Effekte hin hinterfragt werden kann. Dies zeigt sich bereits im zugrunde gelegten *Technikverständnis*, das immer noch hinter dem heutigen Erkenntnisstand der Wissenschaft zurückbleibt und häufig verkürzt von Sach- und Gerätetechnik ausgeht. Die soziotechnischen Wechselwirkungen gewinnen zwar an Aufmerksamkeit, sind mit einem artefaktischen Technikverständnis jedoch nicht adäquat fassbar.

Für ein anspruchsvolles Verständnis der Konzepte *Autonomie* und *Kontrolle* kann auf vielfältige Forschungsstände aus Handlungs- und Entscheidungstheorie, Technikphilosophie und -soziologie zurückgegriffen werden. Werner Rammert hat aus techniksoziologischer und handlungstheoretischer Sicht die Ausweitung des Handlungskonzeptes „Mensch steuert Maschine“ auf hybride Handlungsträgerschaften in soziotechnischen Konstellationen ausgearbeitet.[21] Die „Perspektive verteilter und gradualisierter *agency*“ ist grundlegend für eine adäquate Beschreibung von *Handlung* bei zunehmend dichteren MTR. Das wechselseitige Beeinflussungsverhältnis von Technik und Gesellschaft (soziotechnische Interdependenz) liegt in der Techniksoziologie ausgearbeitet vor.[22] Der nächste Schritt, sowohl aus technikphilosophischer als auch aus handlungstheoretischer Sicht, kann mit Christoph Hubig gegangen werden, der zukunftsweisend die Tendenz von Mensch-Technik-Hybriden zu Mensch-Technik-Fusionen konzeptioniert, bei denen die Unterscheidbarkeit der menschlichen und maschinellen Rollen und Anteile der handelnden Konstellation zunehmend verschwindet.[23] Das elaborierte aber komplexe Verständnis von *Technik als Medium* ist gegenüber artefaktischen Technikverständnissen deutlich besser geeignet, soziotechni-

---

21 Rammert und Schulz-Schaeffer 2002: *Technik und Handeln*, Rammert 2007: *Technik - Handeln - Wissen*

22 Bijker et al. 1989: *The Social Construction of Technological Systems.*, Latour 2005: *Reassembling the social*, Latour 2013: *Wir sind nie modern gewesen*

23 Hubig und Koslowski 2008: *Maschinen, die unsere Brüder werden*

sche Wechselwirkungen, wie sie augenfällig für MTR von zentraler Relevanz sind, in ihrer vollen Komplexität zu adressieren. Im Konzept des *Mediums*, verstanden als *Ermöglichungsstruktur*, sind die Konzepte von Autonomie und Kontrolle bereits theoretisch angelegt und miteinander verschränkt, da Technik als Medium Möglichkeitsräume für Entscheiden und Handeln einerseits *eröffnet* und andererseits *beschränkt*. Bei zunehmender soziotechnischer Verschränkung und Wechselwirkung von Mensch und Technik gerät der Autonomiebegriff ganz wesentlich in Abhängigkeit von den Ermöglichungsstrukturen, die die Interaktionen bedingen. „Absolute Autonomie auf System- oder Menschseite führt – strenggenommen – zu einem Abbruch der Interaktion."[24] Gerade bei einem Fokus auf MT-*Interaktion* kommt es also spezifisch darauf an, welche Autonomieebenen vom Menschen an Technik delegiert werden. Das Konzept von *Technik als Medium* liegt seitens der deutschen Technikphilosophie vor[25] und speziell Ansatzpunkte zu Medialitätsverschiebungen der Technik wurden im konkreten Anwendungskontext im SFB 627: *Nexus – Umgebungsmodelle für Mobile Kontextbezogene Systeme*[26] erarbeitet.[27] Die zunehmende Durchdringung der Lebenswelt durch Technik und wirtschaftliche, ethische und soziale Implikationen wird neben den Nexus-Arbeiten in zahlreichen Studien adressiert, etwa die Studie von Acatech „Intelligente Objekte"[28] und die Integrierte Forschungs-

---

24 Hubig 2011: *Technische Handlungsschemata in der Mensch-Fahrzeug-Interaktion und das Erfordernis einer Parallelkommunikation*, S. 2

25 Gamm 2000: *Nicht nichts*, Hubig 2006: *Technikphilosophie als Reflexion der Medialität*

26 Universität Stuttgart 2008: *SFB627: Nexus*

27 Hubig 2011: *Technische Handlungsschemata in der Mensch-Fahrzeug-Interaktion und das Erfordernis einer Parallelkommunikation*, Heesen et al. 2005: *Leben in einer vernetzten und informatisierten Welt*

28 Herzog und Schildhauer 2009b: *Intelligente Objekte:*

agenda, Cyber Physical Systems „agendaCPS“[29]. Mit der Betonung der Autonomie zur Setzung von Zwecken durch den Menschen liefert Mathias Gutmann eine differenzierte Betrachtung von Handlungsräumen und Ausprägungen von Kontroll- und Autonomieverhältnissen zwischen Mensch und Technik[30]).

Anstöße zur Betrachtung des Kontrollverlustes des Menschen über autonome Systeme liefert Alexander Riegler[31], indem er auf das „autonomy paradoxon“ aufmerksam macht: Wie soll der Mensch damit umgehen, dass er nicht mehr nachvollziehen kann, nach welchen technologischen Prozessen ein autonomes technisches System sich selbst optimiert? Erich Prem lieferte dagegen bereits Ende der 90er Jahre eines der ersten Konzepte, Autonomie als einen dem Menschen und der Technik gemeinsamen Systembegriff aufzufassen.[32]

Wesentlich geprägt werden Konzepte von Autonomie und Kontrolle vom Fortschritt in den Kognitionswissenschaften. In jüngster Zeit sind in der analytischen Philosophie und der *Philosophy of Mind* unterschiedliche Konzepte entstanden, die, basierend auf einem differenzierten Technikverständnis, neue Definitionen der Mensch-Technik-Relation erlauben. Ausschlaggebend für ein zeitgemäßes Verständnis von Autonomie und Kontrolle sind diese

---

29 Geisberger und Broy 2012: *agendaCPS*

30 Gutmann 2010: *Autonome Systeme und der Mensch: Zum Problem der medialen Selbstkonstitution*, Vgl. auch Gutmann et al. 2011: *Autonome Systeme und evolutionäre Robotik: neues Paradigma oder Missverständnis?*

31 Riegler 2008: *The Paradox of Autonomy: The interaction between humans and autonomous cognitive artifacts*

32 Prem 1997: *Epistemic Autonomy in Models of Living Systems*. Eine ähnliche Auffassung vertreten Ruiz-Mirazo und Moreno 2012: *Autonomy in evolution: from minimal to complex life*, indem sie mit der Reduktion der Autonomie des Menschen auf Selbstorganisation jedoch das Selbstverständnis des Menschen als Wesen der Vernunft und Würde auflösen.

neuen Ansätze, da sie den Ursprung von Handlungen und Entscheidungen innerhalb von mensch-technischen Systemen erforschen.[33]

Clark und Chalmers beispielsweise gehören zu den Vertretern von DEEDS[34] (einem *situated cognition*-Ansatz) und gehen davon aus, dass der technologische Fortschritt einen wesentlichen Beitrag zur Erweiterung des menschlichen Geistes leistet. Die technologisierte Umwelt des Menschen spielt ihrer Auffassung nach eine wesentliche Rolle bei der Steuerung kognitiver Prozesse („aktiver Externalismus“).[35] Ebenfalls wegweisend, jedoch von pragmatischer Art, ist Daniel Dennetts Ansatz, der Autonomie und Kontrolle mit der Selbstreflexion, dem freien Willen und den aus ihm resultierenden Handlungsalternativen des Menschen in Verbindung bringt[36]: Selbst unter der Annahme, dass dem technologischen Fortschritt keine Grenzen gesetzt sind, ist für ihn die Orientierung an den vom Menschen gesetzten Zwecken oder Zielen wesentlich.

---

33 Als Vorreiter unterscheidet Michael Wheeler bereits 1997 zwischen „orthodox cognitive science“, also den herkömmlichen Verfahren mittels Künstlicher Intelligenz (KI), und „biological cognitive science“, jenen Verfahren, welche KI mit Gen- und Hirnforschung kombinieren (Wheeler 1997: *Cognition's Coming Home: the Reunion of Life and Mind*). Ebenfalls von Wheeler stammt der Versuch, die Kognitionswissenschaften mit Heidegger zu erklären (Wheeler 2005: *Reconstructing the cognitive world*); erst 2011 jedoch wurde der Synapsen-Prozessor von IBM entwickelt: Sims 2011: *IBM Unveils Cognitive Computing Chips*, SyNAPSE Team 2013: *DARPA SyNAPSE Program*

34 Das Akronym DEEDS steht für „Dynamical, Embodied, Extended, Distributed and Situated approach to cognition“. Vgl. Walmsley 2008: *Methodological situatedness; or, DEEDS worth doing and pursuing*

35 Clark und Chalmers 1998: *The Extended Mind*

36 Dennett 1984: *Elbow room*, Dennett und Blomert 1997: *Can machines think? Deep Blue and beyond*

Unter den Entwicklern neuer Technologien ist das Verständnis von Autonomie und Kontrolle uneinheitlich und vor allem auf das System beschränkt.[37] Differenzierte Betrachtungen über die Auswirkungen autonomer Technologien auf die Autonomie des Menschen, beziehungsweise ihre Abgrenzung voneinander, wie etwa Feil-Seifer/ Mataric[38], werden selten unternommen.

37 Russell et al. 2010: *Artificial intelligence*; Shala im Erscheinen: *Die Autonomie des Menschen und der Maschine*

38 Feil-Seifer und Matarić 2011: *Socially Assistive Robots*

2 WAK-MTI Projektkonzept

2.1 Ziel und Gegenstand des Projektes

In der oben beschriebenen Ausgangslage einer Gesellschaft, in der Menschen als Individuen oder Kollektive und Technik als Instrumente, Maschinen, Systeme oder Infrastrukturen einen gemeinsamen Handlungsraum teilen, stellt sich die Frage nach dem **Wandel von Autonomie und Kontrolle in neuen Formen der Mensch-Technik-Relation**.

Dabei sind die Begriffe sowohl auf die menschliche als auch auf die technische Seite zu beziehen, also:

- Wie wandelt sich die Autonomie der Menschen, wenn sie eng mit autonomer Technik interagieren?
- Wie wandelt sich die Autonomie der Technik, wenn sie auf Interaktionsfähigkeit bzw. handlungsförmiges Agieren hin entwickelt wird?
- Wo liegt schließlich der Unterschied zwischen technischer und menschlicher Autonomie?

Diese Fragen unter anderen beforschbar zu machen und den Weg zu deren Beantwortung zu bereiten war Gegenstand des Projektes WAK-MTI.

Ziel des Projektes war es, ein anspruchsvolles Verständnis von Autonomie und Kontrolle im Bereich von MTR herzustellen, das es ermöglicht, auch zukünftige, innovative Interaktionsformen zu erklären und möglichen Grenzverschiebungen und Wandlungsprozessen gerecht zu werden. Hierfür wurde das komplexe Theoriefeld von Autonomie und Kontrolle aufbereitet und strukturiert, sodass Wissens- und Forschungsbedarfe sichtbar wurden (→3.4). Klare Konzepte, Definitionen sowie handhabbare Dimensionen von Autonomie und Kontrolle in MTR dienen dabei als wesentliche Orientierungshilfen für eine sowohl anwendungsorientierte als auch **autonomiesen-**

sible Forschung, die den gesellschaftlichen Ansprüchen im Kontext der Herausforderungen des demografischen Wandels gerecht wird.

Um die neue Komplexität von MTR nicht mit unterkomplexen Mitteln zu adressieren, was ein adäquates Verständnis der tatsächlichen Phänomene verstellen würde, bedarf es einer Aufarbeitung und Weiterentwicklung der vorhandenen anspruchsvollen Konzepte für die Analyse der jeweiligen Interaktionen (z.B. Technik als Medium[39], hybride Handlungsträgerschaften zwischen Mensch und Technik[40], Autonomie der Zwecksetzung durch den Menschen[41]; →3.1). Darauf aufbauend bietet sich die Möglichkeit, das erarbeitete theoretische Erkenntnisniveau für Einschätzungen zu Technikfolgen, -diffusion, -akzeptanz und Gestaltungsfragen im Zusammenhang der komplexen soziotechnischen Wirkungsgesamtheit von MTR zu nutzen.

Ein so erarbeiteter konzeptioneller Blick auf MTR liefert differenzierte Einsichten und **ermöglicht wichtige Forschung** über unterschiedliche Effekte von Grenzverschiebungen zwischen Mensch und Technik[42]. Jene technologiedurchdrungenen Bereiche, in denen sich die Grenzverschiebungseffekte bemerkbar machen, etwa der private Alltag der Menschen, die Güter- und

---

39 Vgl. etwa Hubig 2006

40 Vgl. Rammert 2007: *Technik - Handeln - Wissen*

41 Zwecksetzungsautonomie rekurriert auf den freien Entscheidungswillen und die Motivation des Menschen in der Setzung von Zielen, etwa für die Entwicklung neuer Technologien, wohingegen der Technologie selbst eine Motivation zur Zielsetzung fehlt. Vgl. Gutmann et al. 2011: *Autonome Systeme und evolutionäre Robotik: neues Paradigma oder Missverständnis?*
Mitunter hängen vom Autonomie- und Kontrollverständnis die Definitionen von Vernunft, Moral, Würde und Person ab und verlangen eine differenzierte Betrachtung, welche Handlungs-, Nutzungs- und Kontrollmöglichkeiten dem technisierten Menschen in Zukunft offen stehen oder verwehrt werden.

42 Vgl. Beckert et al. 2011: *Mensch-Technik-Grenzverschiebung - Perspektiven für ein neues Forschungsfeld*; Bruno Gransche 2011: *Mobilität als Metamorphose des Menschen*

Finanzmärkte, der Arbeitsmarkt, das Produktionspotenzial sowie die öffentlichen Haushalte, werden auf verschiedensten Ebenen durch den demografischen Wandel beeinflusst und umgekehrt.[43] Somit besteht eine konkrete Nähe zwischen Autonomie- und Kontrollverhältnis in neuen Formen der MTR und dem demografischen Wandel. Dies macht ein klares Verständnis der Auswirkungen der MTR auf Autonomie und Kontrolle des Menschen respektive der Technik umso erforderlicher. Deutlich wird dies in einer Strukturierung relevanter Autonomie- und Kontrolldimensionen, in denen sich soziotechnische Konstellationen verorten lassen. Die Dimensionen, in denen sich Autonomie und Kontrolle bei neuen MTR bewegen, wurden im Projekt als **AMTIR-Heuristik** (→3.2) herausgearbeitet; **AMTIR** steht dabei für **A**utonomie- und Kontrolleffekte in **M**ensch-**T**echnik-**I**nteraktionen bzw. MT-**R**elationen.Vorgehen, Ansatz

Wegen des interdisziplinären Charakters der im Projekt avisierten Forschungsfragen wurde in einem interdisziplinären Team gearbeitet. Es kann hier sogar von **großer Interdisziplinarität** als bereichsübergreifende zwischen Geistes- und Sozialwissenschaften und Technik- und Naturwissenschaften gesprochen werden, sowohl in der Kooperation des Teams als auch in der Interdisziplinarität der einzelnen Wissenschaftler. Beteiligt waren u.a. folgende Disziplinen bzw. Forschungsbereiche:

> *Angewandte Kulturwissenschaften, Anthropologie, Biologie, Computerwissenschaften, Creative Computing, Design, Dt. Volkskunde, Eingebettete Systeme, Europäische Kultur- und Ideengeschichte, Game-Design, Geschichte, Handlungstheorie, Informatik, Komparatistik, Literaturwissenschaft, Maschinenbau, Mathematik, Neurobiologie, Neuroinformatik, Philosophie, Physik, Psychologie, Soziologie, Sozionik, Sportmedizin, Sportwissenschaften,*

---

43 Vgl. hierzu Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung 2011: *Herausforderungen des demografischen Wandels*

Sprachwissenschaft, System-Design, Technik- und Kulturphilosophie, Techniksoziologie, Wissenschaftstheorie (→ 4.4)

2.2 Projektablauf

Das Projekt ist prinzipiell in zwei Phasen gegliedert:

Phase I: Zunächst wird ein aktueller Forschungsstand zu den Konzepten *Autonomie* und *Kontrolle* in den für Mensch-Technik-Relationen relevanten Aspekten erarbeitet. Ein zentrales Ergebnis stellt somit eine systematische Strukturierung des MTR-Forschungsstandes in zentrale Dimensionen und Konzepte dar.

Dazu wurde eine Doppelstrategie angesetzt: Einerseits wurden aktuelle MTR-bezogene Entwicklungen, Forschungsprojekte und Innovationen recherchiert und erste Implikationen abgeleitet, die jene MTR auf Autonomie- und Kontrollverhältnisse zwischen Mensch und Technik haben könnten. Andererseits wurde mithilfe eines Gutachterteams[44] aus dem Bereich der Technikphilosophie und Handlungstheorie eine Strukturierung der Grundkonzepte Autonomie, Kontrolle und Interaktion erarbeitet (→3.1).

Zudem wurden über eine Strukturierung dieses Forschungsstandes zentrale Dimensionen abgleitet, mit denen die Komplexität der Konzepte zugänglich werden kann.

Phase II: Aus beiden Zwischenergebnissen wurde eine erste Dimensionenstruktur abgeleitet, die dann in Phase II in einem interdisziplinären Workshop vor dem fachspezifischen Hintergrund und der aktuellen MTR-Forschungen der beteiligten Experten diskutiert und zu einer zweiten Versi-

---

44 Leiter des Gutachterteams war Prof. Dr. Christoph Hubig, Mitarbeiter waren Dr. Suzana Alpsancar und Dr. Sebastian Harrach.

on weiterentwickelt wurde. Diese wurde schließlich mit ausgewählten weiteren Experten aus noch fehlenden Bereichen der MTR-Forschung und Entwicklung in Interviews bewertet und weiter verfeinert. Basierend auf dieser Reihe von Recherchen und Expertisen wurde die derzeitige Version der AMTIR-Heuristik zur Analyse von Wechselwirkungen und Wandlungstendenzen neuer MTR entwickelt (→3.2).

Parallel zu der Entwicklung der Heuristik wurden Wandlungstendenzen von Autonomie und Kontrolle in Mensch-Technik-Interaktionen identifiziert. Der Prozess hierzu gliedert sich in drei Schritte. Zunächst wurde der technologische Fortschritt in unterschiedlichen Technologiefeldern gescreent und erste Implikationen abgeleitet, die jene MTR auf Autonomie- und Kontrollverhältnisse zwischen Mensch und Technik haben könnten. Durch die parallel verlaufende Arbeit zur Erstellung der Heuristik konnten zwei Beispiele herausgegriffen werden, um die Dimensionen den Wandlungstendenzen gegenzuhalten. Schließlich wurde in Interviews die Heuristik anhand von Beispielen des jeweiligen Fachbereichs der Interviewpartner auf ihre Tauglichkeit und Handhabbarkeit hin analysiert und angepasst.

Inhaltlich wurde bei der Recherche zunächst der technische Fortschritt und die Bekanntheit bestimmter MTR mit Effekten auf Autonomie und Kontrolle berücksichtigt. Dabei ergab sich eine Dreiteilung der Suchbereiche, die den Verbreitungsgrad und Entwicklungsstand widerspiegelt:

- Betrachtung jener Technologien, deren Auswirkungen auf die Gesellschaft bereits adressiert werden bzw. zu denen der Diskurs um Autonomie- und Kontrollverhältnisse bereits in Ansätzen (wenn auch unter uneinheitlicher Begrifflichkeit) erkennbar ist. Hierbei handelt es sich um jene Technologiefelder, die auch seitens des BMBF bereits adressiert werden. Hierunter sind einschlägige Beispiele aus Bereichen wie Ambient Assisted Living (AAL), Dienstleistungsangebote

wie Fahrassistenzsysteme aber auch die Robotik zu sehen (→3.2.3, 3.3.1).

- Die im Projekt schwerpunktmäßig fokussierten Bereiche sind Gaming/ Gamification und Big Data, da in diesen beiden Bereichen Effekte von Autonomie und Kontrolle festzustellen sind, die in dieser Form in der Forschung noch unterrepräsentiert sind. Unter dem Schlagwort Big Data wurde zunächst in alle Richtungen nach Beispielen gesucht, die Wandlungstendenzen im Bezug auf Autonomie und Kontrolle implizieren.
- Betrachtung von Technologien, zu denen bereits Grundlagenforschung vorhanden ist, die im Gegensatz zu den beiden anderen Suchfeldern aber noch nicht auf dem Markt sind bzw. kurz vor der Markteinführung stehen. Ein Ausblick, welche zukünftigen Technologien ebenfalls Auswirkungen auf Autonomie- und Kontrollverhältnisse haben können, liefern Beispiele aus der Epigenomik-Forschung.

Aus den gefundenen Beispielen wurden zwei herausgegriffen, um an diesen die Dimensionenstruktur zu testen: ein Fahrassistenzsystem als Beispiel ‚klassischer' MTR und ein Exergames-Beispiel aus dem Projektfokus, bei dem sowohl das Phänomen Big Data als auch Gaming beleuchtet werden können. (→3.2.3)

Die Interviews mit Experten zu den Bereichen Gaming, Big Data und Epigenomik dienten v.a. zur Überprüfung der Tauglichkeit der Dimensionenstruktur und des Autonomie- und Kontrollkonzepts. Da die Heuristik an Fallbespielen getestet wurde, konnte so von den Interviewpartnern gleichzeitig ein Feedback zu den Wandlungstendenzen eingeholt werden, die durch die Literaturrecherche ermittelt wurden. Die gewonnenen Informationen aus den Interviews sind in die Beschreibung der Wandlungstendenzen eingeflossen. (→3.3)

Ergebnis des Prozesses ist ein vertieftes Verständnis der Konzepte *Autonomie* und *Kontrolle* in ihrer anspruchsvollen soziotechnischen Wirkungsgesamtheit, an dem aktuelle wie zukünftige Technikgestaltungs-, Technikbewertungs- und Foresight-Fragestellungen angesetzt, empirische interdisziplinäre MTR-Forschung und Entwicklung ermöglicht sowie technizistische und unterkomplexe Verkürzungen dabei vermieden werden können.

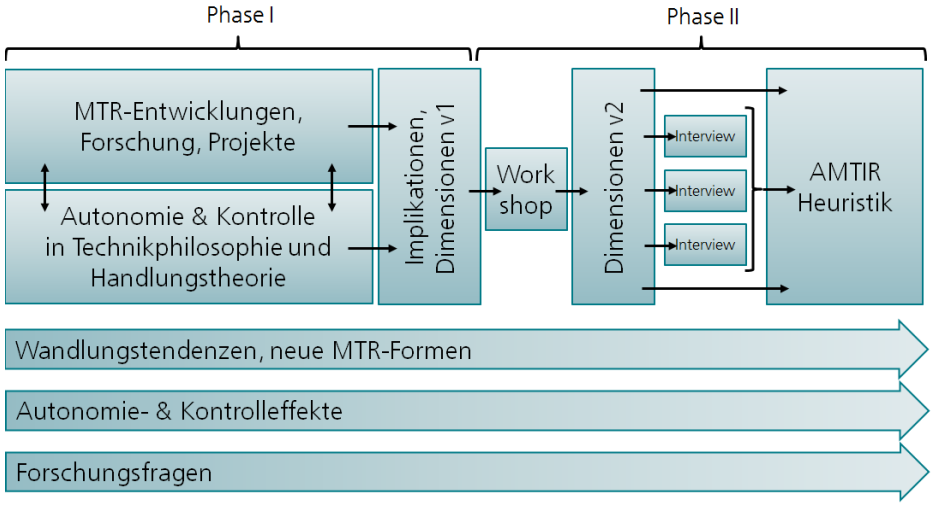


Abbildung 1: Projektstruktur WAK-MTI - PERT Darstellung

2.3 Fokus MTR-Dynamiken: Big Data, Gamification, Epigenetik

Das Projekt WAK-MTI fokussiert einerseits auf grundsätzliche Fragestellungen bei der Beschäftigung mit MTR-Formen wie der jeweiligen Verteilung von Handlungsanteilen zwischen Menschen und technischen Komponenten. Da zu einzelnen MTR-Formen und ausgewählten Aspekten viel geforscht wird, geht das Projekt andererseits von einer Dreiteilung in ‚klassische, gegenwärtige und zukünftige" MTR aus (→3.3), wobei der Fokus auf gegen-

wärtigen MTR-Entwicklungen liegt. Das ist nicht chronologisch gemeint, sondern bezieht sich eher auf die Präsenz der MTR-Formen in der Forschung und deren Adressierung durch das BMBF. Während ‚klassische' MTR-Formen, wie Pflegerobotik, AAL-Lösungen, Fahrassistenzsysteme etc., heute verbreitete etablierte Forschungsgegenstände mit entsprechender institutioneller Einbettung[45] sind, sind zukünftige MTR-Formen solche, die noch nicht umsetzbar sind und noch nicht intensiv beforscht werden, die aber gleichwohl als nächste Entwicklungsstufen möglicher MTR in den Bereich des Möglichen rücken. Eine zukünftige MTR in diesem Sinne könnte ein alltägliches Selbstmonitoring des eigenen Epigenoms mittels Schnellanalysechip und Verlaufs-App sein.[46]

Vor diesem Hintergrund liegt der thematische Fokus des Projektes auf zwei ausgewählten Beispielbereichen ‚gegenwärtiger' MTR-Dynamiken, die schon teils in Forschung und Entwicklung sind, aber zugleich als Wandlungstendenz klassischer MTR verstanden werden können. Im Zentrum stehen daher MTR-Formen, die unter dem Schlagwort *Big Data* eine neue Dimension (v.a. an Emergenzeffekten und Mustererkennung) erreichen und solche, deren Interaktionsgestaltung im Bereich *Games* mit Prinzipien der *Gamification*, also der Übertragung von Spielprinzipien auf Nicht-Spielbereiche im weitesten Sinne neue Wege gehen.

Big Data: Autonome Systeme verarbeiten allein deshalb schnell, große, vielfältige Datenmengen, da sie Umwelt, Situation, Gegenüber etc. modellieren und berücksichtigen müssen. Eine gängige Definition fasst Big Data – und eine eindeutige gültige Definition existiert bis heute nicht[47] – als Verarbeitung von Daten, die durch die vier V gekennzeichnet sind: *Volume,*

---

45 Z.B. AAL Association 2012: *AAL - Ambient Assisted Living Joint Programme*

46 Vgl. Quantified Self →3.3.3

Velocity, Variety und Veracity.[48] In WAK-MTI rückt ein Verständnis von Big Data in den Vordergrund, das das Spezifische an Big Data darin sieht, dass Mustererkennung, Datenverknüpfung, Informationskorrelationen und Strukturvorschläge möglich werden, die vom Menschen ohne die Leistungen von Big Data-Systemen nie, nicht einmal mit extrem hohem Zeit-, Kosten- und Personenaufwand gefunden werden könnten. Big Data-Systeme können also in Datenmengen Muster und Strukturen erkennen, wo für den Menschen (‚mit bloßem Auge') schlicht keine sind. Also kann der Mensch sie auch nicht mehr überprüfen[49], was ihn dazu zwingt, sie ungeprüft zu glauben. Abgesehen von einer solchen Prekarisierung der Wissenschaft, für die die Überprüfbarkeit zentral ist, wird so die Vertrauenswürdigkeit solcher Systeme zum Problem. Da diese Systeme per Definitionem einen Informationsvorsprung besitzen, wird ihre Kontrolle unmöglich und, wo Kontrolle nicht mehr möglich ist, wird Vertrauen alternativlos. Die Entwicklungstendenzen, die unter Big Data subsumiert werden können, haben also einen Wandel von Autonomie und Kontrolle der Menschen zufolge, die mit solchen Systemen rechnen und ihre Handlungen mit ihnen abstimmen müssen.

Games/ Gamification: Gerade im Bereich der Spielentwicklung, v.a. der Computer-Spiele, zeigen sich starke Wandlungsdynamiken, deren zukünftig verstärkte Übertragung auf Nicht-Spielkontexte einen Wandel von MTR-

---

48 Die Zusammenfassung der Definition in diese vier Vs folgt dem Beispiel von IBM, vgl IBM Institute for Business Value 2012: *Analytics: The real-world use of big data*. Siehe auch: "Big data is data that exceeds the processing capacity of conventional database systems. The data is too big [volume, ISI], moves too fast [velocity, ISI], or doesn't fit the strictures of your database architectures [variety, ISI]. To gain value from this data, you must choose an alternative way to process it.[veracity, ISI] Dumbill 2013: *Making Sense of Big Data*; Vgl. zu Big Data-Systemen: Baru et al. 2013: *Benchmarking Big Data Systems and the BigData Top100 List*
Vgl. auch die Definition von Big Data im WAK-MTI Glossar (→6)

49 Es sei denn er überprüft sie mit anderen Big Data-Systemen, was das Problem nur um eine Ebene steigert.

Formen antreibt. So werden hier verstärkt neue Ein- und Ausgabegeräte (Interfaces) entwickelt oder findet die Vermischung von virtueller und tatsächlicher Realität eine frühe Umsetzung. Dabei zeigt v.a. das Genre der Simulationsspiele, wie fließend die Grenze von ‚bloßen' Games zu (Trainings-)Simulationen bzw. *Serious Games* oder *Exergames* ist (→3.2.3.2, 3.3.2.1). Der Fokus des Projektes WAK-MTI, den wir mit Games/ Gamification benennen, meint gerade diese Perspektive von Design- und Gestaltungsentwicklungen aus dem Bereich der Spiele, die MTR-Formen über diesen Bereich hinaus verändern. Unter Gamification ist hier entsprechend die Übertragung von Spielprinzipien/ -mechanismen auf Nicht-Spielbereiche gemeint, was weit mehr impliziert als Punkte- und Belohnungssysteme zur Steigerung der Mitarbeitermotivation bzw. -partizipation in Unternehmen.[50] *Gamification* ist als Tendenz nicht unumstritten, wobei sich ein Großteil der Kritik auf eben jene engen Auffassungen bloßer Motivations- und Partizipationssteigerung beziehen.

Epigenomik: Als Kontrastfolie zu klassischen MTR sowie im Entstehen befindlicher MTR im Zuge von Big Data und Gamification wurde in WAK-MTI die Perspektive der recht jungen Forschungsrichtung der *Epigenetik* gewählt. Da die Ergebnisse des Projektes auch zukünftige Formen der *Mensch-Technik*-Relationen erforschen helfen soll, ist es geboten, abgrenzend eine Entwicklung einzubeziehen, bei der die Anwendung der Technik „heikle"/privateste Informationen über den Menschen preisgibt und damit bestimmte Autonomie- und Kontrolleffekte hervorrufen kann. Die Epigenetik

---

50 Vgl. Deterding 2012: *Gamification: Designing for Motivation*; Breuer 2011: *intelligent gamification*; Kapp 2012: *The gamification of learning and instruction*; Richter 2013: *Einkritischer Blick auf Gamification*; Koch und Ott 2012: *Gamification. Steigerung der Nutzungsmotivation durch Spielkonzepte*; Stampfl 2012: *Die verspielte Gesellschaft. Gamification oder Leben im Zeitalter des Computerspiels*

beschäftigt sich mit den Epigenomen[51] (daher auch Epigenomik), die in Wechselwirkung mit unserer Umwelt und unserem Handeln das Genom (die Gesamtheit unserer Gene) an- und ausschalten bzw. sie vielfältig „programmieren".[52] Da das Epigenom uns Einfluss über unsere Gene bieten kann, ist die Epigenetik die Forschungsrichtung (und die Epigenomik, von der Wirkungswissen zu erwarten ist, das uns zu unserem Körper, unserem Altern und unserer Gesundheit und der/das/die unserer Nachkommen in ein aktives, gezielt steuerndes, technisches Verhältnis setzt.[53] Wissen um epigenetische Zusammenhänge könnte dem Menschen eine völlig neuartige Autonomie zukommen lassen. Da im Kontext von epigenetisch informierten, medizintechnisch ermöglichten Selbstverhältnissen klassische MTR-Aspekte wie Ein- und Ausgabegeräte antiquiert ausfallen und die Epigenetik-Forschung noch weit entfernt von sicherem Selbst-Steuerungswissen ist, erfüllt diese Perspektive im Folgenden die einer Abgrenzung und des Aus-

---

51 „Umwelteinflüsse können biologische Programme modulieren und die Organisation und Funktion des Genoms dauerhaft verändern. Die Erforschung dieser Prozesse ist Aufgabe der Epigenetik. Sie untersucht die molekularen Veränderungen der DNS – das Epigenom
–, die mit den neuen Sequenziermethoden bestimmt werden können. Dazu zählen die Methylierung von DNS, die Modifizierung von Histonen und die Expression nicht-kodierender RNS. " Schmitt 2013: *Epigenom-Analyse*, S. 46

52 „Man könnte sagen, das Epigenom definiert die Bestimmung einer Zelle. Es sagt dem Genom, was es aus seinem Potenzial machen soll. Es entscheidet, welches Gen zu welcher Zeit aktiv ist und welches nicht. Dabei programmiert es sogar, ob eine Zelle schnell oder langsam altert, ob sie empfindlich oder abgestumpft auf äußere Reize reagiert, zu Krankheiten neigt oder ihre Aufgabe möglichst lange erfüllen kann." Spork 2009: *Der zweite Code*, S. 15

53 „Was die Forscher bisher herausgefunden haben, klingt sensationell: Indem wir die Programmierung des Genoms mehr oder weniger bewusst verändern, können wir unsere Physiologie – unseren Körper und Geist – dauerhaft beeinflussen. Und wir haben eine riesige Verantwortung gegenüber unseren Nachkommen. Denn manche Entscheidung, die wir schon lange vor ihrer Geburt treffen, verändert ihre Persönlichkeit, ihre Gesundheit, ihre Lebenserwartung." Spork 2009: *Der zweite Code*, S. 17

blicks. Auch soll die Tauglichkeitsgrenze der hier vorgeschlagenen Strukturierung über diese Abgrenzung offengelegt werden.

3 Ergebnisse

3.1 Autonomie, Kontrolle und MTR-Formen

In diesem Abschnitt werden die Grundbegriffe „Mensch-Technik-Relation“ (einschließlich MT-Interaktion, MT-WEE-Grenze/Schnittstelle, MT-Interface) sowie die hier zuzuordnenden Autonomietypen und Kontrolltypen erläutert. In einem weiteren Schritt werden Konsequenzen für MTR-Formen durch den Umgang mit Technik als Werkzeuggebrauch, Maschineneinsatz und systemisches Agieren freigelegt. Dabei werden bereits einige Problemlagen sichtbar, die im Zuge einer Transformation der Systeme hin zu einem „handlungsförmigen“ technischen Prozessieren entstehen.

3.1.1 Autonomie & Kontrolle – Mehrebenen-Schema

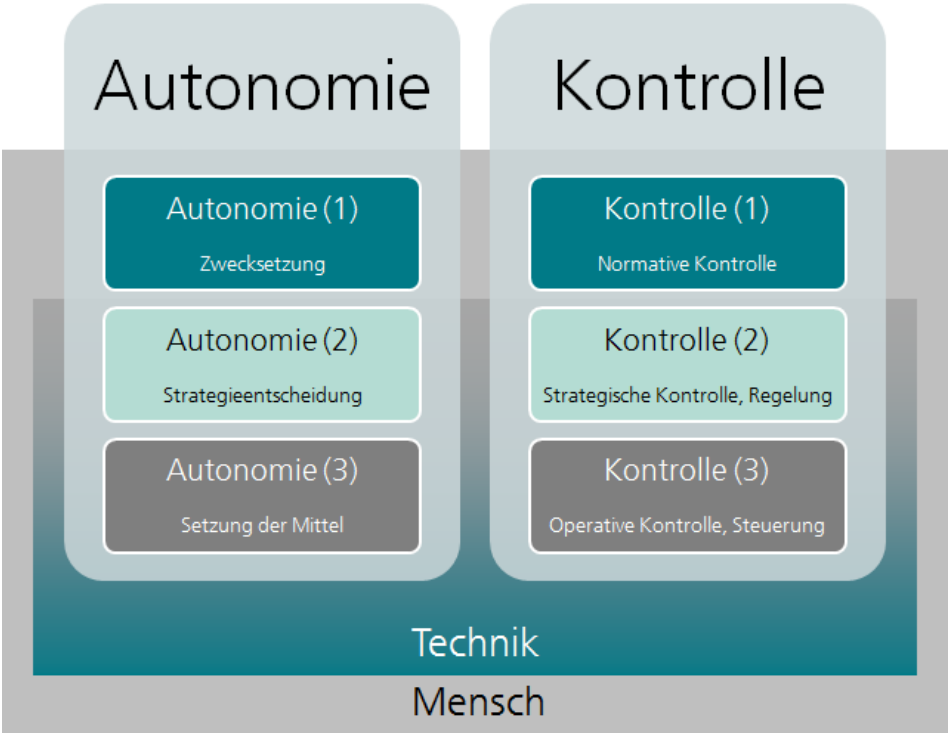


Abbildung 2 - Mehrebenen-Schema von Autonomie & Kontrolle

Drei Typen von Autonomie: Mit Blick auf die Gestaltung der Interaktion, der WEE-Grenze (logische Grenze der Wahrnehmungs-, Entscheidungs- und Einflussräume) und des Interface lassen sich unterschiedliche Typen von Autonomie bestimmen.

Autonomie (1): „Autonomie“ meint im strikten Sinne zunächst nicht irgendwelche Selbsttätigkeit als extern nicht steuerbares Agieren, sondern „Selbstgesetzgebung“ in dem Sinne, dass die Regeln, unter denen das Handlungsschema steht, vom Handelnden nicht bloß *ge*kannt, sondern *an*erkannt sind. Solche Regeln, Normen und (moralischen) Gesetze dürfen nicht in dem

Sinne verstanden werden, dass sie vom Handelnden selbst gebildet sein müssen; sie können gefunden oder übernommen werden; freilich müssen sie in ihrer Gesetzeshaftigkeit als Verbindlichkeit für den Handelnden *anerkannt* sein.[54] Als Autonomie ersten Typs macht diese die Freiheit der Anerkennung oder Ablehnung von Zielen der Aktion oder Interaktion aus, wobei die Regeln nicht bloß für das Subjekt repräsentiert sein müssen, sondern eine Selbstrepräsentation des Subjekts als diese Regeln anerkennend einhergehen muss. Eine Autonomie (1) dieser Art kann also niemals Systemen selbst zugeschrieben werden, weil diese zwar durchaus über eine Repräsentation von Regeln (ggf. auch als selbstgebildete Repräsentation) verfügen können, möglicherweise auch über eine Repräsentation ihrer selbst als Träger der Repräsentation (Roboter Max[55]), nicht aber über eine Selbstrepräsentation als Subjekt der Anerkennung oder Ablehnung der Repräsentationen.

Autonomie (2): Anders verhält es sich mit einer Autonomie zweiten Typs als delegierter Freiheit des Entscheidens über optimale *Strategien* einer Gewährleistung der Zweckerfüllung. Solche Delegationen finden im Rahmen einer Arbeitsteilung zwischen den Systemen und den mit ihnen umgehenden Subjekten häufig statt; hier werden Spielräume festgelegt, innerhalb derer „autonom“ (im Sinne von eigenständig) die Entscheidungen getroffen werden können. In diesem Sinne agiert ein Assistenzsystem „autonom“ (2), wenn es unabhängig vom Fahrer mit Blick auf die Realisierbarkeit des Zwecks „entscheidet“, eine Kollision abzumildern oder zu vermeiden (unter

---

54 Kant et al. [1785] 1999: *Grundlegung zur Metaphysik der Sitten*

55 Knoll und Christaller 2000: *Selbstrepräsentation, Selbstwahrnehmung und Verhaltenssteuerung von Robotern*; Wachsmuth 2008: *Implementing a non-modular theory of language production in an embodied conversational agent*; Wachsmuth 2010: *"Ich. Max" – Kommunikation mit künstlicher Intelligenz*; Pfeifer 2003: *Körper. Intelligenz. Autonomie.*

der Voraussetzung, dass die Herbeiführung einer Kollision im Entscheidungsraum als Ziel nicht disponibel ist).

Autonomie (3): Eine Autonomie dritten Typs ist dann gegeben, wenn Freiheitsgrade des Agierens im Sinne der Wahl des Einsatzes optimaler Mittel gewährt werden. Ein Beispiel hierfür wäre die Wahl des Mittels Bremsen oder Ausweichen zur Vermeidung einer Kollision, ohne dass der Fahrzeugführer hierauf einen Einfluss hätte. Sein Informations- und Steuerungsinterface wäre in diesem Fall eines, welches ihm einen Realitätsbezug vorenthält, über den das System verfügt – also ein Interface, welches einer tief in den Menschen verlegten WEE-Grenze entspräche. Eine solche Autonomie (3) ist wie eine Autonomie (2) darauf gegründet, dass unter einer für das System nicht erreichbaren Autonomie (1) nur noch der Delegationsprozess anerkannt ist, nicht aber mehr seine Nutzung in strategischer oder operativer Absicht. Da „Entscheidung" und „Einsatz des Mittels" selbstständig erfolgen, gewinnt die systemische Aktion Handlungsförmigkeit, wobei aber immer zu beachten ist, dass dasjenige, was die handlungsförmige Aktion im *eigentlichen Sinne* zur Handlung macht, nämlich nicht nur die Vorstellung (Repräsentation) des Handlungsschemas, sondern die Anerkennung seiner Wert- und Zielbindung im Zuge seiner Rechtfertigung *als* Handlung außen vor bleibt.

Diese Dreierstruktur hebt sich vom verbreiteten Begriffsgebrauch in der Rede von „autonomen technischen Systemen" dahingehend ab, dass der sehr diffundierte Begriffsgebrauch problemadäquat pointiert wird. In seiner Sichtung der Verwendung von „autonom" unterscheidet Gottschalk-Mazouz[56] acht Varianten, und zwar (1) Unabhängigkeit von Energie- und Materialversorgung (Autarkie), (2) Mobilität ohne Führung, (3) Auftragserledigung ohne

56 Gottschalk-Mazouz 2008: *„Autonomie" und die Autonomie „autonomer technischer Systeme"*, S. 3–8

Eingriffe (Automation), (4) Verhaltenssteuerung nur auf Basis innerer Systemzustände (Umweltunabhängigkeit), (5) im Gegensatz hierzu Situations- und Auftragsadäquatheit gemäß variierenden Erfordernissen (also Adaptivität als Umweltabhängigkeit), (6) Eigenaktivität bezüglich der Selbstoptimierung (Lernen), (7) Innovativität über Vorgaben hinaus, (8) Opakheit i. S. einer Nichtvorhersehbarkeit der Veränderungen des Systemverhaltens. Es wird deutlich, dass wir es hier nicht mit sortalen Unterscheidungen zwischen bzw. *von* Autonomietypen zu tun haben, sondern Unterscheidungen *an*... vorgenommen werden, wir also Aspekte finden, die in unterschiedlicher Gewichtung bei der Charakterisierung unserer drei Autonomietypen – je nach technischer Gestaltung – eine Rolle spielen. Sie betreffen die spezifische Relation zur Umwelt[57] und zum Beobachter[58]. Es handelt sich also nicht – wie bei uns – um „Grade der Eigenaktivität“[59]. Für die Interaktion bedeutet dies, dass die Systeme zwar intentionales Vokabular verarbeiten, aber nicht im Sinne von Autonomie (1) „verstehen“, d. h. sich in ein normativ-wollendes Verhältnis dazu setzen können.[60] Sie wären allenfalls daraufhin zu optimieren, hinreichend – auch für sich selbst – *transparent* zu sein, damit interagierende Subjekte ihre Delegationen im Strategischen und Operativen kontrollieren können.[61]

Drei Typen von Kontrolle: Das Konzept *Kontrolle* ist notorisch vieldeutig (wie auch der engl. Terminus „*control*“). *Kontrolle* umfasst objektstufig das

---

57 Maes 1991: *Designing Autonomous Agents*

58 Pfeifer 2003: *Körper. Intelligenz. Autonomie.*

59 Rammert 2003: *Technik in Aktion: Verteiltes Handeln in soziotechnischen Konstellationen*

60 Gottschalk-Mazouz 2008: *„Autonomie“ und die Autonomie „autonomer technischer Systeme“*, S. 7

61 Christaller und et al. 2001: *Robotik: Perspektiven für menschliches Handeln in der zukünftigen Gesellschaft*

Feld von Interventionen in steuernder oder regelnder Absicht, höherstufig die Überwachung (Registrierung, Korrektur) solcher Prozesse und in weiteren Höherstufigkeiten die Überprüfung solcher Prozesse bis hin zu ihrer Befragung nach Rechtfertigbarkeit.

Kontrolle (1): Ein solcher höchststufiger Typ von Kontrolle (1) wäre der Festlegung der Mensch-Technik-Interaktion unter dem Konzept von Autonomie (1) zuzuordnen. Hier findet eine *normative* Kontrolle statt, indem gefragt wird, was moralisch geboten, zulässig oder verboten ist. Ein solches Befragen zielt in kritischer Absicht auf die Gefahr eines Verlustes von Autonomie (1), also Entmündigung oder Verlust der Persönlichkeit, deren Vermeidung „vollkommene Pflichten“[62] ausmacht. Über diese kritische Absicht hinaus ist aber weiterhin zu fragen, welche Interaktionsstrukturen im Sinne unvollkommener Pflichten der Herausbildung von Autonomie förderlich sind: Es sind dies solche, unter denen der Erhalt der wesentlichen Bedingungen eines selbstbestimmten Lebens gewährleistet wird, von der Befriedigung elementarer physischer Grundbedürfnisse bis zur Sicherung von sozialen Beziehungen (Kommunikation, Bildung, Bindung und Verantwortungsübernahme etc.). Das bedeutet insbesondere, dass Interaktionsformen nicht so angelegt werden dürfen, dass die Möglichkeit der Bildung und Umbildung weiterer Aktionsformen behindert wird, Pfadabhängigkeiten entstehen oder Systemleistungen „alternativlos“ akzeptiert werden müssen, weil man auf die elementaren Gratifikationen systemischen Agierens nicht (mehr) verzichten kann.

Kontrolle (2): Auf einer zweiten Ebene wäre hiervon Kontrolle im Sinne *strategischer Kontrolle* zu unterscheiden, wie sie eine elementare Systemleistung selbst oder eine über Systeme vermittelte Leistung der Systemge-

---

62 Kant et al. [1785] 1999: *Grundlegung zur Metaphysik der Sitten*

stalter ausmacht. Sie wird als Regelung (i. w. S.) bezeichnet[63], wobei sich drei elementare Typen dieser Regelung unterscheiden lassen: Regelung im Sinne eines Containment, innerhalb dessen die Steuerungsprozesse gelingend ablaufen können, indem Störungen ferngehalten werden. Solcherlei reicht von der Umzäunung einer Weide, die das Vieh an der Flucht hindert oder Raubtiere fernhält, bis zur Kanalisierung von Verkehrsträgern oder Verkehrsflüssen, von der Abschirmung von Industrieanlagen bis zu Sicherungen in militärischer Absicht etc. Daneben ist Regelung als „Störgrößenaufschaltung“ zu unterscheiden, die in präventiver Absicht Störungen zuvorkommt und ihre Auswirkungen kompensiert, indem unter einem repräsentierten Modell der Störung und einer sensorisch vermittelten Prognose über ihr Eintreten entsprechende Gegenmaßnahmen ergriffen werden (von der Bewässerung eines ansonsten austrocknenden Ackers bis zur Speicherung von Energie, von Vorsorgemaßnahmen im Gesundheitswesen bis zur Prävention im Klimawandel). Die Vorstellbarkeit einer möglichen Störung steht und fällt mit entsprechenden Techniken der Virtualisierung, die die Bindung an die raum-zeitlich unmittelbare Wahrnehmung überwinden. Schließlich findet sich als dritter Typ strategischer Kontrolle die Implementierung von Rückkopplungsmechanismen (Regelung i. e. S. nach DIN), bei denen die Differenz der Ist- zur Sollgröße beim Output als zusätzlicher Steuerungsimpuls des Systems eingesetzt wird und somit das System die Korrekturfunktion für ansonsten nicht gelingende Steuerungsprozesse übernimmt. Derlei Regelungen finden sich in allen modernen technischen Systemen, vom Thermostat bis zu den komplexen Regelungen des Smart Home, und kann auch die Regelung von Mensch-Technik-Interaktionen im Umgang mit diesen Systemen umfassen. Regel-ungen dieser Art lassen sich dem Autonomietyp (2) zuordnen; ihre Kontrollkompetenz erstreckt sich bis auf die Effizienz der jeweiligen Verortung der Schnittstellen (i.S. der WEE-Grenze), wenn

63 Ashby 1974: *Einführung in die Kybernetik*, S. 290

etwa seitens der Systeme die Veränderung von Vigilanzschwellen oder der Reaktionsfähigkeit der in den Systemen und mit den Systemen agierenden Subjekte diagnostiziert wird und entsprechende Konsequenzen gezeitigt werden.

Kontrolle (3): Auf einer letzten Ebene bezieht sich ein Kontrolltyp (3) als operative Kontrolle auf die Steuerung selbst, die korrigiert, verstärkt, abgeschwächt oder unterbunden werden kann, wenn die Wahl oder die Art der Nutzung eines Mittels als nicht zielführend erscheint. Solcherlei Kontrolle kann automatisiert werden, ohne dass Einbußen in der Kontrollkompetenz (2) oder moralischer Kontrolle im Sinne von (1) zu verzeichnen sind. Eine entsprechende „Entmündigung“ in entlastender Absicht kann erwünscht sein, sofern Kontrollkompetenz (1) erhalten bleibt. Von Entfremdung durch Kontrolle muss hingegen gesprochen werden, wenn die Kontrollmechanismen (2) prinzipiell intransparent sind, weil die Strategien, auf denen sie basieren, nicht offenliegen, oder wenn regulierende Effekte auftreten, die im Zuge anonymer Vergemeinschaftung durch kollektives Interagieren mit den Systemen entstehen, ohne dass sie intentional einer Kontrolle im Sinne von (1) zu unterziehen wären.

<table>
<tr><th colspan="4">Zusammenfassung:
Mehrebenenmodell von Autonomie und Kontrolle</th></tr>
<tr><td colspan="2">Drei Typen der Autonomie

Für einen präziseren Zugang zum sehr vieldeutig und heterogen verwendeten Begriff der Autonomie soll hier von drei Typen der Autonomie ausgegangen werden:</td><td colspan="2">Drei Typen der Kontrolle

Entsprechend der drei Autonomietypen kann eine Differenzierung in drei Typen von Kontrolle vorgenommen werden:</td></tr>
<tr><td>AUTONOMIE (1)</td><td>Freiheit der Intentionalität, Anerkennung/ Ablehnung/ Setzung der Zwecke:

„Autonomie“ meint zunächst „Selbstgesetzgebung“ in dem Sinne, dass die Regeln, unter denen das Handlungsschema steht, vom Handelnden nicht bloß gekannt, sondern anerkannt sind. Als Autonomie ersten Typs macht diese die Freiheit der Anerkennung oder Ablehnung von Zielen der Aktion oder Interaktion aus, wobei die Regeln nicht bloß für das Subjekt repräsentiert sein müssen, sondern eine Selbstrepräsentation des Subjekts als diese Regeln anerkennend einhergehen muss.</td><td>KONTROLLE (1)</td><td>Normative Kontrolle:

Hier findet eine normative Kontrolle statt, indem gefragt wird, was moralisch geboten, zulässig oder verboten ist.</td></tr>
</table>

AUTONOMIE (2)	*Freiheit des Entscheidens, Gewährleistung von Strategien zur Zweckerfüllung:* Anders verhält es sich mit einer Autonomie zweiten Typs als delegierter Freiheit des Entscheidens über optimale *Strategien* einer Gewährleistung der Zweckerfüllung. Solche Delegationen finden im Rahmen einer Arbeitsteilung zwischen den Systemen und den mit ihnen umgehenden Subjekten häufig statt; hier werden Spielräume festgelegt, innerhalb derer „autonom“ (im Sinne von eigenständig) die Entschei-dungen getroffen werden können.	**KONTROLLE (2)**	*Strategische Kontrolle, Regelung:* Auf einer zweiten Ebene wäre eine Kontrolle im *strategischen* Sinne zu unterscheiden, wie sie eine elementare Systemleistung selbst oder eine über Systeme vermittelte Leistung der Systemgestalter ausmacht. Sie wird als *Regelung* bezeichnet (Containment, Störgrößenaufschaltung, Rückkopplungsmechanismen).
AUTONOMIE (3)	*Freiheit(sgrade) des Agierens, Setzung der Mittel:* Eine Autonomie dritten Typs ist dann gegeben, wenn Freiheitsgrade des Agierens im Sinne der Wahl des Einsatzes optimaler Mittel gewährt werden.	**KONTROLLE (3)**	*Operative Kontrolle, Steuerung:* Auf einer letzten Ebene bezieht sich Kontrolle (3) als operative Kontrolle auf die Steuerung selbst, die korrigiert, verstärkt, abgeschwächt oder unterbunden werden kann, wenn die Wahl oder die Art der Nutzung eines Mittels als nicht zielführend erscheint.
Eine Autonomie (3) ist wie eine Autonomie (2) darauf gegründet, dass unter einer für das System nicht erreichbaren Autonomie (1) nur noch der Delegationsprozess anerkannt ist, nicht mehr aber seine Nutzung in strategischer oder operativer Absicht. Wenn „Entscheidung“ und „Einsatz des Mittels“ selbstständig erfolgen, gewinnt die systemische Aktion *Handlungsförmigkeit*.			

3.1.2 MTR-Formen – Technische Handlungsschemata

In der Mensch-Technik-Interaktion spielen idealtypische Vorstellungen, die die Nutzer über technische Vollzüge haben, eine zentrale Rolle.[64] Sie leiten ihre Erwartungen und Erwartungserwartungen an die Systeme. Diese „subjektive“ Komponente wird zum objektiven Element der Interaktion. Deren Erfolg steht und fällt nicht bloß mit intelligenten Identifikations-, Entscheidungs- und Lernstrategien der Systeme bezüglich der Interaktionssituation und den Verhaltensprofilen auf Nutzerseite, sondern auch und gerade mit der Einschätzung der Nutzer bezüglich der Systemleistungen.

Idealtypisches Schema des Gebrauchs von Werkzeugen: Unter der Vorstellung klassischen Werkzeuggebrauchs (z.B. Hobel) wird Autonomie (1), (2) und (3) des steuernden Subjekts bezüglich des Modus des Mitteleinsatzes bei der Verwirklichung des Zwecks unterstellt: Direktes Feedback über Zustand und Leistung des Mittels führt zu kontinuierlicher und variabler Intervention zum Zwecke der Optimierung des gewünschten Effekts. Eine Gestaltung der Schnittstelle (i.S. der WEE-Grenze), die sich an diesem Ideal orientiert, gewährleistet höchste Transparenz über Funktionen und Funktionserfüllung der Aggregate (exemplarisch die zahlreichen Rundinstrumente der Sportwagen der 60er und 70er Jahre), größtmögliche Variabilität und Flexibilität der Interventionsmöglichkeiten und Erhalt der Eigenverantwortlichkeit des steuernden Subjekts. Elemente dieses Schemas finden sich heutzutage in der Gestaltung des Lenkprozesses oder im (elektronisch simulierten) Druckwiderstand von Bremse und Gas. Grenzen einer solchen Modellierung der Interaktion liegen in der physischen und kognitiven Belastbarkeit des natürlichen Subjekts der Steuerung und Regelung. Irritationen und Fehlleistungen können entstehen, wenn unter der Illusion eines Werkzeuggebrauchs fixe Prozesse ausgelöst bzw. systemische Funktionen aktiviert

---

64 Hubig 1993: *Technik- und Wissenschaftsethik*, Kapitel 3.3

werden (z.B. kontrolliert zu schleudern bei ESP) und die Subjekte in den Kontexten von *virtual reality* (VR) und *virtual actuality* (VA) (→4.3) fälschlicherweise glauben, mit Werkzeugen umzugehen, statt mit Systemen zu interagieren (Games).

Idealtypisches Schema der Bedienung von Maschinen: Maschinenbedienung ist charakterisiert durch die zweckmäßige Auslösung fester physikochemisch und/oder informationstechnisch algorithmisierter Prozesse. Die Wahl des Zwecks ist autonom, Effizienz und Effektivität des Prozesses oder von Teilprozessen wird unterstellt bzw. die Verantwortung hierfür an die Entwicklung und Fertigung delegiert (z.B. bei der Wahl von Wasch- und Fahrprogrammen). Rückmeldung wird lediglich über das Gelingen oder Misslingen der Zielrealisierung und das Funktionieren des Prozesses (ja/nein) erwartet. Unter diesem Ideal konzentriert sich das Mensch-System-Interface auf das einfache und übersichtliche Angebot von Wahlfunktionen und Steuerungsprogrammen. (Wohlgemerkt: Hier handelt es sich um eine Idealtypisierung; in der Realität sind die Übergänge zum Werkzeuggebrauch wie auch zur Nutzung teilautonomer Systeme fließend.) Grenzen einer solchen Modellierung unter der Vorstellung der Bedienung von Maschinen im Rahmen eines derartigen „Mensch-Maschine-Tandems“[65] liegen auf Nutzerseite in einer kognitiven Überforderung des Bedienersubjekts hinsichtlich der von Entwicklerseite antizipierten und unterstellten Mittel-Zweck-Schemata der Prozesse („Eignung“). Ferner wirken sich Erfahrungsverluste bezüglich der äußeren Bedingungen eines erfolgreichen Funktionierens der maschinell geregelten Prozesse (z.B. des Straßenzustandes bei Tempomatnutzung, optimierter Federung, Geräuschdämmung) durch den Wegfall von Informationskanälen für direktes Feedback negativ aus. Bedienungsroutinen können dann leicht verwechselt werden mit notwendigen Verfahrensroutinen, die die

---

65 Müller-Merbach 1987: *Künstliche Intelligenz – eine Sackgasse?, Plädoyer für ein Mensch-Maschine-Tandem*, S. 6–8

Bedingungen des Auslösens maschineller Prozesse bzw. der Delegation von Leistungen an die Maschine zu berücksichtigen haben. („Airbus-Landung auf vereister Landebahn in Warschau“[66].) Auch hier können fatale Effekte entstehen (analog zum Werkzeuggebrauch), wenn unter der Illusion der bloßen Bedienung einer Maschine Mensch-System-Interaktionen stattfinden.

Agieren in technischen Systemen: Im Rahmen einer Nutzung teilautonomer Systeme i.S.v. Autonomie (2) und (3) wird die Effektivität der Zielorientierung in Anpassung an die Umweltbedingungen überhaupt unterstellt, also die Gewährleistung zielführender Verfahrensroutinen. Dazu muss die Systemarchitektur nicht bloß bezüglich der Berücksichtigung der äußeren variablen Randbedingungen (z.B. durch wissensbasierte Störgrößenaufschaltung) adäquat sein, sondern auch bezüglich des Erhalts der Systemfunktionalität (angesichts der Komplexität der Regelungsprozesse) sowie auch und gerade bezüglich variabler Nutzerprofile bzw. -stereotype. Nutzer sehen sich selbst als Variablen des Systems, die die Prozesse nur noch dahingehend zu prägen haben, dass sie sich den Systemerfordernissen optimal unterwerfen, um die Gratifikationen der Systemnutzung zu erhalten. Die Überprüfung der Bedingungen, unter denen das System seine Leistung erbringen kann, wird subjektiv ausgeblendet und dem System selbst überantwortet. Das intelligente, vernetzte Fahrzeug wird als eines erachtet, das insofern kontextsensitiv ist, als es zu „Interpretationen“ fähig ist: Kontextrepräsentationen als Situationen erkennen. Dazu ist ein Know-how über pragmatische Hintergründe erforderlich, auf dessen Basis aus einem Spektrum möglicher Handlungszwecke der richtige zu identifizieren ist („*aware context*“ – „Tue das Offensichtliche“). Grenzen einer solchen Modellierung erscheinen im Blick auf Extremsituationen: Inwieweit kann dann – on demand – so weit Transpa-

66 Main Commission Aircraft Accident Investigation Warsaw 1994: *Report on the Accident to Airbus A320-211 Aircraft in Warsaw*

renz (wieder) hergestellt werden, dass übersichtlich durch Bedienungsroutinen geführt wird (Maschinen-Schema) oder, z.B. beim Accident-Management, sogar wieder zum Werkzeuggebrauchsschema (mit dem Menschen als einzigem autonomen Subjekt) zurückgekehrt werden kann? Oder umgekehrt: In welchen Situationen müssen zwecks Risikominderung diese Optionen gerade ausgeschlossen werden? Kurz: Wie lassen sich Werkzeug-, Maschinen- und Systemschemata optimal kombinieren, um eine jeweils situationsadäquate Interaktion zu gewährleisten?

Zusammenfassung:
Werkzeug, Maschine, System

Es sollen zunächst drei Typen von Mensch-Technik-Interaktionen unterschieden werden:

1.	der Gebrauch von Werkzeugen (z.B. Benutzung eines Hammers)
2.	die Bedienung von Maschinen (z.B. Wahl von Wasch- oder Fahrprogrammen)
3.	das Agieren in technischen Systemen (z.B. Smart Living- / Ambient Assisted Living-Systeme)

Es lassen sich viele der gegenwärtigen Wandlungstendenzen als Verschiebung der Mensch-Technik-Relation vom Werkzeuggebrauch und der Maschinenbedienung hin zum Agieren in Systemen bzw. zu einer Mensch-System-Interaktion verstehen. Indizien für diese Verschiebung sind beispielsweise:

- die zunehmende Vernetzung und Einbettung von Werkzeugen und Maschinen in komplexe Systeme, der Systemcharakter dieser Artefakte und Geräte,
- die zunehmende Ähnlichkeit des Systemprozessierens mit menschlichem Handeln, mit dem dann etwa dialogisch interagiert wird,

- das Verschwinden der Interfaces etwa bei nahtloser Durchdringung von Mixed-Reality- oder AAL-Systemen,
- die zunehmende Transparenz des Menschen für die Technik (technische Erkennung von Sprache/ Gestik/ Mimik, von Hirnaktivität und weiteren Biodaten, von Verhalten etc., Lernfähigkeit) und dadurch ggf. zunehmender Transparenz des Menschen für andere Menschen via Technik bei gleichzeitig zunehmender Intransparenz der Technik für den Menschen (Black-Box, Unmerklichkeit des Wirkens, Intransparenz der Prozesse, evolutionäre/ selbstoptimierende Algorithmen,…).

3.1.3 Interaktion, WEE-Grenze, Interface

Technisches Agieren allgemein: Technisches Agieren besteht im Einsatz artifizieller Mittel zur Realisierung von Zwecken. Der Einsatz von Mitteln und das Erstreben der Zwecke werden unter Werten gerechtfertigt. Mittel, Zwecke und Werte machen das Handlungsschema aus, das im Vollzug aktualisiert wird. Die Aktualisierung ist von der Erwartung geleitet, dass der Einsatz der Mittel zu dem gewünschten Ergebnis führt. Die Mittel werden dabei nach Maßgabe ihrer Dien*lichkeit* identifiziert (sonst handelt es sich um bloße Dinge oder Ereignisse), die Zwecke nach Maßgabe einer unterstellten Herbei*führbarkeit* (sonst handelt es sich um bloße Wünsche oder Visionen). Dienlichkeit und Herbeiführbarkeit sind also modale Inferenzen der Begriffe „Mittel“ und „Zweck“, die sich wechselseitig bedingen.[67] Zum Zwecke ihrer Vorstellbarkeit müssen sie zeichenmäßig repräsentiert sein im Rahmen des Vermögens der Repräsentation, des Bewusstseins.

67 Hubig 2011: *Technische Handlungsschemata in der Mensch-Fahrzeug-Interaktion und das Erfordernis einer Parallelkommunikation*, S. 106f.

Interaktion allgemein: Im Unterschied zu einer bloßen Aktion liegt eine *Interaktion* dann vor, wenn sich die Aktion auf andere Aktion(en) bezieht. Solcherlei findet im Rahmen von Kooperationen statt, die eine Koordination der Erwartungen erfordern. Diese Koordination setzt voraus, dass „Erwartungserwartungen" – Erwartungen über die Erwartungen der Koakteure – gebildet werden.[68] Diese Erwartungserwartungen bedürfen ihrerseits der Koordination unter jeweils höherstufigen Erwartungserwar-tungen – ein Prozess, der bei natürlichen Interaktionen im Zuge ständiger wechselseitiger Korrektur (in der Regel gestützt auf dialogische Prozesse, die parallel zu dem Interaktionsgeschehen geführt werden) vollzogen wird. Diese Prozesse lassen sich durch explizite Konventionen zu einem jeweils vorläufigen Abschluss bringen, der so lange nicht korrekturbedürftig erscheint, wie das Kooperationsziel erreicht wird. Im Rahmen dieser Prozesse bilden die Kooperationspartner Vorstellungen über die Vorstellungen ihrer Koakteure und fassen sie in Stereotypen, Profilen und Rollenbildern zusammen. Auf der Basis dieser Stereotype finden dann (im günstigen Fall) einvernehmlich Delegationen statt, die die Arbeitsteilung bei der Erfüllung der Zwecke unter entsprechend ausgewählten Mitteln gewährleisten.

Interaktion zwischen Mensch und System: Im Rahmen der *Mensch-System-Interaktion* finden sich analog Erwartungen der Nutzer über die „Erwartungen" der Systeme sowie „Erwartungen" der Systeme über die Erwartungen der Nutzer. Sind diese Erwartungen durch die Entwickler explizit in die Systemarchitekturen implementiert, so handelt es sich um „echte" Erwartungen, die lediglich über die Systeme vermittelt werden. Als „Nutzerstereotype" kommen sie als „*collection of user properties that often co-occur*"[69] oder im Zuge rekursiver Festlegungen als „*body which contains information*

---

68 Luhmann 1984: *Soziale Systeme: Grundriss einer allgemeinen Theorie*, S. 412; Weber 1968: *Gesammelte Werke zur Wissenschaftslehre*, S. 441

69 Kobsa und Wahlster 1989: *User Models in Dialog Systems*, S. 2

that is typically true of users to whom the stereotype applies“[70] zustande. Sie können aber auch und gerade durch die Systeme selbst gebildet werden, indem diese Systeme auf der Basis von Sensordatenfusion und einer entsprechenden *Interpretation* unter vorgegebenen Strategien Repräsentationen solcher Stereotype adaptiv gewinnen und auf diese Weise Dispositionen des Agierens bilden, die als Quasi-Erwartungen zu bezeichnen sind: Unter bestimmten Kontextbedingungen werden entsprechende Aktionen ausgelöst. Die Systeme sind dann nicht einfach so und so „ausgelegt“, sondern legen „sich“ in einer bestimmten Weise aus, sodass ein Agieren entsteht, welches nicht mehr unmittelbar und direkt von außen steuerbar ist. Es kann allenfalls „medial“ gesteuert werden, indem durch Veränderungen in den Aktionsumgebungen der Systeme deren Adaptionsprozesse in bestimmte Richtungen gebracht bzw. zu bestimmten Verfestigungen und Strukturierungen geführt werden.[71] Auch in der Mensch-Technik-Interaktion finden also Rollenverteilungen und Delegationen statt, indem die Bewältigung bestimmter Aufgaben an die Systeme oder Systemkomponenten delegiert werden oder von den Systemen an die Nutzer zurückdelegiert werden, wie es in dialogbasierten Assistenzsystemen der Fall sein kann.

WEE-Grenze: Neben der Mensch-Technik-Interaktion als Regelung der Kooperation ist die *Mensch-Technik-Schnittstelle,* die Grenze der Wahrnehmungs-, Entscheidungs- und Einflussräume (*WEE-Grenze*), zu unterscheiden, über die die in der Rollenverteilung festgelegte Aufgabenerfüllung jeweils aktualisiert wird. Über diese Schnittstelle werden Informationsfluss und Interventionsmöglichkeiten geregelt, also wechselseitige Steuerungen bei der Aufgabenerfüllung. Die Schnittstellen können fest oder situationsabhängig variabel gestaltet werden, wobei die Variabilität die Verortung der

---

70 Rich 1989: *Stereotypes and User Modelling*, S. 36

71 Heesen et al. 2005: *Leben in einer vernetzten und informatisierten Welt*; Wiegerling 2011: *Philosophie intelligenter Welten*

Schnittstelle (die jeweilige WEE-Grenze-Position) und damit die Ausweitung oder Verengung der Interventionsmöglichkeiten entweder „tief“ im System (mit hoher Interventionsmöglichkeit durch den Menschen) oder „tief“ im Menschen (mit hoher Interventionsmöglichkeit durch das System) ausmachen kann. So ist in manchen Assistenzsystemen vorgesehen, dass für das Accident Management die Schnittstelle/ WEE-Grenze wieder tiefer im System angelegt wird, um dem Menschen höhere Interventionsmöglichkeit zu gewähren oder aber dass umgekehrt auf Grund der Fallibilität menschlichen Agierens in Stress-und Krisensituationen das Accident Management automatisiert abläuft.[72] Es ist im Gegensatz zum Alltagssprachgebrauch mit Schnittstelle im Sinne der WEE-Grenze keine physische „Übergabestelle“ wie etwa im Wort „USB-Schnittstelle“ gemeint (dies wird hier mit Interface bezeichnet).

Interface: Von der Schnittstelle selbst ist ihre Gestaltung zu unterscheiden, die als „*Mensch-Technik-Interface*“ (i. e. S.) bezeichnet werden soll. Das Interface ist maßgeblich dafür, wie die Mensch-System-Kommunikation bezüglich Informationsqualität, Informationsdichte und -rhythmus und Informationsperformanz gestaltet ist, was wiederum die Möglichkeit der Quantität und Qualität von Steuerungsprozessen bedingt.[73]

---

72 Hubig 2007: *Die Kunst des Möglichen II.*, S. 210

73 Hubig 2007: *Die Kunst des Möglichen II.*

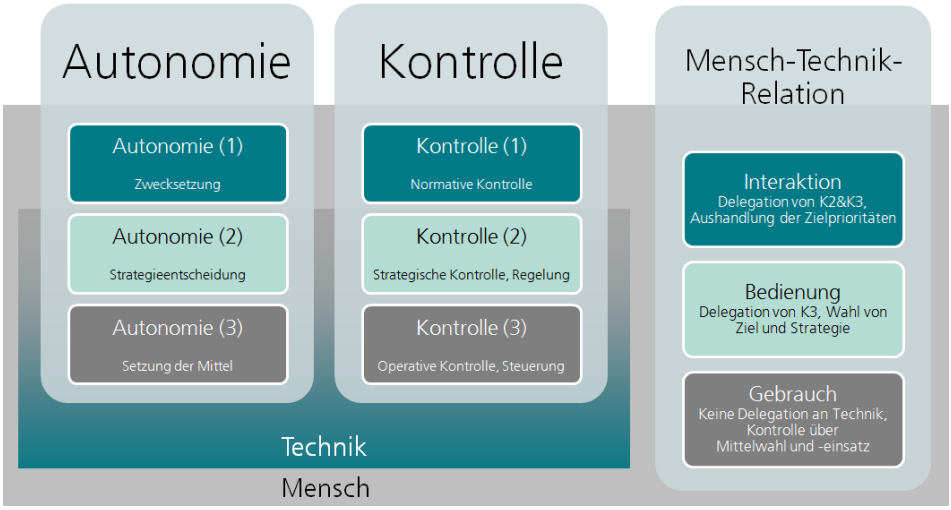


Abbildung 3: A&K Mehrebenen-Schema und MTR-Formen

3.1.4 Von der Interaktion zur Koaktion

Das bisher im Fokus der Aufgabenstellung liegende Problemfeld der Mensch-System-Interaktion ist evidenterweise dadurch begrenzt, dass das klassische Konzept der Interaktion (in Abgrenzung zu „bloßer“ Aktion) darauf abhebt, dass nicht bloß Handlungserwartungen bzw. Erwartungen an den Handlungserfolg, sondern „Erwartungserwartungen“ als Erwartungen über die Erwartungen der Koakteure gebildet sind.[74] Dabei besteht die höherstufige Erwartung, dass die Erwartungserwartungen abgeglichen und in diesem Abgleich modifiziert und fortgeschrieben werden können, damit die Ziele der Interaktion erreichbar bleiben. Voraussetzung hierfür ist, dass die an der Interaktion beteiligten Partner wahrnehmen, dass sie wahrgenommen werden und einen gemeinsamen Aufmerksamkeitsfokus teilen.[75] In

---

74 Luhmann 1984: *Soziale Systeme: Grundriss einer allgemeinen Theorie*, S. 412; Weber 1968: *Gesammelte Werke zur Wissenschaftslehre*, S. 441

75 Goffmann 1983: *The Interaction Order*, S. 2

den zu verhandelnden hybriden Akteurskonstellationen, in denen die Systemseite „handlungsförmig“ auftritt, scheint zunächst diese Voraussetzung gewährleistbar zu sein, wenn bei den Erwartungserwartungen die hinter den Systemaktivitäten stehende Perspektive bzw. Seite der Entwickler als Erwartungsträger an das Nutzerverhalten bzw. an Nutzerstereotype modellierbar ist, die Nutzererwartungen prägt und von dieser Seite vorausgesetzt werden kann, dass die Entwickler die Nutzungsziele teilen; dies bezieht auch eine Unterstellung der Anerkennung über Ziele von Delegationsprozessen in strategischer und/oder operativer Absicht seitens der Nutzer an die Systeme ein, einschließlich der Anerkennung einer Nutzung von Selbstorganisationsprozessen. Analog verhält es sich mit den Erwartungserwartungen der Entwicklerseite. Auf dieser Basis kann dann im Idealfall auch eine Interaktion als „misslungen“ (bezüglich der korrekten Realisierung von Handlungsschemata) oder „nicht erfolgreich“ (bezüglich des Scheiterns einer an sich gelungenen Interaktion auf Grund externer Störungen) identifiziert werden.

Allerdings zeigt sich, dass hybride Akteurskonstellationen Eigenschaften aufweisen können, die dieses voraussetzungsstarke Konzept der Interaktion nicht erfüllen (sieht man einmal von dem flachen Sprachgebrauch der Informatiker ab, nach dem jeder Mensch-System-Kontakt als Interaktion beschrieben wird). Es finden sich nämlich zunehmend hybride Akteurskonstellationen, die diese Voraussetzungen verletzen, unterlaufen oder in Asymmetrien bringen. Damit wird „Erfahrung von einer gemeinsamen Welt“ – durch die der Eindruck entsteht, dass Agent und Nutzer in einem intersubjektiven Verhältnis zueinander stünden“[76] – trügerisch. Gerade „mit der zu erwartenden weiteren Zunahme der Fähigkeit technischer Artefakte zur reflexiven Bezugnahme auf die eigenen Steuerprogramme und die Zunahme ihrer Fähigkeiten, unterschiedliche Situationen der Delegation hinrei-

76 Braun-Thürmann 2002: *Künstliche Interaktion*, S. 145

chend zu erkennen“[77] ist keinesfalls mehr unproble-matischerweise zu erwarten – und hier ist Schulz-Schäffer zu widersprechen –, dass sich die Reichweite (der Handlungszuschreibung) „zukünftig beträchtlich ausweitet“.[78] Denn es steht zunehmend in Frage, ob Nutzer und System bzw. systemischer Agent eine gemeinsame Interaktionsbasis finden, und zwar in dreierlei Hinsicht:

(1) Indem die Systeme in der Lage sind, über eine eigene Sensorik und eine eigene Strategie der Sensordatenfusion einen eigenen Aktionskontext zu modellieren, dessen Wahrnehmungsbasis diejenige der Nutzer übersteigt, anders fokussiert, ggf. weitergehend präzisiert und mit anderen Wahrnehmungsbasen verknüpft, entsteht für das System ein neuer (dekontextualisierter) Aktionskontext jenseits des Handlungsfeldes der Nutzung in seiner Konzeptualisierung durch die Nutzer. Es finden zwar immer noch aufeinander reagierende Aktionen in dieser hybriden Akteurskonstellation statt, ohne dass jedoch die Modellie-rungen des Aktionskontextes abgeglichen werden könnte.
(2) Innerhalb der Akteurskonstellation können sich falsche oder inadäquate Zuschreibungen und Interpretationen des Systemverhaltens auf Nutzerseite entwickeln, die vom System als solche nicht identifizierbar sind und auf die das System deshalb auch nicht mit entsprechenden Interventionen in problematisierender oder korrigierender Hinsicht reagieren kann. Es entstehen dann Ergebnisse gemeinsamen Agierens, die nicht als Ergebnisse einer Interaktion im buchstäblichen Sinne zu erachten sind.

---

77 Schulz-Schaeffer 2007: *Zugeschriebene Handlungen*, S. 520

78 Schulz-Schaeffer 2007: *Zugeschriebene Handlungen*, S. 520

(3) Selbst gelungene Interaktionsprozesse können im Rahmen hybrider Akteurskonstellationen auf Grund von deren technisch/systemischer Basierung im Systemverhalten selbst Folgen zeitigen (z. B. in Abhängigkeit der Nutzungsfrequenz, der Nutzungsdichte, der Nutzungsdauer und der Nutzungsqualität), die zu von Nutzer- und Entwicklerseite nicht vorhersehbaren Effekten im Systemverhalten führen, die dann als „ermergent" charakterisierbar werden und sich damit einer Disposition im Sinne von Autonomie (1) grundsätzlich entziehen. Zugleich sind sie aber Ergebnisse gemeinsamen Agierens in der hybriden Akteurskonstellation.

Für diese Phänomene auf den Ebenen (1), (2), (3) erscheint es daher sinnvoll, über das Konzept der Mensch-System-*Interaktion* hinaus das Titelwort einer Mensch-System-*Koaktion* einzusetzen. Der Terminus „Künstliche Interaktion"[79], wie er für die Koordination von Aktivitäten mit virtuellen Agenten eingesetzt wird[80], erscheint uns weniger geeignet, insbesondere wenn eingeräumt wird, dass Phasen gegeben sein können, in denen Nutzer und Agent keine gemeinsame „Interaktionsbasis" finden können.[81] Dann liegt explizit keine Interaktion vor.

Zu (1): Der Verlust einer gemeinsamen Erfahrungsbasis ist bedingt durch eine asymmetrische Informationsgewinnung zwischen System und Nutzer. Das System kann auf der Basis seiner Sensorik Daten gewinnen und zu Informationen verdichten, die über den Nutzer hinausgehen, von ihm nicht gewusst und von ihm nicht direkt beeinflussbar sind (die freilich auf der Basis einschlägiger Strategien der Herstellung möglicher Transparenz – s. o. Frageheuristik – durchaus indirekt beeinflussbar sein können). Auf diese

79 Braun-Thürmann 2002: *Künstliche Interaktion*, S. 15

80 Krummheuer 2010: *Interaktion mit virtuellen Agenten?*, S. 105

81 Krummheuer 2010: *Interaktion mit virtuellen Agenten?*

Weise wird von beiden Akteuren auf technisch unterschiedliche Weise eine „subjektive“ Situationsdefinition vorgenommen: Der menschliche Akteur definiert diese Situation auf der Basis entsprechender neuronaler Prozesse. Der nicht-menschliche Akteur erfasst z. B. durch Sensorik und Sensordatenfunktion die Situation.[82] Beide Akteure haben spezifische Aktionsstrategien und operative Aktionen zur Auswahl, die sie ausführen können. Unterstellt man nun das Prinzip einer auf beiden Seiten gegebenen Nutzenmaximierung (im weitesten Sinne) so finden auf der Basis der Eingangsinformationen über den Kontext Aktionen des Systems und Aktionen der Handelnden statt, die den Zweck haben, den jeweiligen Ausgangskontext in einen Nachfolgekontext gewünschten Zustandes zu überführen. Durch das Koagieren der beiden Akteure wird jedoch eine Hybrid-Ebene konstituiert, „auf der ein aus dem Handeln beider Akteure bestehender Akteur, ein Hybrid-Akteur, handelt“[83]. Dadurch entsteht ein neuer Zustand, der seinerseits wieder aus der Sicht der beiden Akteure als Situation deutbar ist und nachfolgende Aktionen induziert. Die Korrektur- und Abgleichmechanismen beziehen sich also nicht auf die Erwartungserwartungen selbst, sondern bestehen in Reaktionen auf die hybrid hervorgebrachten neuen Situationen, die weiterhin auf unterschiedlich selektiver Wahrnehmungsbasis und „Interpretation“ der Kontextinformationen verbleiben und den vorausgesetzten bzw. implementierten Präferenzen entsprechend in den gewünschten Zielzustand zu überführen suchen. Beispiel für diese Form des Koagierens sind seitens der Techniksoziologie u. a. am Beispiel intelligenter Fahrassistenz und dem Dialog mit

82 Fink 2009: *Attributionsprozesse in hybriden Systemen*, S. 11

83 Fink 2009: *Attributionsprozesse in hybriden Systemen*

dem Roboter Max[84] empirisch untersucht.[85] Eine Asymmetrie der Beobachtungsbasis Nutzer-System sowohl bezüglich der Wahrnehmung als auch beim Nachverfolgen – *tracking* – der Objektwahrnehmung durch die Nutzer seitens des Systems[86] kann, soweit sie selbst nicht für die Nutzer nachvollziehbar ist, die Interaktion unterlaufen. Das System gewinnt dann „Interpretationen" über Nutzereigenschaften (einschließlich Fehlbedienung) jenseits des Erwartungshorizontes der Nutzer. Dies lässt sich sowohl bei bestimmten Typen von Assistenzsystemen als auch von Games verfolgen.

Zu (2): Falsche Zuschreibungen, die weder vom System noch von den Nutzern selbst als solche registrierbar sind, entstehen insbesondere bezüglich von Zielen, unter denen autonome Systeme agieren. So hat sich herausgestellt, dass „offenbar [...] ein großer Teil der Versuchspersonen davon aus[ging], dass mit einer Verteilung der Aktionen auch eine Verteilung der Zuständigkeiten für die Verfolgung der Ziele einhergeht. [Die Versuchspersonen] konstruierten also eine Rollenverteilung, in der sie sich der Verfolgung eigener Ziele, für die sie eigentlich auch zuständig waren, entledigen konnten."[87] Darüber hinaus lassen sich weitere Asymmetrien feststellen, die

---

84 "Max inhabits aCAVE-like Virtual Reality environment where he is visualized in human size. Engaged in cooperative construction tasks, the human user meets a multimodal communication partner that employs synthetic speech, gaze, facial expression, and gesture. Combining deliberative and reactive conversational behaviors with the capability to initiate assembly actions, the agent guides the user through interactive construction procedures." Kopp et al. 2003: *Max - A Multimodal Assistant in Virtual Reality Construction*, S. 11; vgl. auch Steggemann et al. 2009: *Wie der virtuelle Agent MAX versteht, was wir können: Die multimodale Vermittlung komplexer Bewegungsaufgaben und deren Überprüfung mit Hilfe der SDA-M Methode*

85 Fink 2009: *Attributionsprozesse in hybriden Systemen*; Krummheuer 2010: *Interaktion mit virtuellen Agenten?*

86 Zhou et al. 2008: *Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display*

87 Weyer und Fink 2011: *Autonome Technik als Herausforderung der soziologischen Handlungstheorie*, S. 43

die Zuschreibungen verzerren, wie die Nutzung externer Informationen durch das System, die als solche nicht kenntlich werden aber als *augmented reality* dennoch als natürliche Umwelt erscheinen.[88] Auf dieser Basis können unterschiedliche Interpretationen der Koaktion als „gelungen" oder „misslungen" sowie eine asymmetrische Nutzung von Informationskanälen entstehen, die gleichwohl als symmetrisch erscheinen (wenn ein Akteur über ein „Mehr" an Sinnesmodalitäten verfügen kann). Das bedeutet, dass die Delegationsprozesse bezüglich der Strategiewahl und der zu wählenden Operationen seitens der Nutzer an die Systeme auf Nutzerseite in ihrer Selbsteinschätzung falsch wurden, also nicht eine Autonomie (1) verloren ging, sondern die *Einschätzung ihrer Aktualisierung* im konkreten Fall in einer Weise falsch wurde, die weder von Nutzer- noch von Systemseite mehr korrigierbar erscheint. Es ist durchaus zu erwarten, dass im Zuge hybrider Akteurskonstellationen, etwa in Form von Nutzungsroutinen oder nicht mehr bewussten Pfadabhängigkeiten, die Nutzerautonomie verloren geht, nicht weil sie von Systemseite eingeschränkt wird („Bevormundungseffekt"), sondern weil ihr der Definitionsbereich in kognitiver Hinsicht opak wird. Ein derartiger Effekt einer Koaktion kann durchaus in Interaktion rücküberführt werden, wenn auf einer parallelkommunikativen Ebene Optionen der Vergewisserung über die Wahl der Ziele und die daraus abgeleiteten Ziele der Delegation von Leistungen an die Systeme wieder bewusst gemacht und abgeglichen werden (vgl. drei Ebenen der Parallelkommunikation, →4.1).

Zu (3): Bedingt durch die technische Verfasstheit von Systemen können im Zuge kollektiver Nutzung Gesamteffekte des Systemverhaltens entstehen, die sowohl im System implementierten Präferenzen in strategischer und operativer Hinsicht (als delegierte Präferenzen) als auch die Präferenzen der Nutzer verfehlen. Denn die „Interaktion" (Informatikerjargon) von System-

88 Feiner 2002: *Augmented Reality: A New Way of Seeing*

komponenten verändert sich auf der Basis von Input/Steuerungsimpulsen, die von der Nutzung ausgehen und – relativ zur Auslegung der Systeme für bestimmte Ziele – durchaus als Störgrößen erscheinen können. Dieser Effekt kann sich – durchaus in gewollter Weise – radikalisieren, wenn – insbesondere im Felde der Big Data – die Zielräume offen gehalten bzw. überhaupt keine Zielräume mehr definiert werden. Es besteht dann eine Erwartung/Hoffnung/Neugier auf Ergebnisse von Selbstorganisationsprozessen, die von beiden Seiten (Nutzer und System) in der hybriden Akteurskonstellation zwar kausal induziert sind, jedoch erst allenfalls ex post zu Intentionen und Präferenzen in ein Verhältnis gesetzt werden können.[89] Es wäre hier bei der Nutzung von „autonomen" Algorithmen und maschinellem Lernen im Rahmen von Big Data-Technologien[90] zwischen unintendierter, als störend empfundener „Emergenz"[91] und gewollter „Emergenz" zu unterscheiden, sodass die Entstehung emergenter Effekte nicht per se zum diskursbeendenden Argument im Zuge einer Kritik an bestimmten Formen der Mensch-System-Koaktion gemacht werden kann.

Zusammenfassung: Interaktion, Koaktion, WEE-Grenze, Interface	
Interaktion	Im Unterschied zu einer bloßen Aktion liegt eine *Interaktion* dann vor, wenn sich die Aktion auf andere Aktion(en) bezieht. Wenn Systeme „technisches Agieren" mit einem Mindestmaß an „Handlungsförmigkeit" an den Tag legen, auf die sich die Aktionen etwa der Nutzer beziehen können,

89 Wirz et al. 2012: *Inferring crowd conditions from pedestrians' location traces for real-time crowd monitoring during city-scale mass gatherings*

90 Vgl. Harrach 2014: *Neugierige Strukturvorschläge im maschinellen Lernen*

91 Wirz et al. 2012: *Inferring crowd conditions from pedestrians' location traces for real-time crowd monitoring during city-scale mass gatherings*

	kann hier von *Interaktion* gesprochen werden. In der Mensch-Technik-*Interaktion* finden Rollenverteilungen und Delegationen statt, indem die Bewältigung bestimmter Aufgaben an die Systeme oder Systemkomponenten delegiert wird oder von den Systemen an die Nutzer zurückdelegiert wird, wie es in dialogbasierten Assistenzsystemen der Fall sein kann. Auch die MTR-Typen Gebrauch und Bedienung stellen, streng genommen, Interaktionsformen dar, nur dass die Aktion der Nutzer sich dabei nicht auf Aktionen der Technik richtet, sondern auf im Artefakt bzw. der Maschine manifestierte Nutzungserwartungen der Konstrukteure.
Koaktion	Von der Interaktion (Gebrauch, Bedienung, Agieren in Systemen/Interaktion) soll die Koaktion von menschlichen und nicht menschlichen Akteuren unterschieden werden. Im Unterschied zum Interagieren werden beim Koagieren die jeweiligen Aktionen nicht (mit Erwartungserwartungen) aufeinander bezogen, sondern summieren sich zunächst getrennt voneinander zu einer hybriden Gesamthandlung. Beispiel: Das sensorbasierte moderate Beschleunigen eines Fahrassistenzsystems bei gleichzeitigem wahrnehmungsbasiertem moderatem Bremsen des Fahrers resultiert als Koaktion im Effekt eines nicht (negativ wie positiv) beschleunigenden Fahrzeugs.[92]
WEE-Grenze (Schnittstelle)	Neben der Mensch-Technik-Interaktion als Regelung der Kooperation ist die Mensch-Technik-*Schnittstelle* zu unterscheiden, über die die in der Rollenverteilung festgelegte Aufgabenerfüllung jeweils aktualisiert wird. Über die Schnittstelle werden Informationsfluss und Interventionsmöglichkei-

92 Vgl. Fink 2009: *Attributionsprozesse in hybriden Systemen*

	ten geregelt, also wechselseitige Steuerungen bei der Aufgabenerfüllung. Die Schnittstelle stellt die logische Grenze dar, an der die Wahrnehmungs-, Entscheidungs- und Einflussräume von Mensch und Technik aneinanderreichen. Es ist im Gegensatz zum Alltagssprachgebrauch mit Schnittstelle hier keine physische „Übergabestelle“ wie etwa im Wort „USB-Schnittstelle“ gemeint, dies wird mit Interface (s.u.) bezeichnet. Da Schnittstelle jedoch oft als bedeutungsgleiche Übersetzung des englischen Interface verwendet wird, ist hier von WEE-Grenze die Rede: Schnittstelle im Sinne des Projektes WAK-MTI ist Synonym zu WEE-Grenze – von beidem zu unterscheiden ist das Interface.
Interface	Von der logischen WEE-Grenze selbst ist ihre Gestaltung zu unterscheiden, die als „Mensch-Technik-*Interface*“ bezeichnet werden soll. Das Interface ist maßgeblich dafür, wie die Mensch-System-Kommunikation bezüglich Informationsqualität, Informationsdichte, -rhythmus und -performanz gestaltet ist.

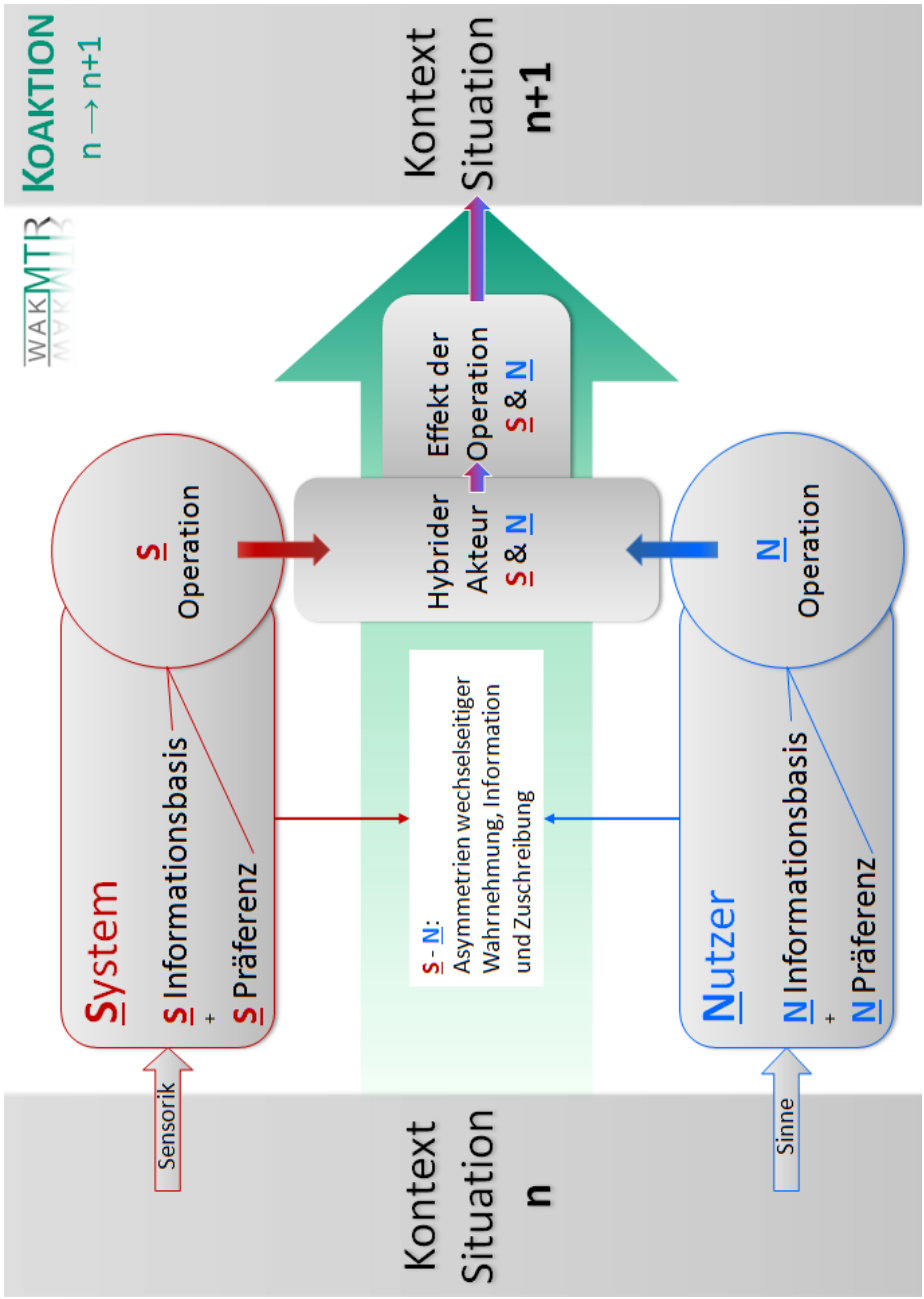


Abbildung 4: Schema der Mensch-System-Koaktion

3.2 AMTIR-Heuristik

Basierend auf diesen grundlegenden Begriffsdifferenzierungen aus Abschnitt 3.1 wurde eine Frageheuristik entwickelt, die es ermöglichen soll, Bezüge zwischen der konkreten MTR-Gestaltung, dem Grad der Kontrolldelegation, dem jeweiligen Relationstyp, der Positionierung und Positionierbarkeit der WEE-Grenze, der Interfacegestaltung etc. und Effekten dieser MTR auf die Autonomie der Menschen und die Kontrollverteilung im geteilten Handlungsraum herstellen zu können.

AMTIR…

Das namensgebende Akronym der Heuristik steht für **Autonomie- und Kontrolleffekte in Mensch-Technik-Interaktionen bzw. MT-Relationen**. Da diese Effekte nicht einfach zu sehen, geschweige denn vorherzusehen sind, bedarf es einer unterstützenden Handreichung für ihre Erforschung.

…Heuristik

Heuristik meint eine methodische Anleitung zur Gewinnung neuer Einsichten, ein Hilfsmittel der Forschung zum Zwecke des Erkenntnisgewinns. Das wortbildende griechische *heurískein* (εὑρίσκειν) bedeutet soviel wie *finden* und die AMTIR-Heuristik wurde entwickelt, um Autonomie- und Kontrolleffekte verschiedener, auch zukünftiger, MTR-Formern *finden zu können*. Die Heuristik strukturiert den komplexen Frageraum, der sich öffnet, wenn nach heutigen Verhältnissen zwischen Mensch und Technik, deren Handlungsteilung und deren Effekte auf die Autonomie der Menschen gefragt wird. Als Finde-Hilfe liefert sie nicht die Antworten, sondern bietet eine gewisse Führung bei der Erkundung dieser komplexen Frageräume und hilft die Gewinnung neuer Erkenntnisse ‚anzuleiten', orientierend zu unterstützen. Ziel einer heuristisch gestützten *Suche* ist, dass mehr Erkenntnisse *gefunden* werden, die dann den Erfolgsausruf verdienen: *Heureka* (griech. ich hab's ge-

funden)! Da das Projekt WAK-MTI als wissenschaftliches Vorprojekt genau diese Funktion der Erkenntnisermöglichung, des Hilfsmittels für weitere MTI-Forschung einnimmt, ist die Form der Heuristik die adäquate Form für dessen Ergebnisse.

Die AMTIR-Heuristik gliedert sich in Dimensionen dreier Kategorien entsprechend der Fragen:

I. Befinde ich mich in einer MTR?
II. Mit welcher Relation habe ich es zu tun?
III. Trifft mein Eindruck zu oder bestehen Inszenierungen?

Die Fragen der Kategorie I zielen auf die zu untersuchende Mensch-Technik-Relation. In Abhängigkeit vom zugrunde gelegten Technikbegriff sind Menschen (fast) immer in irgendwelchen Verhältnissen zu irgendwelchen Technikformen. Das durch Impfung ‚programmierte' Immunsystem als technisch induzierte Abwehrfähigkeit, das Emittieren sowie das Ausgesetztsein von Technopollutionen aller Art (Pharmarückstände im Trinkwasser, Auto-Feinstaub in der Luft, Lichtverschmutzung dicht besiedelter Gebiete, Lärmpegel in Städten) setzten auch all jene, die nicht permanent mit Implantaten, Schrittzählern, Smartphones, MP3-Playern etc. in offensichtlichen MTR stehen, in ein durchgehendes Verhältnis zu Technik. Einige philosophische Positionen fassen Technik gar als anthropologisches Spezifikum des Menschen, was bedeuten würde, dass es keinen Menschen gibt, wo es keine Technik gibt.[93] Um der Beliebigkeit einer solchen Konzeption zu entgehen – schließlich gibt es auch Atem- und Gangtechniken – wird in Dimension I nach einer MTR zu einer *bestimmten*, nämlich der zu untersuchenden Technik gefragt; andernfalls könnte die Frage u.U. nie verneint

93 Vgl. für einen Überblick die tabellarische Zusammenstellung von Hans Lenk in: Lenk 2010: *Das flexible Vielfachwesen*, S. 87–120

werden. Die folgenden Fragen aller Dimensionen beziehen sich dann auf die in Dimension I bezogene MTR.

Die Fragen der Kategorie II nach der Art der Relation gliedern sich nochmals in Unterkategorien, mit Fragen nach den Effekten (Kategorie II.a) und der Gestaltung (Kategorie II.b) der MTR.

Die Fragen der Kategorie III bilden gewissermaßen eine Metaebene, insofern sie auf die wissensabhängige Leitunterscheidung zwischen Teilnehmer und Beobachter abheben, d.h. in Bezug auf alle vorherigen Dimensionen hinterfragen, ob es bewusst inszenierte oder möglicherweise prinzipiell nicht durchschaubare Differenzen zwischen der angenommenen (Teilnehmersicht) und der tatsächlichen (Beobachtersicht) Beschaffenheit der untersuchten MTR gibt.

3.2.1 Die Frageposition Nutzer, Entwickler, Governance

Bei der Analyse von MTR-Formen macht einen großen Unterschied, ob aus der Perspektive eines Nutzers, eines Entwicklers oder einer Governance-Ebene heraus gefragt wird. Viele der Dimensionen sind stark abhängig von Wissen und Kompetenz des Antwortenden. Reine Maschinensprache (z.B. 0000 0100) ist für Menschen allgemein, Programmier- bzw. Assemblersprache (z.B. ldi mp,0xFF/ out DDRB, mp/ ldi mp, 0xAA) oder musikalische Notation für die meisten Menschen und dieser Text für Analphabeten unverständlich. Für die jeweiligen Personen ist eine Frage nach den ablaufenden Prozessen und zu erwartenden Effekten angesichts dieser Form des zeichenbasierten Interface höchst unterschiedlich zu beantworten. Entwicklern ist eine entsprechende Kompetenz eher zuzutrauen als beliebig möglichen Nutzern und, wo diese Kompetenzen eine unbedingte Anforderung bei der Entwicklung darstellen, so sind sie bei der Nutzung evtl. überflüssig oder mitunter sogar störend.

Nutzer befinden sich als Involvierte in einer konkreten MTR, in der sie sich irgendwie verhalten müssen. Für eine gelingende Koordination der eigenen mit den technischen Aktionsanteilen steht dem Nutzer seine wahrnehmungsbasierte Einschätzung der Technik anhand deren Gestalt oder (im bereits laufenden experimentellen Vollzug) Effekte zur Verfügung; also der Schluss: 1. Es sieht aus wie ein PC. 2. Es verhält sich wie ein PC. 3. Also erwarte ich, dass dies ein PC ist und ich Leistungen erwarten darf, die PC-typisch sind. Die Entwicklung der intuitiven Bedienbarkeit baut auf diese Form der Übertragung von Bekanntem auf neue MTR.

Entwickler sind an einer früheren Stelle der geplanten MTR. Sie befinden sich mit ihrer Planungs- und Fertigungstechnik in zahlreichen MTR, aber noch in einem gestalterischen Verhältnis zum zu entwickelnden System. So wird aus der Nutzerfrage „Welche Effekte kann ich erkennen/erwarten?“ die Entwicklerfrage „Welche Effekte sollen erkannt/ erwartet werden?“ und entsprechend „Wie ist MTR zu gestalten, damit diese Wahrnehmung bzw. Erwartung evoziert wird?“

Dies stellt auf der **Governance**-Ebene wiederum die Frage, was das relevante Kollektiv (Nutzerkreis, Kundenstamm, Gesellschaft) als normative Grenze der Entwicklung aushandelt. Es ergibt sich so die Frage „Welche Effekte sollen/ dürfen von Nutzern (nicht) erkannt/ erwartet werden?“ Wäre es beispielsweise zulässig, dass Systeme gestaltet werden, die den Eindruck einer MTI vermitteln (inszenieren) und Nutzer nicht erkennen und erwarten lassen, dass andere Menschen an der Gesamthandlung beteiligt sind, wenn es zutrifft, dass Menschen sich anders gegenüber Mitmenschen verhalten (Mitleid, Anerkennung, Höflichkeit) als gegenüber Technik? Würde diese Frage mit Nein beantwortet, stellte sich wieder auf der Governance-Ebene die Frage, ob es eine Hinweispflicht auf „Mitmenschen im System“ geben sollte und so weiter.

Governance (lateinisch gubernare = steuern) bezieht sich dabei nicht auf die institutionalisierte Form des Regierungshandelns, auch nicht auf Mehr-Ebenen-Regierung, sondern auf Reglungssysteme, in denen Geltungsbereiche und Steuerungsspielräume ausgehandelt werden. Die an dieser Aushandlung idealiter Beteiligten sind die jeweils relevanten Kollektive, nämlich die Beteiligten *und* Betroffenen der zur Frage stehenden MTR. Zentrale Begriffe der Governance wie Nachvollziehbarkeit und Überprüfbarkeit (der Effektursachen und –verursacher), Verantwortlichkeit (für zurechenbare Handlungseffekte) oder Transparenz (der Beteiligten, der Prozesse, der Effektrichtung etc.) sind Kernbegriffe der AMTIR-Heuristik.

Was leistet die Heuristik und was nicht?

Die Unterscheidung in Nutzer-, Entwickler- und Governance-Perspektive ist, wie die anderen Unterscheidungen von Autonomie (1), (2) und (3) oder Gebrauch, Bedienung, Agieren, eine idealtypische, die der Orientierung dient. Damit ist keine eindeutige Klassifizierbarkeit heutiger oder zukünftiger MTR in diese Perspektiven intendiert, sondern ein Frageraster angeboten, mit dem auch Mischformen als solche aufspürbar sind. So ist gerade die Unterscheidung in Nutzer und Entwickler im Zuge partizipativer Technikgestaltung, von Co-Design[94] Ansätzen, Lead-User[95]-Innovationen usw. am Verwischen, weshalb die Zuschreibungen Nutzer und Entwickler keineswegs Berufe oder Personen, sondern Rollen bzw. Funktionen bezeichnen.

Auf den drei Ebenen Nutzer, Gestalter und Governance, von denen aus die Heuristik angewandt werden kann, ist zwangsläufig ein unterschiedlicher Kenntnisstand zu technischen Details anzunehmen. Desweiteren können,

94 Buur und Matthews 2008: *Participatory Innovation*

95 Hippel 1986: *Lead users*

trotz der begrifflichen Schärfe der Definition der einzelnen Dimensionen, unterschiedliche Wahrnehmungen hinsichtlich der Ausprägung oder Intensität wahrgenommen werden, insbesondere wenn es um die Effekte der MTR geht. Die Heuristik sollte dementsprechend nicht als Gradmesser persönlicher oder psychologischer Autonomiewahrnehmung missverstanden werden. Es ist nicht möglich den jeweiligen Formen der MTR einen numerischen Autonomiewert zu attestieren.

Vielmehr bietet die Heuristik Wege der Erkenntnisgewinnung bezüglich Autonomie- und Kontrolleffekten in unterschiedlichen MTR-Formen. Hilfreich ist die Heuristik insbesondere zur Aufdeckung potenzieller Effekte auf Autonomie und Kontrolle, wenn im Hinblick auf zukünftige Technologien die eigentliche MTR eine indirekte ist, da sie zunächst als solche nicht wahrnehmbar ist. Zu Leistungen, Grenzen und Herausforderungen der Heuristik siehe Abschnitt 3.2.3. Wie erste Rückschlüsse, Interdependenzen und Wandlungstendenzen mithilfe der Heuristik aufgedeckt werden können, zeigen die Beispiele in Abschnitt 3.2.3 sowie der Abschnitt zu den Wandlungstendenzen 3.3.

3.2.2 Kurzbeschreibung der AMTIR-Dimensionen:

vgl. www.amtir-heuristik.de

DIMENSION	I: **Wahrnehmbarkeit,** Wissen um eine entsprechende MTR	KATEGORIE I

PERSPEKTIVE	Nutzer	Entwickler	Governance
KATEGORIE I	Befinde ich mich in einer MTR?	Soll sich der Nutzer in einer MTR befinden?	Sollen die Nutzer sich in einer bestimmten MTR befinden?
DIMENSIONEN-FRAGE	Stehe ich in Relation zu einer bestimmten Technik? Weiß ich, dass ich Teil dieser MTR bin und in welchem Umfang ich es bin?	Soll der Nutzer in einer Relation zu einer bestimmten Technik stehen? Soll der Nutzer wissen, dass er Teil dieser MTR ist und in welchem Umfang er es ist?	Welche Nutzer sollen sich in welcher Relation zu einer bestimmten Technik befinden? Sollen/ dürfen die Nutzer (nicht) wissen, dass und in welchem Umfang sie an einer bestimmten MTR teilhaben?
BEISPIEL	*geringe Wahrnehmbarkeit*: verdeckte Videoüberwachung | *hohe Wahrnehmbarkeit*: Das bewusste Benutzen von Technologie, wie das Bedienen eines Telefons etc.		
BESCHREIBUNG	Nicht immer ist klar erkennbar, ob der Mensch sich überhaupt in einer Relation zu einer bestimmten Technik befindet. Gerade bei verdeckten oder miniaturisierten Geräten ist die Technik für den Menschen nicht wahrnehmbar, mit der er dennoch in einem Verhältnis steht. Die Dimensionenfragen I zielen auf die Möglichkeit der Wahrnehmung, auf das Ob-überhaupt einer Mensch-Technik-Relation ab.		

DIMENSION	II: **Relationstyp:** Gebrauch, Bedienung, Interagieren, Koagieren	KATEGORIE II

PERSPEKTIVE	Nutzer	Entwickler	Governance
KATEGORIE II	Mit welcher Relation habe ich es zu tun?	Welche Relation soll gegeben sein?	Welche Relation soll gegeben sein?
DIMENSIONENFRAGE	Welchen Einfluss habe ich auf das Prozessieren des Systems bzw. welchen Einfluss hat das Prozessieren des Systems auf meine Handlung?	Sollen Werkzeuge, Maschinen oder Systeme gestaltet werden, mit denen in Form von Gebrauch, Bedienung oder Interagieren/ Koagieren umgegangen wird?	Gibt es relationstypenbedingte Bedenken bei der Gestaltung, Nutzung und Verbreitung dieser MTR?
BEISPIEL	*Gebrauch*: einfache Werkzeuge wie Hämmer | *Bedienung*: Maschinen mit Programmen wie Waschmaschinen | *Interagieren*: komplexe Systeme wie intelligente vernetzte Assistenzsysteme | *Koagieren*: hybride ‚Crowd Sensing'-Systeme, bei denen sich das Agieren von Menschen und technischen Systeme zu einem Gesamteffekt summiert.		
BESCHREIBUNG	Ob bezüglich einer MTR die Form z.B. des Gebrauchs oder der Interaktion vorliegt, hängt von der Aufteilung des Wahrnehmungs-, Entscheidungs- und Einflussbereiches (→ D.II.b.2 WEE-Grenze) ab. Je nach Grad der Delegation von Kontrollebenen an die Technik liegt die Spanne zwischen Gebrauch (keine Delegation) bis Interaktion (Delegation von Steuerung und Regelung). Schließlich unterscheidet sich die Interaktion von der Koaktion darin, dass in ersterer Aktionen auf Aktionen gerichtet sind und bei letzterer Aktionen unverbunden parallel laufen und ihre Effekte aufsummieren.		

DIMENSION	II.a.1: **Transparenz der erwartbaren Systemleistungen**		KATEGORIE II.a
PERSPEKTIVE	Nutzer	Entwickler	Governance
TEILFRAGE KATEGORIE II.a	Welche Effekte kann ich erkennen/ erwarten?	Welche Effekte sollen erkannt/ erwartet werden?	Welche Effekte sollen/ dürfen von Nutzern (nicht) erkannt werden? Welche Effekte sollen/ dürfen (nicht) erwartet werden?
DIMENSIONENFRAGE	Welche Leistungen kann ich (in Abhängigkeit vom Relationstyp) von der Relation erwarten?	Welche Systemleistungen soll der Nutzer von der MTR erwarten und welche nicht?	Inwiefern sollen/ dürfen Nutzer (nicht) über die tatsächlichen Systemleistungen getäuscht werden?
BEISPIEL	*geringe Transparenz:* Smartphones mit einer Vielzahl von Apps, die verdeckt mehr und anderes tun, als ihre propagierte Funktion | *hohe Transparenz:* einfachere Geräte wie Toaster oder einfache mechanische Technik wie Fahrräder.		
BESCHREIBUNG	Die Nutzer haben beim bewussten Eintritt in eine MTR meist eine bestimmte (nicht zwingend zutreffende) Vorstellung davon, was sie vom System erwarten (können). Diese Vorstellung wird durch Vorerfahrung, das (Interface-)Design oder den (Nutzungs-)Kontext der Technik beeinflusst: Je nach Inszenierungsgrad, Komplexität und Vernetzung können diese Vorstellungen täuschen. Die Dimensionenfragen II.a.1 zielen darauf ab, wie erkennbar und korrekt einschätzbar die Systemleistungen für Nutzer sind..		

DIMENSION	II.a.2: **Transparenz der Effektzuordnung,** Kausalität		KATEGORIE II.a
PERSPEKTIVE	Nutzer	Entwickler	Governance
TEILFRAGE KATEGORIE II.a	Welche Effekte kann ich erkennen/ erwarten?	Welche Effekte sollen erkannt/ erwartet werden?	Welche Effekte sollen/ dürfen von Nutzern (nicht) erkannt werden? Welche Ef-fekte sollen/ dürfen (nicht) erwartet werden?
DIMENSIONEN-FRAGE	Welche der Gesamteffekte kann ich auf mich und welche auf technische Prozes-se zurückführen? Was führt wozu?	Soll der Nutzer Rückschlüsse über Effekte seiner Handlungen schließen können?	Wie ist mit Verantwortung und Haftung bei Systemnutzung unter Effektintransparenz umzugehen? Ermöglichungshaftung?
BEISPIEL	*geringe Transparenz*: Börsensysteme, bei denen Broker-Algorithmen und menschliche Broker koagieren und interagieren. | *hohe Transparenz*: einfache Maschinen wie Wasch- oder Spülmaschinen. Die Programmwahl kann auf den Nutzer, die vorgegebenen Einstellungen auf den Hersteller zurückgeführt werden.		
BESCHREIBUNG	Die Zuordnung von Effekten zu sie bewirkenden Aktionen ist grundlegend für die Möglichkeit, das eigene Agieren anhand der Effekte zweckmäßig auszurichten und zu lernen. In komplexen Systemen, bei denen der Gesamteffekt als Summe heterogener Aktionsteile entsteht, kann der Urheber einer Einzelaktion nicht mehr auf seinen Beitrag am Gesamteffekt zurückschließen. Kein einzelner Aktienkäufer kann seinen Beitrag am Kursverlauf nachvollziehen und doch hat er ihn mit verursacht. Die Dimensionenfragen II.a.2 zielen darauf ab, ob der Nutzer Effekte der MTR sich, anderen und Technikanteilen kausal zuordnen kann.		

DIMENSION	IIa.3: **Abschätzbarkeit der Konsequenzen,** Emergenzeffekte	KATEGORIE II.a

PERSPEKTIVE	Nutzer	Entwickler	Governance
TEILFRAGE KATEGORIE II.a	Welche Effekte kann ich erkennen/ erwarten?	Welche Effekte sollen erkannt/ erwartet werden?	Welche Effekte sollen/ dürfen von Nutzern (nicht) erkannt werden? Welche Ef-fekte sollen/ dürfen (nicht) erwartet werden?
DIMENSIONEN-FRAGE	Kann ich abschätzen, welche Gesamteffekte aus der MTR resultieren?	Sollen die Gesamteffekte der MTR abgesehen werden können (grundsätzlich bzw. on demand)?	Inwieweit ist diese notwendige Abschätzbarkeit Bedingung für den Einsatz? Wo entstehen evolutionäre Risiken?
BEISPIEL	*geringe Abschätzbarkeit:* Lernende Algorithmen; Kombination vieler Pharmaka; Erzeugung von Biofakten | *hohe Abschätzbarkeit*: Alltagsgeräte, denen (noch) nicht das Prädikat *Smart…* anhaftet: Spülmaschine, DVD-Player, Radiowecker etc.		
BESCHREIBUNG	Aus MTR-Formen mit intelligenter Technologie können Effekte entstehen, die der N nicht im Sinne von zweckgerichteter Technik*nutzung* bezweckt hat. Komplexe vernetzte Systeme neigen zu Emergenzeffekten, also Systemverhalten, das nicht vorhersehbar bar. Die Fähigkeit zu innovativem Verhalten (etwa bei der Lösungssuche) ist eine der Bedeutungen technischer Autonomie. Die Dimensionenfragen II.a.3 zielen auf die Vorhersagbarkeit von Einzel- wie Gesamteffekte von MTR, kurz- wie langfristig.		

DIMENSION	II.a.4: **Effektrichtung**	KATEGORIE II.a

PERSPEKTIVE	Nutzer	Entwickler	Governance
TEILFRAGE KATEGORIE II.a	Welche Effekte kann ich erkennen/ erwarten?	Welche Effekte sollen erkannt/ erwartet werden?	Welche Effekte sollen/ dürfen von Nutzern (nicht) erkannt werden? Welche Ef-fekte sollen/ dürfen (nicht) erwartet werden?
DIMENSIONEN-FRAGE	Erkenne ich, wer/ was an den Effekten beteiligt und wer/ was von ihnen betroffen ist? Z.B. andere Menschen, Umwelt,...	Soll der Nutzer erkennen können, in welcher Richtung die Effekte verlaufen? Wer/ was alles als beeinflussend/ betroffen in Frage kommt?	Sollen/ dürfen die Nutzer (nicht) erkennen können, wer/ was an den Effekten beteiligt und wer/ was von ihnen betroffen ist?
BEISPIEL	*geringe Abschätzbarkeit*: v.a. vernetzte Systeme wie Börsensysteme, *Massive Multiplayer Online Games,* Soziale Netzwerke, MTR-Formen mit hohem Schadstoffoutput | *hohe Abschätzbarkeit:* lokal begrenzte Geräte (Laufband, Tandem)		
BESCHREIBUNG	Ein Nutzer weiß in komplexen vernetzten Systemen nie konkret, ob, wie viele und welche andere Nutzer im System koagieren und damit wer bzw. was alles von den Effekten seines Agierens betroffen ist. Darüber hinaus zielt die Effektrichtung auch aus dem Kreis der an der MTR Beteiligten heraus und adressiert etwa Effekte auf Dritte oder die Umwelt (CO_2-Ausstoß von Fahrer-Auto-Interaktionen). Die Dimensionenfragen II.a.4 zielen auf die Effektgesamtheit von MTR auch jenseits der betrachteten MTR.		

DIMENSION	II.b.1: **Wahrnehmbarkeit des Interfaces**		KATEGORIE II.b
PERSPEKTIVE	Nutzer	Entwickler	Governance
TEILFRAGE KATEGORIE II.b	Wie ist die MTR konkret gestaltet?	Wie soll die MTR konkret gestaltet werden?	Wie soll/ darf die MTR konkret (nicht) gestaltet werden?
DIMENSIONEN-FRAGE	Nehme ich ein Interface wahr?	Soll das Interface wahrnehmbar gestaltet sein? (→ D.III) Welche Informationskanäle, -dichte und -rhythmen sollen dem Nutzer geboten werden?	Werden Teile der Interfaces als Koordinationsmedien (der Parallelkommunikation) zur Handlungskommunikation, zur Governance-Ermöglichung genutzt? Braucht es z.B. eine Hinweispflicht bei nicht wahrnehmbaren Interfaces (s. Videoüberwachung?).
BEISPIEL	*geringe Wahrnehmbarkeit*: sehr kleine, „eingebettete“ Systeme; verdeckte Überwachungskameras | *hohe Wahrnehmbarkeit*: Computer-Tastaturen und -Bildschirme, Fernbedienungen etc.		
BESCHREIBUNG	Einige Systeme haben kein für den Nutzer wahrnehmbares Interface. Das Verschwinden von Eingabe- und Ausgabegeräten zugunsten von Sprach- und Gestensteuerung über eingebettete Sensorik etwa kann als Verschwinden des Interface (nicht der WEE-Grenze/Schnittstelle!) gesehen werden. Die Dimensionenfragen II.b.1 zielen auf die (nicht) wahrnehmbare Gestaltung von MTR-Interfaces.		

DIMENSION	II.b.2: **WEE-Grenze-Position** (logische Grenze der Wahrnehmungs-, Entscheidungs- und Einflussräume)	KATEGORIE II.b

PERSPEKTIVE	Nutzer	Entwickler	Governance
TEILFRAGE KATEGORIE II.b	Wie ist die MTR konkret gestaltet?	Wie soll die MTR konkret gestaltet werden?	Wie soll/ darf die MTR konkret (nicht) gestaltet werden?
DIMENSIONEN-FRAGE	Wo liegt bei der MTR die WEE-Grenze: Näher beim Menschen oder näher an der Technik? Wie ist die Kontrolle über den gemeinsamen Handlungsraum aufgeteilt?	Wo wird die WEE-Grenze platziert? Soll sie situations- bzw. nutzerstereotypspezifisch verlegt werden können und welchen Spielraum dazu ist jeweils der Technik und dem Nutzer einzuräumen?	Inwiefern ergibt sich aus der logischen Grenze, an der die Verfügungsräume von Nutzern und Technik aneinandergrenzen, eine Erlaubnis, eine Pflicht oder ein Verbot für beide, auch über die Position dieser Grenze zu verfügen?
BEISPIEL	*nah am Menschen*: Systeme in modernen Autos (Pre-Safe-Brake-System etc.); Autopilot in Flugzeugen; Brain-Computer-Interfaces | *nah am System*: (gänzlich) manuelle Steuerung in Flugzeugen; Programmierung in Assemblersprache		
BESCHREIBUNG	Die WEE-Grenze bezeichnet die *logische Schnittstelle*, an der sich die Wahrnehmungs-, Entscheidungs- und Einflussbereiche (WEE-Bereiche) von Mensch und Technik im geteilten Handlungsraum berühren. Ist die WEE-Grenze nah am Menschen positioniert, ist der Verfügungsraum der Technik größer und reicht nah an den Nutzer (Autopilot); ist sie tief in der Technik positioniert, hat der Mensch den größeren WEE-Bereich (manueller Modus).		

DIMENSION	II.b.3: **Transparenz der Prozesse** (relativ zur Prognose- und Erklärungsfähigkeit)	KATEGORIE II.b

PERSPEKTIVE	Nutzer	Entwickler	Governance
TEILFRAGE KATEGORIE II.b	Wie ist die MTR konkret gestaltet?	Wie soll die MTR konkret gestaltet werden?	Wie soll/ darf die MTR konkret (nicht) gestaltet werden?
DIMENSIONEN-FRAGE	Welche Prozesse laufen seitens der Technik ab?	Welche Prozesse der MTR sollen dem Nutzer grundsätzlich oder *on demand* bekannt sein?	Wie unwissend bezüglich der ablaufenden Prozesse sollen/ dürfen die Nutzer (nicht) sein/ gelassen werden? („MTR-Führerscheine?“)
BEISPIEL	*geringe Transparenz*: die Alltagsbedienung eines Computers oder Synthesizers, erst recht aller komplexeren Systeme | *hohe Transparenz*: Nutzung einer Schreibmaschine		
BESCHREIBUNG	Mit zunehmender Automatisierung und autonomerer Technik entziehen sich im Vergleich zum Gebrauch (z.B. eines Schraubenziehers) auch die zugrunde liegenden Prozesse der Technik. Mit schwindendem Wissen über diese Prozesse schwindet auch die Prognose- und Erklärungsfähigkeit über Effekte, zu denen diese Prozesse führen bzw. geführt haben. Es schwindet damit die Möglichkeit, die WEE-Grenze über einen bestimmten Punkt hinaus tiefer in die Technik zu legen – keine manuelle Flugzeugsteuerung ohne Wissen über die flugermöglichenden Prozesse.		

DIMENSION	II.b.4: **Beteiligungsform**: Prozess (allg. bzw. differenziert) oder Resultat	KATEGORIE II.b

PERSPEKTIVE	Nutzer	Entwickler	Governance
TEILFRAGE KATEGORIE II.b	Wie ist die MTR konkret gestaltet?	Wie soll die MTR konkret gestaltet werden?	Wie soll / darf die MTR konkret (nicht) gestaltet werden?
DIMENSIONEN-FRAGE	In welcher Form bin ich an der MTR beteiligt? Beeinflusse ich (kontinuierlich) einzelne Prozesse, werde ich lediglich mit einem Resultat konfrontiert, dass ich dann in toto ablehnen oder annehmen kann, oder keines von beidem?	In welcher Form soll der Nutzer an der MTR beteiligt werden? Wie früh oder tief soll er in welche Prozesse eingreifen können?	Muss nicht die Möglichkeit aufrechterhalten werden, dass Nutzer prinzipiell sämtliche Resultate (grundsätzlich oder on demand) abrufen können?
BEISPIEL	*geringe Beteiligung*: Suchmaschinenanfragen; ‚intelligente' Aufzüge; Autopilot | *hohe Beteiligung*: Programmieren/ Bedienen in Assemblersprache; manueller Modus bei Flugzeugen		
BESCHREIBUNG	Die MTR-Formen weisen unterschiedliche Grade der Beteiligung von Menschen und Technik an der geteilten Aktion auf. Die Spannweite reicht von kontinuierlicher Kontrolle der Einzelprozesse durch den Menschen bis zu reiner Konfrontation mit Endergebnissen durch eine opake Black-Box-Technik. Dabei ist die Beteiligungsform durch die Kompetenz und das Steuerungswissen der Nutzer sowie durch die MTR-Gestaltung – v.a. der konkreten Position der WEE-Grenze und der Verfügungsberechtigungen über deren Positionierung – bestimmt .		

DIMENSION	II.b.5: **Distanzierungsmöglichkeiten** (Ausstiegspunkt)	KATEGORIE	II.b

PERSPEKTIVE	Nutzer	Entwickler	Governance
TEILFRAGE KATEGORIE II.b	Wie ist die MTR konkret gestaltet?	Wie soll die MTR konkret gestaltet werden?	Wie soll/ darf die MTR konkret (nicht) gestaltet werden?
DIMENSIONEN-FRAGE	Welche Möglichkeiten habe ich, mich von der MTR zu distanzieren: zeitlich, um Effekte des gemeinsamen Agierens zu überdenken, oder grundsätzlich wie bei Abhängigkeiten?	Soll der Nutzer möglichst weitreichende oder möglichst geringe Möglichkeiten der Distanzierung haben?	Wo sind Nutzer vor Abhängigkeiten, systemischen Sachzwängen bzw. technisch vermittelter Herrschaft zu schützen?
BEISPIEL	*geringe Distanz*: Verwendung psychologischer Trigger in der Interaktionsgestaltung (z.B. Games, v.a. mit hohem Suchtpotenzial); MTR mit nicht willentlich kontrollierbaren Biosignalen als Systeminput (Aufmerksamkeitsassistenz via Lidschlagmessung). | *hohe Distanz*: Sensorarme Systeme mit mechanischen Knöpfen/ Hebeln; E-Mail-Programme		
BESCHREIBUNG	Die unterschiedlichen MTR-Formen involvieren die Menschen in unterschiedlichem Maße und lassen dabei Distanzierungen – also die Möglichkeit, es sich anders zu überlegen, die Interaktion abzubrechen, mit Blick auf spontan geänderte Ziele zu steuern usw. – nur bedingt zu. Dies betrifft zeitliche wie räumliche und prinzipielle Distanzierungsräume. Spiel-/ Handy-/ Internetsucht, Brain-Machine-Interfaces, Herzschrittmacher mit Closed-Loop-Stimulation usw. bedingen jeweils andere Distanzierungsmöglichkeiten von und Ausstiegspunkte aus der MTR bzw. ‘koppeln‘ Mensch und Technik teils eng und mitunter irreversibel.		

DIMENSION	II.b.6: **Physische Durchdringung**	KATEGORIE II.b

PERSPEKTIVE	Nutzer	Entwickler	Governance
TEILFRAGE KATEGORIE II.b	Wie ist die MTR konkret gestaltet?	Wie soll die MTR konkret gestaltet werden?	Wie soll/ darf die MTR konkret (nicht) gestaltet werden?
DIMENSIONEN-FRAGE	Inwieweit bin ich mit technischen Anteilen durchdrungen (Steuerung, Sensorik)? Handelt es sich um invasive Technik?	Welche physische Nähe und Komplementarität sollen die Hardwarekomponenten zum Nutzer haben?	Gibt es normative Grenzen bei der technischen Durchdringung der Nutzer?
BEISPIEL	*geringe physische Durchdringung*: Auto, Handy, externe Artefakte, technische Infrastrukturen und Großanlagen. | *hohe physische Durchdringung*: Prothesen, Implantate, Biofaktisierung des Menschen (Impfen, Gen-Immuntherapien etc.), Brain-Computer-Interfaces und andere Biodaten-Interfaces.		
BESCHREIBUNG	Unter dem Stichwort *invasive Technisierung* (G. Böhme) wird die Tendenz angesprochen, dass Technik mit zunehmender Miniaturisierung auch zunehmend einbettungsfähig wird und nicht nur in Umgebungen (AAL), sondern auch in Menschen ‚eingebettet' bzw. implantiert werden kann. So kommen physisch nahen MTR-Formen wiederum spezifische Möglichkeiten und Grenzen bezüglich der Interaktionseigenschaften zu: Implantate können kaum verloren, gestohlen, vergessen oder abgenommen werden (vgl. II.b.5), zugleich werden wichtige Funktionen und Ziele (z.B. Überleben mittels Herzschrittmacher) erst durch invasive Technik überhaupt verfügbar.		

DIMENSION	II.b.7: **Körperlichkeit der Technikkomponenten**	KATEGORIE	II.b

PERSPEKTIVE	Nutzer	Entwickler	Governance
TEILFRAGE KATEGORIE II.b	Wie ist die MTR konkret gestaltet?	Wie soll die MTR konkret gestaltet werden?	Wie soll/ darf die MTR konkret (nicht) gestaltet werden?
DIMENSIONEN-FRAGE	Ist die Technik virtuell, welche Hard- oder Software ist vorhanden? Handelt es sich z.B. um virtuelle oder Embodied Agents?	Verwende ich bspw. virtuelle oder Embodied Agents zur Interaktion?	Wann ist es geboten/ verboten, bestimmte Formen des Embodiments von Technikkomponenten zu ermöglichen?
BEISPIEL	*geringe Körperlichkeit*: Versicherungsalgorithmen; allg. Software | *hohe Körperlichkeit*: Physically Embodied Agents (Roboter); Virtually Embodied Agents (Avatare); Systeme mit interaktionsfähiger Hardware (Sensorik, Motorik).		
BESCHREIBUNG	Die Körperlichkeit der Technik(-Komponenten) bezieht sich auf technikseitige Gestaltung dahingehend, dass die Systeme über einen (physischen oder virtuellen) Körper mit ihrer jeweiligen Umwelt (selbe physische Raum wie die Menschen oder virtuelle Umgebung) interagieren können. Über die Körperlichkeit werden gestische, deiktische oder mimetische Interaktionsformen möglich, die vom Menschen wiederum nonverbal, intuitiv, emotional, spiegelneuronal etc. aufgenommen werden können. Bspw. führt eine anthropomorphe Systemgestaltung auch zu verstärkten Autonomiezuschreibungen und emotionalen Bezugnahmen wie Mitleid oder Sympathie.		

DIMENSION	II.b.8: **Mensch-Technik-Relation** oder **technisch vermittelte Mensch-Mensch-Relation** (MTR vs. M-T-M)	KATEGORIE II.b

PERSPEKTIVE	Nutzer	Entwickler	Governance
TEILFRAGE KATEGORIE II.b	Wie ist die MTR konkret gestaltet?	Wie soll die MTR konkret gestaltet werden?	Wie soll / darf die MTR konkret (nicht) gestaltet werden?
DIMENSIONEN-FRAGE	Befinde ich mich in einer Relation (ggf. als Interaktion oder Koaktion) primär mit Technik oder primär mit anderen Menschen, die technisch vermittelt wird?	Soll die Technik die Rolle eines „Gegenübers“ oder eher explizit vermittelnde Funktion haben? Wie sollen dem Nutzer die anderen Nutzer dargestellt werden?	Korreliert das Vermögen, die Art der MTR als Interkation oder Koaktion identifizieren zu können oder nicht, mit Haftung und Verantwortung der Nutzer?
BEISPIEL	*technisch vermittelte MMI/ echte Erwartungen*: Telefongespräche; Chats in sozialen Netzwerken; Steuerungsunterstützung via Funk von Towerpersonal | *MTI/ Quasi-Erwartungen*: Assistenzsysteme moderner Autos; AAL-Systeme (context aware machines); Steuerungsunterstützung von sensorbasierten Assistenzsystemen.		
BESCHREIBUNG	Bei den MTR-Formen ist einerseits zwischen den *Mensch-Technik-Relationen*, bei der Menschen ihr Handeln mit technischen Aktionen und deren Quasi-Erwartungen (z.B. Nutzerprofile) koordinieren, und andererseits der MTR als *technisch vermittelte Mensch-Mensch-Relation*, bei der zwischenmenschliche Interaktion mit echten (Erwartungs-)Erwar-tungen technisch vermittelt, (vor-)strukturiert, übertragen, gefiltert etc. wird, zu unterscheiden. Beide sind (je nach Inszenierungsgrad, vgl. D.III) mitunter für den Nutzer nicht zu unterscheiden (z.B. Wolfgang von Kempelens ‚Schachtürke‘ von 1769)		

DIMENSION	II.b.9: **kollektive Systemnutzung**, M/M/M-T	KATEGORIE II.b

PERSPEKTIVE	Nutzer	Entwickler	Governance
TEILFRAGE KATEGORIE II.b	Wie ist die MTR konkret gestaltet?	Wie soll die MTR konkret gestaltet werden?	Wie soll/ darf die MTR konkret (nicht) gestaltet werden?
DIMENSIONEN-FRAGE	Ist eine Mehrzahl von Menschen (als Aggregat, Kollektiv oder Korporation) an der Relation (ggf. als Interaktion oder Koaktion) beteiligt?	Wie viele Menschen (als Individuum, Aggregat, Kollektiv oder Korporation) sind in der Systemnutzung (ggf. als Interaktion oder Koaktion) vorzusehen?	Wie ist mit Effekten (z.B. dem Diffundieren der Verantwortung) einer Systemnutzung jeweils als Aggregat, Kollektiv oder Korporation umzugehen?
BEISPIEL	*nicht kollektiv genutzte Systeme*: PKW; Haushaltsgeräte | *kollektiv genutzte Systeme*: Massiv-Multiplayer-Online-Games; Navigationssysteme mit Car2Car-Kommunikation; Verkehrsleitsysteme; Börsensysteme; IuK-Systeme des Crowdsourcing		
BESCHREIBUNG	Ob ein System von einem einzelnen oder mehreren Nutzern verwendet wird, ist (je nach Inszenierungsgrad, vgl. D III) nicht immer ersichtlich. Entsprechend ergeben sich Ände-rungen in der Wahrnehmung der eigenen Handlungsoptionen; so mag z.B. soziale Erwünschtheit (ob mit handlungsmoderierenden oder kreativitätshemmenden Effekten) in Relation zu Systemen berücksichtigt werden, in der weitere Menschen als an der Systemnutzung beteiligt oder von ihr betroffen angenommen werden.		

DIMENSION	III.: **Durchschaubarkeit der Inszenierungsgrade**		KATEGORIE II.b
PERSPEKTIVE	Nutzer	Entwickler	Governance
TEILFRAGE KATEGORIE II.b	Treffen die Informationen aus D II zu? Bestehen Inszenierungen?	Wo/ wie sollen Inszenierungsebenen eingezogen werden?	Wo/ wie sollen/ dürfen Inszenierungsebenen (nicht) eingezogen werden?
DIMENSIONENFRAGE	Inwiefern unterscheidet sich mein Wissen um die MTR (Teilnehmerperspektive) von der tatsächlichen MTR (Beobachterperspektive)? Vermute ich Inszenierungsaspekte, die (prinzipiell) aufgeklärt werden können müssten?	An welchen Stellen und in welcher Form soll das System bewusst performativ sein?	Sollen Nutzer prinzipiell Inszenierungsebenen modifizieren können? Sollen wenigstens *on demand* Inszenierungswirkungen auf Kollektive gehemmt/ ermöglicht werden können?
BEISPIEL	*hohe Durchschaubarkeit:* Games; Unterhaltungselektronik | *geringe Durchschaubarkeit*: Mechanical Turk von Amazon; bildgebende Verfahren (CT, MRT), deren Bilder nicht als visuelle Inszenierung (magnetischer Resonanzen) durchschaut, sondern als Abbilder innerer Organe angenommen werden; das Bremspedal in neueren Autos (es wirkt nach außen wie ein klassischer mechanischer Hebel, dieser Eindruck, z.B. Bremswiderstand, wird jedoch von einem komplexen System simuliert)		
BESCHREIBUNG	In einigen MTR wird die Technik so inszeniert, dass Fehleinschätzungen bezüglich ihrer Art und Leistungsfähigkeit stattfinden können. Bei manchen MTR liegt ihr eigentlicher Zweck in der Inszenierung (Games; die Kulleraugen der Robbe Paro), in anderen können inszenierungsbasierte Fehleinschätzungen zu Konflikten oder zum Relationsabbruch führen.		

3.2.3 Klassische Beispiele zur Erklärung der Heuristik

Aus der Recherche zu Beispielen, die einen Wandel von Autonomie und Kontrolle in MTR bewirken, wurden zwei herausgegriffen, um die im Laufe des Projekts erarbeiteten Dimensionen auf ihre Leistungsfähigkeit zu testen. Die Auswirkungen auf Autonomie und Kontrolle wurden hierzu narrativ in einem Szenario beschrieben, in dem ein fiktiver Nutzer sich in der entsprechenden MTR befindet. An manchen Stellen wird jedoch zur Abgrenzung auch auf die Designer- und Governance-Perspektive verwiesen. Bei den Beispielen handelt es sich zum einen um ein Fahrassistenzsystem als eine etablierte teilautonome Technologie und zum anderen um ein Exergame-Setting, bei dem die Auswirkungen der Phänomene Big Data und Gaming thematisiert werden. In römischen Ziffern wird im Fließtext auf die jeweiligen Dimensionen der Heuristik Bezug genommen.

3.2.3.1 Fahrassistenz

Seit einigen Jahren werden von unterschiedlichen Automobilherstellern automatische und autonome Notbremssysteme als Komponenten von Fahrassistenzsystemen in Fahrzeugen eingebaut. Ein Beispiel hierfür ist etwa die Pre-Safe Bremse von Daimler, die das Unternehmen selbst folgendermaßen beschreibt:

> „Die innovative PRE-SAFE® Bremse fordert im Falle eines erkannten, drohenden Auffahrunfalls den Fahrer durch optische und akustische Signale zum Handeln auf. Handelt der Fahrer nicht, kann die PRE-SAFE® Bremse durch eine autonome Teilbremsung den Fahrer zusätzlich haptisch warnen und bereits Geschwindigkeit reduzieren. Bleibt trotzdem eine Reaktion des Fahrers weiterhin aus, kann die PRE-SAFE® Bremse kurz vor dem nun unausweichlichen Aufprall eine Vollbremsung einleiten und die Aufprallschwere nochmals deutlich reduzieren.“[96]

96 Daimler 2013: *PRE-SAFE® Bremse: Automatische Vollbremsung* | *Daimler > Technologie & Innovation > Sicherheit > Reagieren*

Dieser Beschreibung folgend, sollte für den Fahrer zunächst klar sein, nach welchem Prinzip die Pre-Safe Bremse funktioniert und in welchen Situationen sie vom Fahrer Reaktionen anfordert. (D II.a) Die dem System zugrunde liegende Programmierung und alle im Hintergrund ablaufenden Prozesse zur Registrierung der Gefahren sind für den Fahrer hingegen nicht offensichtlich – für die Fahrt selbst ist dies nicht notwendig und wäre sogar überfordernd. (D II.b.3)

Die Pre-Safe Bremse soll in Situationen greifen, in denen der Fahrer ein geringeres Wahrnehmungsvermögen hat als das Assistenzsystem, das bestimmte Gefahren, etwa Wildtiere oder Fußgänger, über Sensoren (Infrarot, Radar, etc.) registriert. Dem oben beschriebenen Dreischritt Warnung-Teilbremsung-Vollbremsung folgend, lässt sich zuordnen, ob der Bremsvorgang vom Fahrer oder der Pre-Safe Bremse ausgeht. Im mittleren Schritt wäre das Bremsen vom Fahrer ausgelöst, aber durch das System empfohlen und in Stärke und Art (z.B. Stotterbremsung durch ABS) durchgeführt (d.h. Delegation von Kontrolle (3)).

Das System selbst liefert dem Menschen auf Basis der Berechnung durch die Sensoren bereits „interpretierte“ Resultate. Die Interpretation von Umweltdaten *als* Gefahrensituationen wird dem System entwicklerseitig vorgegeben, mit dem Ziel, im konkreten Fall einen optimalen Bremsvorgang einfordern bzw. einleiten zu können. Bezüglich des Zwecks, der mit dem Assistenzsystem erreicht werden soll – dem optimalen Bremsverhalten –, hat der Fahrer somit klare Erwartungen an das System (D II.a.1). Da der Mensch vom Fahrassistenzsystem in bestimmten Situationen durch Blinken oder Bremsvorgänge explizit zum Handeln aufgefordert wird, bestehen in umgekehrter Richtung auch Quasi-Erwartungen des Systems an den Menschen. Diese Quasi-Erwartungen resultieren aus den implementierten Situations- und Nutzerstereotypen; das System „erwartet“ stereotypgemäßes Verhalten

und strukturiert gegebene Möglichkeitsräume für den Fahrer(-stereotyp) bereits vor.

Falsche Erwartungen an das System (D II.a.1 geringe Transparenz) können hingegen entstehen, wenn der Mensch jenes System von seiner intendierten Zweckgebundenheit löst, etwa indem der Fahrer ein Fahrzeug mit ESP zum gezielten Driften benutzen will, das System diesen Vorgang jedoch als Gefahrensituation erkennt und das Rutschen unterbindet. Umgekehrt ist das System gerade durch seinen vorgegebenen Interpretationsspielraum begrenzt, was in bestimmten Fällen auch zu einem Interaktionsdilemma führen kann, etwa wenn der Fahrer in einer bestimmten Gefahrensituation, bspw. einem Tier vor dem Auto, intuitiv anders reagieren würde, als es das System empfiehlt (und sein Stereotyp es nahelegt).

Um die Systemleistungen zu erfüllen, müssen Fahrer und System über ein adäquat gestaltetes Interface interagieren. (D II.b.1) Hierdurch wird der Fahrer stets über die durch das System erfassbaren Gefahren informiert und kann damit weitere Folgeschritte des Bremsvorgangs – sowohl durch die Pre-Safe Bremse als auch durch ihn selbst ausgelöste – abschätzen und einleiten. (D II.a.3) Die Gestaltung des Interface hilft dem Fahrer, die Erwartungen des Systems als Quasi-Erwartung zu erkennen, da hier eine direkte MTI stattfindet und keine technisch vermittelte Mensch-Mensch-Interaktion. Letzteres wäre etwa der Fall, wenn der Fahrer, wie im Luftverkehr, über das Assistenzsystem von einem Menschen aus einem Tower über Gefahren informiert würde.

Der Kontakt zwischen dem Fahrer und dem Assistenzsystem entsteht durch ihre Interaktion im Prozess des Fahrens. Die Interaktion beginnt in diesem Beispiel frühestens mit dem Einsteigen ins Fahrzeug (D I). Inwieweit sich der Mensch unmerklich in eine MTI begibt, in der Assistenzsysteme die Kontrolle über bestimmte Situationen übernehmen, wie es bei der Pre-Safe Bremse der Fall ist, hängt mitunter von seinem Wissen über die Funktionsweise des

Systems ab, aber auch vom Informationsgehalt des Interface. Indem sich der Fahrer bewusst in diese Interaktionssituation begibt, hat er dennoch die Möglichkeit, sich von den Handlungen, die das System vorschlägt, im Sinne eines Vorschlages zu distanzieren (D II.b.5), etwa indem er einer Gefahrenquelle ausweicht, anstatt das System bremsen zu lassen, oder zum Driften ESP manuell ausschaltet, also die WEE-Grenze für den Moment tiefer ins System verlegt (D II.b.2). Hierbei spielen jedoch auch Zeitspanne und Aufnahmefähigkeit eine wichtige Rolle: Gerade dadurch, dass die Pre-Safe Bremse Gefahren erkennen kann, die dem Menschen entgehen würden, ist etwa in zeitkritischen Gefahrensituationen (Bsp. Kind läuft vor das Auto) die Distanzierungsfähigkeit des Menschen natürlich limitiert. Die WEE-Grenze der MTI wurde u.a. wegen dieser Beschränkung entwicklerseitig näher am Menschen positioniert.

Wenn das Assistenzsystem auf die Umwelt reagiert, Veränderungen registriert und den Menschen auf erforderliche Handlungen hinweist, hat es hinsichtlich des Wissens über das Eintreten konkreter Gefahrensituationen einen Informationsvorsprung (nicht zuletzt wegen elaborierter Sensorik) gegenüber dem Menschen, der kaum mehr direkte Sinnesdaten von außen über den Straßenzustand o.ä. bekommt.[97] In der Situation, in der das System vom Menschen konkrete Handlungen einfordert oder diese bei ausbleibender Handlung selbst übernimmt, liegt die WEE-Grenze nah am Menschen; das System hat in dieser Situation mehr Kontrolle über die geteilte Gesamthandlung als der Mensch. Der autonome Ausweichassistent von

---

97 Was z.B. über entsprechende Geräuschdämmung und eine Federung umgesetzt wird, die das Fahrgefühl eines Dahingleitens bewirken und das zunehmend unabhängig vom Straßenzustand. So kommt auch zunehmend ein Gefühl für die eigene Geschwindigkeit abhanden, weshalb ein Blick auf den Tacho in entsprechenden Autos ein durchaus überraschendes Justieren der eigenen Wahrnehmung mittels der sensorbasierten Informationslage des Autos darstellt. Das Überraschende daran zeigt die Diskrepanz zwischen menschlicher Sinnes- und technischer Sensorwahrnehmung.

Nissan[98] etwa, „reißt“ dem Fahrer für den kurzen Moment des Notmanövers regelrecht – und nicht nur symbolisch – das Lenkrad aus der Hand.[99]

3.2.3.2 Exergames

Im April 2012 rief das City of Los Angeles Department of Aging zusammen mit weiteren Seniorenzentren eine Public Private Partnership mit einem Software-und Hardwarehersteller ins Leben, die älteren Menschen Exergames näher bringen soll: den *Exergamers Wellness Club*.[100] Entwickelt wurde das Programm mit Unterstützung von Partnern aus Gesundheit und Pflege. (Die technischen Komponenten dieses Projekts sind beide von Microsoft, zum einen Kinect, eine Hardware zur Steuerung der Videospielkonsole (XBOX 360) durch Körperbewegungen, und zum anderen HelthVault, ein Monitoring-Tool.[101]) **Ziel soll es sein, durch die Kombination aus Videospielen und Monitoring des körperlichen Befindens sowie von medizinischen Daten, die Gesundheit zu verbessern und gleichzeitig soziale Interaktionen zu intensivieren und die Lebensqualität zu steigern.**

In dem hier gewählten Exergame-Beispiel treffen die Bereiche Big Data und Gaming zusammen. Verschiedene Angebote des Software- bzw. Hardwareherstellers werden dabei genutzt, um virtuelle Spiele anzubieten, bei denen

---

98 Nissan Motor Co. 2012: *Nissan Announces "Autonomous Emergency Steering System"*

99 Dabei wäre bezüglich unglücklicher Dilemmasituationen auch zu diskutieren, wie im Zweifelsfall zwischen zwei nicht zugleich vermeidbaren Verkehrsteilnehmern technikseitig (bzw. ex ante Entwicklerseitig) zu entscheiden wäre. Vgl. dazu Lin 2014: *The Robot Car of Tomorrow May Just Be Programmed to Hit You*

100 Microsoft 2013: *City of Los Angeles Announce Program That Increases Activity and Well-Being of Seniors*, Das Pilot-Projekt startete zunächst im St. Barnabas Senior Center in Los Angeles.

101 Microsoft 2012: *Exergamers Wellness Club Uses Kinect and HealthVault to Enhance Seniors' Well-being*

gleichzeitig bestimmte gesundheitsbezogene Daten gespeichert und überwacht werden.[102] Die Senioren, die sich im Exergamers Wellness Club treffen, sind zwischen 64 und 94 Jahre alt. Da die teilnehmenden Senioren von verbesserter Fitness und höherem Wohlbefinden berichteten, wurde das Programm schnell auf sämtliche Seniorenzentren des Department of Aging ausgedehnt. Gerade durch Kinect, das durch Spiele mit virtuellen Anleitungen einen hohen Spaßfaktor und körperliche Bewegung bietet, wurde das Programm sehr schnell beliebt. Eines dieser Spiele ist etwa das virtuelle Bowling, bei dem jeweils die Seniorenteams aus Los Angeles und New York gegeneinander antreten. Ebenfalls gut angenommen werden Tanzspiele. Wie effektiv die bewegungsintensiven Computerspiele für Teilnehmer tatsächlich sind, ob sie nennenswerte Verbesserungen des Gesundheitszustands mitbringen, kann anhand der Software HealthVault nachverfolgt werden. HealthVault lässt sich nutzen, um persönliche Daten über den Gesundheitszustand zu erfassen, diese auswerten zu lassen und sich von der Software Handlungsempfehlungen, etwa zur Steigerung der körperlichen Fitness, generieren zu lassen.[103]

Doch inwiefern kann die Nutzung von HealthVault Auswirkungen auf den Wandel von Autonomie und Kontrolle haben? HealthVault selbst besteht aus vier verschiedenen Komponenten, mit denen sich Gesundheitsinformationen für die ganze Familie erheben, speichern, verwenden und weitergeben lassen. Als Vorteile werden hier die Verbesserung der medizinischen Versorgung, die Möglichkeit der Steigerung der Fitness und der damit verbundenen

---

102 Diese Komponenten sind auf dem deutschen Markt bereits erhältlich und werden separat auch eingesetzt. Microsoft 2014: *Microsoft HealthVault*, „Microsoft HealthVault hilft Ihnen, Gesundheitsinformationen für sich selbst und Ihre Familie zu sammeln, zu speichern, zu verwenden und freizugeben.“, sowie Microsoft Corporation 2014: *Kinect für Xbox 360*, „Du bist Teil des Spiels. Kinect ist einfach zu bedienen und sorgt dafür, dass du von der Couch aufstehst und Spaß hast.“

103 Microsoft 2014: *What can you do with HealthVault?*

langfristigen Verbesserung der Gesundheit genannt. Die Videospielkonsole Kinect dient als unterstützende Maßnahme für Fitness-Aktivitäten, da die Software hier durch Körperbewegungen gesteuert wird.

Somit suggeriert das Programm zunächst, dass sich der Mensch in vielerlei Hinsicht autonom verhält: Der Mensch **verwaltet** seine Gesundheitsakten und seinen Gesundheitszustand zunächst **selbst** bis in jedes Detail, wie etwa die Veränderung des Blutzuckerspiegels, aber auch sämtliche ärztliche Diagnosen, Röntgenbilder usw. können zentral abgespeichert werden. Vielversprechend klingt dabei auch, dass diese Daten besonders einfach verwaltet werden können, etwa über das Smartphone, und somit jederzeit verfügbar sind und gerade in Notsituationen genutzt werden können. Das Motto „*be prepared for an emergency*“ bietet somit gerade für Patienten mit schweren oder chronischen Erkrankungen eine mögliche Erleichterung des Alltags sowie Sicherheitsversprechen. Diesen Funktionen sind weitere Dienste nachgelagert, wie etwa die Möglichkeit, Untersuchungsergebnisse mit der HelthVault Software auf das HealthVault Connection Center hochzuladen. Die gesammelten Daten befinden sich somit in einer Cloud, die von Gesundheitsdienstleistern eingesehen werden können.

Durch all diese Funktionen erschließen sich die Menschen ihre Gesundheits- bzw. Krankheitsgeschichte umfassend. Ziel ist es, hierdurch eine **bessere medizinische Versorgung** gewährleisten zu können, da der Arzt nun auch die Möglichkeit hat, stets den gesamten Verlauf an Resultaten und Diagnosen einzusehen.

Der Effekt, den die Menschen in erster Linie bemerken könnten, ist ein gesteigertes Gefühl von Freiheit und Selbstbestimmung, da für sie die Kontrollierbarkeit und Überschaubarkeit aller seiner Gesundheitsdaten mit der Software scheinbar bei ihnen (selbst) zuhause gebündelt wird. Hierzu gehört auch die Möglichkeit, mithilfe des Programms die eigene Fitness und damit den Gesundheitszustand zu prüfen und zu optimieren. Die Entscheidung

hierzu ist, sofern nicht als medizinische Maßnahme angeordnet oder durch soziale Zwänge genötigt, als autonome Entscheidung der Menschen zu einem gesünderen Lebensstil interpretierbar.

MTR-Dimensionen des Exergamers Wellness Club Settings: Die Auswirkungen, welche die beiden Komponenten HealthVault und Kinect jeweils auf die Autonomie des Menschen haben können, unterscheiden sich. Mit Kinect werden die Videospiele nicht mehr über Controller, sondern nur noch über Körperbewegungen gelenkt. (D II.b.7) Die Interaktion von Mensch und Technik besteht aus physischen Bewegungen, die virtuelle Bewegungen in Gang setzen. Trotz des Fehlens eines Controllers ist für den Spieler, auch wenn das Interface selbst unsichtbar ist (D II.b.1), offensichtlich, dass die Effekte, d.h. bestimmte Prozesse im Spiel, durch die Bewegungen des Spielers entstehen (D II.a.2). Welche genauen Prozesse auf technologischer Seite ablaufen, ist für den Spieler nicht ersichtlich, für den Spielablauf jedoch auch nicht notwendig bzw. sogar hinderlich. (D II.b.3) Videospiele zielen meist auf eine geringe Prozesstransparenz ab, da die Immersion, das völlige Abtauchen in das Spiel, durch zu transparente Prozesse gestört oder verhindert werden kann. So würde aus dem Spielen eines Spiels ein effektoptimiertes Steuern der Spielmechanik.

Während des Spiels sind die Teilnehmer Teil des Prozesses – die Körperbewegungen lenken entweder einen Avatar im Videospiel oder bestimmte virtuelle Gegenstände und Instrumente (D II.b.4). Hierbei kann es durchaus passieren, dass bei bestimmten Bewegungen falsche Systemleistungen erwartet werden (D II.a.1). (Die Art etwa, wie die Kugel beim Bowling zum Rollen gebracht wird.) Dennoch bleibt auch der grundsätzliche **Inszenierungsgrad** der Technik für den Menschen **erkennbar** (D III). Der Spieler weiß, dass er sich bewusst in die Spielsituation begeben hat, und kann sich durch Beendigung des Spiels auch von diesem **distanzieren** (D I, D II.b.5). Während des Spiels scheint es, als läge die WEE-Grenze tief in der Technik,

da die virtuellen Bewegungen auf den physischen Anstoß warten (D II.b.2). Doch ist das Spiel durch Gratifikationen usw. bereits darauf ausgelegt, dass es immer auf eine bestimmte Form von Input durch den Menschen wartet. Der Mensch kann nur im angebotenen Möglichkeitsraum des jeweiligen Spiels über seine Handlungsalternativen disponieren – Abweichungen im Verhalten des Menschen (von den Quasi-Erwartungen des Systems) führen nicht zum Erfolg bzw. werden vom System nicht als Input interpretiert und verfehlen so die Interaktion.

Die Erfolge, die durch die Videospiele erzielt werden, sollen nicht nur am persönlich empfundenen Wohlbefinden, sondern über die HealthVault Software auch am tatsächlichen körperlichen Fitnesszustand abgelesen werden können. Dieser vermeintliche **softwarebasierte Erfolgsmesser**, der dem Senior weitere Handlungsempfehlungen gibt, hat aber über verschiedene Dimensionen ebenfalls Auswirkungen auf die Autonomie des Menschen, die erst bei näherem Hinsehen auffallen. Was die Nutzer in erster Linie wahrnehmen, ist ein bedingt transparentes Interface (D II.b.1), über das die Daten in das Programm übertragen werden. Da es sich bei HealthVault um eine Software handelt, liegt durch die Form der Eingabe der Daten die **WEE-Grenze tief im System**, auch findet **keine physische Durchdringung** von Mensch und Technik während dieser Interaktion statt (D II.b.2/6). Die Nutzung von HealthVault hat somit einige Ähnlichkeit mit der herkömmlichen Nutzung von PCs, bei der für den Nutzer meist nicht offensichtlich ist, welche technologischen Prozesse im Hintergrund ablaufen (D II.b.3).

Besonders auffällig ist bei HealthVault jedoch, dass die Software dem Menschen zunächst in ihrem Output als relativ durchschaubar erscheint, da sie dem scheinbar einfachen Zweck dient, die Daten zu speichern und hieraus teilweise Diagramme zu erstellen. Somit erscheint es dem Nutzer, als könne er die Systemeffekte direkt einem Urheber zuordnen – nämlich sich selbst,

als Eingeber der Daten, und der Software als Verarbeiter der Daten. (D II.a.3)

Doch ist gerade dadurch, dass die Software sämtliche Daten über die Cloud auch Gesundheitsdienstleistern zur Verfügung stellt, nicht nur eine direkte Interaktion von Mensch und Technik vorhanden, sondern auch eine indirekte mit anderen Menschen. Tatsächlich handelt es sich hierbei um eine technisch vermittelte Mensch-Mensch-Interaktion zwischen den Senioren und Gesundheitsdienstleistern (D II.b.8). Die **vermeintliche** Abschätzbarkeit von Konsequenzen, die insbesondere durch die **Sichtbarkeit des Interface** und die **hohe Distanzierungsmöglichkeit** suggeriert wird, gilt lediglich für die direkte Betrachtung der eigegebenen Daten. Inwieweit die Daten weiterverarbeitet werden, ist für den Nutzer im Moment der Eingabe nicht abschätzbar.

Zwar sehen die Nutzungsbestimmungen von Microsoft keine explizite Weitergabe der Daten vor. Im Fall des Exergamers Wellness Clubs heißt es in einem Microsoft Blog jedoch ausdrücklich, dass die Daten von Gesundheitsdienstleistern ausgewertet werden, ohne jedoch konkrete Dienstleister zu nennen.[104] Denkbar ist also, dass auf einer zweiten Ebene das Programm „Exergamers Wellness Club“ das Angebot an Spielen nach Auswertung der Gesundheitsdaten tatsächlich auch an Interessen bestimmter Anbieter orientiert wird. Fraglich bleibt zudem, wie das Gesundheitssystem der Zukunft aufgestellt sein wird und welche Einflüsse das auf den einzelnen haben kann:

---

104 „ The tool, powered by Get Real's InstantPHR™, is integrated with HealthVault and enables healthcare providers to screen and monitor important geriatric health indicators such as diabetes, depression, memory function, vision, hearing, flexibility and strength, plus key measurements such as blood pressure and weight.” Microsoft 2012: *Exergamers Wellness Club Uses Kinect and HealthVault to Enhance Seniors' Well-being*

- Werden jene Menschen, die ihre Gesundheitsdaten nicht vollständig digitalisieren, zukünftig benachteiligt?
- Werden jene Gratifikationen, die der Spieler als Patient durch den Exergame-Anteil erfährt, auch ein Maßstab für Behandlungen?
- Wie wird gesichert, dass jene Daten nicht zu Marketingzwecken genutzt werden?

Denkt man an mögliche Erweiterungen dieser Exergamers-Wellness-Praxis, so stellt sich die Frage, mit welchen anderen Mitteln die einzelnen Komponenten miteinander verbunden werden könnten. Es wäre etwa denkbar, die Gesundheitsdaten über Sensoren auf der Haut oder über Implantate während der Spielprozesse direkt abzufangen und hochzuladen (D II.b.6). Hiermit würde der Schritt des gezielten Eingebens der Daten in die Software entfallen und zunächst zwar eine Erleichterung im Spielprozess bedeuten. Die Wahrnehmbarkeit einer entsprechenden MTR würde dadurch aber wohl sinken, da ein Einlassen auf die Interaktion und eine Distanzierung zu dem System gegenüber Implantaten im Vergleich zu einer Kinect-Konsole kaum bewusst kontrolliert werden kann. Hiermit würde die Kontrollierbarkeit der Menschen durch Dritte deutlich steigen und ihre Autonomie möglicherweise erheblich eingeschränkt.

Offene Fragen wären:

- Verstärkt der kombinierte Einsatz von Technologien aus Big Data/ Gaming den Wandel von Autonomie und Kontrolle?
- Wie viel Kontrolle ist der Einzelne bereit, auf operativer Ebene abzugeben (Kontrolle (3)), um letztlich auf Ebene von Autonomie (1) einen Mehrwert an Freiheit (Bewegungsfreiheit, Wohlbefinden, Selbstbestimmung, soziale Integration) zu erlangen?

- Vollzieht sich folglich ein Wertewandel hinsichtlich der Bedeutung personaler Autonomie für den Einzelnen? D.h. bedeutet Autonomie die Freiheit, seine eigenen personenbezogenen Daten für sich behalten zu dürfen oder die Freiheit, ein eventuell effektiveres Gesundheitsangebot nutzen zu können, welches auf der Verarbeitung offen zugänglicher Gesundheitsdaten basiert?

3.2.4 Leistungen, Grenzen und Herausforderungen der AMTIR-Heuristik

Wie jede Heuristik stellt die vorgelegte Frageheuristik einen strukturierten Suchraum vor, innerhalb dessen mögliche Antworten systematisiert und Forschungsdesiderate für allererst noch zu erbringende Antworten ersichtlich werden können. Auf dieser (ersten) Ebene ist eine objektstufige Forschung adressiert, die in technikwissenschaftlicher, soziologischer, psychologischer, semiotischer, ökonomischer und ökologischer Perspektive Aktionen, Prozesse, Effekte, Gestaltungsmodalitäten sowie die mediale Verfasstheit des Informationstransfers/ der „Kommunikation“ empirisch untersucht, unter bestimmten Kriterien bewertet und Ergebnisse ihrer Forschung in Gestaltungsvorschläge bzw. die konkrete Gestaltung der entsprechenden Mensch-Technik-Relationen einbringt. Darüber hinaus stellen sich auf einer weiteren (zweiten) Ebene Fragen, die eine spezifisch interdisziplinäre Forschung unter Einbezug der Philosophie adressieren: Denn jede Heuristik gewinnt ihre Struktur unter höherstufigen Perspektiven („*Topoi*“); über die erbrachte Leistung bei der Orientierung von Forschungsprozessen und -strategien hinaus muss sie sich ihrerseits auf ihre *Adäquatheit* angesichts der hochdynamischen Entwicklung der einschlägigen Technologien befragen lassen. Solche Fragen werden provoziert durch Widerständigkeiten und Irritationen bei Versuchen der Klassifizierung und Modellierung neuer Phänomene, Effekte und Tendenzen, die sich einer bis dato als gesichert und selbstverständlich geltenden Perspektivierung zu entziehen scheinen: Dies

betrifft hier die klassische Einteilung in eine Nutzerperspektive, eine Entwickler/ Designer-Perspektive und schließlich die Governance-Perspektive, unter der Optionen der Koordination der ersteren beiden thematisiert werden. Grenzen werden ersichtlich, wenn in den „hybriden Akteurskonstellationen“[105] bestimmte Prozesse und Effekte eine Gestalt anzunehmen scheinen, die nicht alternativ und separat unter den ersten beiden Perspektiven oder der Perspektive der Relationierung der ersten beiden Perspektiven modelliert werden kann. Dies betrifft u.a. das *Verhältnis von Interaktion und Koaktion*. Dann entsteht eine neue Herausforderung der Arbeit an Begriffen, die nicht von den Fachwissenschaften allein oder von einer abstrakten (Technik-)Philosophie bewältigt werden kann, sondern nur im Zuge wechselseitiger Herausforderung, wechselseitigen Abgleichs und gemeinsam getragener tentativer Entwicklung neuer Begrifflichkeiten und Modellierungsstrategien.

Alleingelassen – so lässt sich beobachten – reagieren nämlich beide Seiten in eigentümlicher Weise, die den jeweiligen disziplinären Verfasstheiten vorübergehend nützlich sein mag, die Problemlösungen aber nicht wirklich voranbringt. So lässt sich bei den Fachwissenschaften verfolgen, dass angesichts des Auftretens neuer, „sperriger“ Phänomene und Tendenzen der herkömmliche Begriffsgebrauch zu deren Erfassung ausgeweitet und überdehnt wird. Dies geschieht, wenn etwa – wie in der Informatik – jedwede Mensch-Technik-Relation als „Interaktion“ benannt wird[106] oder in der sozialwissenschaftlichen Technikforschung das Agieren „intelligenter“ Systeme unproblematisch mit dem Titelwort „Autonomie“ belegbar erscheint, weil man sich darauf zurückzieht, dass es sich sowieso nur um *Zuschreibungen* (bzw.

---

105 Krummheuer 2010: *Interaktion mit virtuellen Agenten?*, S. 105; Fink 2009: *Attributionsprozesse in hybriden Systemen*, S. 11

106 Böhle und Pfadenhauer 2011: *Einführung in den Schwerpunkt ‚Parasoziale Beziehungen mit pseudointelligenten Sofwareagenten und Robotern*, S. 7

Zuschreibungsprädikate) aus Nutzerperspektive handeln kann, bzw. die *Einstellungen* derjenigen zu untersuchen sind, die sich als Akteure entsprechend aktiven systemischen Instanzen gegenübersehen.[107] Und umgekehrt mag eine alleingelassene Technikphilosophie ihre Theorieinvestitionen bezüglich Emergenz, Supervenienz etc. in noch so kohärente analytische Ontologien bringen – eine bloße Kritik alltagssprachlicher Zuschreibungen und der diese leitenden Intuitionen, verbunden mit dem Appell zur Revision, geht insofern an der Sache vorbei, als ja diese Zuschreibungen und Unterstellungen die tatsächlichen Interaktionsprozesse in entscheidender Weise mitprägen (weil Handlungspläne eben zuschreibungsbasiert sind). Es lässt sich eben nicht – mit einem objektiven Blick „von nirgendwo her" – ein für allemal eine ontologische von einer subjektiv-kognitiven oder epistemischen Perspektive trennen (wenn auch durchaus unterscheiden, insbesondere mit Blick darauf, dass Ontologien letztlich ihrerseits auch auf höherstufigen Zuschreibungen beruhen). Vielmehr geht es um die Frage, wie sich – als ontologisch unterstellte – Verfasstheiten zu subjektiv-individuellen Einstellungen und Zuschreibungen *verhalten*, wie dieses Verhältnis seitens der beteiligten Subjekte konzeptualisiert wird und/ oder wie es von dritter Seite gestaltet wird bis hin zur „Inszenierung", die entsprechende Reflexionsprozesse anstoßen oder durch eine entsprechend angelegte Performanz verhindern kann.

Mit Blick auf die grundsätzlichen Leistungen und Grenzen jeder Heuristik kann die Frageheuristik unter den drei großen Perspektiven (Nutzer, Gestalter/ Designer, Governance) und den entsprechenden Dimensionen als unverzichtbarer (und in dieser Hinsicht wertvoller) *erster* Schritt erachtet werden, der sowohl ein Tableau objektstufiger Forschungsdesiderate entwirft als auch höherstufig an bestimmten Stellen Reflexionsbedarf anzumelden er-

---

107 Weyer und Fink 2011: *Die Interaktion von Mensch und autonomer Technik in soziologischer Perspektive*, S. 41–43

laubt. Diesem kann nur in interdisziplinärer Forschung unter Einbezug der Philosophie entsprochen werden.

3.2.4.1 Nutzerperspektive

Angesichts der Entwicklung hin zu zunehmend informatisierten Handlungsumwelten ist die Ausgangsproblematik (Befinde ich mich in einer MTR?) keineswegs trivial. Während bei der Werkzeugnutzung oder der Maschinenbedienung Steuerungsimpulse und Einflussnahme auf die Regelung explizit über die Schnittstelle (i.S. der WEE-Grenze) laufen und das kausale Prozessieren selbst oder die Delegationsakte an automatisch-kausales Prozessieren bewusst sind, findet sich in informatisierten Handlungsumgebungen eine andere Sachlage: Handlungsumgebungen, die mit Sensorik, Strategien der Sensordatenfusion, Fähigkeit zur Musterbildung, Adaption, Strategiebildung und Selektion der Aktualisierung disponibler Mittel ausgestattet sind, werden „insgesamt" – wie es im Jargon heißt – „zur Schnittstelle".[108] Dabei werden Eigenschaften des Handlungskontextes pointiert, andere vernachlässigt, und es wird auf diese Weise der Handlungskontext unter bestimmten Hinsichten dekontextualisiert sowie unter Situationsmuster gebracht, die aus Nutzerperspektive nicht einsehbar sein müssen. Da die Sensorik mit allem, was sich daran anschließt, verdeckt prozessiert und in der Bildung und Verarbeitung von Informationen auf Datenbestände zurückgreifen kann, die zeitlich (Vergangenheit, prognostizierte Zukunft) und räumlich jenseits des unmittelbar einsichtigen Handlungskontextes liegen, wird aus Nutzerperspektive die Zuordnung zu einer bestimmten Technik überhaupt, die Selbstverortung an bestimmten Punkten des technischen Prozessierens und die Bestimmung des Umfanges und der Proportionierung entsprechender Wirkungen zum Problem (Paradigma mag die variable, nutzerindividualisierte Preisgestal-

---

108 U.a. Feiner 2002: *Augmented Reality: A New Way of Seeing*

tung im Future-Store sein). Entsprechend wird die Qualifizierung der MTR aus Nutzerperspektive als Gebrauch, Bedienung von Technik oder Interagieren und Koagieren mit Technik problematisch.

Aus philosophischer Perspektive dürfte bemerkenswert sein, dass in Ansehung der realen Prozesse es hier nicht um trennscharfe sortale Unterscheidungen zwischen Handlungstypen gehen kann. Denn es überlagern sich in vielfacher Weise Handlungsschemata, die entweder so aufeinander bezogen sind, dass Binnenfunktionalitäten entstehen (zur Maschinenbedienung wird ein Werkzeugschema suggeriert wie etwa für die widerstandsabhängige Dosierung der KFZ-Bremse, oder es werden Impulse der Maschinenbedienung von den Systemen als Informationen über bloße Nutzungsabsichten registriert, denen dann autonome (2, 3) Aktionen der Systeme entsprechen), oder es werden Aktualisierungen bestimmter Schemata „inszeniert“, um andere Aktualisierungen zu verdecken oder zu verunmöglichen. Mit Blick auf diese Problematik erscheint es nach wie vor sinnvoll, entgegen dem üblichen technischen Sprachgebrauch zwischen „Schnittstelle“ und „Interface“ zu unterscheiden: Während die (variable) „Schnittstelle“ den Punkt des kausalen Transfers von Steuerungs- und Regelungsimpulsen (der Verwirklichung und/ oder der Ermöglichung/ Verunmög-lichung von Effekten, die WEE-Grenze) markiert, beschreibt „Interface“ die *Gestaltung* dieser Schnittstelle einschließlich aller Bedingungen des Signal-, Daten- und Informationstransfers, also einschließlich der kommunikationsrelevanten Dimensionen. Wenn man also bei der Jargon-Kennzeichnung bleiben wollte, dass die gesamte Handlungsumgebung zunehmend zur Mensch-Technik-Schnittstelle würde, wäre dies dahingehend zu ergänzen, dass diese „Schnittstelle“ in verschiedenster Hinsicht bis hin zu dem Punkt in einem problematischen Verhältnis zum Interface steht, wo sie auf Grund der Asymmetrie der Informationskanäle des Systems und der Nutzer ihren „Interface-Charakter“ verliert oder zu verlieren droht.

Aus Nutzerperspektive entfalten sich – wie die Frageheuristik zeigt – für die Relationierung zu Effekten der MTR zwei Problemfelder: In *retrospektiver* Hinsicht für die Zuordnung gezeitigter Effekte auf kausale Instanzen technischen oder menschlichen Prozessierens – die Hinsicht mündet in die Problematik des Abduzierens, die u. a. für die Fehlersuche und Systemoptimierung relevant ist, ferner aber auch und gerade für Verantwortungszuschreibung, Haftung, Lernen aus Fehlern, Fortschreibung der subjektiven Kompetenzen im Umgang mit den Systemen. In *prospektiver* Hinsicht bezieht sich die Problematik auf die Abschätzbarkeit der Konsequenzen bis hin zu Emergenz- und Supervenienzen, die Beurteilung von Qualität und Ausmaß erwartbarer Wirkungen auf Dritte sowie die Handlungsumwelt in ihrer weiteren Entwicklung (ökologisch, ökonomisch, sozial) bis hin zu Fortschreibung, Erhalt oder Zerstörung von Handlungskompetenzen (Vermächtniswerte) und Handlungsoptionen in (ferner) Zukunft (Optionswerte).[109]

Eine hierfür zu gewährleistende Transparenz steht und fällt mit der *Gestaltung* der Schnittstelle, dem „Interface“ (in unserem Sprachgebrauch). Abgesehen davon, inwieweit das Interface überhaupt wahrnehmbar sein soll oder nicht (Heinzelmännchen-Utopie[110]), ist diese Wahrnehmbarkeit nicht eine Sekundärfolge der jeweiligen Schnittstellentiefe als Grenze des Wahrnehmungs-, Einfluss- und Entscheidungsraumes („tiefer“ im Menschen oder „tiefer“ in den Systemen, bezogen auf die Disponibilität für den Menschen oder das jeweilige System), sondern sie bestimmt diese Grenzen mit Blick auf deren materiale Verfasstheit und auch in regulativer Hinsicht für das Agieren, dessen Selbsteinschätzung der Einfluss- und Entscheidungsräume von deren Wahrnehmbarkeit sowie der Wahrnehmbarkeit der Aktionen der

---

109 Vgl. Hubig 2007: *Die Kunst des Möglichen II.*

110 Rammert 1998: *Giddens und die Gesellschaft der Heinzelmännchen*

Nutzer durch die Systeme und umgekehrt[111] – *tracking* – abhängt. Informationsqualität, Informationsfluss und Informationstaktung bedingen in dieser Hinsicht auch die Möglichkeit der korrigierenden Interventionen oder der Distanzierung/ Ausstiegspunkte. Von der materialen Verfasstheit der Schnittstelle, insbesondere auch vom Invasionsgrad der implementierten Technik, hängt die Möglichkeit ab, inwieweit ein Interface überhaupt gestaltbar ist. (Inwieweit können und sollen Implantate in ihrem Prozessieren überhaupt wahrnehmbar gestaltet werden?) Und umgekehrt entscheidet der Virtualisierungsgrad des Interface die Frage, wo die Verortung der Schnittstelle, die WEE-Grenze-Position, anzusetzen ist: Wenn über die Virtualisierung „bloß" eine mediale *Vermittlungsleistung* stattfindet, die Informationen zu gegebenen Sachverhalten zugänglich macht, die ansonsten der Wahrnehmung versperrt blieben („*schwache*" Virtualisierung nach dem Schema eines Telefongespräches oder einer Bildübertragung), bestimmt die Transparenz bezüglich der Informationsselektion und der Modifikation der Informationskanäle die Lage der Schnittstelle, die WEE-Grenze-Position, die Disponibilität durch das Subjekt. Handelt es sich hingegen um eine *konstitutive* Virtualität („*starke*" Virtualität), durch die der Gegenstand selbst sowie die von ihm induzierten Wirkungen (*virtual actuality*) im Rahmen einschlägig gefasster *mixed realities* bis hin zu einer Welterweiterung für das Subjekt diesem als *neues* Gegenüber *geschaffen* werden, bestimmt das Wissen des Subjekts über die Inszenierungsinteressen respektive die Möglichkeit eines eigenaktiven Zugangs zur Freilegung solcher Interessen im Zweifelsfalle, ob und inwieweit das Subjekt sich seines Status als sich an Gegenständen abarbeitender und entwickelnder Identität oder als in Prozessen der Anerkennung oder Ablehnung befindlicher Subjektivität anderen Ko-Subjekten

111 Zhou et al. 2008: *Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display*

gegenüber versichern kann.[112] Von Ausnahmefällen abgesehen, bei denen in kurativer oder therapeutischer Absicht – in bewusster Täuschung – die Grenze zwischen Gegenständlichkeit und Ko-Subjektivität verwischt wird, ist Transparenz als Aufrechterhaltung dieser Leitdifferenz zu prüfen. Vertrauensgenese und Aufrechterhaltung von Vertrautheit können destruiert werden, wenn das Gegenüber (z. B. der Bielefelder Roboter Max) auf der Basis seiner Metarepräsentationen ein Selbstbewusstsein fingiert, das dazu verleiten kann, als Instanz der Anerkennung anerkannt zu werden. Es erscheint hier als Ko-Subjekt einer *Teilnehmerperspektive*, wo es doch in einer (ggf. unterlegenen oder überlegenen) *Beobachterperspektive* verbleibt. Die Frage ist, inwieweit die Performanz dieser Prozesse durch eine parallel laufende Einsicht in die Mechanismen ihres Zustandekommens relativiert werden kann. Sofern derartige Ansprüche *explizit* aufgegeben werden, um z. B. das Flow-Erlebnis eines Eintauchens bei entsprechenden Games unverstellt zu genießen, entsteht diese Problematik natürlich nicht.

Ein letzter relevanter Aspekt bei der Gestaltung der Interfaces ist, inwieweit parallel laufende Interaktionen des Systems mit anderen Subjekten (als Aggregaten, Kollektiven und Korporationen) zumindest *on demand* mitkommuniziert werden können, damit Effekte des Interagierens oder Ko-Agierens nicht bloß (vergeblich) qua Abduktion auf Systemeigenschaften oder Eigenschaften der eigenen subjektiven Aktion verbucht werden, sondern als gemeinsam gezeitigte Effekte der Systemkoaktion durch Dritte. Hier liegen Herausforderungen für die Entwicklung einer analytisch-philosophischen Begrifflichkeit, deren Unterscheidungen gerade dazu dienen sollten, naive, im subjektiven Bewusstsein unterstellte Trennungen durch Relationierung einer Analyse der Wechselwirkungen zugänglich zu machen.

---

112 Hubig 2013: *Strukturdynamik und Netzdynamik – die Rolle der Akteure*, Kapitel 5.3

3.2.4.2 Entwickler-/ Designerperspektive

Auf den ersten Blick scheinen die Systemgestalter die zentralen *Macht*träger zu sein, die (unter ihren Pflichtenheften) die zentralen Möglichkeiten vorgeben, unter denen die MTRs aktualisiert werden können. Die Frageheuristik legt die Dimensionen frei, unter denen die Systemgestalter disponieren: Sie bestimmen die Wahrnehm*barkeit* der MTR, den Relationstyp, die Transparenz erwart*barer* Leistungen der Zuordnung von Effekten, der Abschätz*barkeit* der Konsequenzen, die Schnittstellentiefe (WEE-Grenze-Position) und die Wahrnehmbarkeit des Interface, Freiräume der Mitgestaltung und Distanzierung bei der Nutzung, mögliche individuelle und kollektive Systemnutzungsstrategien und die Durchschau*barkeit* der Inszenierungsgrade. Diese Ermöglichungsfunktion und Verunmöglichungsfunktion, wie sie in der neueren Diskussion als Wesen von Macht – „modales Machtkonzept" – begriffen wird, drückt sich in der Verwendung von Dispositionsprädikaten wie „-bar" und „-lich" aus. Sie kann sich zu *Herrschaft* verfestigen, sofern – der Definition von Max Weber folgend – diese sich als „Chance zu Gehorsam", unter Befürchtung von Sanktionen oder der Erwartung von Gratifikationen entsprechend darstellt. Schließlich kann von den Systemen nicht bloß hypothetischer, sondern auch buchstäblicher direkter *Zwang* ausgehen, wenn Effekte einer physischen oder psychischen Nötigung ausgelöst werden.[113] Daher scheint den Entwicklern der wesentliche Anteil der Verantwortlichkeit für die Art und die Folgen entsprechender MTRs in Prozessen der Interaktion und Koaktion zuzufallen. Wir finden hier eine spezifische Rollen- und Expertenverantwortung (vgl. die „Ethischen Grundsätze des Ingenieurberufs" des VDI), deren Facetten durch die einzelnen Items der Frageheuristik freigelegt werden. Die Verantwortungszuweisung an die Systemgestalter betrifft freilich – so gesehen – nicht bloß die technische Seite, sondern auch die hinter-

113 Hubig 2007: *Die Kunst des Möglichen II.*, Kapitel 8.1 - 8.3

gründigen Entscheidungen der Strategen, die wesentlich in ökonomischer Absicht ihrerseits Vorgaben für die Auslegung und Implementation der Systeme entwickeln, dies mit Blick auf erwartbare Markteffekte im Rahmen politischer Vorgaben (Fördermaßnahmen und Anreizsysteme) und rechtlicher Regelungen. Die Entwicklerperspektive ist also eingebettet in hintergründige ökonomische, politische und rechtliche Perspektiven.

Bei näherer Analyse jedoch erweist sich diese Perspektive, die generell als diejenige einer Ausgestaltung der Systeme, einer technischen „Umsetzung" erscheint, als zu kurz gegriffen. Zwar trifft die Charakterisierung der Gestaltung als Ermöglichung (und Verunmöglichung) durchaus den modalen Charakter von Macht und erlaubt die Zuweisung einer Ermöglichungsverantwortung. Es wird jedoch dabei oftmals übersehen, dass Mensch-Technik-Interaktion und Mensch-Technik-Koaktion nicht bloß Aktualisierungen in einem Möglichkeitsraum sind, sondern die Dynamik des Machtgeschehens selbst wechselseitig aus Nutzer- und Entwicklerperspektive wahrgenommen, konzeptualisiert und gestaltet wird. Dabei richtet sich die Nutzerperspektive nicht bloß auf das Agieren der Systeme, sondern bezieht die Entwicklerperspektive mit ein („Erwartungserwartungen"). Gleiches gilt umgekehrt für die Entwicklerperspektive, die nicht top-down im Sinne von Vorgaben die Systeme dirigiert, sondern ihre Erwartungserwartungen auch und gerade auf die Nutzerperspektive richtet. Freilich findet ein Abgleich der Erwartungserwartungen nicht wie in direkten Interaktionen in frei gestaltbarer Weise statt, sondern ist eben vermittelt über die technischen Phänomene, die diese Interaktion tragen und von denen ausgehend abduktiv auf die zugrunde liegenden Perspektiven rückgeschlossen werden muss, sofern nicht vorab Verständigungsprozesse über die normativen Standards der Kooperation und Koordination stattgefunden haben (s. u. Governance-Perspektive).

Aber auch diese Erweiterung des Betrachtungshorizontes erreicht nicht die Gesamtheit der Determinanten einer entsprechenden Machtdynamik. Denn

bei genauerer Betrachtung zeigt sich, dass gerade die Art der Aktualisierung von Mensch-Technik-Relationen im Möglichkeitsraum der Systemgestaltung selbst bestimmte Dynamiken hervorbringt, die das Machtgeschehen jenseits der Nutzer- und Entwicklerperspektive und jenseits einer Perspektive expliziter Governance verändern. Diese Dynamiken lassen sich in „*Strukturdynamik*“ und „*Netzdynamik*“ unterscheiden (im Unterschied zur verbreiteten Gleichsetzung von (Infra-)Strukturen und Netzen, die erst ansatzweise – bei Foucault – aufgebrochen wird und zu deren Erhellung bisher nur einige erste Forschungslinien[114] entwickelt werden). Im von den Entwicklern vergebenen Möglichkeitsraum der Systeme (die eben die Mensch-Technik-Relationen ermöglichen) finden sich einschlägige *Strukturen*. Diese sind – im allgemeinen Sinne – kontextrelativ notwendige Verbindungen von eingegrenzten (Sub-)Möglichkeitsräumen; es sind Ordnungen, die Variablen eines Ausgangsbereichs entsprechende Größen eines Zielbereichs zuordnen. Sie lassen sich in der Wenn-Dann-Form beschreiben und als Funktionen darstellen. Als ihrerseits nicht anders sein könnende zu erachtende Relationierung von Möglichkeitsräumen (Variablen) als Input- und Outputbereiche ordnen sie jeder „Instantiierung“ (Ersetzung der Variable durch eine wirkliche individuelle Entität als Zustand, Ereignis oder Handlung) einen entsprechenden Effekt als Ergebnis zu. Als normierende Regeln oder als modellierte Gesetzmäßigkeiten realer Zusammenhänge konzipierbar repräsentieren sie Prozesse des Wandels, des Transports oder der Speicherung von Stoffen/ Ressourcen, Energien und Informationen und bedingen deren Realisierung sowohl epistemisch/ kognitiv (in der Handlungsplanung) als auch real, sofern sie als materiale Strukturen („Infrastrukturen“) auftreten (Foucault bezeichnet diese strukturelle Form als „Dispositiv“). Freiheitsräume eines Agierens unter Strukturen bestehen in der Ausfüllung der entspre-

---

114 Vgl. Hubig 2013: *Strukturdynamik und Netzdynamik – die Rolle der Akteure*; Hubig 2014: *Die Kunst des Möglichen III. Macht der Technik*

chenden Möglichkeitsräume durch eben die Instanttiierung bzw. Individualisierung der Variablen durch Aktionen. Strukturen bedürfen dieser Aktualisierung, damit wirkliche Effekte gezeitigt werden. So gesehen haben wir ein Modalgefälle zwischen Strukturen und Aktionen. Freilich gilt, dass jede Aktualisierung einer Struktur (oder eines „Schemas“ oder eines „Mechanismus“) *mehr Eigenschaften aufweist, als die notwendigerweise abstrakt durch einseitige Wenn-Dann-Verknüpfungen charakterisierte Struktur umgreift*. Wenn sich Gleichförmigkeiten im Rahmen der nicht erfassten Eigenschaften (der Instantiierungen) im Zuge der Aktualisierung herausbilden, etablieren sich entsprechend *neue*, die bisherige Strukturierung überschreitende oder unterlaufende Strukturen, und es können dann *neue* Strategien als Schemata der Verknüpfung *neuer* Möglichkeitsbereiche entstehen. Strukturdynamik entsteht also dadurch, dass sich durch die Praktiken der Ausfüllung der Strukturen neue Strukturen herausbilden. Diese können die vorgegebenen Strukturen übergreifen und ergänzen (z. B. im Zuge der Gamification durch die Herausbildung virtuell vermittelter Sozialstruktur der Spieler/ Communities). Sie können aber auch bestehende strukturelle Vorgaben unterlaufen (Foucault: „Subversion“) und für neue Strategien der Nutzung wirksam werden lassen. Eine solche Strukturdynamik ist nicht top-down zu steuern, sondern ist vielmehr bedingt durch die individuellen Intentionen, die in der Nutzerperspektive fundiert sind.

Im Unterschied zu Strukturen und ungeachtet jeglicher Konzeptualisierung oder Normierung sind Netze *wirkliche* Relationen von Relata, die ihrerseits durch die Qualität der Relation allererst *konstituiert* sind. Die Dynamik von Netzen hängt von der Frequentierung der qualitativen Verbindung ab, die zu Verstärkungs- oder Abschwächungseffekten führt und die Relata als „Knoten“ dabei ebenfalls stärkt oder schwächt. Zugleich hängt sie aber auch und gerade von der hieraus resultierenden Verfasstheit der Knoten ab, in denen sich qua Verstärkung Macht konzentrieren und bezüglich ihrer Auswirkungen ausbreiten kann, indem Verbindungsoptionen vorgeben werden oder diese

verfallen. Unter der Bedingung, in welcher Hinsicht (stofflich, energetisch und/ oder informatorisch) etwas vernetzt ist, entstehen mit Blick auf die Abhängigkeit von endlichen Ressourcen überhaupt (auch der Zeit) Pfadabhängigkeiten oder Trägheiten oder neue Vernetzungen als Innovationen. Wir haben es hier mit *wirklichen*, sich verstärkenden oder abschwächenden Prozessen zu tun, nicht mit der Aktualisierung in Modalgefällen wie im Felde der Strukturdynamik. Netzdynamiken werden etwa beim Prozessieren im Feld der Big Data relevant; die Selbstorganisationsprozesse, unter denen sich Muster bilden und verändern, die dann ex post als Strukturen genutzt werden können, lassen sich als Netzdynamik beschreiben. Die Unterscheidung zwischen Strukturdynamik und Netzdynamik kann – dies ist ein philosophisches Forschungsdesiderat – erlauben, dass Emergenzeffekte, wie sie beim Koagieren entstehen, als solche einer Strukturdynamik[115] oder einer Netzdynamik[116] beschrieben werden können.

3.2.4.3 Governance-Perspektive

Governance begreift sich als Koordination und Kooperation der Intentionalitäten individueller, kollektiver und kooperativer Subjekte in institutionalisierten Kontexten; sie ist also grundsätzlich autonomieorientiert[117]. Sie bewegt sich also auf der Ebene normativer Kontrolle als Regelung (Festlegung und Gewährleistung der Bedingungen, unter denen die Nutzung und Gestaltung der Systeme aus der jeweiligen Perspektive als „gelingend" erachtet werden kann). Analog zur Auflistung der Dimensionen und Dimensio-

---

115 Weyer und Fink 2011: *Autonome Technik als Herausforderung der soziologischen Handlungstheorie*

116 Wirz et al. 2012: *Inferring crowd conditions from pedestrians' location traces for real-time crowd monitoring during city-scale mass gatherings*; Wolter 2012: *Smart Mobility – Intelligente Vernetzung der Verkehrsangebote in Großstädten*

117 Knodt 2005: *Regieren im erweiterten europäischen Mehrebenensystem*; Benz 2010: *Governance - Regieren in komplexen Regelsystemen*

nenfragen für die Nutzer- und Gestalterperspektive ist unter der Governance-Perspektive zu den einzelnen Punkten im Modus partizipativer Deliberation und entsprechender Festlegung von verlässlichen Verbindlichkeiten über die normativen Standards zu disponieren. Dabei sollte nicht naiv davon ausgegangen werden, dass über eine Vorabregulierung die Koordinationsprobleme final lösbar seien. Dagegen spricht bereits die erwähnte Struktur- und/oder Netzdynamik: Durch Praktiken der Systemnutzung können deren Strukturen modifiziert oder unterlaufen werden; im Zuge der Netzdynamik können sich „Normativitäten des Faktischen“ herausbilden, die jenseits des ursprünglichen Horizontes der Koordination liegen. Daher ist die Einnahme einer Governance-Perspektive darauf einzustellen, dass die Koordination auf drei Ebenen (der Parallelkommunikation, s. u.) stattfinden muss:

(1) Auf einer Ebene des Interessen- und Strategienabgleichs im Dialog Nutzer-Entwickler auf der Basis von Information, Konsultation und Kooperation, wie sie u. a. in den Regelwerken der VDI-Richtlinien 7000 und insbesondere 7001 für entsprechende Governance-Prozesse festgeschrieben sind (hier für die Entwicklung industrieller und baulicher Infrastrukturen, jedoch problemlos übertragbar auf die Gestaltung von MTRs in der Mensch-System-Interaktion oder -Koaktion), sind Erwartungserwartungen zu entwickeln und zu stabilisieren.
(2) Es muss während der Mensch-System-Interaktion und auch gerade mit Blick auf irritierende Effekte einer Mensch-System-Koaktion die Möglichkeit von Koordinationsprozessen (Information, Konsultation, Kooperation) in Echtzeit (on demand) vorgehalten werden, damit die Koordination problem- und sachgemäß fortgeschrieben und entsprechend modifiziert und angepasst werden kann.
(3) Gerade angesichts der Effekte von Struktur- und Netzdynamiken ist die Ebene einer bilanzierenden Bewertung bisheriger Entwicklung vorzusehen und institutionell zu etablieren, um über die vereinzeln-

den Gelingens- und Misslingenserfahrungen der beteiligten Subjekte hinaus die normativen Standards so weit fortzuschreiben, dass ein Substitut dafür gewährleistet ist, was früher der Herausbildung von Bewährtheitstraditionen – die sich eben als Traditionen selbst legitimeren – zugeschrieben war. Denn im Zuge einer individualisierten und anonym kollektivierten Nutzungspraxis, die eine explizite Einsichtnahme von dritter Seite nicht mehr erlaubt, droht die Basis zur Herausbildung von Bewährtheitstraditionen verloren zu gehen. Hier sind spezifische, durchaus technisch vermittelbare (Foren im Netz) Mensch-Mensch-Relationen (wieder) zu entwickeln, innerhalb derer über Leistungen und Grenzen, Gratifikationen und Verluste des Agierens in den entsprechenden Mensch-System-Relationen verhandelt werden kann. Analog etwa den Untersuchungen und den sich anschließenden kompensatorischen Maßnahmen angesichts beobachteter Kreativitätsverluste beim systemunterstützten Konstruieren wären solche Bilanzierungsforen für einen systematisierten Erfahrungsaustausch über die Effekte von Wissensvermittlung, Bildung und Ausbildung im Rahmen von Serious Games, problematische Routinisierungen, Entstehung von Pfadabhängigkeiten und Einschränkungen der Handlungsräume in Abwägungen zu Rationalisierungs- und Entlastungseffekten bei der Nutzung von Assistenzsystemen welcher Art auch immer, ferner von Therapieerfolgen oder der Entstehung problematischer Abhängigkeiten und fiktiver Vertrautheiten im Umgang mit *embodied agents* etc. anzusetzen. In der Entwicklung von Governance-Strategien liegt wohl eine der größten Herausforderungen im Umgang mit den neuen MTRs und den damit verbundenen Koordinationsproblemen zwischen Nutzer- und Entwicklerperspektiven.

3.3 MTR-Wandlungstendenzen

Neben den bereits sich in Entwicklung und Produktion befindlichen autonomen Systemen (im Sinne eines Artefakts) schreitet die Durchdringung des menschlichen Lebensraums durch **komplexe Systemverbünde** von Teiltechnologien und -systemen, die Daten sammeln und auswerten, voran. Der Mensch ist Teil des Systems, der regulierend und kontrollierend wirken kann, bei mangelnder Kompetenz und fehlendem Wissen jedoch auch Kontrollverluste einfährt.

Autonomie-Effekte sind somit nicht allein als Ergebnis einer MTR zu sehen, in denen der Mensch einem artefaktartigen Produkt gegenübertritt, sondern treten zunehmend als Folge der systemischen Veränderung der Umwelt auf, in der Mensch und Technik koagieren. Autonomie-Effekte treten auch als Auswirkung der virtuellen Welt auf die reale auf, etwa indem e-Learning und Gesundheits-Games sich auf das tatsächliche, reale körperliche Befinden des Menschen auswirken. Von Bedeutung bleibt weiterhin die Kontrollierbarkeit des Menschen durch andere Menschen, etwa durch Daten- und Technologiemissbrauch. Letzteres wird an Beispielen zu Big Data im Gesundheitsbereich, aber auch zu künftig möglichen Technologien deutlich, mittels derer epigenomische Daten ausgelesen, erfasst und katalogisiert werden können.

In den folgenden Unterkapiteln werden jene Wandlungstendenzen, die während des Projekts beobachtet wurden, näher beschrieben.

3.3.1 Klassische, BMBF-adressierte MTR

Eine Besonderheit der Technologien, die an den „bereits adressierten“ MTR-Formen beteiligt sind, ist, dass diese teilweise selbst autonom sind. Das der Technologie zugrunde liegende Autonomiekonzept variiert jedoch zwischen:

(i) Technologien, die dann als autonom bezeichnet werden, wenn sie eine bestimmte Aktion selbstständig ausführen können bzw. wenn für den Betrachter der Anschein einer autonomen Aktion entsteht, ungeachtet eines Autonomiekonzepts auf Software- oder Hardwareebene, beispielsweise Fahrassistenzsysteme, die darauf programmiert sind, in bestimmte Aktionen einzugreifen und selbstständig einen Arbeitsschritt ausführen. Dieses Eingreifen suggeriert das Autonom-sein der Technik.

(ii) Autonome Technologien, die sich als Artefakt frei bewegen können und mit der Umwelt, insbesondere dem Menschen interagieren[118], bspw. Pflege- oder Butler-Roboter, die sich mit dem Menschen dasselbe Umfeld teilen und dabei lernen, Wege usw. abzuschätzen.

(iii) Technologien, bei denen die Software sich selbstständig weiterentwickelt, etwa bei lernenden Technologien, etwa Software für Affective Computing, die lernt, bestimmte Verhaltensmuster des Menschen zu erkennen, und sich anpassend weiterentwickelt.

Die Heuristik trägt im Wesentlichen dazu bei, die Menschen aus ihren unterschiedlichen Perspektiven darüber aufklären zu können, in welcher Form von MTR oder MTI sie sich befinden. Ein klares Verständnis davon, in welchem Verhältnis sich Mensch und Technik befinden, wie die Handlungs- und Verfügungsräume (siehe D II.b.2) verteilt sind usw., sorgt auch für die richti-

---

118 Das Cluster CoTeSys der TU München beschreibt ihr Programm etwa wie folgt „Cognitive capabilities such as perception, reasoning, learning, and planning turn technical systems into systems that "know what they are doing". Starting from the human brain the Cluster of Excellence "CoTeSys" investigates cognition for technical systems such as vehicles, robots, and factories. Technical systems that are cognitive will be much easier to interact and cooperate with, and will be more robust, flexible, and efficient.” Buss 2011: *Cluster of Excellence Cognition for Technical Systems*. Vgl. auch das Projekt ECCEROBOT (Institute of Informatics, University of Zurich: *ECCEROBOT*)

ge Interpretation von Inszenierungen sowie tatsächlicher Leistungsfähigkeit. Im Folgenden werden einige Wandlungstendenzen aus Robotik und AAL beschrieben, die mittels der AMTIR-Heuristik konkret aufgedeckt werden können.

Robotik

Anthropomorphisierung von Strukturen und Funktionen:[119] Die Robotik-Forschung hat mittlerweile eine Reihe von Prototypen hervorgebracht, die nicht als bloßes Artefakt, sondern nach Coeckelbergh aus als Begleiter, als *companion* angesehen werden können.[120] An solchen Beispielen des *Affective Computing*[121] *ze*igt sich, dass in autonomen oder auch teilautonomen Systemen die Art und Weise, wie sich die Technologien „verhalten" bzw. wie die Menschen darauf reagieren, ebenso stark von der Vorgabe durch den Menschen abhängt. Somit offenbart sich gerade im *affective computing* das grundsätzliche Dilemma der Künstlichen Intelligenz: Von wem und nach welchen Kriterien werden die Verhaltensmuster vorgegeben, an denen sich die *affective objects* orientieren? An dieser Stelle könnte eine sensible Auseinandersetzung mit der Heuristik aus Designer- und Governance-Perspektive hilfreich sein. Ein erfolgreiches Beispiel hierfür ist die

119 Schatter 2010: *Affektive Agenten, Avatare, Apparate.*

120 Coeckelbergh 2011: *Artificial Companions: Empathy and Vulnerability Mirroring in Human-Robot Relations*, Siehe auch Dautenhahn 1998: *The Art of Designing Socially Intelligent Agents - Sciene, Fiction and the Human in the Loop* sowie Decker 2002: *Robotik. Perspektiven für menschliches Handeln in der zukünftigen Gesellschaft* und Heger et al. 2011: *An EEG Adaptive Information System for an Empathic Robot*

121 Der Ansatz *Affective Computing* umfasst sowohl virtuelle Agenten als auch Roboter. Siehe Glossar.

Roboter-Robbe (Therapeutic Robot Paro)[122], die durch ein ansprechendes Design für Therapieerfolge sorgt.

Wenn Roboter (aber auch virtuelle Avatare und Agenten) Emotionsfähigkeit simulieren, können starke emotionale Bezüge durch die MTI entstehen. Die bewusste Gestaltung der Roboter-Robbe als Tier verhindert zwar die Verwechslung mit einem Menschen oder menschlichen Fähigkeiten – dennoch könnte es zur Fehlinterpretation auf Grund der Körperlichkeit kommen (Werden die Hardware-Komponenten erkannt? D II.b.7). Folglich wären etwa auch Aussagen über die Transparenz der erwartbaren Systemleistungen und die Konsequenzen schwerer abzuschätzen.

Es stellt sich auch die Frage, ob und inwieweit ein a*ffective object* für ein womöglich ebenfalls moralisch autonomes Gegenüber gehalten wird, mit dem in derselben Art und Weise interagiert werden könnte wie unter Menschen, die zu personaler Autonomie fähig sind.[123] Ausschlaggebend sind sowohl bei virtuellen als auch physischen *affective objects* die Distanzierungsmöglichkeit und die Gestaltung (siehe D II.b.1/6/7). Lernende Artefakte mit emotionalem Design können jedoch auch auf den Menschen einen Einfluss haben, sodass sich etwa WEE-Grenze nicht mehr eindeutig bestimmen lässt. Denkbare Folgefragen wären: Inwieweit handelt der Mensch noch

---

122 Shibata und Wada 2011: *Robot Therapy: A New Approach for Mental Healthcare of the Elderly – A Mini-Review*

123 Spike Jonzes Science Fiction Film HER zeigt eindrücklich, wie durch affective computing die Effektrichtung einer MIT undurchsichtig wird und damit Konsequenzen nach sich zieht. Hier entsteht der tragische Konflikt gerade dadurch, dass ein Betriebssystem als affective computer in der Kommunikation mit der Hauptfigur den Anschein erweckt, selbst Gefühle zu haben und Entscheidungen treffen zu können, also vermeintlich über Autonomie (1) verfügt, obwohl dies lediglich sprachlich kommuniziert wird. Dadurch, dass das Betriebssystem den Menschen in der Rechenleistung und in der Interpretation von Emotionen (hier wird im Film technisch auf eine Kombination aus Big Data und Affective Computing verwiesen), also auf Ebene von Autonomie (2), wird der zu Autonomie (1) fähige Mensch verletzlich und angreifbar. Vgl. Jonze 2013: *Her*

autonom, oder wird er schon bei Entscheidungen auf Ebene von Autonomie (1) von einem *affective computer* beeinflusst?

Ein Handlungsraum für unterschiedliche Handlungskonzepte: Dass sich Mensch und Technik zunehmend denselben Handlungsraum teilen, kann, wie bereits das ausführliche Beispiel zu Fahrassistenzsystemen zeigte, den Wandel von Autonomie und Kontrolle in MTR unterschiedlich beeinflussen. Es gibt in der deutschen Sprache zumindest sprachlich gesehen den Vorteil, dass zwischen Handlung und Aktion unterschieden werden kann.[124] Einer intentional, ethisch oder moralisch motivierten Handlung, die einer Entscheidungsfähigkeit auf Autonomieebene (1) gleichkommt, stünde dabei eine Aktion gegenüber, die höchstens auf Autonomieebene (2) strategisch und operativ entschieden werden kann. Dass viele Technologien gerade auf letzterer Ebene den Menschen in ihren Leistungen übertreffen, sei es durch Rechnerleistung oder Präzision, führt zu Fehlinterpretationen der tatsächlichen Leistungsfähigkeit (in der Heuristik als Durchschaubarkeit der Inszenierungsgrade [D III] klassifiziert). Inwiefern Inszenierungsgrade bestehen, lässt sich nicht nur auf Grund der Gestaltung der MTR, sondern auch über die zu erwartenden und resultierenden Effekte entschlüsseln (D II.a, II.b). Eine klare Effektzuordnung trägt dazu bei, auch die jeweiligen Urheber bestimmter Aktionen bestimmen zu können. Letztlich kann ein besseres Verständnis von der Leistungsfähigkeit autonomer Technologien ihre Akzeptanz erhöhen. Wesentliches Potenzial zu einem solchen besseren Verständnis beizutragen, kann dabei der Berücksichtigung von Parallelkommunikationsmöglichkeiten beigemessen werden (→4.1).

---

124 Das englische „*action*“ hingegen meint sowohl „Handlung“ als auch „Aktion“. Rein sprachlich ist hier ohne Kontext nicht unterscheidbar, ob die „*action*“ im Sinne einer Handlung nur vom Menschen erbracht werden kann, oder auch von einem künstlichen Agenten. Freilich wird auch im Deutschen das Handeln auch künstlichen Agenten zugeschrieben und damit, obschon eine sprachliche Unterscheidung möglich ist, sprachlich Autonomie als Autonomie (1) sprachlich dort unterstellt, wo höchstens Autonomie (2) möglich ist.

Dies wird insbesondere dann wichtig, wenn etwa im Haushalt direkte Interaktionen zwischen Mensch und Technik stattfinden, z.B. mit Care-o-Bot, dem mobilen Roboterassistenten „zur aktiven Unterstützung des Menschen im häuslichen Umfeld "[125].

Trotz der Vorteile, die autonome Agenten etwa für die Erleichterung des Alltags – insbesondere für alte Menschen – haben können, sollte nicht außer Acht gelassen werden, dass die Frage der Verantwortung beim Einsatz solcher Technologien weiterhin eine zentrale Rolle spielt.[126]

---

125 Fraunhofer IPA: *Care-O-Bot - We create your future!*

126 Vgl. hierzu auch Christen 2004: *Schuldige Maschinen?*

AAL

Vernetzung von Dienstleistungstechnologien für ein Gefühl von Freiheit? Autonomie-Effekte durch all jene Technologien, die im Bereich des *AAL* und sonstiger Dienstleistungen angesiedelt sind, sind vorrangig als Autonomie des Menschen im Sinne der Gewinnung neuer Aktionsmöglichkeiten des Menschen zu verstehen. Hierzu gehört insbesondere die Möglichkeit, durch bestimmte Technologien des AAL etwa auch im Alter noch unabhängig zu bleiben, und die generelle Erleichterung des Alltags, sei es durch Fahrassistenzsysteme oder Roboter im Haushalt. Während dabei auf der einen Seite die Abhängigkeit von anderen Menschen, die für die Pflege benötigt werden, zurückgeht, steigt durch Mensch-Technik-Interaktionen, in denen die Technik als Assistenz genutzt wird, die Abhängigkeit von der Technik selbst. Über die AMTIR-Heuristik lässt sich in einer MTI jedoch über die einzelnen Dimensionen das Verhältnis zwischen Mensch und Technik beschreiben, bei rechtzeitiger Berücksichtigung womöglich auch aushandeln:

AAL-Technologien lassen sich in sämtlichen Lebensbereichen integrieren: Im Haus selbst durch sensitive Bodenbeläge[127], (humanoide) Roboter für Pflegetätigkeiten[128] oder in der Funktion eines Butlers[129] bis hin zu Navigationssystemen für barrierefreien Tourismus[130] Im Bereich des AAL überschneiden sich somit die Bereiche der Robotik, der Softwareentwicklung und der Big Data-Anwendungen.

---

127 FUTURE SHAPE 2005: *SensFloor*

128 RIKEN, Bio-Mimetic Control Research Center: *RI-MAN*

129 Fraunhofer IPA: *Care-O-Bot - We create your future!*

130 Ulrich: *ACCESS*

Kontrolle durch Parallelkommunikation über adäquate Interfaces: Für eine optimale Interaktion ist in all jenen Beispielen die Gestaltung des Interfaces von tragender Bedeutung. Die Möglichkeit, Aufgaben über ein Interface zu delegieren, kommt einer Kontrolle über die Aktionen der Technik gleich, indem auf Ebene (3) Kontrolle abgegeben wird – die einzelnen Prozesse können dabei dem Menschen vollkommen unklar sein (D II.b.3), solange die zu erwartenden Systemleistungen (D IIa.1) klar sind. Bei artefaktartigen Systemen, etwa bei Haushaltsrobotern, ist dies leicht umsetzbar, da der Mensch über ein Interface mit der Technik interagiert. Hierbei ist auch leicht abzuschätzen, wer jeweils welchen Teil des gemeinsamen Handlungsraums kontrolliert. (D II.b.2) Bei Systemen, bei denen einzelne Technologien mit anderen verbunden sind und Daten austauschen oder gar lernend sich selbst optimieren können, entziehen sich diese rasant der Kontrolle durch den Menschen. Bereits bei manchen schon heute verfügbaren Fahrassistenzsystemen kann der Mensch kaum mehr nachverfolgen, wie die Informationsgrundlage gewisser Aktionen zustande kommen. Bei Gesundheitsangeboten für ältere Menschen, die gleichzeitig ein Gesundheitsmonitoring anbieten, überschneidet sich der Bereich AAL bereits mit dem Bereich Big Data. Hier sind die Effekte, ihre Zuordnung und mögliche Konsequenzen nur schwer abzuschätzen. (D II.a) Verschärft wird jener Informationsverlust bzw. der Verlust der Interpretationskompetenz durch lernende Software. Während die Menschen bloß jenes Interface kennen, mit dem sie mit der Technik kommunizieren – also Informationen abrufen, eingeben, interpretieren – bleibt ihnen die Kommunikation, die zwischen den Teiltechnologien abläuft, verborgen. Aussagen über die Beteiligungsform der MTI (D II.b.4), die Art der Systemnutzung (D II.b.9), die WEE-Grenze (D II.b.2) oder auch darüber, ob man sich in einer MTI/ MTR oder technisch vermittelten Mensch-Mensch-Interaktion befindet (D II.b.8), können so verfälscht werden.

3.3.2 Im Projekt adressierte MTR: Gamification, Big Data (als Wandlungstendenzen)

3.3.2.1 Gaming und Gamification

„Gamification“ wurde in den letzten Jahren zum Modewort und bezeichnet das Prinzip, spieltypische Elemente und Prozesse in anderen Kontexten als denen des Spielens zu verwenden.[131] Hierunter fallen insbesondere Mechanismen des Wettbewerbs, der Auszeichnung und Belohnung, wie etwa das Sammeln von Punkten, Ranglisten, Statussymbolen, Fortschrittsbalken oder auch das Bewerten eines Spielers durch andere Spieler. Hierdurch, so heißt es, wird das Spielen dem beschränkten Bereich des kindlichen Spielens (als Entwicklungsschritt) beziehungsweise im Erwachsenenalter aus dem Bereich der Hobbies im Privatleben enthoben und durchdringt alle Bereiche des gesellschaftlichen Lebens. Die Integration der spieltypischen Komponenten soll einen hohen Anreiz für potenzielle Nutzer darstellen, sodass diese entsprechende Tätigkeiten häufiger oder intensiver ausführen beziehungsweise auch solche Nutzergruppen erschlossen werden, die ohne diese spieltypischen Komponenten nicht angesprochen wären. Gamification wird folgerichtig als Marketinginstrument diskutiert, das etwa dem Verkauf von Softwareprodukten dienen kann. Wichtige Anwendungsfelder stellen daneben der Bereich der Gesundheit (Prävention und Therapie), des Lernens (Bildung und Training) sowie der Innovation (Forschung und Entwicklung) dar.

Forschung und Entwicklung im Bereich der Games haben ebenfalls das Potenzial, zukünftige Formen der MTR zu beeinflussen und so die Art und Weise, wie wir mit Technik interagieren, zu wandeln.

Im Bereich Gaming treten Autonomie und Kontrolleffekte eher sekundär, aber nicht minder wirkungsvoll auf. Hiermit ist gemeint, dass die Technologien im Bereich Gaming selbst eher keine autonomen Technologien sind,

---

131 Koch und Ott 2012: *Gamification. Steigerung der Nutzungsmotivation durch Spielkonzepte*; Deterding 2012: *Gamification: Designing for Motivation*

sondern ihre Autonomieeffekte sich auf die Autonomie des Menschen beziehen. Die treibende Kraft der Games-Entwicklung als Wandlungstendenz von MTR-Formen liegt einerseits in neuartigen Ein- und Ausgabegeräten, Interfaces, und einer beispiellosen Möglichkeit, diese zu testen, zu justieren und so weiterzuentwickeln. Ein solches neues Interface ist etwa das Brain-Computer-Interface, mit dem über eine Sensorkappe die Hirnströme des Spielers (bzw. Patienten bei prothetischem Einsatz) als Steuerungs-Input interpretiert werden.

Brain-Computer-Interfaces zum Zwecke der Informationsaufnahme sowie der Steuerung wirken so, dass Signalmuster zu Informationen transformiert werden (und umgekehrt), wobei dieser Prozess nicht im Einzelnen algorithmisiert und steuerbar wäre, sondern unter medialer „Steuerung" als „Training" zu sich selbst organisiert bildenden Strukturen führt. Mangels grundsätzlicher Nichtnachvollziehbarkeit ist dieser Prozess nur in seinen Outputs bewusst, geschweige denn als Prozess selbstbewusst. Aus diesem Grund lehnen auch BCI-Forscher den Einsatz entsprechender BCIs bei moralisch sensitiven Entscheidungen (z. B. im militärischen Bereich) ab,[132] insbesondere weil hier in moralisch gravierender Weise die Finalität des Prozesses im Fehlerfall nicht mehr korrigierbar ist. Bezüglich eines alltäglichen Agierens hingegen lässt sich hier Fehlerfreundlichkeit einbauen.

Diese Brain-Computer-Interfaces müssen auf Grund der Einzigartigkeit der Hirnaktivitätsmuster eines jeden Individuums in einem längeren Musterlernverfahren (maschi-nelles Lernen) präzise auf die Person geeicht werden. Diese Interfaces sind dazu geeignet, sogenannten Lock-In-Patienten, also fast völlig gelähmten Menschen, die etwa nur noch mit den Augen blinzeln können, Kommunikationswege zu eröffnen. Zur Interfaceentwicklung und langwierigen Eichung werden Games eingesetzt.[133] Grund für die Ver-

---

132 Curio 2013: *Neurophysiologie: Gedankensteuerung hilft Patienten*

133 Im Falle des Berlin-Brain-Computer-Interface das frühe Computerspiel Pong. Vgl. Weiß 2006: *Brain - Computer Interfaces*; BBCI 2001-2014: *Berlin Brain-Computer Interface*

schränkung von Computerspiel und Entwicklung neuartiger Interfaces[134] ist die aufmerksamkeitsbindende und motivationssteigernde Wirkung von Spielen sowie deren Potenzial, Verhaltensweisen und Kompetenzen zu entwickeln oder wiederzuerlangen. Entsprechend werden Spielsettings für die Therapie (auch mittels Neurofeedback über BCIs[135]) oder Trainings- und Lernanwendungen eingesetzt. Letzterer Bereich wird auch unter dem Stichwort der Exergames (*exercise games*) verhandelt. Insgesamt zeigt sich auf Grund der besonderen Potenziale der Spiele eine zunächst paradox wirkende Wendung: Spiele sind nicht zuletzt durch ihre Nicht-Ernsthaftigkeit und ihren Selbstzweckcharakter[136] gekennzeichnet. Den Spielen werden nun zunehmend – und dies v.a. auch in Form neuartiger MTR – spielfremde ernsthafte Zwecke eingeschrieben, wie Therapie, Bildung, Training; die Rede ist deshalb von *serious games*.

Spiele als Interaktionsbindungen:

Spiele verhindern oder verzögern (maximal im Flow-Zustand[137]) den Interaktionsabbruch (D II.b.5), weshalb verbreitet versucht wird, gewünschte MTI mittels Spielprinzipien aufrechtzuerhalten bzw. die Gesamtinteraktionsdauer möglichst hoch zu halten – was als Teil der Gamification verstanden werden kann. Alleine das Spiel *Call of Duty 4* wurde seit seinem Erscheinen im November 2007 25 Milliarden Stunden gespielt, das sind ca. 2,85 Millionen Jahre bzw. ca. das 18-fache der Existenz des Menschen.[138] Die enorme Interaktionsdauer der Games ist da von Vorteil, wo unangenehme oder an-

---

134 Weitere Beispiele wären die Entwicklung von Gesten- und Mimiksteuerung sowie die Nutzung des Körpers bzw. von Körperbewegungen als Steuerungssignale, wie sie den Konsolen Nintendo Wii und Xbox One zugrunde liegen.

135 Vgl. Heinrich et al. 1998: *GÖFI - Ein Neurofeedback-System für die Kinder- und Jugendpsychiatrie*

136 Vgl. Stampfl 2012: *Die verspielte Gesellschaft. Gamification oder Leben im Zeitalter des Computerspiels*

137 Vgl. zum Flow: Csikszentmihalyi 1985: *Das flow-Erlebnis*

138 Owen 2013: *32.3 quadrillion bullets fired and more weird Call of Duty stats*

strengende Handlungen ausgeführt werden sollen, wie etwa im Reha-Bereich oder wo mit der Interaktion Geld verdient wird (Massive Multiplayer Online Games – MMOGs – wie World of Warcraft). Da die Interaktionsdauer und der Interaktionsabbruch wesentlich für das Potenzial und die Effekte jeder MTI sind, kommt der gamifizierten Interaktionsgestaltung für alle auch nicht-spielerische MTI eine zentrale Rolle zu.

Zeitintensives Computerspielen wirkt sich zunehmend auf das Sozialverhalten in der Gesellschaft aus. Zum einen werden *Persuasive Games* mit dem Ziel entwickelt und eingesetzt, positive Verhaltensweisen einzuüben und Werthaltungen zu prägen. Dabei werden der menschliche Spieltrieb und psychologische Effekte zur Steigerung intrinsischer Motivation genutzt. Zum anderen ist zu beobachten, dass in immer mehr Lebensbereichen Spielmechanismen in der Kommunikation eingesetzt werden, um hohe Aufmerksamkeit und Beteiligung zu erzielen. Die Anwendungspotenziale von Persuasive Games werden insbesondere in der Bildung und Gesundheitsaufklärung, aber auch in der Mitarbeitermotivation, Stärkung der Kundenloyalität und bei Innovationsprozessen gesehen.

Spiele als Massenphänomen haben Effekte auf das Handlungs- und Entscheidungs-verhalten, z. B. hinsichtlich Lösungsorientierung, intuitivem Handeln, Kollaboration, Experimentier- und Risikofreude. Eine Gesellschaft, in der eine Generation durch globale und kooperative Strategie-, Simulations- und Problemlösungsspiele vom Kinderzimmer bis weit ins Berufsleben geprägt wurde, wird ein neues Verständnis an Lösungs-, Entscheidungs-, Kooperations-, Kommunikations- und Komplexitätskompetenz entwickeln und es wird andere Anforderungen und Erwartungen an entsprechende MTR-Formen haben.

Games-Entwicklungstendenzen:
Im Bereich der Games-Entwicklung lassen sich Tendenzen feststellen, die in Bezug auf andere MTR und auf deren Autonomieeffekte aufschlussreich sind.

Serious Games*:* Die Gestaltung der Interaktion und die Verteilung und Graduierung von Autonomie und Kontrolle variiert je nach Zusammensetzung der Beteiligten; man sollte von daher unterscheiden, in *single*- und *multi-user*, in *solitary* und *team player* sowie in Games, bei denen es allein um eine Mensch-Technik-Interaktion geht, solche, bei denen Nutzer mit anderen Nutzern mittels Technik interagieren (MMOGs, Online-Schach usw.) und solche, bei denen Nutzer, System und andere Nutzer auf den Spielverlauf und das Systemverhalten Einfluss haben (D II.b.8/II.b.9). Insbesondere bei solchen Spielen, die dem Zweck des Lernens und Trainierens dienen, ist sicherzustellen, dass von der Perspektive des Lernenden Systemeffekte dem eigenen Verhalten eindeutig zuordenbar bleiben, weil sonst dieses nicht in Hinblick auf die Differenz von intendiertem und tatsächlichen Systemverhalten korrigiert und angepasst werden kann (D II.a.2).[139]

Exergames*:* Das Konzept der Exergames besteht darin, das Erleben des Spielens mit körperlicher Betätigung zu verbinden. Körperbewegung wird deswegen als Input für das Systemverhalten verwendet, sodass die Interaktion zu einem großen Teil über die körperliche Betätigung vollzogen wird. Entwickler versuchen dabei, die Interaktion so „intuitiv" wie möglich zu gestalten. Dies scheint gewährleistet, wenn die Eingabe der Nutzer direkt per Arm-, Hand-, Beinbewegung usw. erfolgt und nicht per Maus, Tastatur und Menüstrukturen (Tendenz des Verschwindens sichtbarer Interfaces). Letzte-

---

139 Eine solche Transparenz der Effektzuordnung kann höherstufig gewährleistet werden, wenn Lernspiele von mehreren Nutzern gleichzeitig genutzt werden können und diese sich im Zuge einer Parallelkommunikation darüber austauschen (→4.1).

re kommen dann eher auf einer „Meta-Ebene“ zum Einsatz, wenn es etwa um die Wahl von Spielalternativen, die Anzahl der Spieler usw. geht. Es wäre hier genauer zu analysieren, ob die im Bereich des Ubiquitous und Wearable Computing verbreitete Unterscheidung zwischen „expliziter“ und „impliziter“ Delegation trägt. Es wäre zu diskutieren, ob der Input qua Fußbewegung als Befehl aufgefasst werden sollte (Delegation) und ob dieser implizit übermittelt wird. Außerdem könnte es dienlich sein, den Zusammenhang der Interface-Gestaltung und dem subjektiven Erleben einer intuitiven Interaktion auf Seiten der Nutzer genauer zu erforschen. In diesem Zusammenhang wird das Konzept der *exertive interfaces*[140] gebraucht, welches hinterfragt werden sollte. Das Defizit der bisherigen Modellierung liegt darin, dass unreflektiert von einer Identität von Interface und Schnittstelle (i.S.v. WEE-Grenze) ausgegangen wird bzw. den Spielern unterstellt wird, diese Auffassung zu teilen. Dies gilt jedoch nur für eingeübte Spieler. „Naive“ Interaktionssubjekte werden sehr schnell mit der Überraschung konfrontiert, dass nur bestimmte Bewegungen aus dem Arsenal der in spezifischen Kontexten (Radfahren, Paddeln) möglichen Bewegungen als Inputs vom System registriert werden. Das heißt, dass sie die Lokalisierung einer Schnittstelle (die WEE-Grenze als Aktualisierung der Rollenverteilung), verführt durch das Interface, an einem Punkt unterstellen, der eine symmetrische Beeinflussung erlaubt, obwohl doch die Schnittstelle tiefer im Menschen liegt (auf Grund der asymmetrischen Selektionskompetenz des Systems).

Auf Designerseite ist es gerade im Bereich der Exergames zentral, zwischen sogenannten *primary actions* und *non-primary actions* zu unterscheiden[141]. Vereinfacht gesagt: Geht es beim Spiel ums Laufen, so werden Fuß- und Beinbewegung als *primary actions* deklariert, Hand- und Armbewegung hin-

---

140 Whitson et al. 2008: *„Neo-immersion. Awareness and engagement in gameplay“*

141 Park et al. 2012: *Transforming solitary exercises into social exergames*

gegen bleiben außen vor oder können für zusätzliche, Spaß und Kooperation fördernde, Interaktionen genutzt werden. Hierdurch soll das Gruppengefühl bei gemeinsamer Nutzung von Exergames gestärkt werden, etwa wenn synchron in die Hände geklatscht wird („Swan Boat“[142]).

In diesem Bereich ist des Weiteren das Konzept der *Neo-Immersion*[143] zu diskutieren. Das Konzept der „Immersion“ bezeichnet das Eintauchen in ein Spielgeschehen und wird einerseits als erwünschtes, weil motivierendes Flow-Erlebnis gekennzeichnet und steht andererseits im Zusammenhang mit der negativ konnotierten Isolierung eines Spielers vor seinem Bildschirm. Die Forschung im Bereich der Exergames setzt darauf, ihre Spiele für die gemeinsame Nutzung von mehreren Spielern (online/ offline) zu öffnen. Durch soziale Interaktion und Gruppenerfahrungen verspricht man sich weitere motivierende Anreize. Soziales Interagieren wird jedoch als hinderndes Element für das Flow-Erlebnis aufgefasst, sodass man über eine wiederum noch „intuitivere“ Gestaltung der Multi-User-Technik-Interaktion (D II.b.9) versucht, die Vorteile von „Flow“ (Immersion) und Gruppenerlebnis zu verbinden: „Neo-Immersion“.

Einige Exergames sollen eine Art personalisiertes Coaching der Nutzer anbieten, um so die Motivation des Nutzers langfristig aufrechtzuerhalten.[144] Der Nutzer eines solchen Spiels unterwirft sich nicht nur spielerischen Mitteln (um abzunehmen oder fit zu bleiben), sondern auch einem Trainingsplan, der wiederum auf bestimmten Nutzerstereotypen basiert, die von Medizinern oder Trainingswissenschaftlern nach vitalen Parametern erstellt werden. Eine zusätzliche Kommunikationsebene im System, die es dem Nutzer bei Bedarf erlaubt, sich mit dieser Stereotypisierung in ein Verhältnis

---

142 Park et al. 2012: *Transforming solitary exercises into social exergames*, S. 865

143 Whitson et al. 2008: *„Neo-immersion. Awareness and engagement in gameplay“*

144 Göbel et al. 2010: *Serious games for health: personalized exergames*

zu setzen, scheint allein schon aus gesundheitlichen Gründen ratsam, um ggf. korrigierend in die Trainingsgestaltung eingreifen zu können. Zu diskutieren wäre hier, inwieweit man hier die Nutzer mit dem in den Systemen objektivierten und zwangsläufig schematisierten Expertenwissen allein lassen kann, oder ob nicht, vor allem dann, wenn Exergames für therapeutische Zwecke eingesetzt werden, die Option, einen realen Experten konsultierend zu kontaktieren, immer gegeben sein sollte (Parallelkommunikation →4.1). Es ist zu diskutieren, welche Exergames nur unter Aufsicht von Experten eingesetzt werden können und deren Zugang somit ggf. reglementiert werden sollte.[145]

Mensch oder KI?: Auch wenn Spiele nicht im gleichen Sinne wie Pflegeroboter autonom sind, so besitzen doch einige Komponenten der Spiele das Potenzial, äußerst überzeugend Autonomie zu inszenieren, nämlich die sogenannte Künstliche Intelligenz (KI oder AI) von Nichtspieler-Charakteren (NPCs). Dadurch wird es v.a. bei Online-Spielen nahezu unmöglich zu erkennen, ob die Gegner- oder Partner-Avatare, mit denen interagiert wird, von der Spiele-KI gesteuerte NPCs sind, oder ob es sich dabei um Avatare handelt, die von menschlichen Spielern gesteuert werden. Dies erschwert oder verunmöglicht die Einschätzung, ob es sich bei einer Spielsituation um eine MTI oder eine technisch vermittelte Mensch-Mensch-Interaktion (tvMMI) handelt (D II.b.8). Zusätzlich erschwert wird diese Einschätzung, als die Spiele-KI vom Verhalten des Spielers lernt und sich auf ihn einstellt. Spiele-KI ist so gesehen ein Kandidat, dem das bestehen des Turing-Tests zugetraut werden könnte[146]; dieser ist zwar dialog- und nicht interaktions- bzw.

---

145 Vgl. zu „Schatzsuche“ in der Verhaltenstherapie für Kinder: Brezinka 2007: *Schatzsuche – ein Computerspiel zur Unterstützung der kognitiv-verhaltenstherapeutischen Behandlung von Kindern*

146 Bezeichnenderweise beginnt der berühmte Artikel Turings von 1950 mit der Überschrift *The Imitation Game,* vgl. Turing 1950: *Computing Machinery and Intelligence*, S. 433

kooperationsbasiert, die zentrale Frage jedoch – Kann ich in einem Technikverhältnis feststellen, ob es sich um eine MTI oder eine tvMMI handelt? – dürfte in MMOGs denkbar schwierig zu beantworten sein.

Aneignung der WEE-Grenze-Position: Eine weitere Tendenz betrifft die WEE-Grenze-Position (D II.b.2). Hier lässt sich im Games-Bereich beobachten, dass die WEE-Grenze entweder nutzerseitig über Hacking und Mods (*modifications*) oder entwicklerseitig über Angebote von Spiele-Editoren (z.B. Leveldesign-Anwendungen) bis hin zur Freigabe von gesamten Gamesentwicklungstools (z.B. das REDKit[147]) zunehmend verfügbar wird. Die Spieler können so ihren Einflussbereich tiefer ins System legen und an der Spielwelt und der Spielmechanik Änderungen vornehmen. Kombiniert man diese Tendenz des sogenannten Modding mit der Tendenz der Gamification, wären auch weitere MTR-Entwicklungen zu erwarten, die die Repositionierungsbefugnis[148] der WEE-Grenze als Teil der Interaktionsmöglichkeiten anbieten. In Bezug auf Spiele im Besonderen bzw. IuK-Technik wie auch Technik im Allgemeinen wird es immer Nutzer mit hohem und niedrigem Kompetenzniveau geben, weshalb die Anpassung der Steuerungsreichweite, der WEE-Grenze-Position an die Nutzungskompetenz, ein wichtiger Schritt darstellt, um MTI zwischen Langeweile und Überforderung zu balancieren. Dass die meisten Spiele im Gegensatz z.B. zu Fahrassistenzsystemen wählbare Schwierigkeitsstufen (*easy* – *normal* – *difficult*) anbieten, ist dabei nur eine sehr einfache Vorform heutiger Verfügbarmachungen der WEE-Grenze. Gleichwohl ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt festzuhalten, dass auch die Spielentwicklung noch hauptsächlich auf Nutzer mit hoher

147 CD Projekt RED 2013: *RED Kit beta*

148 Das illegale Repositionieren der WEE-Grenze, das nicht-autorisierte Entfernen von Nutzungsbeschränkungen bei kommerzieller Software wird z.B. *Jailbreak* genannt.

Spielkompetenz, also auf Gamer, zielt.[149] Im Zuge der „Kulturwerdung“ der Computerspiele, also ihrer Verbreitung und Anerkennung als gesamtgesellschaftlich akzeptiertes und praktiziertes Phänomen, wird sich die Spielentwicklung auch bisherigen Nichtspielern mehr zuwenden müssen; die Casual Gamer, also Gelegenheitsspieler, sind bereits eine zentral adressierte Zielgruppe.

Lernen und Kompetenzverlust durch Probehandeln*:* Eine Herausforderung stellt das Konzept des Lernens im Bereich der Serious Games dar, weil hier qua risikofreiem Probehandeln gelernt werden soll, was der klassischen Vorstellung von Lernen qua Erfahrung von Widerständigkeit, das heißt insbesondere der Chance des Scheiterns, enthoben ist. Hier wäre genauer zu untersuchen, welchen Status die Lerneffekte auf Simulationsbasis aufweisen und in welchem Maße das simulierte Lernen mit herkömmlichen Methoden kombiniert werden sollte. Gegenüber dem Probehandeln sieht sich ein real Handelnder im Zweifel auch mit nicht erwünschten Folgen seines Tuns als Tatsachen konfrontiert, die dann wiederum die Ausgangsbedingungen weiterer Handlungsmöglichkeiten modifizieren. Diese Verwurzelung in realer Widerständigkeit ist beim Probehandeln nicht gegeben und kann zu Kompetenzverlusten führen. Kann etwa die Erfahrung eines angehenden Sportlehrers, der sich durch eine virtuelle Sporthalle mit virtuellen Schülern klickt und diesen virtuell Hilfestellungen beim Turnen gibt, eine vergleichbare Qualität haben wie die Möglichkeit, Erfahrungen an realen Widerständen zu machen? Zwar werden auch virtualitätsbasiert negative Wirkungen gezeitigt (*virtual actuality* beim Flugsimulator als Angst und Stress); die Art der Widerständigkeit ist jedoch vorprogrammiert (Wetterkapriolen, Verfasstheit von Flughäfen) und schließt ein Training an Überraschungen aus, die nicht

---

149 Als Paradebeispiel für ein Spiel, das selbst im leichtesten Schwierigkeitsgrad nur von sehr geübten Spielern zu bewältigen ist, gilt *Dark Souls* und *Dark Souls II* (Yui Tanimura; Fromsoftware).

im Programm vorgesehen sind. Andererseits liegen die Chancen des Probehandelns auf der Hand: Es kann geübt werden, ohne reale Verluste zu machen (aber nicht ohne Kosten: Energie usw.). Lernrisiken sollten genauer durchdacht werden, insbesondere die Gefahr einer Verwechslung von Bedienungsroutinen mit Verfahrensroutinen in realen Ausnahmesituationen. Zwar können im Falle des Sportlehrers in der Simulation einprogrammierte Bewegungsabläufe und katalogisierte Fehlbewegungen als Quasi-Widerstände des Lernens präsentiert werden, aber eben nur als solche. Durch die Fokussierung auf Stereotypen kann es zu einer Desensibilisierung gegenüber realen Kontexten sowie der sozial bestimmten Situation kommen, weil in der Simulation „Störungen" ausgeschaltet sind (etwa: Schüler fangen Prügelei an usw.). Hier schreibt sich die in der Ubicomp-Diskussion breit diskutierte Problematik fort, dass reale Kontexte in einem ersten Schritt durch die Selektions- und Schematisierungsleistungen der Sensordatenfusion dekontextualisiert werden und diese dekontextualisierten Daten ihrerseits erst auf der Basis einer pragmatischen Interpretation als Situationen modellierbar sind.[150]

Klare Abbruchmöglichkeiten schwinden: Das Spielen von Computerspielen hat klassischerweise klare Abbruchsmöglichkeiten (D II.b.5), genauso wie Spielern meist klar ist, wann sie ein Spiel beginnen (D I). Im Zuge der Verbreitung von Spielprinzipien in andere Bereiche der Alltagswelt schwindet nicht nur die Grenze zwischen Spiel und Ernst bzw. Arbeit, sondern auch die Möglichkeit, Interaktionen als spielprinzipgeleitet zu verstehen. Wann in gamifizierten Arbeits- und Alltagsprozessen ein Spiel beginnt und wann ich es abbreche, ist nicht mehr ohne weiteres erkennbar und muss daher im Gegensatz zu eindeutigen Spielen bewusst in die MTI-Gestaltung einbezogen werden.

---

150 Vgl. SFB 627; Universität Stuttgart 2008: *SFB627: Nexus*

Ein klarer Kontrolleffekt des Menschen über das (virtuelle) Spiel liegt also in der generellen Möglichkeit, es prinzipiell nicht zu nutzen.[151] Im Gegensatz hierzu zeigt etwa der Bereich Big Data, dass die Umgebung des Menschen durch bestimmte Technologien längst nicht mehr so einfach vom Einzelnen selbst beeinflusst werden kann.

3.3.2.2 Autonome Algorithmen im Bereich Big Data

Im Bereich Big Data sind viele verschiedene Technologien angesiedelt, die unterschiedlich starke Effekte auf Autonomie und Kontrolle haben. Hierunter fallen Technologien, die es ermöglichen, besonders große Datenmengen lediglich zu sammeln, aber auch solche, die ihre Algorithmen selbstständig weiterentwickeln. Somit sind auch im Bereich Big Data teilautonome Technologien vorhanden.[152] Die begriffliche Unschärfe von Big Data (→S.36) führt dazu, dass unter diesem Stichwort hier keine einzelnen Technologien beschrieben werden können, sondern eher um eine Hinsicht auf andere MTR-Phänomene, die es mit Daten zu tun haben, die etwa in den Eigenschaften *Volume, Velocity, Variety* und *Veracity* (4V) eine besondere Dimension aufweisen. Die grenzziehende Eigenschaft der Big Data-Perspektive, wie sie in WAK-MTI angenommen wurde, ist die Verarbeitung von 4V-Daten durch autonome, autoadaptive Algorithmen und dies in einer Weise, dass gewisse Daten so *erstmals zugänglich* gemacht werden. Ergebnisse von Big

---

151 Dies gilt nicht für Spielsüchtige. Die Spieleentwicklung hin zu realistischeren, komplexeren Spielen mit entgrenzten Spielwelten, Millionen menschlicher und nichtmenschlicher Mitspieler sowie elaborierte Inszenierungen (Soundtrack von Symphonieorchestern, Schauspieler, Sprecher etc. Die Produktion des Spiels *Grand Theft Auto V* kostete 270 Mio. Dollar; vgl. dpa/afp 2013: *Action-Spiel knackt die Milliarden-Dollar-Marke*) gewinnt zunehmend Suchtpotenzial. Die Autonomie eines Suchtkranken ist ein spezieller Fall, der hier nicht im Mittelpunkt stehen kann. Interessant wäre jedoch, ob das Suchtpotenzial von Spielen an bestimmten Ausprägungen der Dimensionen ihrer Autonomie-Effekte untersucht werden kann und ob es diesbezüglich Zusammenhänge gibt.

152 Vgl. Eiben und Smith 2003: *Introduction to evolutionary computing*

Data-Systemen sind – so die definitorische Setzung im Projekt – entsprechend nicht ohne diese Systeme zu erlangen und daher nicht (und sei es mit noch so viel Manpower) ohne diese autonomen Algorithmen zu überprüfen.[153] Dadurch gerät der Nutzer dem Output von Big Data-Systemen gegenüber in ein Vertrauens- oder Glaubensverhältnis, eine Kontrolle der Funde, Strukturvorschläge etc. ist jedoch ausgeschlossen. Diese verunmöglichte Überprüfbarkeit hat Konsequenzen in Bezug auf die Wissenschaftlichkeit der Ergebnisse. Hinzu kommen weitere Effekte, die in Bezug auf Autonomie und Kontrolle von Big Data-Systemen relevant werden: Autonome Algorithmen können für ergebnisoffene Einsätze auf 4V-Daten verwendet werden, was ein Verzicht auf Zielvorgaben bedeutet (D II). Wenn so nicht klar ist, was ein Einsatzziel wäre, ist auch nicht mehr klar, wann ein Ergebnis erreicht ist, das dann auch weder erwartet werden konnte (D II.a.1-4; hierin liegt gerade die Hoffnung auf überraschende Funde ergebnisoffener Einsätze) noch überprüft oder zugeordnet werden kann (D II.a.2). Ohne Erwartbarkeit und Zuordenbarkeit ist ein Sinken der Wahrnehmbarkeit solcher MTR zu vermuten (D I), was sich v.a. in einer weitgehenden Unmerklichkeit des Wirkens autonomer Algorithmen spiegelt. Was nicht wahrnehmbar ist, kann auch nicht gesteuert und nicht in die eigene Handlungsausrichtung einbezogen werden. Im Extremfall kann es dazu kommen, dass Autonomie (2) & (3) gänzlich systemseitig platziert ist, das System dem Nutzer also Vorgaben machen kann (wie unüberprüfbare Korrelationen), ohne dass nutzerseitig Einflussmöglichkeiten bestehen, wodurch strenggenommen auch die Rede

153 Diese Unterscheidung von *Big Data* im Unterschied zu einfach nur *vielen Daten* trifft auch das im Entstehen befindliche *Smart Data Innovation Lab* Karlsruhe, nur dass 4V-Daten, die theoretisch noch durch Menschen ohne Algorithmen erschlossen werden könnten, dort bereits *Big Data* (*viele Daten* i.S.v. WAK-MTI) und menschlich nicht erfassbare Strukturen dann *Smart Data* (*Big Data* i.S.v. WAK-MTI) genannt werden. Dass hier ein qualitativer Umschlag stattfindet, den spezifisch ein verstehensmäßiges Abhängen des Menschen auszeichnet, ist der Auffassung des WAK-MTI Teams wie der SDIL Forscher des KIT (Prof. Juling) gemein. Vgl. SDIL 2014: *Smart Data Innovation Lab (SDIL)*

von Interaktion hinfällig wird. Detailliert hierzu: →4.2 Dynamiken durch autonome Algorithmen im Bereich Big Data.

Systemische Vernetzung in allen Lebensbereichen: Anhand von Big Data-Beispielen lässt sich als eine wichtige Entwicklung die zunehmende informationelle **Vernetzung** der Lebenswelt aufzeigen (die freilich keinesfalls auf Big Data-Bereiche beschränkt ist), die nicht mehr der Kontrolle durch den Menschen allein unterliegt. Unter Big Data fallen bspw. auch jene Technologien, die etwa im Auftrag des Katastrophenschutzes eigesetzt werden. Hierzu werden Sensoren eingesetzt, die Wetter- und Geodaten speichern und auswerten und somit insbesondere nützlich sind, um Naturkatastrophen besser zu analysieren.[154] Zunehmende Komplexität der systemischen Vernetzung entzieht sich ab einem gewissen Punkt der Kontrolle durch den Menschen. Mit Big Data ist auch die Vernetzung der Infrastrukturen in Städten durch Smart Grids, Smart Buildings und Intelligent Traffic verknüpft. Somit finden durch Nutzung von Big Data in der Energiewirtschaft tiefgreifende Veränderungen statt[155], aber auch im Gesundheits-/ Medizinbereich und in der Industrie.[156] Eine zunehmende Vernetzung in allen Bereichen stellt gleichzeitig neue Herausforderungen an die Kontrollmöglichkeiten komplexer Systeme dar und macht die Grenze prinzipieller Kontrollierbarkeit zur Herausforderung. Diese Vernetzung unter der Big Data-Perspektive zu adressieren betont die Eigenart, dass 4V-Daten Technologien zu einem technischen Aktionsraum zusammengeführt werden, von dem Menschen betroffen sind, den sie aber kaum mehr verstehend durchdringen können. Unter

---

154 Chung et al. 2011: *The Quake-Catcher Network Rapid Aftershock Mobilization Program Following the 2010 M 8.8 Maule, Chile Earthquake*; Cochran et al. 2009: *The Quake-Catcher Network: Citizen Science Expanding Seismic Horizons*

155 IBM Software 2012: *Managing big data for smart grids and smart meters*

156 SDIL 2014: *Smart Data Innovation Lab (SDIL)*

dieser Hinsicht wäre das Phänomen der bereichsübergreifenden intensiven Vernetzung auch als eine Art *Big Datification* ansehbar.

Beispiel Fat-Finger-Trade: Ein Beispiel für ein Phänomen, das auf Grund der Vernetzung im Big Data-Bereich drastische und auf Grund der Prozessgeschwindigkeit der Algorithmen unkontrollierbare Effekte zeigt, ist das sogenannte Fat-Finger-Problem. Damit werden im Aktienhandel falsche Trades bezeichnet, die durch fehlerhafte Eingabe beim Handeln – eine Null zu viel, Komma verrutscht etc. – zustande kommen. Da die Falscheingabe oft auf Tippfehler zurückgeht, werden diese Fehler als Fat-Finger-Probleme bezeichnet, wie wenn eben fette Finger kleine Tasten ungenau bedient hätten. Fat-Finger-Trades werden von den Algorithmen des High-Frequency-Tradings nicht als fehlerhaft erkannt, sondern als regulärer Systeminput interpretiert, auf den dann wie gewohnt und ultrafrequent reagiert wird. So setzt sich ein Problem eines inadäquaten Interface durch das enggekoppelte System fort und ist auf Grund der Vernetzungskomplexität und der Handelsgeschwindigkeit nicht mehr nachzuvollziehen, nicht reversibel und in toto unkontrollierbar. Das Ergebnis: „Just one fat-finger trade played havoc in the market."[157] Der Flash Crash von 2010 wird von Einigen auf einen Fat-Finger-Trade und Anderen auf ein „*totally automated massive sell program*"[158] zurückgeführt, sicher nachvollziehen lässt sich das jedoch (q.e.d.) nicht. Gerade Finanzsysteme zeigen so ein emergentes Verhalten, in dem nur mit dem Endergebnis (D II.b.4) irgendwie umgegangen werden kann und muss: Effektzuordnung, Abschätzbarkeit der Konsequenzen, Effektrichtung und Prozesstransparenz sind nicht zu durchschauen. In solcherlei Systemen wurde Autonomie (2) & (3) gänzlich delegiert, was bedeutet, dass die MTR nur noch am Ergebnis überprüft und ggf. mit Zielvorgabenänderungen ange-

157 Brahmbhatt 2013: *The Fat-Finger Problem*

158 CFTC und SEC 2010: *FINDINGS REGARDING THE MARKET EVENTS OF MAY 6, 2010*

passt werden kann. Kann jedoch keine Verbindung zwischen Anpassung und Ergebnis mehr hergestellt werden, ist eine Rückdelegation von strategischen Entscheidungsräumen (Repositionierung der WEE-Grenze) nicht mehr möglich, was Konsequenzen auf die Autonomie (1) der Nutzer hat.

Big Data und Unternehmen – zwischen Individualisierung und Vernichtung kreativen Potenzials: Unter der Big Data-Perspektive werden in Unternehmen jüngst auch Ansätze gefasst, die durch die Analyse großer und vielfältiger Datenmengen der Prozessoptimierung und Anpassung an Kundenwünsche dienen. Die Datenquellen können strukturiert sein, z.B. Transaktionsdaten, aber auch unstrukturiert, z.B. Bilder, Blogtexte, Tweets und Emails, und werden mit Big Data Analytics interpretiert. Big Data Analytics geht über herkömmliche Datenanalyse, etwa durch analytische Systeme, Business Intelligence und Data-Management-Systeme hinaus, indem es die Speicherung, Verwaltung und Analyse von weitaus umfangreicheren und vielfältigen Datenquellen verhältnismäßig einfacher und kostengünstiger ermöglicht.[159]

Hinsichtlich der Leistungen (D II.a.1), die von Big Data-Anwendungen erwartet werden können, bestehen von der Nutzer-Perspektive aus gesehen meist klare Vorstellungen; der Nutzer ist in diesen Fällen bspw. der Unternehmer, der Big Data-Lösungen nutzt. Offensichtlich ist dies an der vielfältigen Einsetzbarkeit solcher Software in unterschiedlichen Bereichen: im Gesundheitswesen, im Handel, in der öffentlichen Verwaltung, in der Medienbranche, im Handel sowie im herstellenden Gewerbe.[160] Effekte, die durch Big Data erzielt werden können, sind aus Sicht von Unternehmern beispielsweise bessere und schnellere Entscheidungen, Erhöhung der Kundenzufrie-

---

159 Picot und Propstmeier 2013: *Big Data*, IBM Institute for Business Value 2012: *Analytics: The real-world use of big data*

160 Vgl. Picot und Propstmeier 2013: *Big Data*, sowie BITKOM 2012: *Big Data im Praxiseinsatz – Szenarien, Beispiele, Effekte*

denheit, neue Produkte und Dienstleistungen, Innovationen usw.[161] Durch Preisoptimierung und Datenanalyse auf Basis von Kundendaten etwa kann das gesamte Produktionssystem reorganisiert werden. Im Fokus steht hier die Anpassung von Produkten an Kundenwünsche. Hierin erklärt sich auch der gegenwärtige Hype des Bereiches Big Data. Blickt man jedoch mithilfe der AMTIR-Heuristik auf die Dimensionen II.a.2, 3 und 4, so fällt auf, dass hinter den oft versprochenen oder vermeintlich erkennbaren Leistungen keineswegs eine eindeutige Effektrichtung und Zuordnung der Effekte oder Abschätzbarkeit von Konsequenzen möglich ist. Die Art und Weise, wie durch bestimmte Software Muster erkannt und Strukturvorschläge gegeben werden, ist in verschiedenen Hinsichten nur schwer für den Menschen nachvollziehbar (oder auch hinsichtlich Dimensionen wie II.b.2/4/5/8).

Im Medienbereich etwa kann Big Data einerseits genutzt werden, um den Medienkonsum der Kunden zu analysieren, um schließlich personalisierte Angebote und Empfehlungen mit angepassten Inhalten anzubieten. Basierten Empfehlungen von Medienunternehmen bislang auf der manuellen oder höchstens teilautomatischen Zuordnung von Schlüsselbegriffen, so lassen sich durch neue Big Data-Technologien sämtliche Datenquellen wie Bild, Text und Video automatisch analysieren.[162] Die Bündelung von Inhalten, eine der wesentlichen Aufgaben von Verlagen, Rundfunksendern usw., ließe sich mit neuen Big Data-Technologien vollständig von intelligenten Algorithmen erledigen. So entsteht zwar zunehmende Konkurrenz unter den Anbietern solcher Dienste, da lediglich die Big Data-Technologien und keine Medienexperten benötigt werden. Hiermit geht jedoch die Verdrängung von Experten und Fachkräften und Kreativschaffenden aus der Medienbranche einher.[163] Ein weiteres Beispiel hierfür ist das algorithmenbasierte Schreiben

---

161 Rieß 2014: *Big Data bestimmt die IT-Welt*

162 Picot und Propstmeier 2013: *Big Data*

163 Vgl. Lanier 2013: *Who owns the future?*

von Zeitungsartikeln: So erschien bereits am 01. Februar 2013 auf der Website der Los Angeles Times ein Artikel, der teilweise durch einen Algorithmus entstanden war, der Daten der *US Geological Survey* Website analysiert hatte.[164]

Die Messung der Gesundheit: Neben diesen Businesslösungen ist das Gesundheitswesen ein zentraler Bereich, der auf Basis von Patientendaten optimierte, personalisierte Lösungen hervorbringen soll. Die Kehrseite der verbesserten medizinischen Versorgung kann die Gefährdung der Kontrolle über die eigenen Daten sein.
Mittlerweile sind jene Technologien weit verbreitet, die etwa über Apps das Sammeln und Auswerten von Daten ermöglichen und die in der Tradition des Quantified Self stehen. Meist handelt es sich dabei um Gesundheits- und Selbstorganisations-Apps.[165] Hierdurch unterstellt sich der Nutzer einer rigiden Selbstkontrolle. Von den Nutzern selbst werden diese Mittel ebenso als eine Möglichkeit betrachtet, die eigene Leistungsfähigkeit zu optimieren und hierdurch einen Mehrwert an Lebensqualität zu schaffen. Das Feedback aus solchen Apps bietet jedoch keine Rückschlüsse auf die tatsächliche Effektivität hinsichtlich gesundheitlicher Aspekte, weshalb der Anreiz, solche Apps über lange Zeit hinweg zu nutzen, ausbleiben könnte. Das Belohnungssystem ist hierbei insbesondere dann attraktiv, wenn eine Verbindung zu spielähnlichen Mechanismen besteht, wie es etwa im Exergames-Beispiel Health Vault beschrieben ist (3.2.3.2). Neue Anreize zur Motivation und Kontrollmöglichkeiten über die Effizienz des eigenen Handelns in Bezug auf ein höherstufiges Ziel könnte das Auslesen und ein zeitscheibenbezogenes

---

164 Milner 2014: *Quakebot Is Writing Earthquake Reports …And Other Bots Are Reading Them*

165 Z.B. das Fitnessarmband *jawbone up*. Vgl. hierzu den von der FAZ Technik-Redaktion durchgeführten Langzeittest Spehr 2014: *3,5 Millionen Schritte und kein Fortschritt*

Abgleichen des Epigenoms liefern, da hierdurch ein tatsächlicher Effekt auf die biologische Wirkung auf den eigenen Körper überprüfbar wäre. (Siehe hierzu das folgende Kapitel 3.3.3)

3.3.3 Zukünftige MTR, z.B. epigenomische Tests

Die Epigenetik verspricht eine Brücke zwischen sozialen und biologischen Prozessen; sie untersucht gewissermaßen die Berührungsstelle, an der Biologie und Umwelteinflüsse aufeinander treffen. Zwischen der epigenetischen Steuerung und dem menschlichen Gesundheitszustand existiert eine enge Verbindung.[166] In der Epigenetik-Forschung geht es auch um die Frage, wie Umwelteinflüsse, Lebensstil und soziale Prozesse den Menschen biologisch beeinflussen. Wenn der entsprechende epigenetische Biomarker gefunden wird, kann diese Interaktion zwischen Biologie und Psyche/ Lebensstil/ sozialem Umfeld gemessen werden. In der Genetik sind Informationen bereits ermittelbar. Das Reizvolle an der Forschung zur Ermittlung epigenetischer Biomarker, durch die beispielsweise die Ursache von Stress ermittelt werden könnte, ist vor allem, dass die **Messbarkeit als biologisches Feedback** verstanden werden kann, das Aufschluss darüber gibt, wie sich die Lebensweise des Menschen bis in die Zellen hinein auswirkt. Als präventive Reaktion hierauf könnte der Lebensstil „reguliert“ werden, um so epigenetische und damit biologische Veränderungen des Körpers gezielt zu bewirken.

Dies lässt sich als weitere Stufe denken, etwa zu gegenwärtigen Quantified Self-Tendenzen, bei denen vielfältige Biodaten (Blutdruck, Puls, Hirnströme, Schlafphasen, Hormonhaushalt etc.) kontinuierlich überwacht, gespeichert und über die Zeit analysiert bzw. mit anderen verglichen werden. Ziele sind neben medizinischer Selbstbestimmung und -überwachung auch die Trai-

166 DEEP 2012-2017: *Deutsches Epigenom Programm DEEP*

ningskontrolle oder die an Gesundheit, Stress, Wohlbefinden orientierte Justierung der eigenen Lebensführung. Quantified Self-Möglichkeiten auf Ebene des eigenen Epigenoms bedeuteten neue Formen der technischen Selbstkontrolle. Es ergeben bzw. ergäben sich auch äußerst bedenkliche Effekte wie tiefgreifende Datenschutzprobleme intimster Daten bzw. langfristig mögliche soziale Zwänge zur Biodaten-Transparenz und danach optimierten Lebensstilen weit jenseits vom Kalorienzählen.[167]

Motivation zu Therapie und Prävention durch biologisches Feedback*:* Im Rahmen möglicher Auswirkungen des Auslesens epigenomischer Daten auf Autonomie und Kontrolle kann die Epigenetik in zwei Richtungen berücksichtigt werden: als Teil der **klassischen Medizindiagnostik** einerseits und als I**nstrument der Prävention** andererseits. Als klassisches zusätzliches genetisches Instrument unterscheidet es sich in der Medizindiagnostik kaum von den bisherigen Zielen, die auch mit der genetischen Medizindiagnostik verfolgt werden. Beispiele hierfür, die bereits im Einsatz sind, wären epigenetische Krebsfrüherkennungstests. Hier findet eine Mensch-Technik-Interaktion außerhalb des Körpers statt. Im Bereich der Prävention wird bereits im Vorfeld, bevor sie überhaupt greift, versucht, die eigene Epigenetik zu verändern, was sich schließlich auch auf die nachfolgenden Generationen auswirken wird. Hierbei findet eine gezielte Beeinflussung des Epigenoms statt und ist damit tief im Menschen lokalisiert. Diese Ziele sind zunächst grundverschieden, können letztlich jedoch zusammenfließen in eine individualisierte Medizin, in der mittels Epigenomik gleichzeitig Diagnostik und Prävention geschaffen werden können. Zudem könnte die Messung des Präventions- oder Therapieerfolgs auf Ebene des Epigenoms in einem gänzlich neuen Maß Motivation zu Prävention stiften. So, wie es bereits

---

167 Vgl. zu Quantified Self: QS Deutschland: *QS - Quantified Self*; Swan 2013: *The Quantified Self: Fundamental Disruption in Big Data Science and Biological Discovery*

heute Apps gibt, mit denen der Einzelne über Schrittzähler u.ä. Rückschlüsse auf die eigene Fitness bekommt, wäre es in weiterer Zukunft denkbar, Präventionsmaßnahmen epigenomisch zu kontrollieren.

Neue Zeithorizonte gegenwärtiger Handlungen: Die Reaktion auf Informationen über den eigenen Körper, die auf epigenetische Daten zurückgehen, gilt für den Einzelnen nicht nur im „Hier und Jetzt". **Durch die Epigenetik wird eine ganz neue zeitliche Dimension in der medizintechnischen Prävention geschaffen**. In frühen Jahren kann der Einzelne für sich selbst und sein Alter vorbeugen, gleichzeitig jedoch auch in den frühen prägenden Jahren der eigenen Kinder diesen präventiv dabei helfen, dass diese wiederum später im Leben bspw. besonders gesund sind. Spork zufolge spielt dabei nach neuesten Forschungen bereits die Zeit vor der Zeugung eine wesentliche Rolle bei der Prägung des Epigenoms, die das Leben lang anhält.[168] Umstritten ist bislang allerdings, ob auch epigenetische Marker durch Vererbung weitergegeben werden. Dennoch werden auch Eltern Empfehlungen zur Prävention gegeben, die darauf abzielen, dass die Kinder ein gesundes und langes Leben haben. Auch da wäre die Epigenetik mittels der passenden Technik nur das, was diese Interaktion misst, d.h. was als biologisches Substrat ein Feedback darüber geben kann, ob es funktioniert oder nicht. Anders verhält es sich hingegen bei potenziellen medizintechnischen Entwicklungen, durch die eine Manipulation des Epigenoms sowie des Genoms möglich wäre. Da hier nun etwas erschaffen wird, dass auf Grund

168 In einer Studie der Universität Leiden belegten Forscher durch eine historisch-medizinische Untersuchung, dass bei Menschen, die in den Niederlanden während des Hungerwinters 1944/45 gezeugt wurden, die Sortierung jener Gene, die für das Wachstum verantwortlich sind, anders ist als bei gleichgeschlechtlichen Geschwistern – selbst nach sechzig Jahren. Anhand einer Untersuchung des Epigenoms konnte die Hypothese bekräftigt werden, dass selbst die frühesten Umwelteinflüsse epigenetische Veränderungen bewirken können, die sich das ganze Leben über halten. Heijmans et al. 2008: *Persistent epigenetic differences associated with prenatal exposure to famine in humans*

seiner Fähigkeit zur Fortschreibung in Fortpflanzung und Mutationsprozesse Eigenständigkeit gewinnt, können sich diese Entitäten in den Organismen dahingehend der Kontrolle entziehen, dass Risikokalkulationen im strikten Sinne nicht mehr möglich sind.

Gebrauch (D II) von Medizintechnik mit weitreichenden Folgen: Epigenomische Tests werden in der Gegenwart immer auf der Ebene des Gebrauchs eingesetzt. Sie liefern zwar Informationen über das Genom, die den Menschen bei bestimmten Entscheidungen unterstützen – durch welche er wiederum das Epigenom beeinflussen kann, etwa Sport oder Ernährung. Bei der Anwendung bestimmter epigenetischer Tests zu therapeutischen Zwecken ist der Patient über diese informiert. Der Arzt selbst befindet sich dabei auch in einer MTR, bei der er eine medizinische Technik einsetzt, jedoch hat er die Funktion der Entscheidungshilfe inne. Die Transparenz der Funktionsweise der Technologie ist hierbei auch für den Arzt nicht ausschlaggebend für die Entscheidungsfindung, sondern die Zuverlässigkeit des Tests. Die Beteiligung ist bei heutigen epigenetischen Tests noch gering, da meist lediglich ein Bluttropfen abgegeben wird. In Zukunft könnten durch neue Technologien hier jedoch Beteiligungsformen denkbar sein, in denen der Patient den Input selbst organisiert, Feedback von einer bestimmten Technologie erhält, die die Epigenom-Daten auslesen kann. Die Durchschaubarkeit bzw. die Inszenierungsgrade der MTR sind wesentlich abhängig von der Aufklärung, die betrieben wird. Für den unmündigen Patienten ist das Ganze eine Inszenierung, da sie die Hintergründe nicht verstehen. Es besteht bei der Wahrnehmung ein großer Unterschied zwischen dem Fachmann bzw. Mediziner und dem Patienten. Letzterer kann auch Opfer von Inszenierungen werden. Hier ist die Governance-Ebene gefragt, die für mehr Aufklärung sorgt. diese ist jedoch auch in anderen medizinischen Bereichen erforderlich.

Diese knappe Anwendung der Heuristik an einem Beispiel aus dem Bereich der Epigenetik-Forschung zeigt, dass nicht zwangsläufig nur bei Relationstypen mit höherer technologischer Komplexität verstärkt Effekte auf Autonomie und Kontrolle zwischen Mensch und Technik zu beobachten sind. Heutige Medizintechnologien, mit denen epigenetische Daten ausgelesen werden können (siehe obiges Bsp.), sind vom Relationstyp her auf der Ebene des Gebrauchs angesiedelt und somit vergleichbar mit dem Gebrauch eines Hammers, da sie selbst weder autonom noch ein Interaktionsmedium sind. Die beteiligten Medizintechnologien sind jedoch sehr komplex, so wie auch die Epigenetik-Forschung selbst. Die Botschaften, das heißt also die Daten, die das Auslesen des Epigenoms ergeben, sind sehr einfach: Die Epigene und Methylierungsmuster geben Aufschluss darüber, wie das Genom gesteuert wird. Da das Epigenom Informationen über das Innerste des Menschen liefern kann, können epigenomische Tests wesentliche Entscheidungen des Menschen hinsichtlich seines Lebens und seines Lebensstils beeinflussen. Die Effekte auf Autonomie und Kontrolle einer solchen MTR können folglich trotz des Gebrauchscharakters der Technologie gravierend sein.
Grundsätzlich stehen im Bezug auf epigenetische Therapien jedoch folgende Fragen offen:

- Sind sie für jedermann bezahlbar?
- Wären negative Entwicklungen denkbar und wie könnten diese „abgefedert“ werden?
- Intensiviert sich eine Spaltung in der Gesellschaft (vergleichbar der digitalen und analogen Gesellschaft) in biomächtige und nicht biomächtige Gruppen[169]?
- Verändert sich die Wahrnehmung von Freiheiten, Verantwortung, Handlungsräumen und Autonomie des Menschen?

---

169 Bühl 2009: *Auf dem Weg zur biomächtigen Gesellschaft?*

Epigenom-Manipulation als Biofaktisierung: Auflösung der Trennung Natur-Technik? Die medizintechnische Manipulation des Epigenoms ließe es zu, den Menschen folglich als „Biofakt“ zu bezeichnen. Der von Nicole Karafyllis in die gegenwärtige Technikтheorie eingeführte Begriff des Biofakts[170] bezieht sich auf Gebilde, die durch eine Implementation technischer Funktionselemente in Organismen entstehen und deren Wachstum und Entwicklung durch diese Fusion technischer und natürlicher Momente geprägt sind. Handelt es sich hierbei um einen menschlichen Organismus, kann man vom „biofaktischen Menschen“ sprechen. Die aktuellen Strategien der Biofaktisierung beinhalten zum einen gentechnische Interventionen sowie die Konstruktion und den Einsatz neuer „synthetischer Zellen“ mit bestimmten Funktionen. Zum anderen ermöglichen die neuen IT-Systeme Eingriffe in die Signalaufnahme und -verarbeitung des Menschen sowie eine Delegation von Problemdiagnose- und Problemlösungsprozessen anteilautonomer Systeme im Sinne von Autonomie (2) und Autonomie (3).

Die unter dem Titel „Biofaktisierung des Menschen“ versammelten Forschungslinien haben eines gemeinsam: Die Trennung Natur-Technik lässt sich nicht weiter aufrechterhalten. Ist dies im Zuge der zivilisationsbedingten Überformung unserer natürlichen Umwelt ein bereits seit längerer Zeit anhaltender Prozess, so birgt er noch ein tiefer liegendes Problempotenzial, wenn es um die Einnahme von Verhältnissen zu „Natur“ oder „Technik“ geht, die zunächst unabhängig von einer objektivierenden Unterscheidung zwischen Natur und Technik liegen. Denn im Rahmen solcher Verhältnisse wird die Bezugsinstanz (Natur oder Technik) nicht für sich, sondern in Bezug auf einen möglichen Umgang unsererseits mit diesen Instanzen erfasst. „Tech-

170 Karafyllis 2003: *Biofakte. Versuche über den Menschen zwischen Artefakt und Lebewesen*

nik“ und „Natur“ beschreiben dann (reflexionsbegrifflich) Umgangsoptionen von Subjekten relativ zur äußeren Umwelt oder ihrer inneren Verfasstheit. Erscheinen diese gestaltbar, disponibel oder als Ergebnisse menschlichen Einwirkens, sprechen wir von Technik (als Verfahrensweise, als Gestaltungsprozess und als Resultat dieses Gestaltungsprozesses); erscheinen sie als indisponibel und „von sich aus“ wirkend, sprechen wir von Natur. Disponibilität oder Ausgeliefertsein, Verfügen-Können oder Widerfahrnis sind je nach Stand der Technik einem Wandel unterworfen. War Kinderlähmung früher ein „natürliches“ Schicksal, so ist es jetzt ein technischer Effekt, nämlich das Ergebnis einer technischen Unterlassungshandlung (z.B. des Impfens[171]). Gilt Analoges für technische Interventionen im epigenetischen Bereich?

Reduktion von Leiblichkeit zu technisch modellierter Körperlichkeit*:* Entsprechend der durch das Konzept der Biofaktisierung bedingten Natur-Technik-Trennung, ist auch eine Reduktion von Leiblichkeit auf technisch modellierte Körperlichkeit zu beobachten. Im Unterschied zum englischen *body* und den hiervon abstammenden Begrifflichkeiten verfügen wir im Deutschen über die Leitdifferenz „Körper - Leib“, die in basaler Weise für die Modellierung der Problemlage fruchtbar gemacht werden kann.[172] Zwar sind entsprechende phänomenologische Forschungslinien in der technik- und handlungsphilosophischen Diskussion aufgenommen und geltend gemacht, nicht jedoch in der Selbstbeschreibung der neuen Technologielinien oder den sie begleitenden Technikheorien. Jegliche technologisch orientierte Modellierung hebt (neben Energie und Information) auf Körperlichkeit ab und untersucht entsprechende Transfer-, Wandlungs- und Speicherungs-

171 Hubig 2011: *„Natur“ und Kultur“. Von Inbegriffen zu Reflexionsbegriffen*

172 Wiegerling 2011: *Philosophie intelligenter Welten*

prozesse. „Leiblichkeit“ meint hingegen eine ihrer selbst bewusste Körperlichkeit. Ist diese im elementaren Sinne als Repräsentation des körperlichen Zustands vorhanden, kann in einem einfachen Sinne tierischen Organismen oder Systemen, die der Repräsentation ihres Systemzustandes fähig sind, Leiblichkeit zugesprochen werden. Diese Grenze wird jedoch überschritten, wenn – wie beim Menschen – ein Selbstverhältnis zum Zustandekommen der Repräsentation sowie zu ihrer Affirmation oder Ablehnung eingegangen werden kann, welches über eine bloß funktional orientierte Beurteilung der Repräsentation hinausgeht. Es ist dies die Autonomie im Sinne von Autonomie (1). Gerade weil wir zu einer derartigen Autonomie gleichsam „verurteilt“ sind, uns dem Vermögen unserer subjektiven Freiheit nicht entziehen können, da, sobald wir Determinanten eines Selbstverhältnisses identifiziert haben, wir sofort zu diesen Determinanten ein Verhältnis einzunehmen genötigt sind, wird unsere personale Verfasstheit von eben diesem einzugehenden Verhältnis entscheidend geprägt. Dies betrifft z. B. den Umgang mit Erträgen einer Genomdiagnostik in prognostischer Absicht und die Hypothek eines entsprechend angepassten Verhaltens in therapeutischer oder präventiver Absicht. (Aus diesem Grund tendiert der Nationale Ethikrat eher dazu, die Bevölkerung vor einer flächendeckenden Genomdiagnostik zu schützen, während acatech und BBAW die Entscheidung, hierzu in ein Verhältnis zu treten, der Autonomie individueller Subjekte überlassen sehen wollen).

3.4 Forschungsfragen

In der oben gezeigten Heuristik und der Besprechung der Beispiele wurden etliche Fragen freigelegt, die in Bezug auf neue Formen der MTR zu untersuchen wären. Die Heuristik liefert eine MTI-spezifische Strukturierung des Frageraumes, wie er für autonomieorientierte MTI-Forschung relevant ist. Im Zuge des Projektes haben sich einige Fragen als besonders zentral erwiesen, die auf menschengerechte MTR-Formen zielen und in denen eine Vielzahl ähnlich gelagerter Fragen im Projekt zusammengefasst werden kann. Daraus resultierte das im Folgenden zusammengestellte Set an Forschungsfragen.

Untersuchung der Kompetenzen/ menschliche Autonomiefähigkeit

- Wenn Autonomie eine Kompetenz ist, wie lässt sie sich trainieren? Kann man diese Kompetenz verlernen und gibt es diesen Kompetenzverlust überhaupt? Wie entscheidet ein Mensch über sein eigenes Lernen? Hierzu sind noch empirische Untersuchungen zur generellen *Autonomiefähigkeit* erforderlich.
- Was muss der Mensch tatsächlich können, um autonom zu sein? Muss Autonomie erkämpft und erhalten werden? Muss der Mensch aktiv daran arbeiten, die eigene Autonomie nicht zu verlieren?
  Es bleibt zu untersuchen, inwiefern auch Intentionalität, Selbstwahrnehmung oder Selbstbewusstsein ausschlaggebend sind für die Autonomiefähigkeit des Menschen oder der Technik beziehungsweise für Mensch-Technik-Hybride.
- Haben adaptive Systeme spezielle Ansprüche an die Gesellschaft und resultiert daraus ein Wandel auf Grund von Anpassung an diese Ansprüche?
  Müssen wir eine neue Kompetenz erlernen, damit wir autonome Systeme nutzen oder mit ihnen interagieren können, bspw. so, dass wir dadurch nicht unsere personale Autonomie schädigen?

- Wie können adäquate Analysefähigkeiten entwickelt werden, damit der Nutzer (wieder) etwas mit den Daten anfangen kann? Also: Wie könnten z.B. Big Data-Strukturvorschläge nachvollziehbar und überprüfbar werden, ohne zugleich von Big Data-Algorithmen abhängig zu sein?
- *Implikationen auf personale Autonomie*: Wie wird sich die Personalität des Menschen langfristig ausbilden, wenn es mehr technisch vermittelte Mensch-Mensch-Interaktion. z.B. Online-Games und Smartphones, und MTI als direkte zwischenmenschliche Mensch-Mensch-Interaktionen gibt?

Untersuchung der Systemeigenschaften / technische Autonomiefähigkeit

- Was ist technische Autonomiefähigkeit?
  Brauchen wir für technische Systeme einen eigenen, einheitlichen Autonomiebegriff, etwa da eine Übertragung/ Zuschreibung des in Bezug auf Menschen entstandenen Autonomiebegriffes bereits eine unzulässige Anthropomorphisierung darstellte?
- Parallel zur Untersuchung menschlicher Autonomiefähigkeit erscheint eine konkrete Untersuchung der konkreten Systemeigenschaften autonomer Technologien sinnvoll. Hilfreich ist der Zugang über die AMTIR-Heuristik, etwa bezüglich der Inszenierungsgrade und Transparenz.
- Auf Grund welcher Systemeigenschaften neigen wir zur Autonomiezuschreibung (unser Unwissen, Intransparenz/ Aussehen der Technik...)?
  Welche Faktoren beeinflussen überhaupt, dass wir in der Technik menschliche Züge sehen (Anthropomorphisierung, z.B. Kindchenschema von Paro[173])?

---

173 National Institute of Advanced Industrial Science and Technology 2002: *Mental Commit robot for Psychological Enrichment*

Wie hängt die Autonomiezuschreibung von den jeweiligen Inszenierungsgraden ab?

- Das Verhalten des Menschen in einer MTI ist im Wesentlichen davon geprägt, wie er bestimmte Systemeigenschaften und Aktionen seitens der Technik wahrnimmt, sowie von der Interpretation der Leistungsfähigkeit solcher Systeme. Auch die möglichen Erwartungen bzw. Fehlinterpretationen der tatsächlichen vs. der erwartbaren Leistungen sind daran geknüpft. Inwieweit dürfen diese Erwartungen irritiert werden?
- *Ästhetik*: Können anhand von ästhetischen Gestaltungsmerkmalen Aussagen zum Wandel von Autonomie und Kontrolle in MTI getroffen werden (Moden, Designs, Styles, Uncanny Valley)?
- Kann ein System sich von der durch Menschen gesetzten System-Geschichte freimachen?
  Können also Systeme nicht nur selbstständig den ihnen gegebenen Möglichkeitsraum (ggf. durch mediale Steuerung justiert) ausfüllen, sondern diesen Möglichkeitsraum selbst verlegen, also ihre Ursprungsfunktionalität (ihr *telos*) transzendieren?
- Was ist mit der Verhandlungsfähigkeit von Systemen/ Programmen? Wie können verhandlungsfähige Systeme gebaut werden? Erfahren Aushandlungsprozesse derzeit eine Reduzierung? Gibt es Veränderungen in den Quasi-Erwartungen?

Kontrolldelegation und Verantwortungszuweisung

- In welchem Zusammenhang stehen Kontrolldelegation und Verantwortungszuweisung konkret?
  Diese Untersuchung kann von der AMTIR-Heuristik ausgehen. Nötig sind hierfür jedoch einerseits konkrete empirische Beobachtungen (bspw. parallel zur Untersuchung der Forschungsfrage zu Kompetenzen und Autonomiefähigkeit) und andererseits die ethische Perspektive, d.h. die ethischen Implikationen von Autonomie- und Verantwortungsdelegation.

- Ist die Zuschreibung von menschlichen Eigenschaften auch (ein Weg der)
  Verantwortungsabweisung an Technik? Ist die Kontrolldelegation auch eine
  Verantwortungsdelegation?
- Auf philosophischer Ebene: Wo ist der Zusammenhang zwischen Zielgruppengröße und medialer Steuerung? Wie wäre eine Ermöglichungs- bzw. Möglichkeitsverantwortung (in Folge von medialer Steuerung) zu denken?[174]
- Wie sind Verantwortungszuweisungen in MTI auf einer Governance-Ebene auszuhandeln?
  Ethische Fragen der Verantwortungszuweisung können auch an verschiedenen MTI beobachtet werden. Diese sind nicht nur zwischen Entwickler/ Designer und Nutzer zu klären, sondern auch auf Governance-Ebene.
- Wie lässt sich Verantwortung bei emergenten Schnittstellen/ chaotischen Systemen zuschreiben?
- Wie verändern sich Kontrolldelegationen und Verantwortungszuweisungen bei *kollektiver Systemnutzung*? Wie steht es um Autonomie bei einer kollektiven Systemnutzung?
- Wie beeinflussen Delegierungen oder Einschränkungen oder Stärkungen der unterschiedlichen Autonomietypen einander?

Erforschung der Auswirkungen neuer MTR-Formen

- Wie nutzen Menschen die Systeme/ Dinge im Alltag? Wie funktionieren die konkreten Artefakte/ Systeme und wie werden sie tatsächlich genutzt?
  Hier besteht Bedarf nach empirischen Untersuchungen an konkreten

---

174 Bin ich dafür verantwortlich, welche Entwicklungen und Effekte ich *ermöglicht* habe, auch wenn ich sie nicht umgesetzt/ ausgelöst habe? Vgl. →S.74

Beispielanwendungen sowie Bedarf an konkreter autonomieorientierter Technikfolgenabschätzung zu bestimmten Entwicklungen. Bspw. müsste das Feld *Quantified Self* weitergehend auf Autonomieeffekte untersucht werden, ebenso AAL-Systeme, die Körperfunktionen überwachen.

- Die reale Lebbarkeit personaler Autonomie kann durch bestimmte MTR manipuliert werden. Anhand von Untersuchungen zur Autonomiefähigkeit ließe sich klären, ob Einschränkungen der Fähigkeit des Menschen, autonome Entscheidungen zu treffen, durch bestimmte MTR-Formen in der Tat sichtbar bzw. wahrgenommen werden, bspw. Entwicklungen im Bereich *Serious Gaming.*
- Wann prozessieren Systeme handlungsförmig? Wann handeln Menschen systemförmig? Wie wechselwirken beide *Als-Ob-Handlungen.* Wer passt sich in hybriden Handlungsräumen wie an, um den Handlungserfolg zu ermöglichen?
- Wie wirken selbstorganisierte Systeme auf die Autonomie des Menschen? Wie koagieren Systeme und was ergibt sich daraus?
- Welche Konsequenzen hat die Tendenz zu immer abstrakteren Zielfunktionen (etwa die Tendenz zu medialer statt direkter Steuerung)?
- Was sind speziell Autonomieeffekte von Monitoring-Systemen (mit Big Data-Anwendungen oder Epigenom-Informationen)?
- Gibt es spezielle Auswirkungen bezüglich Autonomie und Kontrolle durch massive, kollektive Systemnutzung (Massenbewegung, Schwarmintelligenz)?
- Interaktion als Zumutung: Wann führt Interaktion zu „interaktivem Stress“ (Sanbothe), der zu einer Revalidierung „der ruhigen, relaxten, unilinearen Medien“[175] bzw. des ‚entspannten Gebrauchens und Bedienens‘ führt?

175 Sandbothe 1999: *Das Internet zwischen Wissenschaft und Kommerz*

- Wer sind jeweils die Nutznießer von neuen Systemen? Was ist an Anpassung notwendig, um einen möglichst hohen Systemnutzen zu erzielen?
- Gibt es prinzipielle Grenzen wünschbarer Autonomiegrade bei Technik? Wie ließen sich diese frühzeitig in F&E neuer Technologien berücksichtigen? (z.B. durch Berücksichtigung der AMTIR-Heuristik)
- Ist die Nutzerperspektive in der MTI-Forschung gerade für im Alltag präsente Technik (bspw. AAL) gegenüber der Entwicklerperspektive unterrepräsentiert bzw. ist sie zu stärken?

Rechtliche/ ethische Implikationen

- Wie lässt sich ein Recht auf Autonomie definieren, wenn man mit Technik interagiert, und haben wir dieses überhaupt (Verwirklichungschancen)?
- Lassen sich nach Vorbild des *capability approach* (Verwirklichungschancen) bestimmte Kriterien der Autonomie als Basis für Selbstverwirklichung erkennen?
- Gefährdet autonome Technik die Bedingungen unserer Verwirklichungschancen in dem Maße, dass unsere menschenrechtliche personale Autonomie prekär wird („Freiheit zu …")?[176]
- Fragen in Bezug auf das Thema *privacy*:
    - Wie sieht der Rechtsstatus von Netzwerken, künstlichen Agenten etc. bei zunehmender Kontrolldelegation aus?
    - Welche Dinge sollten Organisationen besser nicht/ nie über die einzelnen Nutzer erfahren, was sind Dinge, die auch

176 Dies wird besonders im Rahmen gentechnischer Entwicklungen und epigenetischer Erkenntnisse relevant, wonach sich im Sinne einer Unterlassungsverantwortung starke Handlungszumutungen und soziale Zwänge ergeben könnten.

heutzutage noch „privat“ bleiben müssen (etwa neuronale oder genetische Dispositionen)?

- Rechtswirksame Grenzen zu definieren, die die Privatheit des Menschen betreffen, ist klar ein Teil der Autonomie-Forschung. Zumindest scheint dies so – aber ist es auch praktisch der Fall (Perspektive einer autonomieorientierten Rechtsprechung)?

- Wo und wie sollte die Möglichkeit der Parallelkommunikation und eine verstärkte Berücksichtigung von Governance-Prozessen Teil der MTI-Gestaltung sein (Bestimmung eines Teils der Interfaces für die Parallelkommunikation)?

Gesellschaftliche Langzeiteffekte

- Wesentliche Faktoren, die den Wandel von Autonomie und Kontrolle in MTR beeinflussen, sind Raum, Zeit und der soziale/ gesellschaftliche Hintergrund. Diese Faktoren konnten innerhalb des Projekts lediglich angerissen und nicht in ihrer eigentlichen Reichweite erörtert werden. Welchem Wandel unterliegen derzeitig wahrgenommene Autonomie- und Kontrolleffekte auf lange Sicht? Wie differiert dieser Wandel in Bezug auf verschiedene Kulturräume und Gesellschaftsmodelle?

- Wie lassen sich Autonomie- und Kontrolleffekte in ihren zeitlichen Verläufen als Prozesseffekte der *Inkulturation*, Aneignung, Kompetenzentwicklung etc. verstehen? Gibt es Veränderungen in den Quasi-Erwartungen der Technik an den Menschen? Gibt es Veränderungen der Erwartungen der Nutzer im Vollzug?

- Wie wandelt sich das menschliche Selbstverständnis, wenn auch soziale Beziehungen durch MTI (z.B. technische/parasoziale Partner bzw. Sex-Roboter[177]) substituiert werden?
- Prozessual finden in MTR graduelle Verschiebungen (und Rück-/ Delegationen) von Autonomie und Kontrolle in beide Richtungen statt. Was wären wünschenswerte Balancierungen von Autonomie und Kontrolle zwischen Individuum, Gesellschaft, Systemen,...?
- Wie müssten Autonomie und Kontrolle neu ausdifferenziert und im beobachtbaren Vollzug (tatsächlicher hybrider Gesellschaft) neu definiert werden, um den Wandlungstendenzen gerecht werden zu können?
- Wie lässt sich Autonomieerhaltung heute als soziale Dimension berücksichtigen (i.S.v. Optionswerten[178])?
- Wie geht man mit nicht rückführbaren (i.S.v. irreversibel und nicht nachverfolgbar) Effekten um? Was darf beim Experimentieren mit Technik und Möglichkeitsräumen nie riskiert und nie zu riskieren ermöglicht werden?

177 Vgl. Levy 2008: *Love and sex with robots*; Böhle und Pfadenhauer 2011: *Einführung in den Schwerpunkt ‚Parasoziale Beziehungen mit pseudointelligenten Sofwareagenten und Robotern*; Hartmann 2010: *Parasoziale Interaktion und Beziehungen*

178 Vgl. zu Optionswerten: Hubig 2007: *Die Kunst des Möglichen II.*

4 Anhang

4.1 Parallelkommunikation

a) Problemlage

Wie können die Probleme einer fortgeschrittenen informatischen Konfiguration, die durch allgegenwärtige Verfügbarkeit, Kontextsensitivität und Adaptivität, durch eine gewisse Aktionsautonomie und weitgehende Nichtwahrnehmbarkeit gekennzeichnet ist, wenn nicht in jedem Falle gemeistert, so doch abgemildert werden?

In der Stuttgarter Technikphilosophie wurde dazu ein Konzept entwickelt, das den Titel Parallelkommunikation trägt.[179] Allerdings gilt die Idee im Prinzip für jegliche menschengerechte Gestaltung technologischer Konfigurationen, wobei menschengerecht heißt, dass der Mensch in seiner Autonomie gegenüber seinen Hervorbringungen und Dispositionen unterstützt werden soll, und zwar dahingehend, dass er persönliche Gestaltungs- und Steuerungsoptionen auch in komplexen technischen Konfigurationen wahren bzw. wiedererlangen kann.

Parallelkommunikation ist, um eine Ausgangsdefinition zu geben, als eine in den Systemen zu implementierende kommunikative Option über die Systemeinrichtung, Systemkommunikation sowie Systemintegration zu verstehen. Sie dient der Systemkontrolle, Transparenzgestaltung, Vertrauensbildung und Autonomiewahrung. Es handelt sich bei der Parallelkommunikation um ein praktisches Konzept, das von der konkreten Nutzung her entwickelt werden, dabei aber nie die technische Entlastungsfunktion infrage stel-

179 Hubig 2000: *Unterwegs zur Wissensgesellschaft: Grundlagen - Trends - Probleme*; Hubig 2007: *Die Kunst des Möglichen II.* Kapitel 8.4 - 8.6; Wiegerling 2008: *Philosophische Aspekte der Mensch-Technik-Interaktion beim Ubiquitous Computing*

len soll. Es bleibt lebensweltlich an den unmittelbaren Umgang mit technischen Systemen gebunden. Darüber hinaus soll auch die Einbettung des technischen Systems in Handlungskontexte, die dieses System übersteigen, zum Gegenstand der Parallelkommunikation gemacht werden. Der Anspruch des Konzeptes geht über den Umgang mit ubiquitären Systemen hinaus.

Selbstorganisierte ubiquitäre Systeme werden der Form nach Träger von Handlungen. Die ausdrücklich delegierte Systemaktion wäre noch keine wesentliche Neuerung gegenüber herkömmlichen Systemnutzungen. Entscheidend ist die Adaptivität des Systems. Es werden also Aktionen ausgeführt, die den Wünschen vorauseilen oder die einer allgemeinen gesellschaftlichen Zweckmäßigkeit entsprechen, beispielsweise wenn es um die Koordinierung von Verkehrsbewegungen oder von medizinischen Maßnahmen geht, die von den Nutzern weder ausdrücklich delegiert noch explizit gewünscht sind. Das System erfasst dann Nutzerstereotype, die einer anonymen Gemeinschaft zugewiesen werden, aus der man nicht mehr ohne weiteres austreten kann. Das System agiert dann in einer Weise, die sich letztlich individueller Kontrolle entzieht.

Die Kontextsensitivität des Systems, die auf der Fähigkeit zu Dekontextualisierungsleistungen basiert, also Leistungen, Situationen oder Verhaltensweisen auf typische Bestände zu reduzieren bzw. bestimmte Bereiche der Wirklichkeit zu desartikulieren, verschärft das benannte Problem. Es werden bestimmte, durch Sensorinformationen gestützte Problemdialoge und vorab favorisierte Problemlösungen akzentuiert. Es kann hier natürlich – nicht nur aus der Sicht des Nutzers – verstärkt zu Fehlzuordnungen von Daten kommen, wenn die Systeme nicht mehr ausdrücklich bedient und nicht mehr ohne weiteres auf konkrete, wandelbare lebensweltliche Bedingungen justiert werden können, wenn also eine Eingriffsmöglichkeit in das System nicht mehr besteht, weil es nicht mehr wahrnehmbar ist oder quasi nur noch hinter dem Rücken agiert. In der nutzerzentrierten Idee der Am-

bient Intelligence verschwindet subjektiv das, was wir bisher als Schnittstelle verstanden haben. Alles kann der Idee nach zum Bedienungselement werden, alles zur Projektionsfläche für die Mitteilung von Informationen („Interface“). Aber es geschehen auch vorauseilende Aktionen, Bereitstellungen, Vorgriffe und Verknüpfungen durch das System unter der Vorgabe, dass das System die Situation sowie die individuellen Intentionen erfasst. Es gibt im Bereich militärischer Anwendungen, bei sogenannten *smart weapons*, die selbständig Ziele suchen und – wie im Falle von Hybridwaffen – selbstständig ihre Wirkungsweise festlegen können, Fälle von Zuordnungsfehlern mit fatalen Folgen.[180]

Durch die informatische Aufladung werden Gegenstände der Mesosphäre möglicherweise nicht mehr in ihrer Widerständigkeit wahrgenommen und falsch eingeschätzt. Die Gegenstände sind dann in einem optionalen Status gegeben. Kompetenzverluste können sich aus der Tatsache ergeben, dass intelligente Systeme alltägliche Organisationsleistungen abnehmen. Kompetenzen ergeben sich aus der Ausbildung von Fähigkeiten bzw. Fertigkeiten und aus dem Wissen der Grenzen dieser Vermögen, aber natürlich auch aus dem Wissen um die Grenzen des Systems. Autonome Systeme (2) und (3) können also Auswirkungen auf Kompetenzbildungen und auf die Bildung der personalen Identität haben, wenn uns Widerstandserfahrungen genommen werden.

Eine unsichtbare, nur noch im Hintergrund agierende Technologie kann nicht mehr ohne weiteres in ihrer Funktionalität überprüft werden. Da die Systeme untereinander selbständig erhobene Daten austauschen, verarbeiten und bewerten, kann das Zustandekommen von Informationen nicht mehr ohne weiteres nachvollzogen werden. Die durch Sensoren erfassten Daten können insbesondere in Grenz- bzw. Randbereichen falsch bzw. ungenau

---

180 Rochlin 1997: *Trapped in the net*

sein. Generell birgt die Komplexität der angestrebten informatischen Idee Gefahren durch wechselseitige Störungen und Potenzierungen von Fehlern. Gerade weil ubiquitäre Systeme uns bei unseren Alltagsgeschäften unterstützen sollen, kann nicht von langwierigen Überprüfungen ausgegangen werden, da damit der Entlastungseffekt der Nutzung wieder passé wäre.

Viele Wirkungen werden verzögert eintreten, eben dann, wenn bestimmte Datensätze zusammenkommen bzw. bestimmte Ereignisse zusammentreffen. Auch wenn Verzögerung neben Distanzierung ein elementarer Ausdruck von Medialität ist, so handelt es sich hier um eine Art von Verzögerung, die über diese elementare Charakterisierung hinausgeht. Diese Verzögerung birgt die Risiken der Uneinsehbarkeit und Unkontrollierbarkeit von Systemprozessen und Systemeffekten. Wirkungen können in ihrer Aktualität also nicht mehr ohne weiteres verortet werden. Ihre Zuordnung wird erschwert, weil unmittelbare, lebensweltliche Anschlüsse verloren gegangen sind. Wir wissen möglicherweise nicht mehr, warum, wann und wo etwas passiert.

Das Privatheitsproblem erfährt in intelligenten Umgebungen eine Zuspitzung. Die Allgegenwart des Systems bettet private Entscheidungen in den Kontext einer allgegenwärtigen Datenverarbeitung ein und gibt sie damit einer tatsächlich existierenden oder potenziellen Öffentlichkeit preis, wodurch eine Einschränkung der dezisionalen Privatheit stattfindet; weitere Einschränkungen unserer Entscheidungsfreiheit finden durch paternalistische Effekte statt, etwa durch die tatsächliche oder vermeintliche Gesundheitsfürsorge durch das System. Lokationsdienste erlauben das Auffinden von Personen in den unterschiedlichsten Situationen, wodurch die lokale Privatheit eine Einschränkung erfährt. Die Umsetzung eines Rechts auf informationelle Selbstbestimmung bzw. informationelle Privatheit ist in einer Flut von personenbezogenen Daten kaum mehr umsetzbar. Selbst Techniken zur Anonymisierung von Identitäten verhindern nicht, dass Strategien

der persönlichen Datenverwaltung ein fester Bestandteil der Fremd- und Eigenwahrnehmung werden: Durch das Gewähren beziehungsweise Verweigern von Lokationsanfragen hinterlassen die Beteiligten eines interaktiven Netzwerkes indirekt eine Darstellung ihrer persönlichen Beziehungsnetzwerke. Es sind also genau die drei zentralen Privatheitstypen – die lokale, die dezisionistische und die informationelle Privatheit - möglicherweise nicht mehr gewährleistet.[181]

b) Was ist Parallelkommunikation?

Parallelkommunikation ist ein Instrument, um komplexe, autonom agierende Systeme zu kontrollieren; sie ist eine kritische Instanz, die im Hintergrund agierende Systeme begleitet, um deren Funktionalität aus der Perspektive der Nutzung überprüfen zu können. Dabei ist der Fokus insbesondere auf technische Kommunikationsformen gerichtet, also auf die Mensch-System-Interaktion im engeren Sinne sowie auf die Inter*aktion* der Systemkomponenten untereinander. Da Parallelkommunikation eine Form lebensweltlich disponierter Kommunikation ist, geht es um eine Überprüfung nach Wahrscheinlichkeits- bzw. Plausibilitätskriterien; schließlich soll die Entlastungsfunktion der genutzten Technologie sowie die lebensweltliche Unmittelbarkeit nicht aufgehoben werden. Im Fokus steht also die Alltagspraxis, mit der intelligente Systeme verwoben sein sollen. Parallelkommunikation versucht insbesondere, verschwindende Schnittstellen sichtbar werden zu lassen. Mehr denn je kommt es darauf an, smarte Systemtechnologien in ihrer Funktionalität und Widerständigkeit wahrnehmbar zu machen. Nur was sich bemerkbar macht, kann kontrolliert und gesteuert werden.

Es sollen nun unterschiedliche Foren der Parallelkommunikation innerhalb und außerhalb der technischen Systeme aufgebaut werden. Das heißt, es

---

181 Heesen 2007: *Strategien für einen selbst bestimmten und freiheitlichen Umgang mit allgegenwärtigen Kommuniktionsdiensten*

gibt in gewisser Weise technische Formen der Parallelkommunikation, Formen, die in die technischen Systeme selbst implementiert werden und einen Dialog mit dem System ermöglichen sollen; und es gibt nichttechnische Formen, die den Dialog über die technischen Systeme mit anderen Nutzern oder den Entwicklern befördern. Ersteres ist eine Weise der Mensch-System-Kommunikation, letzteres eine Form, technische Systeme in den sozialen Alltag zu integrieren, ihnen dabei ihre Entlastungsfunktion zu belassen, sie aber gleichzeitig überall und jederzeit in ihrer Funktionalität und Wirkung überprüfen zu können, möglichen Entmündigungen vorzubeugen und Steuerungsmöglichkeiten bzw. Handlungspotenziale auszuloten. Beide Formen sind allerdings eng miteinander verknüpft: Die Mensch-System-Kommunikation soll schließlich am Modell alltäglicher sozialer Austauschformen entwickelt werden. Tatsächlich ist es allerdings nicht einfach, Systemgrenzen hier eindeutig zu benennen, vor allem dann nicht, wenn man von einem System ausgeht, das sich adaptiv verhält, sich also permanent entsprechend sich wandelnder Situationen, sich wandelnder Handlungsabläufe und sich wandelnder Nutzeridentitäten verändert. Kontextsensitive informatische Systemtechnologien, die mit eigener Wahrnehmung und eigenem Gedächtnis ausgestattet sind, müssen als ein offenes System angesehen werden, das in permanentem Austausch mit seiner Umwelt steht und sich auf Grund dieses Austausches auch verändern kann. Insofern wird dieses System eben immer auch durch im eigentlichen Sinne nichttechnische Komponenten bestimmt.

Es sind nun erstens Foren für die Kommunikation zwischen Entwicklern und Nutzern zu entwickeln und zu etablieren, um Eingriffsmöglichkeiten und Systemgrenzen sichtbar zu machen bzw. Eingriffsmöglichkeiten zu implementieren; zweitens sind Foren zwischen Nutzern und dem System zu etablieren, um Kompetenzdelegationen rückgängig zu machen, beispielsweise wenn sich der situative Kontext, auf den die Systeme ausgelegt sind, ändert. Weiterhin gilt es, alternative Eingriffsmöglichkeiten zu erlangen oder Infor-

mationen über das Zustandekommen von Informationsangeboten zu erhalten; und drittens ist schließlich ein Forum – und diesem kommt eine Präferenz zu – zwischen Nutzern zu etablieren, um eine Kommunikation über mögliche Wirkungen bzw. Effekte der Systeme zu erlangen, Kontrollerfordernisse zu identifizieren und über Kontrollinstanzen zu verfugen. So könnten ‚falsche Routinen' verhindert und Bewährungstraditionen ausgebildet werden. Alle genannten Foren sind selbst medientechnologisch disponiert, insofern die in den Foren stattfindende Kommunikation immer auch medientechnologisch getragen ist.

Präferenz hat dieses letzte Forum aus verschiedenen Gründen. Es ist das Forum, das einen Austausch unter Nutzern institutionalisieren soll, orientiert an der Leitidee einer nichtanonymen und transparenten Gemeinschaft, die sich in der Idee des klassischen *oikos* artikulierte, in dem sich nicht nur eine nichtanonyme, transparente Versorgungsgemeinschaft artikulierte, sondern auch Subsidiarität und Zuschreibbarkeit von Handlungen, Dienstwilligkeit zu wechselseitigem Nutzen und Solidarität. Zuletzt war der *oikos* auch eine Wissensgemeinschaft, in der Spezialwissen, in den einzelnen Mitgliedern verkörpert, zuschreibbar und jederzeit abrufbar war. Dies weist darauf hin, dass technische Kontrolle und Integration in hochkomplexen Gesellschaften keine individuelle Angelegenheit ist und somit letztlich nicht individualistisch gelöst werden kann. Mithilfe der Parallelkommunikation können Zuschreibungen gesichert, Kontrollwissen abgerufen und Handlungsoptionen in die Systeme implementiert werden.

Zwar ist völlige Transparenz in einer von medialen Systemtechnologien erschlossenen, hochkomplexen und arbeitsteiligen Gesellschaft nicht herstellbar, dennoch ist es notwendig, technologische Systeme, sowie die neuen ökonomischen, politischen und kulturellen Bedingungen, die durch sie disponiert werden, an lebensweltliche Strukturen zurück zu binden, um sie menschengerecht zu gestalten. Dies ist nicht zuletzt auch ein aufkläreri-

sches Telos, denn menschengerechte Technologie dient der Wahrung, Herstellung und Erweiterung von Autonomie.

So dient die Implementierung einer Option zur Parallelkommunikation in die Systeme dem Zweck, Formen anonymer Vergemeinschaftung soweit wie möglich zu vermeiden und Handlungs- bzw. Eingriffsoptionen für den Nutzer zu gewähren. Parallelkommunikation versucht, mittelbare und nicht mehr zuweisbare Effekte an nichtanonyme unmittelbare Lebensformen anzuschließen. Sie ist insofern eine Weise, Berechenbarkeit und Vertrautheit herzustellen sowie Einsicht in abstrakte mediale Konfigurationen zu erlangen.

Dabei legt sie Wert auf die Aufweisung von Differenzen im Umgang mit den Systemen, nicht zuletzt um deren Grenzen und die eigenen Handlungs- und Verantwortungspotenziale sichtbar zu machen. Die Aufweisung von Differenzen in der Systemnutzung, von abweichendem Nutzerverhalten oder von Widersprüchen in Systemangeboten dient aber nicht nur dem strategischen Interesse, das System zu optimieren, so berechtigt dieses Interesse auch sein mag; sie dient vor allem dem Zweck, Kompetenz und Identität auszubilden und damit die eigene Autonomie im Modus der Kritik zu befördern.

Die Frage nach dem Vertrauen in Systeme bzw. Systemangebote kann nicht aus strategischer Perspektive beantwortet werden. Vertrauen in autonome Systeme kann nur durch eine kritische Begleitung hergestellt werden, die Schwächen bzw. Grenzen des Systems sichtbar macht, dadurch aber auch sein tatsächliches Vermögen in den Fokus bringt. Vertrauen wird hier also wesentlich durch Anspruchsbegrenzung hergestellt. Andererseits spielen immer auch das Wissen um die Funktionalität des Systems und die Bedienungs- bzw. Kontrollkompetenz eine wichtige Rolle, wohl wissend, dass dieses Wissen und diese Kompetenz nur in eingeschränkter Weise vorausgesetzt werden können.

Im Gegensatz zu personalem Vertrauen, das sich in einem Vertrauensvorschuss artikuliert und nie in einem absoluten Sinne rational begründet werden kann, hängt das Vertrauen in ein technisches System vor allem von seiner Einbettung in die Alltagspraxis und den darin sichtbaren, kalkulierbaren und überprüfbaren Effekten ab. Parallelkommunikation versucht, Vertrauen durch Rückbindung an die Alltagspraxis und durch Kontroll- und Revisionsoptionen herzustellen und einer technisch bedingten Entsozialisierung entgegenzuwirken.[182] Netzwerktechnologien sollen lebensweltlich gebunden, d.h. in soziale Prozesse der Kommunikation und des Aushandelns eingebunden bleiben.

Parallelkommunikation ist insofern kritisch, als sie in aufweisender und unterscheidender Absicht technische Konfigurationen in die Lebenswelt integrieren will. Der gelegentliche Gebrauch des Begriffes in betriebswirtschaftlicher Hinsicht wird der Intention des Konzepts nicht gerecht, weil er dort auf strategische Interessen begrenzt bleibt. Das kritische, insofern aufklärerische Potenzial der Parallelkommunikation liegt aber gerade in ihrer Autonomie gegenüber nur strategischen Kommunikationsformen. Es ist ein Unterschied, ob eine Kommunikationsform nur der Optimierung von Prozessabläufen und der Effizienz eines Unternehmens dient, oder ob sie eine Orientierung auf menschliche Autonomie und auf die Erweiterung von Handlungsoptionen hat. Eine nur auf strategische Interessen reduzierte Kommunikation wäre also von diesem Konzept der Parallelkommunikation zu unterscheiden. Die Betonung liegt hier auf dem ‚nur', denn natürlich soll Parallelkommunikation auch der Optimierung des Systems dienen. Unangemessen ist allein ihre Reduzierung auf strategische Interessen.

---

182 Heesen et al. 2008: *Vom Ubiquitous Computing zur Virtualisierung. Zur Philosophie intelligenter Welten*

Es geht bei der Parallelkommunikation also um die Formen der Mensch-System-Interaktion und -Koaktion bzw. um Fragen des Anschlusses und der Integration technischer Unterstützungen und Wirkungen, die in einem Dialog mit den Systemen und über die Systeme erörtert und auf einen Lösungsweg gebracht werden sollen. Dies können sehr konkrete Austauschformen sein, wie im Falle spezialisierter Techniken, wenn sich beispielsweise Piloten untereinander bzw. Piloten und Entwickler, also Fachleute, über Funktionsweisen eines automatischen Co-Piloten verständigen. Dies können aber auch abstraktere Austauschformen sein, wenn es um die Potenziale unspezialisierter technischer Angebote geht. Im ersten Fall handelt es sich vor allem um ein strategisches Instrument zur Verbesserung eines Systemangebotes, im zweiten Fall vor allem um ein kritisches Instrument zur Begrenzung bzw. Differenzierung technischer Ansprüche und zur Anbindung und Verbesserung an eigene Handlungsoptionen.

Parallel verläuft die Kommunikation nun erstens zum Austausch der Systeme untereinander. Zweitens verläuft sie parallel zu Formen der Alltagskommunikation, allerdings eingeschränkt auf eine Kommunikation mit und über technische Konfigurationen. Drittens verläuft diese Kommunikation parallel zu allgemeinen öffentlichen Diskursen, die wesentlich von medialen Einrichtungen disponiert sind. Parallel heißt hier immer auch, dass abstrakte technische Austauschformen von Austauschformen begleitet werden, die kein spezifisches Fachwissen benötigen. Dies gilt selbst für den technischen Austausch auf einem fortgeschrittenen Niveau: Auch wenn ein Pilot technisch ausgebildet ist, so bedeutet das noch lange nicht, dass er die informatischen Kenntnisse hat, um einen automatischen Co-Piloten einzurichten; prinzipiell muss Parallelkommunikation auf einem anderen Niveau stattfinden als die im engeren Sinne technische Fachkommunikation. Mit einer Verdoppelung der Kommunikationstypen wäre wenig gewonnen. Erst wenn die Kommunikation in dem parallel verlaufenden Kanal wirklich anders gestaltet ist, können auch Einsichten über die technischen Kommunikationsab-

läufe gewonnen werden. Erst die veränderte Perspektive des Nutzers macht auch Probleme der Systemkommunikation sichtbar.

c) Wie kann das Konzept der Parallelkommunikation konkretisiert werden?

Demonstrieren wir exemplarisch an zwei sich ergänzenden Beispielen mögliche Kon-kretisierungen der Parallelkommunikation. Zum ersten geht es um die Möglichkeit, mithilfe der Parallelkommunikation die technisch bedingte Verengung von Kommunikationskanälen zu erweitern, um Alternativen zur Nutzung und neue Handlungsoptionen zu erlangen. Zum zweiten soll gezeigt werden – dem Problem der Kanalerweiterung nachgeordnet –, wie mithilfe der Parallelkommunikation die Stimmigkeit von Sensordaten überprüft bzw. Sensordaten überhaupt bewertet werden können.

Beschreiben wir zunächst das Problem der Verengung von Kommunikationskanälen bei medialen Systemtechnologien: Jede Systemtechnologie betreibt einen Austausch von Informationen über bestimmte Kanäle in bestimmten, die Botschaften strukturierenden Sprachen. Die Festlegung und Verengung von Kommunikationskanälen hat mehrere Funktionen: (1) Sie erhöht die Sicherheit des Informationsflusses und damit die Verlässlichkeit des gesamten Systems; (2) sie verbessert die Präzision der Übertragung, schränkt also die Möglichkeit von Missverständnissen ein und erhöht die Zuschreibbarkeit zur Informationsquelle; (3) sie grenzt Funktions- und Geltungsbereiche ein und differenziert damit das Gesamtsystem im Hinblick auf speziellere Nutzungen aus.

Der Vorteil dieser Verengung kann zum Nachteil werden, insofern mit jeder Verengung natürlich auch eine gewisse inhaltliche Festlegung bzw. Festlegung der Nutzung erfolgt. Inhaltliche Festlegungen bzw. Einschränkungen finden insofern statt, als nicht jeder Kanal für jeden Informationsfluss geeignet ist. Mit einem Kleintransporter kann ich Medikamente transportieren, aber keine Brückenpfeiler. Dies kann nun zu einer Art von umgekehrter

Adaption führen, in der sich nicht das System dem Nutzer anpasst, sondern der Nutzer sich den Systemanforderungen unterordnet. Dieses Problem ist nicht neu und wird bereits seit über zwei Dekaden im Zusammenhang mit Softwaremonopolen diskutiert.[183] Aber es handelt sich dabei noch um ein eher bescheidenes Problem, solange wir es mit spezifischen Nutzungen zu tun haben, deren Effekte unmittelbar einzusehen sind. Komplizierter stellt sich die Sachlage bei unspezifizierten Systemen dar, die selbst als Handlungsträger fungieren und uns als Nutzer anonymen Gemeinschaften zuweisen. Nicht zuletzt geht mit unspezifizierten Systemen ein Anspruch einher, der uneingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten suggeriert. Aber es gibt schlichtweg keine uneingeschränkte Nutzungsmöglichkeit. Genau dieser Anspruch kann zu Fehleinschätzungen mit Folgen für unsere Welt- wie Selbstwahrnehmung führen. Es kommt nun darauf an, die Verengung der Kanäle in dem Sinne zu erweitern, dass Alternativen, aber auch Zusatzinformationen und Intentionen der Kanalverengung sichtbar werden. Auf diesem Weg rücken nicht nur Handlungsoptionen in den Fokus, es werden tatsächlich Kriterien zur Bewertung von Informationsangeboten, von Systemfunktionen, also von Zuordnungs- und Delegationsleistungen des Systems, gegeben.

Die im Stuttgarter Nexus-Projekt verwandte Protokollsprache AWL (Augmented World Language) bietet die Möglichkeit, Informationen über Informationen zu erhalten, beispielsweise von wann und von wo eine Information stammt. Man kann sich freilich noch Erweiterungen dieser Möglichkeiten vorstellen, die das ‚Wie' des Zustandekommens von Informationen und deren personalen oder nichtpersonalen Urheber anzeigen. Man könnte also erfahren, welche Sensordaten einem Informationsangebot oder einer Organisationsleistung des Systems zugrunde liegen, oder unter welchen

183 Kittler 1993: *Draculas Vermächtnis*

Aspekten und nach welchen Präferenzen Daten gesammelt wurden, man könnte etwas über die Kompetenz und Vertrauenswürdigkeit des Informanten erfahren etc. Damit wären den Nutzern jederzeit Beurteilungs- bzw. Einordnungskriterien an die Hand gegeben. Wenn es nun möglich wäre, die genannten Präferenzen und Aspekte auf unkomplizierte Weise zu ändern, dann wäre die Nutzung nur noch in einem eingeschränkten Sinne vom System abhängig.

Durch die Erweiterung der Kommunikationskanäle können auch alternative Nutzungsarten in den Blick kommen. Die Weitung von Kommunikationskanälen ist aber keineswegs nur eine im engeren Sinne technische Angelegenheit. Erweiterung der Kommunikationskanäle heißt auch, dass Informationsangebote im Dialog mit anderen Nutzern abgeglichen werden. Die Möglichkeit des Abgleichs muss allerdings im System selbst angelegt sein. Hinweise auf Mitnutzer müssten gegeben sein, allerdings in einer Weise, die die Anonymität wahrt, aber auf Anfrage einen anonymen oder nichtanonymen Austausch unter Nutzern gewährleistet. Die Smartness bzw. Adaptivität des Systems darf also nicht dazu führen, dass es zu Verdeckungen von Funktionen, von Herstellungsbedingungen, von Informationen und Organisationsleistungen von Entwicklerintentionen oder von Bedingungen und Präferenzen der Kontextbeurteilung des Systems kommt. Transparenz- bzw. Kontrollkriterien können zwar nicht in jeder Handlungssituation genutzt werden – man denke nur an Notfallsituationen –, aber es muss immer eine Option im System gegeben sein, zu diesen Kriterien zu gelangen. Autonom agierende, kontextsensitive Systeme können nicht immer kontrolliert werden, dann wäre für den Nutzer die Entlastungsfunktion verloren, aber eine ständige Kontrollbegleitung erscheint unumgänglich, wenn das System im Dienste der menschlichen Autonomie stehen soll. Es müssen also jederzeit Eingriffsmöglichkeiten und Eingriffstiefen ins System, Schnittstellen und Nutzungsalternativen sichtbar gemacht werden können. Zuletzt müssten auch Möglichkeiten angezeigt werden, aus der Systemunterstützung bzw. Systembeglei-

tung aussteigen zu können. Wenn dies nicht immer der Fall sein kann, etwa wenn dem Nutzer – wie in Notfallsituationen – durch den Ausstieg möglicherweise lebensbedrohliche Nachteile entstehen könnten, dann müssten Punkte angezeigt werden, an denen ein unproblematischer Ausstieg möglich ist.

Wie bereits weiter oben erwähnt wurde, ist der Dialog der Nutzer untereinander der entscheidende Maßstab zur Konkretisierung der Parallelkommunikation. Gerade die Erfahrung von Differenzen in der Nutzung ist von entscheidender Bedeutung für die Beurteilung der Funktionalität des Systems und seiner Informationsangebote. Nutzerforen sind bei spezialisierten Systemen bzw. speziellen Nutzungsformen leichter herzustellen. Sie sind allerdings nur institutionalisierbar, wo konkrete Funktionen auch verortbar sind. Problematisch wird die Institutionalisierung also dann, wenn eine solche Verortung nicht mehr ohne weiteres hergestellt werden kann. In diesem Fall müssen gesamtgesellschaftliche Diskurse stattfinden, die auch zu rechtlichen bzw. vertraglichen Regulierungen führen. Aber auch dann müssen die Diskurse von ‚Verortungstechniken' flankiert werden, um zumindest punktuell Datenflüsse und Datenverknüpfungen sichtbar machen und zur Diskussion stellen zu können. Das heißt, auch die Kontrolle der Technik kann niemals jenseits technischer Dispositionen und technischer Ermöglichungen vorgenommen werden, nicht zuletzt deshalb, weil die konkrete Lebenswelt, von der die Kontrolle erfolgt und an die die von medialen Systemen übermittelten bzw. generierten Informationen angeschlossen werden sollen, selbst schon eine technische Disposition aufweist,

Abschließend soll in erläuternder bzw. exemplifizierender Absicht noch auf den Umgang mit Sensordaten eingegangen werden. Die Wahrnehmung und Funktionalität autonomer (2, 3) Systeme hängt wesentlich von Sensordaten ab, die dem System zur Verarbeitung zugeführt werden. Der Wahrheitsgehalt dieser Daten ist allerdings schwer einzuschätzen. Es wurde bereits er-

wähnt, dass Sensordaten, die beispielsweise am Rande des Erfassungsbereiches von Sensoren wahrgenommen wurden, ungenau sein können. Nun können freilich im System Sicherungen eingebaut werden. Durch Fusionen von Daten kann ein gewisser Ausgleich bzw. eine Art Berichtigungskalkül geschaffen werden. Entscheidend aber ist, dass es streng genommen kein objektives Kriterium für die Bewertung von Sensordaten gibt, dass also jede Bewertung letztlich von der lokalen Nutzungsabsicht abhängt. Es ist die Erwartungshaltung der Nutzer bzw. Nutznießer, die Maßstab ihrer Beurteilung ist. Über die Richtigkeit bzw. Unrichtigkeit der Daten entscheidet die Alltagspraxis. Damit kommt wieder die Parallelkommunikation als ein Verfahren des unmittelbaren Austauschs über Systemangebote ins Spiel: Parallelkommunikation ist ja auf dem Feld der Alltagspraxis angesiedelt. Das heißt, es sind lebensweltlich-relative Kriterien, die über die Richtigkeit von Daten bzw. Informationen entscheiden. Es ist also schlichtweg die Erfahrung, die unsere Bewertung disponiert.

4.2 Dynamiken durch autonome Algorithmen im Bereich Big Data

Der Absicht, zu klären, welche Phänomenbereiche und Algorithmen gemeint sein können, wenn von Big Data die Rede ist, und welche Form von Problemstrukturen in diesem Kontext identifiziert und diskutiert werden können bzw. sollten, stehen zunächst zwei Hindernisse im Weg.

Ein eindrückliches Beispiel der Ängste, die vielfach eine Rede von Big Data überlagern, bietet die Seite *WeKnowWhatYoureDoing.com*[184], auf der eine tagesaktuelle, automatisch erzeugte Sammlung von Aussagen dargestellt wird, die Nutzer von Facebook mit der Öffentlichkeit „geteilt" haben und deren Nutzung durch Dritte den jeweiligen Menschen unmittelbar erheblichen Schaden zufügen könnte. Eine solche Angst vor einem persönlichen Schaden durch Datenmissbrauch stellt jedoch genau wie die anekdotenhafte Nennung von scheinbaren Nutzungen und Einsatzgebieten von Big Data noch keine belastbare Grundlage für eine Diskussion dar – ja es ist zunächst nicht einmal vollends klar, was unter dem Begriff „Big Data" überhaupt verstanden werden soll. Weiter verstellt die Sammlung von scheinbaren und tatsächlichen Fällen der Nutzbarmachung von Big Data den Blick auf eine neutralere Vorstellung der Neuerungen, die im Zusammenhang mit diesem Technikbereich auftreten. „Probleme" und Problemstrukturen sollen dementsprechend im Weiteren nicht ausschließlich in kritischer Absicht untersucht werden, sondern es sollen explizit auch die zu analysierenden bzw. zu bearbeitenden Potenziale adressiert werden. Die Entwicklungspotenziale in Ansehung erwartbarer Leistungen der Analysen von Big Data können einen erheblichen Einfluss auf die nutzerseitige positive „Freiheit zu" als Freiheit zur Eröffnung neuer Handlungsspielräume, Informationsbestände und Gratifikationen haben, selbstverständlich neben einer zu berücksichtigenden

184 Haywood: *We know what you're doing…*

negativen Freiheit vor unzulässiger Kontrolle und Überwachung. Das **erste Hindernis** für eine konstruktive Diskussion von Big Data besteht dementsprechend darin, dass eine neutrale Thematisierung oder Diskussion von Big Data im Hinblick auf Privatheit und informationeller Selbstbestimmung durch eine Konzentration auf Abwehr- und Schutzerfordernissen erschwert wird.

Das **zweite Hindernis**, das ein ergebnisoffenes Nachdenken über Big Data erschwert, ist die verbreitete Reduzierung von Big Data-Analysen auf ein Monitoring oder eine automatische Aufbereitung von Daten wie Lernergebnissen von Schülern oder der Krankengeschichte von Patienten. Doch erst wenn *riesige* Mengen von Daten betrachtet werden, kann und sollte von Big Data gesprochen werden. Wesentlich ist hierbei, dass die Daten durch menschliche Betrachter auch unter Nutzung von Software-Werkzeugen nicht systematisch überblickbar sind. Dementsprechend qualifizieren sich weder die Lernergebnisse von einer großen Zahl von Schülern, noch Diagnosedaten wie sie aktuell in der Praxis vorliegen. Selbst Datenbanken mit mehreren Millionen Einträgen und jeweils Hunderten von Dimensionen können von Nutzern in vielen praktischen Kontexten noch ohne prinzipielle Schwierigkeiten überblickt und manipuliert werden – solange die Daten sehr gut verstanden und klar geordnet sind, wie es etwa für die meisten Geschäftsdaten gilt. Als Veranschaulichung der Grenze sei die automatische Erstellung von medizinischen Diagnosen betrachtet. Hierbei handelt es sich solange nicht um Analysen von Big Data, wie „nur“ die Tätigkeit eines Arztes substituiert wird. In diesem Szenario liegt allenfalls eine Form maschinellen Lernens vor. Erst wenn extrem umfangreiche Daten über den Patienten genutzt werden, die einem Mediziner auf Grund ihrer Masse und ihres Detailgrades keinerlei Mehrwert mehr bieten, *kann* es sinnvoll sein, mit Ansätzen aus dem Bereich Big Data zu agieren. Mithin soll veranschaulicht werden, dass bei der Diskussion von Big Data im Kontext von Kontrolle und Autonomie besonders aktiv versucht werden muss, Rand- oder Fremdphänomene als solche zu

identifizieren und zu isolieren. Der für den Technikbereich Big Data relevante Aspekt an der Überwachung von Lernvorgängen wäre etwa nicht, *dass* diese überwacht werden, sondern dass sie *vollständig* überwacht werden und zwar deutlich genauer, als es aus rein menschlicher Beobachterperspektive überhaupt sinnvoll ist. Die Möglichkeiten der Kontrolle und Konditionierung sind in diesen Kontexten ggf. Probleme, aber diese Themen haben zunächst nur einen sehr vagen Zusammenhang mit der Tatsache, dass die Überwachung auf Big Data beruht. Überwachung per se ist hier nicht das interessante Phänomen. Weiter stellt das Resultat des Einsatzes von Big Data-Analysen, die menschliches Verhalten voraussagen sollen, nichts systematisch Neues dar. Solche Prognosen wurden zu jeder Zeit formuliert. Tatsächlich ist eine Verhaltensbeschreibung, die auf Daten und nicht auf Modellen basiert, in der Praxis eher von geringerem Interesse, da verkürzende Modellbildungen in Hinsicht auf Kontrolle und Autonomieverluste die Gefahr aufweisen, dass Diskrepanzen zwischen der Datengrundlage und dem Modell durch Pathologisierung oder Zwang hinwegerklärt bzw. beseitigt werden. Insgesamt sollten die Schwierigkeiten, eine Diskussion über Big Data auch auf Big Data zu begrenzen, nicht unterschätzt werden.

4.2.1 Identifizierung von Problemstrukturen

Ein gutes Einführungsbeispiel für die Problemstrukturen im Bereich Big Data bildet das High-Frequency Trading. Hier liegt einerseits ein Anwendungsbereich vor, der auch ohne die Analysen von Big Data bestanden hat, allerdings sind auch bloße Veränderungen dieses Bereiches sehr wirkmächtig. Eine Fragerichtung wäre entsprechend, ob der Einsatz von autonomen Algorithmen auf Basis von Big Data hier mehr erreichen kann, als schlichtweg erfolgreichere Methoden anzubieten, High-Frequency Trading zu realisieren. Zuvor waren zwar die Algorithmen transparenter, allerdings war und ist der diesbezügliche Markt für praktische Belange noch eine Black Box. Dementsprechend kann nicht von einem über eine Heuristik hinausgehenden Ver-

ständnis des Zusammenspiels zwischen Algorithmen und Livedaten gesprochen werden. Das erste diskussionswürdige Thema im Zusammenhang mit Big Data könnte dementsprechend darin bestehen, Szenarien zu trennen, in denen Analysen von Big Data-Daten ***erstmals* zugänglich machen,** von solchen Szenarien, in denen die Leistungsparameter bisheriger Methoden verbessert werden. Zwar kann die Verbesserung von Leistungsparametern durchaus unter der Frage nach Autonomie und Kontrolle betrachtet werden; solange jedoch vergleichsweise gute verstandene Alternativmöglichkeiten bestehen, könnte argumentiert werden, dass andere Technikbereiche sich für eine Analyse mit höherer Priorität anbieten. Kontexte in denen Daten nur in Form von opaker Big Data vorliegen, bestehen jedoch durchaus, und ein Fokus auf derartige Situationen könnte im Kontext von Autonomie und Kontrolle sehr fruchtbar sein. Wenn ein Fokus auf diese Szenarien gelegt wird, impliziert dies eine Verstärkung des Ermöglichungscharakters der Technik, da zuvor kein Zugang zu den Daten denkbar war und die autonomen Algorithmen erstmals einen solchen bereitstellen. Hier wäre zunächst kein Autonomie- oder Kontrollverlust formulierbar und es scheint, als ob sich kein Analysebedarf auftut. Allerdings entstehen Problemstrukturen, die eine solche Diskussion motivieren, durchaus, wenngleich erst *nach* dem Einsatz der autonomen Algorithmen. Die Frage ist hier, was mit den Ergebnissen geschieht. Resultieren Machtungleichgewichte oder Risiken und Gefahren aus der Möglichkeit, neue Handlungsräume zu eröffnen oder die bisherigen Zugänge zu Handlungsräumen zu verbessern? Diese Denkrichtung bietet gerade in Hinsicht auf Überwachung und Verhaltensprognosen einiges Potenzial. Ein sehr einfaches Beispiel für eine diskussionswürdige Situation (sowohl in Hinsicht auf Zugänglichkeit als auch in Hinsicht auf eine Verkürzung der Problemlage) wäre die Entscheidung über die totale Überwachung eines Menschen, über den ein autonomer Algorithmus eine negative Verhaltensprognose erstellt hat.

Eine weitere Problemstruktur motiviert sich aus der Betrachtung experimenteller Kontexte, wie sie etwa in der Forschung auftreten, bei denen besonders **ergebnisoffene Einsätze von autonomen Algorithmen** erwünscht sind. Es bestehen in diesen Kontexten nur noch vage Erwartungen an die Realisierung eines allgemeinen Aktionsziels oder gar eines konkreten Aktionszweckes. Die erhöhte Unsicherheit entstammt jedoch nicht der Komplexität des „Gegenübers" einer Interaktion, sondern der Unübersichtlichkeit der Situation. Das heißt, die Problemstellung verschiebt sich hin zu der Frage, welchen Mehrwert es bietet, den Einsatz eines autonomen Algorithmus als eine Interaktion zu bezeichnen. Zwar kann die subjektiv empfundene Komplexität der Aufgabenstellung nicht ohne weiteres als ein Kriterium dienen, allerdings gilt dies nicht für Technik, für die die Analyse von Big Data nur einen *Zwischenschritt* in ihrer Funktionserfüllung darstellt. Eine mögliche Fragestellung wäre damit, ob gewisse Formen von Technik sich als *notwendig* von autonomen Algorithmen zur Analyse von Big Data-Korpora abhängig beschreiben lassen und somit für eine Diskussion von Autonomie und Kontrolle sinnvoll problematisierbar werden. Eine Möglichkeit, solch eine notwendige Abhängigkeit zu beschreiben, liegt darin, genauer zu betrachten, inwiefern Interaktionen in diesem Feld autonome Prozesse aufweisen können. Autonome Prozesse in der Interaktion liegen vor, wenn Erwartungserwartungen nicht über gemeinsame, explizite Konventionen gebildet, sondern jeweils auf einer Seite selbstorganisiert, z.B. über adaptives Lernen, erstellt werden. Das heißt, Big Data kann durchaus eine zentrale Rolle in Autonomiefragen spielen, falls eine Interaktion des Nutzers mit einem System oder Artefakt vorliegt und das Ziel der Analyse und Raffinierung von Big Data genau eine selbstorganisierte „Konvention" darstellt, die dem Nutzer eine Nutzung durch das Angebot einer handhabbaren Struktur erst ermöglicht. Solche Szenarien treten in der Praxis durchaus auf, vor allem wenn opake Datenmengen zugänglich gemacht werden sollen und der Nutzer hierzu interpretierbare Strukturvorschläge von dem genutzten System bzw. Artefakt erwartet. Die Hauptschwierigkeit einer Diskussion dieser Problemstruktur

liegt darin, dass sie äußerst kontextabhängig ist. Big Data spielt hier nur eine nachrangige Rolle. Gleichwohl kann es sich natürlich lohnen, entsprechende Bereiche dennoch zu analysieren, da der Fokus des Gesamtprojektes nicht speziell auf Big Data liegt – es müssen allerdings Ungenauigkeiten in der Argumentation vermieden werden. Besonders interessant ist diese Problemstruktur, da explizite Konventionen über eine Teilautonomie der System- oder Nutzerseite vorliegen – seien es höherstufig unterstellte oder vorgegebene Konventionen. In solchen Kontexten wäre eine Form von relativer Autonomie gegeben. Die entsprechenden Abstufungen von Autonomie sind im Kapitel 1 aufgeführt und die Problematik ist bei Big Data für *Nutzer* zu großen Teilen vergleichbar, da Nutzer meist eine klare Zielvorstellung haben, zu deren Erreichung sie autonome Algorithmen einsetzen wollen. Für *Forscher* im weiteren Sinne gilt dies weniger, da hier eine Zielvorstellung noch nicht bekannt ist oder zumindest eher vermieden wird, um ergebnisoffen zu bleiben. Gerade hier besteht möglicherweise Analysebedarf. Weiter kann es im Kontext von Big Data Szenarien geben, in denen die genannten Konventionen explizit *gesucht* werden. Schließlich kann es im Extremfall dazu kommen, dass eine absolute Autonomie (2) und (3) vorliegt und das System dem Nutzer Vorgaben macht, ohne dass Einflussmöglichkeiten bestehen, wodurch die Rede von Interaktion hinfällig wird.

Die nächste anzudeutende Problemstruktur besteht in der Frage, ob im Kontext von Big Data eine systematisch neuartige Weise der **Zweckentfremdung von erhobenen Daten** stattfindet, sei es zur Verbesserung einer Infrastruktur oder zur Manipulation von Nutzern. Zwar handelt es sich bei potenziellem Datenmissbrauch prinzipiell nicht um ein neues Phänomen, aber es tritt bei Big Data in einer neuen Umfangsdimension und mit einer diskussionswürdigen Intransparenz und Unabschätzbarkeit auf. Im Moment der Erhebung ist einem Nutzer oftmals nicht klar, *dass* Daten erhoben werden und meist weiß zunächst niemand, *wozu* die Daten später einmal verwendet werden können. Die opake Struktur und der gigantische Umfang von Big

Data speist sich zum Teil aus diesem Aspekt. Dementsprechend sind Fragen der Datenautonomie und -kontrolle gerade im Zusammenhang mit autonomen Algorithmen zur Analyse von Big Data besonders interessant. Eine Konsequenz solch einer Fragerichtung wäre, dass unklar wird, ob bezüglich der erhobenen Daten die Idee der „Technikspuren im Menschen“ im Zusammenhang mit Big Data aufrechterhalten werden kann.

Ein weiterer Analysebedarf entsteht dadurch, dass sich bereits bekannte Themengebiete durch den Einsatz von Big Data stark verändern können – wie im Beispiel des High-Frequency Trading angedeutet. Die hierbei interessanten Aspekte beschränken sich nicht auf den Bereich Big Data, treten dort aber besonders stark auf. Eine derartige Verschiebung erleichternder Aspekte liegt in der **Unmerklichkeit** des Wirkens autonomer Algorithmen. Die Einflüsse autonomer Algorithmen sind insofern unmerklich, als gezielt nur die Resultate der Autoadaptionsprozesse, welche die Problemlösung durchführen, wahrgenommen werden sollen und können. Einerseits sollen sich Nutzer zu den präsentierten Aufarbeitungen der unzugänglichen Big Data in ein Verhältnis setzen, und es ist zumindest möglich alternative Klassifizierungen vornehmen zu lassen. Andererseits kann eine einmal erfolgte Wahrnehmung der Klassen nicht „zurückgenommen“ werden. Das heißt, der Blick auf die Umgebung ist nach Betrachtung der vorgeschlagenen Kategorien ein anderer als zuvor; der einzige Ausweg liegt darin, die Strukturvorschläge zu ignorieren. Ein zweiter Aspekt liegt darin, dass die Analyse von Big Data ihre Wirksamkeit jenseits von Stabilität und Eindeutigkeit entfaltet. Das heißt, autonome und selbstadaptive Systeme sind gerade durch Wirksamkeit jenseits konstruktiv eindeutig determinierter Abläufe bestimmt. Allenfalls von der ***Erzeugung* von Stabilität** oder Formbestimmtheit als *Ziel* kann im Zusammenhang mit sehr stark ergebnisoffen nach Lösungen suchenden Systemen die Rede sein.

Eine letzte bedenkenswerte Problemstruktur liegt in der Möglichkeit, dass auch **Artefakte untereinander Daten austauschen**. Zwar handelt es sich hierbei offenbar nicht um MTI, aber es ist nicht ohne weiteres möglich eine klare Grenze zu ziehen. Die Frage ist – wie im ersten Kapitel aufgearbeitet – zu klären, bis wohin Artefakte/ Software-Agenten des menschlichen Nutzers sind bzw. wie tief in der Software die WEE-Grenze liegt, das heißt, ab wann eine reine Artefakt-zu-Artefakt-Kommunikation vorliegt. Diese Frage ist stark verwandt mit den Schwierigkeiten, die sich ergeben, wenn das Internet der Dinge vom Internet of Everything getrennt werden soll, in dem tendenziell Menschen als Dinge modelliert werden – oder umgekehrt. Beide Modellierungen sind nicht zielführend bzw. problematisch, aber eine Alternative müsste erst entwickelt werden. Die Frage, wie Menschen sich zu Dingen verhalten können, „mit" denen sie im Netz sind, und ob sich die Rolle der Menschen im Netz von derjenigen der Dinge unterscheidet, stellt einen interessanten offenen Punkt in der Frage nach Autonomie und Kontrolle dar. In diesem Zusammenhang könnte sogar tatsächlich von einer Mensch-Technik-*Interaktion* gesprochen werden, da eine Erwartungserwartung möglich ist. Dies kann durch die Frage veranschaulicht werden, ob und wie die Kommunikation mit einem Ding/ Device sicher sein kann – ohne die Frage zu stellen, was in solch einem Kontext überhaupt „sicher" bedeutet. Kann überhaupt noch von Kontrolle über die Technik gesprochen werden, wenn ihr die Rolle eines Kommunikationspartners im eigentlichen Sinn zugesprochen wird?

Insgesamt stellt sich heraus, dass die ursprüngliche Annahme, dass Big Data dem Menschen nicht als geschlossenes autonomes System begegnet, mit dem der Mensch interagiert, sondern in Form von offenen (teil-)autonomen Systemen, an denen der Mensch partizipiert, zwar nicht falsch ist, aber deutlich präziser formuliert und argumentativ hinterlegt werden muss.

4.2.2 Herkömmliche Konzeptualisierungen

Nach der vorangegangenen Nennung von diskussionswürdigen Problemstrukturen soll nun dargestellt werden, ob die herkömmlichen Konzeptualisierungen und Terminologien für eine Diskussion der Problemstrukturen hinreichend sind bzw. ob die Begriffserweiterungen des ersten Kapitels ausreichen, um eine Analyse anzustoßen.

Die in der Informatik gebräuchlichsten **Unterscheidungsmerkmale zwischen autoadaptiven Algorithmen** können wie folgt beschrieben werden: Zunächst kann eine solche Unterscheidung auf der Beobachtung basieren, wie verschiedene Algorithmen im Rahmen ihres Autoadaptionsprozesses eine Rückmeldung über die Qualität der ausgegebenen Strukturen erhalten. Die unterschiedlichen denkbaren Formen der Rückmeldung lassen die Differenzierung von drei Varianten autoadaptiver Algorithmen zu. Diese drei Varianten werden als überwachtes, unüberwachtes und bestärkendes maschinelles Lernen bezeichnet. Eine andere verbreitete Möglichkeit, autonome Algorithmen zu klassifizieren, besteht darin, die eingesetzte Autoadaptions- bzw. Suchstrategie zu betrachten. Diese Betrachtung ist in gewisser Hinsicht verwandt mit der vorherigen Klassifizierung, da für die Analyse der Suchstrategien der Fokus unter anderem darauf gelegt wird, was gesucht werden kann, und damit primär auf die Ausgaben der entsprechenden Algorithmen – im Gegensatz zur Fokussierung auf die Eingabedaten. Die Menge aller möglichen Ausgaben eines autonomen Algorithmus bildet dessen in der MTI vorgegebenen Lösungs-, Such-, oder Hypothesenraum und die Algorithmen werden darin unterschieden, wie sie ihren jeweiligen Suchraum behandeln – der Blick richtet sich auf die Frage, ob sie den Raum ordnen und dann systematisch prüfen oder hin und her springen etc. Eine dritte in der Praxis eingesetzte Möglichkeit, autonome Algorithmen zu klassifizieren, besteht darin, die zugrunde liegenden Autoadaptionsprozesse auf Basis des Verwendungszwecks in Teilbereiche zu unterteilen. Ein Beispiel hierfür ist die Un-

terscheidung zwischen den Typen des parametrischen, semiparametrischen und nichtparametrischen Lernens. Eine zweite Unterscheidung nach Verwendungszweck teilt den Bereich des Data Mining in die Teilbereiche der Klassifikation, der Clusteranalyse und der Suche nach Assoziationsregeln ein. All diese prominenten Figuren in der Diskussion autonomer Algorithmen vernachlässigen jedoch die Frage, ob die Vorgehensweise nur in der Wahl der Mittel variiert, ob strategische Autonomie vorliegt oder ob gar ergebnisoffen gearbeitet wird. Kurz gesagt, es wird in der Diskussion aktuell noch keine Unterscheidung zwischen zielorientierten und ergebnisoffenen Algorithmen getroffen. Die Frage ist allerdings nicht länger „Was kaufen 42jährige Männer samstags?“, sondern „Welche Aussage kann aus dieser riesigen Datenbank gewonnen werden, die hilft, beim Kunden einen Spontankauf wahrscheinlicher werden zu lassen?“. Diese Problemstruktur lässt sich erst diskutieren, wenn die autonomen Algorithmen explizit dahingehend unterschieden werden, was ihnen vorgegeben wird. Eine solche Diskussion der Vorstrukturierung von Algorithmen kann dann etwa auflösen, ob ein Prozess „nur“ autoadaptiv ist oder sogar die Regeln der eigenen Autoadaption manipuliert. Solch ein Entwurf liegt mit Harrach[185] für das maschinelle Lernen im Allgemeinen bereits vor, diese Vorlage muss jedoch für den Kontext der Big Data noch konkretisiert werden, um eine zielführende Diskussion autonomer Algorithmen im Kontext von Autonomie und Kontrolle zu ermöglichen.

Wenn dies geschehen ist, kann mit einer Betrachtung der Autonomietypen des ersten Kapitels begonnen werden. Die nächste Herausforderung liegt nun darin, dass sich gerade im Bereich ergebnisoffener autonomer Algorithmen Funktionserwartungen an die Ergebnisse überlagern. Unter der Oberflächenfunktion des Schaffens eines Zugangs zu gewissen Daten steht mitunter ein Funktionieren nach ganz anderen Gesichtspunkten. Dies kön-

185 Harrach 2014: *Neugierige Strukturvorschläge im maschinellen Lernen*

nen durchaus positive **Überlagerungen von Funktionserwartungen** sein: Etwa kann versucht werden, die Bedeutung von bereits etablierten Korrelationen zu unterlaufen, indem andere, unerwartete Korrelationen aufgezeigt werden. Solch eine Neudeutung von Daten war bisher Experten der Statistik vorbehalten, wodurch sich einige langlebige Missverständnisse über Kausalketten begründen (gesundheitsschädliche Wirkung des Elektrosmogs). Diesen begrifflichen Schwierigkeiten bei der Rede von einer Funktion der Analyse von Big Data scheint mithilfe der Auflösung verschiedener Autonomie- und Kontrolltypen nachgespürt werden zu können.

Eine begriffliche Schwierigkeit, die sich aus einem Fokus auf besonders ergebnisoffene Algorithmen ergibt, besteht darin, dass nicht mehr ohne weiteres von Fehlern, Risiken und Kontrolle gesprochen werden kann, wenn – vor allem in experimentellen Kontexten – **keine Erwartungen an das jeweilige Resultat, sondern nur Erwartungen für ein Resultat** bestehen. Bei der ergebnisoffenen Analyse von Big Data ist die Systemleistung nicht schematisch wiederkehrend, sondern jeweils (auto-)adaptiv. Weiter kann es mangels Erwartung, wie ein Ergebnis aussehen kann (bzw. soll), keine „fehlerhaften" Ergebnisse geben und somit keine Fehlerkorrektur oder Kontrolle im engeren Sinn. Kompetenzen im Einsatz solcher autonomen Algorithmen bestehen dann in der erfolgreichen Interpretation der auf den Daten basierenden Strukturvorschläge bzw. allenfalls in einer Manipulation der Big Data-Analyse auf eine Weise, die interpretierbare Daten häufiger entstehen lässt als zuvor. Gerade eine solche Manipulation geht aber meist schlicht mit einer besseren Kenntnis der Daten einher und ist skeptisch zu sehen. Dies führt dazu, dass begrifflich die Rede von einem Agieren in technischen Systemen im Kontext von Big Data überraschenderweise nicht sehr passend erscheint. Ein solches Agieren würde voraussetzen, dass die Systemarchitektur nicht bloß eine adäquate Berücksichtigung der äußeren variablen Randbedingungen, sondern auch einen Erhalt der Systemfunktionalität sicherstellt. Beide Aspekte verlieren bei den ergebnisoffenen Analysen der Big

Data ihre Schärfe. Wie im Vorherigen schon diskutiert wurde, können die Rahmenbedingungen des Einsatzes autonomer Algorithmen gar nicht eingeblendet werden, weil es sie „nicht gibt“. Das idealtypische Schema der Bedienung von Maschinen passt im Gegensatz dazu zumindest in Teilen recht gut auf die Beschreibung der Arbeit mit Big Data (siehe Kapitel 1.3). Dieses Schema lässt sich wie folgt zusammenfassen: Eine Maschinenbedienung ist charakterisiert durch die zweckmäßige Auslösung fester physikochemischer oder informationstechnisch algorithmisierter Prozesse. Die Wahl des Zwecks ist hierbei autonom. Effizienz und Effektivität des Prozesses oder von Teilprozessen wird unterstellt und Rückmeldungen werden lediglich über das Gelingen oder Misslingen der Zielrealisierung und das Funktionieren des Prozesses (ja/ nein) erwartet. Dieses Schema passt im Gegensatz zu der Rede von einem Agieren in technischen Systemen zumindest in *einer* Hinsicht auf den Kontext der Big Data. Diese Hinsicht ist die *Auslösung* der Analyse der Daten – Zwecke sind dennoch noch nicht identifiziert. Die heuristische Erfahrung in der Auslösung von Analysen könnte jedoch höherstufig zu einer Form von Technikkompetenz bzw. Kontrolle führen. Zumindest scheint diese Denkrichtung eine weitere Analyse zu rechtfertigen.

4.2.3 Konsequenzen in normativer Hinsicht

Von besonderem Interesse bei der Suche nach bislang noch nicht erkannten Konsequenzen sind ergebnisoffene autoadaptive IT-Systeme, die mit Problemdiagnose- und Problemlösungskompetenz ausgestattet sind und sich – lernfähig und autoadaptiv – selbstorganisiert weiterentwickeln. Diese Selbsttätigkeit kann ontologisch interpretiert werden als Generierung neuer Eigenschaften oder sie kann epistemisch interpretiert werden als opake Generierung von durch uns nicht vorhersagbaren Effekten, weil die inneren Zustän-

de und Gesetze ihrer Veränderung nicht bekannt sind.[186] Ein solches Systemverhalten kann durchaus erwünscht sein, wenn – entsprechend der Unterscheidung verschiedener Autonomie- und Kontrolltypen – bei dem Entlastungseffekt qua Delegation von Steuerung und Regelung die Strategien und allgemeinsten Zielgrößen extern – also vom Subjekt – bestimmt bleiben. Die **Vorgabe von Zielgrößen** nennt ein konkretes Ziel, von dem bestimmbar ist, wann es erreicht wurde. Die Nutzer haben ein klar formulierbares Problem und erwarten von dem eingesetzten autonomen Algorithmus ein bestimmtes Ergebnis, z.B. ein Korrelationsmuster. Abstrakte Beispiele für derartige Autoadaptionsprozesse sind Optimierungsprobleme, durchaus auch im mathematischen Sinn. Darüber hinaus kann es sich um ein erwünschtes Systemverhalten handeln, wenn die Delegation von Regelung und Steuerung *nicht* mit der Vorgabe von Zielgrößen verbunden ist. Die Integration von selbsttätigen Autoadaptionsprozessen „entfernt" einerseits die Technik je nach Abduktionsgrad[187] der eingesetzten Methoden mit unterschiedlichem Nachdruck vom Bereich der kontrollierbaren Technik. Andererseits kann dieser Tendenz in der Praxis *entgegengewirkt* werden, indem etwa der theoretische Hintergrund der Systeme und das Verständnis der Einschränkungen, denen die Technik unterliegt, erforscht und besser verstanden werden. Den Systemen wird so das Potenzial der Unbeschränktheit genommen. Der Einsatz von autonomen Algorithmen führt somit – implizit akzeptiert – dazu, dass Technik in verschiedenen Hinsichten unberechenbarer und undurchsichtiger wird. Die Technik kann dementsprechend wieder in den Bereich von beschränkter und verstandener Technik „zurückgedrängt" werden und gewinnt in diesem Fall wieder an Transparenz.

---

186 Hubig und Harrach 2014: *Transklassische Technik und Autonomie*

187 Kaminski und Harrach 2010: *Do abductive machines exist? Proposal for a multi-level concept of abduction*

Eine weitere normative Konsequenz, die zu analysieren ist, bezieht sich auf die Unterscheidung zwischen der Profilierung eines einzelnen Menschen durch extrem umfangreiche Überwachungsmethoden und dem Versuch, kollektive Aktionsmuster freizulegen. Beide Vorgehensweisen stellen die Diskussion vor unterschiedliche Herausforderungen, aber nur die erste Frage wird üblicherweise aufgearbeitet. Typischerweise wird nur das erste Szenario explizit betrachtet, als eine Frage der Herrschaft beschrieben, und die Verbesserung des Datenschutzes bzw. der Anonymität wird als erstrebenswert festgehalten. Derartige Maßnahmen sind jedoch im zweiten Szenario nicht von Nutzen. Gleichzeitig haben großmaßstäbliche Strategien zur Manipulation von Menschengruppen hier eine sehr gute Vorarbeit.[188] Die Frage, ob **Subjekte Variablen der Systeme** werden, und die Probleme der Vergemeinschaftung können vor diesem Hintergrund aus neuer Perspektive diskutiert werden. Interessant ist es, festzuhalten, dass das Problem bei beiden Szenarien nicht im Streben nach einer Autonomie (1) gegenüber der Technik liegt, sondern im Streben nach einer Autonomie gegenüber Mitmenschen, die einen anderen Zugriff auf die Analysen der Big Data haben. Wenn vor der Nutzung von Big Data *keine* Möglichkeit zu einem eigenen Verhalten gegeben ist, dann „verliert" der Nutzer keine Autonomie (2) und (3), wenn ihm technisch eine Perspektive bzw. ein Verhalten vorgeschlagen werden – auch wenn die Optionalität des Strukturvorschlages zunächst verborgen bleibt. Hier ließen sich zwar Optimierungen andenken, die es dem Nutzer ermöglichen können, kompetenter mit der Technik umzugehen, aber die Hauptfrage ist, wer die Macht hat, den Vorschlag zu machen, und wer die Entscheidung trifft, unter welchen Bedingungen Vorschläge erstellt werden etc.

---

188 Hubig 2014: *Die Kunst des Möglichen III. Macht der Technik*

Wie bereits festgestellt wurde, bildet eine technikethische Konsequenz aus der soziotechnischen Komplexität der MTI die Erkenntnis, dass der Erhalt und die Förderung der Möglichkeit von Kompetenzerwerb in allen Bereichen eine grundlegende Bedingung für autonomes Handeln darstellt. Die Schwierigkeiten, eine **Technikkompetenz** im Umgang mit autonomen Algorithmen zu erlangen, liegt darin, dass der Umgang mit derartigen Entwicklungen nicht auf der Folie einer graduell zu befürwortenden Selbstorganisation *in* diesen Systemen Konsequenzen für eine entsprechende „Selbst-Organisation" menschlicher Handlungsräume nach sich ziehen darf, z.B. im Markt. Hingegen setzt die normative Gestaltung von Systemen, insbesondere Markt-Systemen, planungsfähige technische Subjekte (als Entwickler und Nutzer) voraus. Beim Wegfall der Abduktionsbasis des Aus-Erfahrung-Lernens entfällt dessen wesentliche Planungsgrundlage.

Eine Beobachtung, die in Hinsicht auf Kontrolle und Autonomie die Bestimmung und Diskussion normativer Konsequenzen potenziell stark vereinfachen könnte, liegt im formalen Charakter des Bezugs der Nutzer zu den Big Data-Beständen. Die Unzugänglichkeit von Big Data im Sinne einer Nicht-Wahrnehmbarkeit und der Zwang, auf technische Hilfsmittel zurückgreifen zu müssen, führt – in einem noch genauer zu bestimmenden Teil der Kontexte – dazu, dass die wahrgenommenen Strukturen präzise an andere Nutzer weitergegeben werden könnten. Daraus ergibt sich, dass die Rede von Kontrolle und Autonomie sich in solchen Kontexten ggf. in **spieltheoretische Modellierungen** des Vorrechts auf Information übersetzen lässt. Eine Nutzung von Big Data mittels autonomer Algorithmen lässt sich ggf. gut als spieltheoretischer Kontext modellieren, weil die Akteure aufbauend auf präzise formalisierbaren und transparenten Wahrnehmungen agieren. Wenn sich eine solche Modellierung als zulässig erweisen würde, könnte die Diskussion von Big Data die Ergebnisse vieler anderer Arbeiten aufgreifen – etwa zu normativen Konsequenzen aus Überlegungen zu Kontrolle und Fairness in spieltheoretischen Modellierungen.

Insgesamt ist für die Betrachtung normativer Konsequenzen die Frage nach dem **Kontext des Einsatzes von Big Data** entscheidend. Es erscheint wenig vielversprechend, erst eine Betrachtung von Big Data als Gesamtphänomen durchzuführen, ohne zuerst mittels der konkreten Betrachtung eines Kontextes die Diskussion zu präzisieren.

4.3 Virtual Reality und Virtual Actuality in der Mensch-Technik-Interaktion

Orientieren wir uns an der klassischen Definition von "virtual: being in effect, but not in real appearance" (Oxford Dictionary), dann ist zunächst entgegen dem verbreiteten Sprachgebrauch und vielmehr auf der Basis der klassisch-philosophischen Unterscheidung zwischen Realität (all demjenigen, dem als Entität Existenz zugeschrieben wird, einschließlich Möglichkeiten, theoretischen Entitäten etc.) und Wirklichkeit/ actualitas (denjenigen Effekten/ Wirkungen, von denen wir betroffen sind und auf die wir ggf. gestaltend einwirken können) zu differenzieren. Beide unterliegen dem Prozess der Virtualisierung, sodass wir zunächst zu unterscheiden haben zwischen *virtuellen Realitäten* (VR) und *virtuellen Wirklichkeiten* (VA). Virtuelle Realitäten finden sich im Bereich der Simulationen und bildgebenden Verfahren, die je nach verarbeiteter Datenmenge und -qualität, berücksichtigten Parametern und unterstellten Kausalmodelle Sachlagen repräsentieren, angesichts deren Variabilität und Konkurrenz sich die Frage stellt: Welche virtuellen Realitäten sind (werden) wirklich? Interaktionen mit virtuellen Wirklichkeiten finden wir im Umgang mit und in Cyberspaces, Robotern, androiden Agenten. Hier unterliegen wir Anmutungen, Interventionen und Direktiven der Systeme ohne authentifizierbare Urheberschaft; es werden simulationsbasiert Effekte gezeitigt (Beispiel Flugsimulator), und es stellt sich die Frage: Welche virtuellen Wirklichkeiten sind real, beruhen auf existierenden Sachlagen und nicht bloß auf Fiktionen? In beiden Fällen ist unsere Handlungsumgebung oder die Aktionsumgebung der Systeme virtualisiert.[189]

Radikalisiert wird dieses Problem, wenn eine Interaktion mit sogenannten "augmented realities" stattfindet, mit durch virtuelle Realitäten und virtuelle

---

189 Hubig 2007: *Die Kunst des Möglichen II.*, S. 188

Wirklichkeiten angereicherten Realitäten, die man im vierstufigen "Virtualitätsspektrum"[190] in unterschiedliche Typen einer "mixed reality" gliedern kann: (1) Als einfache augmented reality steht sie uns gegenüber, wenn unsere Realität mit virtueller Realität angereichert ist, wie wir es in der Nutzung, z.B. von Navigationssystemen, antreffen (VR in R). Eine mit virtueller Wirklichkeit angereicherte augmented reality (2) ist gegeben, wenn virtuelle Agenten qua Datenbrille in der realen Welt "gesehen" werden können und als Führer, Begleiter, Lehrer uns mit Informationen für unsere weiteren Handlungspläne versorgen (VA in R[191]). Eine augmented virtuality (1) entsteht dann, wenn die virtuelle Wirklichkeit eines Cyberspaces angereichert wird durch virtuelle Realität, z.B. Video-Aufnahmen der Realität in diesem Cyberspace, beispielsweise von einem Subjekt, das sich in diesem Cyberspace bewegt und auf diese Weise beliebig von der Teilnehmer- zur Beobachterperspektive wechseln kann, um die Wirkung seines eigenen Verhaltens, z. B. zu Lern- und Trainingszwecken, in diesem Umfeld zu erfahren (VR in VA[192]). Ein weiteres Beispiel findet sich in den zur Verkaufsförderung installierten Cyberspace-Situationen, in denen ein virtuelles Bekleidungsstück in verschiedenen Kontexten getragen und seine Wirkung in diesen Kontexten ausprobiert werden kann, Kontexten, die in ihrer Auswahl und qualitativen Ausprägung auf Systemdirektiven beruhen, für die bestimmte anonym erhobene Informationen über den potenziellen Käufer maßgeblich waren. Es ist entsprechend damit zu rechnen, dass mögliche Befriedigungs- oder Enttäuschungserfahrungen des Nutzers (hier des potenziellen Käufers)

---

190 Milgram und Kishino 1994: *A taxonomy of mixed reality visual displays*

191 André und Rist 2011: *Controlling the Behavior of Animated Presentation Agents in the Interface: Scripting versus Instructing.*

192 Cavazza, Marc et al. 2004: *Multimedial acting in mixed reality interactive storytelling*

bereits systemfunktional sind, also nicht "seine" Erfahrungen sind.[193] Beim sogenannten virtual environment – VA in VA (4) – findet eine "Immersion" virtueller Wirklichkeit in die präsentierte virtuelle Wirklichkeit statt: Das System selbst hat keinen Realitätszugang und seine Tutoragenten registrieren nur, was sich in ihrer virtuellen Welt abspielt,[194] so z. B. beim virtuellen Agieren in virtuellen Welten, etwa Zahlungen in virtueller Währung (die zu unterscheiden sind z. B. vom Derivatehandel qua Softwareagenten) – VA in VR).

Die Interaktion mit solchen mixed realities birgt Chancen und Risiken. Es findet eine Erweiterung unserer Vorstellungsräume statt, Entlastung bei der Sachverhaltsdiagnose und Unterstützung bei der Entscheidung über zu treffende Maßnahmen; es werden Rationalisierungseffekte bezüglich des Einsatzes bestimmter Mittel gezeitigt, die über ihre Verfasstheit „Auskunft zu geben“ vermögen; es findet eine Erweiterung von Möglichkeiten des (risikofreien) Probehandelns statt, durch das Lerneffekte realisiert werden können (Teilnehmerperspektive) und es wird die Möglichkeit zur Selbstkontrolle verbessert (Beobachterperspektive), sodass insgesamt gesehen eine Entwicklung von Kompetenzen stattfinden kann, die in dieser Form vormals nicht gegeben war. Andererseits ist in Rechnung zu stellen, dass durch die Konfrontation mit bereits formierten Handlungsumgebungen Einschränkungen bezüglich der Kompetenz, sich zu frei gewählten Aspekten dieser Umgebungen in einer Verhältnis zu setzen, stattfinden, und auf Grund des Verlustes der Widerständigkeit der Handlungsumgebung auch Kompetenzverluste eintreten können. Eine Routinisierung und Vereinseitigung des Handelns ist zu erwarten, wenn die "Kontexte", in denen die Interaktion sich vorfindet, bereits unter bestimmten Aspekten dekontextualisierte – virtualisierte – ursprüngliche Kontexte ausmachen: Denn die mixed realities sind auf einer

---

193 Fleisch und Dierkes 2003: *Betriebswirtschaftliche Anwendungen des Ubiquitous Computing — Beispiele, Auswirkungen und Visionen*

194 Rickel und Johnson 1999: *Virtual Humans for Team Training in Virtual Reality*

Modellierung derjenigen Merkmale aufgebaut, die im Rahmen der Systemarchitektur im Blick auf eine bestimmte Situations*typik* und entsprechende Nutzer*stereotype* für relevant erachtet wurden. Es kann eine nicht mehr hinterfragbare Abhängigkeit von den Feedbacks der virtuellen Wirklichkeiten entstehen, da diese im Blick auf reale oder fiktive Informationsbasen nicht mehr erlauben, authentifiziert zu werden. Und es fehlt die Möglichkeit, Adäquatheitsgarantien für die Interaktion mit den entsprechenden Cyber-Fakten herzustellen, weil eine den Subjekten gemeinsame und zur Herausbildung von Bewährtheitstraditionen notwendige Erfahrungsbasis fehlt. Die Interaktionen finden vielmehr in solipsistischen Kontexten statt, die sich oftmals in Adaption an singuläres Nutzerverhalten herausgebildet haben und in diesem Sinne "maßgeschneidert" sind. Die Effekte der Cyber-Fakten in den Cyberspaces stehen unter der Devise der "context awareness": Tue das Offensichtliche. Was aber ist das Offensichtliche?[195]

Das „Offensichtliche“ rekrutiert sich auf der Basis der erwähnten Nutzerstereotype, in deren Lichte die realen Kontexte soweit *dekontextualisiert* werden, dass eine Typisierung von Situationen möglich wird, die nach Maßgabe selektierter relevanter Merkmale gestaltet und in entsprechenden "Ontologien" vorrätig gehalten werden. Die ehemals funktionsorientierte Technik wird, so die Forderung, zu einer zielorientierten Technik, die auf einer adaptiv gewonnenen Informationsbasis antizipatorisch die Problemlösungen vornimmt und dabei koordinierend/ vernetzend die Problemlösungen Dritter in Rechnung stellt ("peer to peer"). Die Mensch-Technik-Schnittstellen

---

195 Bezogen auf die Interaktion mit Artificial Companions s. hierzu Benyon und Mival 2010: *From human-computer interactions to human-companion relationships*; Coeckelbergh 2010: *Artificial Companions: Empathy and Vulnerability Mirroring in Human-Robot Relations*; Krämer 2008: *Soziale Wirkungen virtueller Helfer: Gestaltung und Evaluation von Mensch-Computer-Interaktionen*; Sharkey und Sharkey 2012: *Granny and the robots: ethical issues in robot care for the elderly*; Sparrow und Sparrow 2006: *the hands of machines? The future of aged care, in: Minds and Machines*; Schmidt 2007: *Eingebettete Interaktion — Symbiose von Mensch und Information*

und ihre Gestaltung durch entsprechende Mensch-Technik-Interfaces sind subjektiv verschwunden und indisponibel geworden – für die Nutzer. Ein "intuitiver Umgang" mit einer Technik würde ja eingeschränkt, wenn diese Technik transparent wäre. Die Sensitivität der entsprechenden Systeme für den jeweiligen solipsistischen Kontext ist freilich überlagert durch die von den Systemen vorgenommene Koordinierungsleistung, die Effekte anonymer Vergemeinschaftung zeitigt: Bei der Interaktion mit systemischen Effekten kann sich der Nutzer nicht darüber vergewissern, welcher systemische Effekt eine Antwort auf sein eigenes Verhalten oder dasjenige Dritter ist, die das System parallel nutzen und in Abhängigkeit von deren Nutzung das System unter seinen eigenen internen strategischen Vorgaben so und so reagiert. Bei "Störungen" und fehlendem Handlungserfolg ist es daher nicht mehr möglich, eine Zuordnung zu inkorrekter Nutzung, systemischen Zweckbindungen, dem Agieren anderer oder Veränderungen der Systemumwelt vorzunehmen, für die das System nicht ausgelegt ist. Der Verlust der Realitäts-Wirklichkeitsunterscheidung erschwert direkte Interventionen und eine explizite Rollenwahrnehmung sowie eine Identitätsbildung qua positiver oder negativer Bezugnahme zu den Handlungsschemata, die das System unterstellt.

Es bedarf daher spezifischer Maßnahmen, den Erfahrungsverlust zu kompensieren, um ein autonomes Lernen aus Fehlern zu ermöglichen.[196]

Für die I&K-Technologien mit ihrer Intellektualisierung unserer Handlungsumgebungen, mit ihrer Herstellung "smarter Dinge" und "intelligenter Netze" wäre dies dann gegeben, wenn zusätzlich zu der Mensch-Technik-Interaktion bzw. -Kommunikation drei weitere Kommunikationsebenen eingerichtet werden: (1) Über einen Abgleich der Leitbilder und der Vorstellungen über Nutzerstereotypen zwischen Entwicklern und Nutzern im Vorfeld der

196 Hubig 2007: *Die Kunst des Möglichen II.*, S. 219; Turilli und Floridi 2009: *The ethics of information transparency*

Implementierung der Systeme könnte eine Verständigung über gemeinsam zu unterstellende Handlungsschemata erfolgen und im Lichte dieser Handlungsschemata abweichendes Systemverhalten überhaupt als solches identifizierbar werden. Die Reihe der Kandidaten, die für eine Störung maßgeblich sein könnten, wird, wenn die Systemstrategien transparent sind, zumindest eingeschränkt. Dadurch werden neben den expliziten Nutzerpräferenzen die impliziten Präferenzen bzw. Optionswerte gewahrt, die die Nutzer bei ihrer Interaktion mit den Systemen in Gestalt von Erwartungen an die Folgen einer regelmäßigen und längerfristigen Nutzung mitführen und die auf den Aspekt der "Sicherung" zielen, der mit jedem Technikeinsatz verbunden ist. Ferner können Vermächtniswerte wie Datenschutz, Privatheit, informationelle Selbstbestimmung gewahrt bleiben, auch in Hinsicht auf die Gewährung von Daten in Erwartung von Nutzen. (2) Auf einer weiteren Ebene könnte eine Parallelkommunikation mit den Systemen über die Interaktion *während* der Nutzung dergestalt vorgesehen werden, dass von Fall zu Fall eine Systemtransparenz on demand (über Systemstrategien und Grenzen der Systemleistungen) hergestellt wird – im Normalgebrauch wünschen wir nicht, dass die technischen Systeme, die wir nutzen, transparent sind –, und diese Parallelkommunikation kann sich ferner auf die Verlautbarung und Wahrung von Ausstiegspunkten aus der Nutzung beziehen, an die seitens der Systeme erinnert oder deren Wahrnehmung von den Systemen vorgeschlagen wird, wenn diese über Nutzerreaktionen Anzeichen für ein nicht vorgesehenes Nutzerverhalten erkennen. Umge-kehrt könnten Nutzer auf der Basis von Irritationen solche Ausstiegspunkte abfragen bzw. ihre Erinnerung an solche Punkte über Parallelkommunikation katalysieren. Erste Ansätze zu einer solchen systemimplementierten Parallelkommunikation finden sich im Bereich der Fahrerassistenzsysteme. Schließlich könnte auf einer dritten Ebene auf expliziten Parallelforen der Reflexion (3) eine gesellschaftliche *Metakommunikation* über die Systemkommunikation stattfinden, auf der eine Bilanzierung der Bewährtheit und Optionen der Traditionsbildung oder Traditionsabsage zur Diskussion gestellt werden. Auf diese Weise wür-

de die implizite Herausbildung von Traditionen und Routinen in der Nutzung klassischer Technik hier ein Äquivalent finden.

4.4 Projektteam & Beteiligte

Da es sich nicht zuletzt um grundbegriffliche Arbeiten und eine Erschließungsleistung des komplexen Autonomiebegriffes vor dem Hintergrund technischer Wandlungstendenzen handelte, wurde eine verstärkte Beteiligung der Philosophie – bereits durch den Projektleiter sowie das Team um Christoph Hubig – angestrebt.

Das Projekt wurde im Fraunhofer ISI von **Bruno Gransche** (Projektleitung, Philosophie, Literaturwissenschaft) und **Erduana Shala** (Europäische Kultur- und Ideengeschichte, Angewandte Kulturwissenschaften) unter Mitarbeit von **Simone Kimpeler** (Kommunikationswissenschaft, Publizistik, Soziologie, Wirtschaftspolitik) und **Miriam Klöpper** (Europäische Kultur- und Ideengeschichte, Angewandte Kulturwissenschaften) bearbeitet.

Ergänzt wurde das Projektteam durch **Christoph Hubig** (Technik- und Kulturphilosophie, Handlungstheorie, Wissenschaftstheorie, Maschinenbau, u.a.) und seinem Team der TU Darmstadt **Suzana Alpsancar** (Philosophie, Sprachwissenschaft, Geschichte, Informatik) und **Sebastian Harrach** (Philosophie, Computerwissenschaften, Mathematik).

Weiter verdankt das Projekt sehr viel den Anregungen, der Kritik und den äußerst engagierten Beiträgen von (in alphabetischer Folge):

- **Thomas Bremer** (System Design, Game Design, Creative Computing); Fachbereich Game Design der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Professur für Konzeption & Design, Leitung des Forschungsclusters GAME CHANGER
- **Markus Christen** (Neuroinformatik, Philosophie, Physik, Mathematik, Biologie); Institut für Biomedizinische Ethik der Universität Zürich; Psychology Department der University of Notre Dame, USA; Wissenschaftsjournalist

- **Wilfried Juling** (Mathematik, Informatik); Leitung (Chief Information Officer (CIO)) des Bereichs Informatik, Wirtschaft und Gesellschaft des Karlsruher Instituts für Technologie KIT
- **Sven Krome** (Design, Gamification); Games and Experimental Entertainment GEE-Lab Europe/ RMIT Melbourne
- **Paul Lukowicz** (Informatik, Physik, Eingebettete Systeme); Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz DFKI GmbH, Leiter des Forschungsgebietes *Eingebettete Intelligenz*
- **Werner Rammert** (Techniksoziologie, Sozionik, Wissenschaftstheorie); Institut für Soziologie der TU Berlin, Sprecher des interdisziplinären Forschungszentrums „Technik und Gesellschaft“
- **Peter Spork** (Neurobiologie, Anthropologie und Psychologie); freier Wissenschaftsjournalist, Herausgeber des Newsletters EPIGENETIK
- **Karsten Weber** (Philosophie, Informatik, Soziologie); Brandenburgische TU Cottbus, Lehrstuhl für allgemeine Technikwissenschaften
- **Klaus Wiegerling** (Philosophie, Komparatistik, Dt.Volkskunde); Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse ITAS Karlsruhe; Fachbereich Sozialwissenschaften der TU Kaiserslautern; Institut für Philosophie der TU Darmstadt
- **Josef Wiemeyer** (Sportmedizin, Sportwissenschaften); Arbeitsbereich Bewegung, Training und Sportinformatik der TU Darmstadt

Allen Beteiligten ist nachdrücklich für ihr großes Engagement und ihre wertvollen Beiträge zu danken.

5 Literaturverzeichnis

AAL Association (2012): AAL - Ambient Assisted Living Joint Programme. ICT for aging well. Ambient Assisted living Association. Online verfügbar unter http://www.aal-europe.eu/, zuletzt geprüft am 07.05.2014.

André, Elisabeth; Rist, Thomas (2011): Controlling the Behavior of Animated Presentation Agents in the Interface: Scripting versus Instructing. In: *AI-Magazine* (Vol. 22, Nr. 4.).

Ashby, W. Ross (1974): Einführung in die Kybernetik. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Baru, Chaitanya; Bhandarkar, Milind; Nambiar, Raghunath; Poess, Meikel; Rabl, Tilmann (2013): Benchmarking Big Data Systems and the BigData Top100 List. In: *Big Data* 1 (1), S. 60–64. DOI: 10.1089/big.2013.1509.

BBCI (2001-2014): Berlin Brain-Computer Interface. An interface between brain and computer. Online verfügbar unter http://bbci.de/.

Beckert, Bernd; Gransche, Bruno; Warnke, Philine; Blümel Clemens (2011): Mensch-Technik-Grenzverschiebung - Perspektiven für ein neues Forschungsfeld. Ergebnisse des Workshops am 27. Mai 2009 in Karlsruhe im Rahmen des BMBF-Foresight Prozesses. Stuttgart: Fraunhofer Verl (ISI-Schriftenreihe Innovationspotenziale).

Benyon, David; Mival, Oli (2010): From human-computer interactions to human-companion relationships. In: Proceedings of the First International Conference on Intelligent Interactive Technologies and Multimedia, S. 1–9.

Benz, Arthur (Hg.) (2010): Governance - Regieren in komplexen Regelsystemen. Eine Einführung. 2., aktualisierte u. veränd. Aufl. Wiesbaden: VS, Verl. für Sozialwiss (Governance, 1).

Bijker, Wiebe E.; Hughes, Thomas P.; Pinch, Trevor J. (1989): The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology. MIT Press. Cambridge, Massachussets.

BITKOM (2012): Big Data im Praxiseinsatz – Szenarien, Beispiele, Effekte. Unter Mitarbeit von Mathias Weber. Hg. v. Telekommunikation und neue Medien e. V. Bundesverband Informationswirtschaft. Berlin, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

BMBF (2012): Mit vereinten Kräften - Neuer Therapieansatz greift den Krebs gleich doppelt an. Gesundheitsforschung. Bundesministerium für Bildung und Forchung (BMBF Newsletter, 57). Online verfügbar unter http://www.gesundheitsforschung-bmbf.de/de/4527.php, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

BMBF (2013): Technik zum Menschen bringen. Dokumentation des 1. BMBF-Zukunftskongresses Demografie vom 21.-22.10.2013 in Berlin. Hg. v. BMBF. Berlin. Online verfügbar unter http://www.bmbf.de/pub/technik_zum_menschen_bringen.pdf, zuletzt geprüft am 14.05.2014.

BMBF (2014): Mensch-Technik-Interaktion im demografischen Wandel. Online verfügbar unter www.mtidw.de, zuletzt geprüft am 08.04.2014.

Böhle, Knut; Pfadenhauer, Michaela (2011): Einführung in den Schwerpunkt ‚Parasoziale Beziehungen mit pseudointelligenten Sofwareagenten und Robotern. In: *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 20 (1), S. 4–10.

Brahmbhatt, Anisha (2013): The Fat-Finger Problem. In: *Knowledge for Markets* 4 (25). Online verfügbar unter http://www.ftkmc.com/newsletter/Vol4-25-Sep2-2013.pdf, zuletzt geprüft am 08.05.2014.

Braun-Thürmann, Holger (2002): Künstliche Interaktion. Wie Technik zur Teilnehmerin sozialer Wirklichkeit wird. 1. Aufl. Wiesbaden: Westdt. Verl. (Studien zur Sozialwissenschaft).

Breuer, Markus (2011): intelligent gamification. fakten, news und ansichten zu einem modethema. Online verfügbar unter http://intelligent-gamification.de/.

Brezinka, Veronika (2007): Schatzsuche – ein Computerspiel zur Unterstützung der kognitiv-verhaltenstherapeutischen Behandlung von Kindern. In: *Verhaltenstherapie 17*.

Bruno Gransche (2011): Mobilität als Metamorphose des Menschen. Der Cyborg als Prototyp des Unterwegsseins. In: Felix Heidenreich, Jens Badura und Cédric Duchêne-Lacroix (Hg.): Praxen der Unrast. Von der Reiselust zur modernen Mobilität. Se faire mobile: Du gout au voyage à la mobilité moderne. 1., Aufl. Münster: Lit (Kultur und Technik, 22).

Bühl, Achim (Hg.) (2009): Auf dem Weg zur biomächtigen Gesellschaft? Chancen und Risiken der Gentechnik. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage, Wiesbaden, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik – BSI (2006): Pervasive computing: Entwicklungen und Auswirkungen. Hannover, Ingelheim: Technische Informationsbibliothek u. Universitätsbibliothek; SecuMedia. Online verfügbar unter http://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen/Studien/Percenta/Percenta_bfd_pdf.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 25.04.2014.

Buschmeier, Hendrik; Kopp, Stefan (2014): Dialogue Coordination for Sociable Agents. Center of Excellence Cognitive Interaction Technology – Bielefeld University – Faculty of Technology. Online verfügbar unter http://www.techfak.uni-bielefeld.de/ags/soa/research/dialogue-coordination/, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Buss, Martin (Hg.) (2011): Cluster of Excellence Cognition for Technical Systems. Technische Universität München. Online verfügbar unter http://www.cotesys.de/, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Buur, Jacob; Matthews, B.E.N. (2008): Participatory Innovation. In: *Int. J. Innov. Mgt.* 12 (03), S. 255–273. DOI: 10.1142/S1363919608001996.

Cavazza, Marc et al. (2004): Multimedial acting in mixed reality interactive storytelling.

CD Projekt RED (2013): RED Kit beta. Create RPG adventures and do it CD Projekt RED style! Online verfügbar unter http://redkit.cdprojektred.com/, zuletzt geprüft am 07.05.2014.

CFTC; SEC (2010): FINDINGS REGARDING THE MARKET EVENTS OF MAY 6, 2010. Report of the staffs of the CFTC and SEC to the joint advisory committee on emerging regulatory issues. CFTC; SEC. Online verfügbar unter http://www.sec.gov/news/studies/2010/marketevents-report.pdf, zuletzt geprüft am 08.05.2014.

Cheng, Gordon; Zelinsky, Alexander (2001): Supervised Autonomy: A Framework for Human-Robot Systems Development. In: *Autonomous Robots* 10 (3), S. 251–266.

Christaller, Thomas; et al. (Hg.) (2001): Robotik: Perspektiven für menschliches Handeln in der zukünftigen Gesellschaft. Berlin,, New York: Springer-Verlag.

Christen, Markus (2004): Schuldige Maschinen? Autonome Systeme als Herausforderung für das Konzept der Verantwortung. In: Honnefelder L. und Dieter Sturma (Hg.): Jahrbuch für Wissenschaft und Ethik. Berlin, New York: Walter de Gruyter, S. 163–192, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Chung, A. I.; Neighbors, C.; Belmonte, A.; Miller, M.; Sepulveda, H. H.; Christensen, C. et al. (2011): The Quake-Catcher Network Rapid Aftershock Mobilization Program Following the 2010 M 8.8 Maule, Chile Earthquake. In: *Seismological Research Letters* 82 (4), S. 526–532. DOI: 10.1785/gssrl.82.4.526.

Clark, Andy; Chalmers, David J. (1998): The Extended Mind. In: *Analysis* 58 (1), S. 7–19, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Cochran, E. S.; Lawrence, J. F.; Christensen, C.; Jakka, R. S. (2009): The Quake-Catcher Network: Citizen Science Expanding Seismic Horizons. In: *Seismological Research Letters* 80 (1), S. 26–30. DOI: 10.1785/gssrl.80.1.26.

Coeckelbergh, Mark (2010): Artificial Companions: Empathy and Vulnerability Mirroring in Human-Robot Relations. In: *Studies in Ethics, Law, and Technology* (4), S. 1–17.

Coeckelbergh, Mark (2011): Artificial Companions: Empathy and Vulnerability Mirroring in Human-Robot Relations. In: *Studies in Ethics, Law, and Technology* 4 (3). DOI: 10.2202/1941-6008.1126.

Csikszentmihalyi, Mihaly (1985): Das flow-Erlebnis. Jenseits von Angst u. Langeweile: im Tun aufgehen. Stuttgart: Klett-Cotta (Konzepte der Humanwissenschaften).

Curio, Gabriel (2013): Neurophysiologie: Gedankensteuerung hilft Patienten. Online verfügbar unter http://www.medizin-und-technik.de/medizin/-/article/275447, zuletzt geprüft am 10.04.2014.

Daimler (2013): PRE-SAFE® Bremse: Automatische Vollbremsung | Daimler > Technologie & Innovation > Sicherheit > Reagieren. Online verfügbar unter http://www.daimler.com/dccom/0-5-1210220-49-1210348-1-0-0-1210338-0-0-135-0-0-0-0-0-0-0.html, zuletzt aktualisiert am 11.10.2013, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Dautenhahn, Kerstin (1998): The Art of Designing Socially Intelligent Agents - Sciene, Fiction and the Human in the Loop. In: *Applied Artificial Intelligence Journal, Special Issue on Socially Intelligent Agents* 12, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Decker, Michael (2002): Robotik. Perspektiven für menschliches Handeln in der zukünftigen Gesellschaft. Rezension. In: *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 11 (2), S. 107–114. Online verfügbar unter http://www.tatup-journal.de/downloads/2002/tatup022_deck02a.pdf, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

DEEP (2012-2017): Deutsches Epigenom Programm DEEP. Hg. v. BMBF. Bundesministerium für Bildung und Forchung. Online verfügbar unter http://www.deutsches-epigenom-programm.de/de/home/, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Dennett, D. C. (1984): Elbow room. The varieties of free will worth wanting. Cambridge, Mass: MIT Press.

Dennett, Daniel C.; Blomert, L. (1997): Can machines think? Deep Blue and beyond. Maastricht: Studium Generale Maastricht.

Deterding, Sebastian (2012): Gamification: Designing for Motivation. In: *interactions* 19 (4), S. 14–17. DOI: 10.1145/2212877.2212883.

dpa/afp (2013): Action-Spiel knackt die Milliarden-Dollar-Marke. Grand Theft Auto V. In: *Handelsblatt*, 21.09.2013. Online verfügbar unter http://www.handelsblatt.com/unternehmen/it-medien/-grand-theft-auto-v-action-spiel-knackt-die-milliarden-dollar-marke/8825018.html, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Dumbill, Edd (2013): Making Sense of Big Data. In: *Big Data* 1 (1), S. 1–2. DOI: 10.1089/big.2012.1503.

Eiben, Agoston E.; Smith, J. E. (2003): Introduction to evolutionary computing. What is an Evolutionary Algorithm? New York: Springer (Natural computing series). Online verfügbar unter http://www.cs.vu.nl/~gusz/ecbook/Eiben-Smith-Intro2EC-Ch2.pdf, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Feil-Seifer, David J.; Matarić, Maja J. (2011): Socially Assistive Robots. Ethical Issues Related to Technology. In: *IEEE Robotics and Automation Magazine* 18 (1), S. 24–31. Online verfügbar unter http://robotics.usc.edu/publications/media/uploads/pubs/689.pdf, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Feiner, Steven K. (2002): Augmented Reality: A New Way of Seeing. In: *Scientific American* (286/4), S. 48–55.

Fink, Robin (2009): Attributionsprozesse in hybriden Systemen. Experimentelle Untersuchung des Zusammenspiels von Mensch und autonomer Technik. Soziologi-

sches Arbeitspapier Nr. 25/2009. Technische Universität Dortmund. Dortmund. Online verfügbar unter http://www.techniksoziologie-dortmund.de/Veroeffentlichungen/Files/2009/25-Hybrid-gesamt_Internet.pdf, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Fleisch, Elgar; Dierkes, Markus (2003): Betriebswirtschaftliche Anwendungen des Ubiquitous Computing — Beispiele, Auswirkungen und Visionen. In: Friedemann Mattern (Hg.): Total vernetzt: Springer Berlin Heidelberg (Xpert.press), S. 143–157. Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-55550-3_6.

Fraunhofer IPA: Care-O-Bot - We create your future! Unter Mitarbeit von Birgit Graf. Fraunhofer IPA. care-o-bot.de. Online verfügbar unter http://www.care-o-bot.de/, zuletzt geprüft am 05.05.2014.

FUTURE SHAPE (2005): SensFloor. Ein großflächiger Sensorboden. FUTURE SHAPE. Online verfügbar unter http://www.future-shape.de/de/technologies/11, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Gamm, Gerhard (2000): Nicht nichts. Studien zu einer Semantik des Unbestimmten. 1. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp (Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft, 1457).

Geisberger, Eva; Broy, Manfred (2012): agendaCPS. Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems. acatech STUDIE. Acatech. Berlin. Online verfügbar unter http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Publikationen/Projektberichte/acatech_STUDIE_agendaCPS_Web_20120312_superfinal.pdf, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Göbel, Stefan; Hardy, Sandro; Wendel, Viktor; Mehm, Florian; Steinmetz, Ralf (2010): Serious games for health: personalized exergames. In: Proceedings of the international conference on Multimedia 2010.

Goffmann, Erving (1983): The Interaction Order. In: *American Sociological Review* (48).

Gottschalk-Mazouz, Niels (2008): „Autonomie“ und die Autonomie „autonomer technischer Systeme“. XXI. Deutscher Kongress für Philosophie: Lebenswelt und Wissenschaft. DGPhil2008, zuletzt aktualisiert am 30.07.2008, zuletzt geprüft am 27.08.2013.

Gransche, Bruno (2010): Der Mensch als Autofakt. Technik-Haben und Technik-Sein in der New Reality des 21. Jahrhunderts. Saarbrücken: VDM Verlag Müller. Online verfügbar unter http://www.worldcat.org/oclc/699575916.

Gransche, Bruno (2013-2014): Wandel von Autonomie und Kontrolle durch neue Mensch-Technik-Interaktion (WAK-MTI). Projektseite. Fraunhofer ISI. Online verfügbar unter http://www.isi.fraunhofer.de/isi-de/v/projekte/WAK-MTI.php, zuletzt geprüft am 15.05.2014.

Gransche, Bruno (2014): Zukunft der Medien zwischen Reporter und Algorithmus-Journalist. InterActionMedia. In: *New Business* (13), S. 35–36.

Gutmann, Mathias (2010): Autonome Systeme und der Mensch: Zum Problem der medialen Selbstkonstitution. In: Stefan Selke und Ulrich Dittler (Hg.): Postmediale Wirklichkeiten aus interdisziplinärer Perspektive. Wie Zukunftsmedien die Gesellschaft verändern. 1. Aufl. Hannover: Heise Zeitschriften Verlag (Telepolis, 2), S. 127–148.

Gutmann, Mathias; Rathgeber, Benjamin; Syed, Tariq (2011): Autonome Systeme und evolutionäre Robotik: neues Paradigma oder Missverständnis? In: Matthias Maring (Hg.): Fallstudien zur Ethik in Wissenschaft, Wirtschaft, Technik und Gesellschaft. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing (4), S. 185–197.

Habermas, Jürgen (1992): Faktizität und Geltung. Beiträge zur Diskurstheorie des Rechts und des demokratischen Rechtsstaats. 1. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Harrach, Sebastian (2014): Neugierige Strukturvorschläge im maschinellen Lernen. Eine technikphilosophische Verortung. 1., Aufl. Bielefeld: transcript-Verl. (Edition panta rei). Online verfügbar unter http://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/3484/1/Harrach%20-%20Neugierige%20Strukturvorschl%C3%A4ge.pdf, zuletzt geprüft am 10.04.2014.

Hartmann, Tilo (2010): Parasoziale Interaktion und Beziehungen. 1. Aufl. Baden-Baden: Nomos (Konzepte, 3).

Haywood, Callum: We know what you're doing… …and we think you should stop. A social networking privacy experiment. Online verfügbar unter http://www.weknowwhatyouredoing.com/, zuletzt geprüft am 15.05.2014.

Heesen, Jessica (2007): Strategien für einen selbst bestimmten und freiheitlichen Umgang mit allgegenwärtigen Kommuniktionsdiensten. In: Koschke, Rainer, Herzog, Otthein, Karl-Heinz Rödiger und Marc Ronthaler (Hg.): INFORMATIK 2007. Informatik trifft Logistik. 37. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI). Bremen, 24.-27. September (2), S. 369–374.

Heesen, Jessica; Hubig, Christoph; Siemoneit, Oliver; Wiegerling, Klaus (2005): Leben in einer vernetzten und informatisierten Welt. Context-Awareness im Schnittfeld von Mobile und Ubiquitous Computing ; Abschlussbericht - Teilprojekt D3 (5). Online verfügbar unter http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/2007/3172, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Heesen, Jessica; Hubig, Christoph; Siemoneit, Oliver; Wiegerling, Klaus (2008): Vom Ubiquitous Computing zur Virtualisierung. Zur Philosophie intelligenter Welten. Jahrbuch zur Philosophie. Online verfügbar unter http://www.uni-tuebingen.de/einrichtungen/zentrale-einrichtungen/internationales-zentrum-fuer-ethik-in-den-wissenschaften/das-team/dr-jessica-heesen.html.

Heger, Dominic; Putze, Felix; Schultz, Tanja (2011): An EEG Adaptive Information System for an Empathic Robot. Special Issue Towards an Effective Design of Social Robot. In: *International Journal on Social Robotics* 3 (4), S. 415–425, zuletzt geprüft am 09.10.2013.

Heijmans, Bastijan T.; Tobi, Elmar W.; Stein, Aryeh D.; Putter, Hein; Blauw, Gerard J.; Susser, Ezra S. et al. (2008): Persistent epigenetic differences associated with prenatal exposure to famine in humans. In: *PNAS* 105 (44), S. 17046–17049, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Heinrich, H.; Nelson, K.; Moll, G. H.; Rothenberger, A. (1998): GÖFI - Ein Neurofeedback-System für die Kinder- und Jugendpsychiatrie. In: *Biomedizinische Technik* (43 (3)), S. 67–72.

Herzog, Ottenhein; Schildhauer, Thomas (Hg.) (2009a): Intelligente Objekte. Technische Gestaltung - Wirtschaftliche Verwertung - Gesellschaftliche Wirkung. Berlin/ Heidelberg. Online verfügbar unter http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Publikationen/acatech_diskutiert/acatech_diskutiert_Intelligente_Objekte_web.pdf, zuletzt geprüft am 15.05.2014.

Herzog, Ottenhein; Schildhauer, Thomas (2009b): Intelligente Objekte: Technische Gestaltung, wirtschaftliche Verwertung, gesellschaftliche Wirkung. Berlin/Heidelberg.

Hippel, Eric von (1986): Lead users. A source of novel product concepts. In: *Management science : journal of the Institute for Operations Research and the Management Sciences* (32), S. 791–805. Online verfügbar unter http://evhippel.files.wordpress.com/2013/08/lead-users-paper-1986.pdf.

Hubig, Christoph (1993): Technik- und Wissenschaftsethik. Ein Leitfaden. Berlin, New York: Springer-Verlag.

Hubig, Christoph (Hg.) (2000): Unterwegs zur Wissensgesellschaft: Grundlagen - Trends - Probleme. Berlin: Ed. Sigma (3).

Hubig, Christoph (2006): Technikphilosophie als Reflexion der Medialität. Bielefeld: Transcript (Die Kunst des Möglichen, 1).

Hubig, Christoph (2007): Die Kunst des Möglichen II. Bielefeld: Transcript (Edition panta rei, Grundlinien einer dialektischen Philosophie der Technik / Christoph Hubig ; 2).

Hubig, Christoph (2011): „Natur“ und Kultur“. Von Inbegriffen zu Reflexionsbegriffen. In: *ZKphil. 5* (1), S. 97–119.

Hubig, Christoph (2011): Technische Handlungsschemata in der Mensch-Fahrzeug-Interaktion und das Erfordernis einer Parallelkommunikation. In: Ralph Bruder (Hg.): Zukunft der Fahrzeugführung kooperativ oder autonom? Stuttgart: Ergonomia, S. 39–46.

Hubig, Christoph (2013): Strukturdynamik und Netzdynamik – die Rolle der Akteure. In: *Erwägen-Wissen-Ethik* 24 (4), S. 545–547.

Hubig, Christoph (2014): Die Kunst des Möglichen III. Macht der Technik. Berlin/Heidelberg: transcript-Verl.

Hubig, Christoph; Harrach, Sebastian (2014): Transklassische Technik und Autonomie.

Hubig, Christoph; Koslowski, Peter (Hg.) (2008): Maschinen, die unsere Brüder werden. Mensch-Maschine-Interaktion in hybriden Systemen. München: Fink (Ethische Ökonomie, 11).

IBM Institute for Business Value (Hg.) (2012): Analytics: The real-world use of big data. How innovative enterprises extract value from uncertain data. Unter Mitarbeit von Saïd Business School. IBM, zuletzt geprüft am 18.07.2013.

IBM Software (2012): Managing big data for smart grids and smart meters. Meet the challenge posed by the growing volume, velocity and variety of information in the energy industry. White Paper. Hg. v. IBM Corporation, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Institute of Informatics, University of Zurich (Hg.): ECCEROBOT. University of Sussex; Technische Universität München; Universität Zürich; Universitet u Beogradu; The Robot Studio (France). Online verfügbar unter http://eccerobot.org/index.php.

Jonze, Spike (2013): Her. Mit Joaquin Phoenix, Amy Adams und Scarlett Johansonn. Warner. USA.

Kaminski, Andreas; Harrach, Sebastian (2010): Do abductive machines exist? Proposal for a multi-level concept of abduction. In: *Proceedings of ITiCSE11: 16th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*.

Kant, Immanuel; Kraft, Bernd; Schönecker, Dieter ([1785] 1999): Grundlegung zur Metaphysik der Sitten. Hamburg: F. Meiner (Philosophische Bibliothek, Bd. 519).

Kapp, Karl M. (2012): The gamification of learning and instruction. Game-based methods and strategies for training and education. San Francisco, CA: Pfeiffer.

Karafyllis, Nicole (2003): Biofakte. Versuche über den Menschen zwischen Artefakt und Lebewesen. Paderborn: Mentis.

Kittler, Friedrich A. (1993): Draculas Vermächtnis. Technische Schriften. 1. Aufl. Leipzig: Reclam (Reclam-Bibliothek, Bd. 1476).

Knodt, Michèle (2005): Regieren im erweiterten europäischen Mehrebenensystem. Internationale Einbettung der EU in die WTO. 1. Aufl. Baden-Baden: Nomos (Regieren in Europa, Bd. 10).

Knoll, A.; Christaller, Thomas (2000): Selbstrepräsentation, Selbstwahrnehmung und Verhaltenssteuerung von Robotern. Online verfügbar unter http://www.iais.fraunhofer.de/fileadmin/images/pics/Abteilungen/IL/TC/Publikationen/Christaller2000.1.ps.gz.

Kobsa, Alfred; Wahlster, Wolfgang (Hg.) (1989): User Models in Dialog Systems. Berlin/Heidelberg/New York: Springer-Verlag.

Koch, Michael; Ott, Florian (2012): Gamification. Steigerung der Nutzungsmotivation durch Spielkonzepte. Online verfügbar unter http://www.soziotech.org/gamification-steigerung-der-nutzungsmotivation-durch-spielkonzepte/, zuletzt geprüft am 10.04.2014.

Kopp, Stefan; Jung, Bernhard; Leßmann, Nadine; Wachsmuth, Ipke (2003): Max - A Multimodal Assistant in Virtual Reality Construction. In: *Künstliche intelligenz* (4), S. 11–17. Online verfügbar unter http://www.kuenstliche-intelligenz.de/fileadmin/template/main/archiv/2003_4/kopp.pdf, zuletzt geprüft am 15.05.2014.

Kopp, Stefan; Welbergen, Herwin; Yaghoubzadeh, Ramin; Buschmeier, Hendrik (2013): An architecture for fluid real-time conversational agents: integrating incremental output generation and input processing. In: *Journal on Multimodal User Interfaces*, S. 1–12. DOI: 10.1007/s12193-013-0130-3.

Krämer, Nicole C. (2008): Soziale Wirkungen virtueller Helfer: Gestaltung und Evaluation von Mensch-Computer-Interaktionen. Stuttgart: Kohlhammer.

Krummheuer, Antonia (2010): Interaktion mit virtuellen Agenten? Zur Aneignung eines ungewohnten Artefakts. Stuttgart: Lucius & Lucius (Qualitative Soziologie, Bd. 11).

Lanier, Jaron (2013): Who owns the future? First Simon & Schuster hardcover edition.

Latour, Bruno (2005): Reassembling the social. An introduction to actor-network-theory. Oxford, New York: Oxford University Press (Clarendon lectures in management studies), zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Latour, Bruno (2013): Wir sind nie modern gewesen. Versuch einer symmetrischen Anthropologie. 4. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp (Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft, 1861), zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Lenk, Hans (2010): Das flexible Vielfachwesen. Einführung in die moderne philosophische Anthropologie zwischen Bio-, Techno- und Kulturwissenschaften. 1. Aufl. Weilerswist: Velbrück Wissenschaft, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Levy, David (2008): Love and sex with robots. The evolution of human-robotrelations. New York, NY: Harper Perennial.

Lin, Patrick (2014): The Robot Car of Tomorrow May Just Be Programmed to Hit You. In: *Wired*. Online verfügbar unter http://www.wired.com/2014/05/the-robot-car-of-tomorrow-might-just-be-programmed-to-hit-you/, zuletzt geprüft am 14.05.2014.

Luhmann, Niklas (1984): Soziale Systeme: Grundriss einer allgemeinen Theorie. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Maes, P. (1991): Designing Autonomous Agents. MIT Press, Cambridge, Massachussets.

Main Commission Aircraft Accident Investigation Warsaw (1994): Report on the Accident to Airbus A320-211 Aircraft in Warsaw. Warschau. Online verfügbar unter http://aviation-safety.net/database/record.php?id=19930914-2&lang=de, zuletzt geprüft am 14.05.2014.

Microsoft (2012): Exergamers Wellness Club Uses Kinect and HealthVault to Enhance Seniors' Well-being. Online verfügbar unter http://www.microsoft.com/en-us/news/features/2012/apr12/04-04exergamers.aspx, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Microsoft (2013): City of Los Angeles Announce Program That Increases Activity and Well-Being of Seniors. Online verfügbar unter http://www.microsoft.com/en-us/news/press/2012/apr12/04-04msexergamerspr.aspx, zuletzt aktualisiert am 07.11.2013, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Microsoft (2014): Microsoft HealthVault. Online verfügbar unter https://www.healthvault.com/de/de-DE, zuletzt geprüft am 28.04.2014.

Microsoft (2014): What can you do with HealthVault? Online verfügbar unter https://www.healthvault.com/de/en/overview#Achieve, zuletzt geprüft am 16.04.2014.

Microsoft Corporation (2014): Kinect für Xbox 360. Unter Mitarbeit von Benjamin O. Orndorff. Hg. v. Microsoft Corporation. Online verfügbar unter http://www.xbox.com/de-de/Kinect, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Milgram, Paul; Kishino, Fumio (1994): A taxonomy of mixed reality visual displays. In: *IEICE Transactions on Information Systems* (E77-D(12)).

Milner, Alan M. (2014): Quakebot Is Writing Earthquake Reports …And Other Bots Are Reading Them. Guardian Liberty Voice. Online verfügbar unter http://guardianlv.com/2014/03/quakebot-is-writing-earthquake-reports-and-other-bots-are-reading-them/, zuletzt geprüft am 15.05.2014.

Müller-Merbach, Heiner (1987): Künstliche Intelligenz – eine Sackgasse?, Plädoyer für ein Mensch-Maschine-Tandem. In: *technologie & management* (36/4).

National institute of Advanced Industrial Science and Technology (Hg.) (2002): Mental Commit robot for Psychological Enrichment. Online verfügbar unter http://paro.jp/english/.

Nissan Motor Co. (2012): Nissan Announces "Autonomous Emergency Steering System". Nissan Motor Co. YOKOHAMA, Japan. Online verfügbar unter http://www.nissan-global.com/EN/NEWS/2012/_STORY/121017-01-e.html, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Owen, Phil (2013): 32.3 quadrillion bullets fired and more weird Call of Duty stats. CALL OF DUTY by the numbers. www.VG247.com. Online verfügbar unter http://www.vg247.com/2013/10/30/32-3-quadrillion-bullets-fired-and-more-weird-call-of-duty-stats/, zuletzt geprüft am 07.05.2014.

Park, Taiwoo; Yoo, Chungkuk; Choe, Sungwon Peter; Park, Byunglim; Song, Junehwa (2012): Transforming solitary exercises into social exergames. In: *Proceedings of the ACM 2012 conference on Computer Supported Cooperative Work*.

Pfeifer, Rolf (2003): Körper. Intelligenz. Autonomie. In: Thomas Christaller und Josef Wehner (Hg.): Autonome Maschinen. Maschinen werden selbständig - was kommt auf uns zu?, Bd. 1. 1. Aufl. Wiesbaden: Westdt. Verl., S. 137–159.

Picot, Arnold; Propstmeier, Julian (2013): Big Data. In: *MedienWirtschaft - Zeitschrift für Medienmanagement und Kommunikationsökonomie* (1), S. 34–38.

Prem, Erich (1997): Epistemic Autonomy in Models of Living Systems. Hg. v. Phil Husbands und Inman Harvey. Online verfügbar unter http://cogprints.org/168/, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

QS Deutschland: QS - Quantified Self. self knowledge through numbers. Online verfügbar unter http://qsdeutschland.de/, zuletzt geprüft am 11.04.2014.

Rammert, Werner (1998): Giddens und die Gesellschaft der Heinzelmännchen. Zur Soziologie technischer Agenten und Multi-Agenten Systeme. TU Berlin. Online verfügbar unter https://www.ts.tu-berlin.de/fileadmin/fg226/Rammert/articles/Multi.html, zuletzt geprüft am 30.04.2014.

Rammert, Werner (2003): Technik in Aktion: Verteiltes Handeln in soziotechnischen Konstellationen. Hg. v. Fachgebiet Techniksoziologie TU Berlin. Berlin.

Rammert, Werner (2007): Technik - Handeln - Wissen. Zu einer pragmatistischen Technik- und Sozialtheorie. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Rammert, Werner; Schulz-Schaeffer, Ingo (2002): Technik und Handeln. Wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Artefakte verteilt. Hg. v. Technische Universität Berlin. Institut für Soziologie (TUTS-WP, 4-2002), zuletzt aktualisiert am 11.08.2002, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Rich, Elaine (1989): Stereotypes and User Modelling. In: Alfred Kobsa und Wolfgang Wahlster (Hg.): User Models in Dialog Systems. Berlin/Heidelberg/New York: Springer-Verlag, S. 32–49.

Richter, Alexander (2013): Einkritischer Blick auf Gamification. SozioTech.org. Online verfügbar unter http://www.soziotech.org/gamification-kritischer-blick/, zuletzt geprüft am 23.08.2013.

Rickel, Jeff; Johnson, W. Lewis (1999): Virtual Humans for Team Training in Virtual Reality. In: Ninth World Conference on AI in Education: IOS Press, S. 578–585.

Riegler, Alexander (2008): The Paradox of Autonomy: The interaction between humans and autonomous cognitive artifacts. In: Susan Alice Jane Stuart und Gordana Dodig Crnkovic (Hg.): Computation, Information, Cognition: The Nexus and the Liminal. Newcastle: Cambridge Scholars, S. 292–301.

Rieß, Ulrike (2014): Big Data bestimmt die IT-Welt. Das verbirgt sich hiter dem Hype. Sonderbeilage des Heise Zeitschriften Verlages. In: *CT* (15), S. 4–9.

RIKEN, Bio-Mimetic Control Research Center: RI-MAN. Online verfügbar unter http://rtc.nagoya.riken.jp/RI-MAN/index_us.html, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Rochlin, Gene I. (1997): Trapped in the net. The unanticipated consequences of computerization. Princeton, N.J: Princeton University Press.

Ruiz-Mirazo, Kepa; Moreno, Alvaro (2012): Autonomy in evolution: from minimal to complex life. In: *Synthese* 185 (1), S. 21–52. DOI: 10.1007/s11229-011-9874-z.

Russell, Stuart J.; Norvig, Peter; Davis, Ernest (Hg.) (2010): Artificial intelligence. A modern approach. Kapitel 26.4 - bis Kapitel 27. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall (Prentice Hall series in artificial intelligence).

Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2011): Herausforderungen des demografischen Wandels. Expertise im Auftrag der Bundesregierung. Wiesbaden.

Sandbothe, Mike (1999): Das Internet zwischen Wissenschaft und Kommerz. Interview: O. Wihofszki im Gespräch mit Mike Sandbothe. Online verfügbar unter http://www.sandbothe.net/58.html, zuletzt geprüft am 08.05.2014.

Schatter, Günther (2010): Affektive Agenten, Avatare, Apparate. Emotionale Empathie als Voraussetzung für überzeugende Charaktere künstlicher Subjekte. „Mein Avatar und ich. Die Interaktion von Realität und Virtualität in der Mediengesellschaft“; 14. Buckower Mediengespräche 24. und 25. September 2010. 14. Buckower Mediengespräche.

Schmidt, Albrecht (2007): Eingebettete Interaktion — Symbiose von Mensch und Information. In: Friedemann Mattern (Hg.): Die Informatisierung des Alltags: Springer Berlin Heidelberg, S. 77–101. Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-71455-2_6.

Schmitt, Thomas (2013): Epigenom-Analyse. Special DNA- & RNA-Sequenzierung – Deep Sequencing in Freiburg. In: *LaborJournal* (6), S. 46–47. Online verfügbar unter http://www.ie-freiburg.mpg.de/1873928/LJ_613_Special_DeepSequenzierung_ThomasSchmitt.pdf, zuletzt geprüft am 15.05.2014.

Schulz-Schaeffer, Ingo (2007): Zugeschriebene Handlungen. Ein Beitrag zur Theorie sozialen Handelns. 1. Aufl. Weilerswist: Velbrück Wissenschaft.

SDIL (2014): Smart Data Innovation Lab (SDIL). Online verfügbar unter http://www.sdil.de/de/.

Shala, Erduana (im Erscheinen): Die Autonomie des Menschen und der Maschine. Gegenwärtige Definitionen von Autonomie zwischen philosophischem Hintergrund und technologischer Umsetzbarkeit. KIT.

Sharkey, Amanda; Sharkey, Noel (2012): Granny and the robots: ethical issues in robot care for the elderly. In: *Ethics and Information Technology* (14), S. 27–40.

Shibata, Takanori; Wada, Kazuyoshi (2011): Robot Therapy: A New Approach for Mental Healthcare of the Elderly – A Mini-Review. In: *Gerontology* 57 (4), S. 378–386. DOI: 10.1159/000319015.

Sims, Kelly (2011): IBM Unveils Cognitive Computing Chips. Hg. v. IBM Corporation. IBM Corporation. Online verfügbar unter http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/35251.wss, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Sparrow, Robert; Sparrow, Linda (2006): the hands of machines? The future of aged care, in: Minds and Machines. In: *Minds and Machines* (16), S. 141–161.

Spehr, Michael (2014): 3,5 Millionen Schritte und kein Fortschritt. Ein Jahr mit dem Fitness-Armband: Die Quantified-Self-Bewegung überschätzt maßlos die Wirkung. Und Smartphones zählen inzwischen auch. In: *FAZ*, 08.04.2014 (83), S. T4, zuletzt geprüft am 15.04.2014.

Spork, Peter (2009): Der zweite Code. Epigenetik - oder Wie wir unser Erbgut steuern können. 1. Aufl. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Stampfl, Nora S. (2012): Die verspielte Gesellschaft. Gamification oder Leben im Zeitalter des Computerspiels. Hannover: Heise.

Steggemann, Yvonne; Kopp, Stefan; Weigelt, Matthias (2009): Wie der virtuelle Agent MAX versteht, was wir können: Die multimodale Vermittlung komplexer Bewegungsaufgaben und deren Überprüfung mithilfe der SDA-M Methode. In: Michael Krüger (Hg.): Bildungspotenziale im Sport. Abstracts ; 19. Sportwissenschaftlicher Hochschultag der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft vom 16. - 18. September 2009 in Münster. Hamburg: Czwalina (Schriftenreihe der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft, 191).

Swan, Melanie (2013): The Quantified Self: Fundamental Disruption in Big Data Science and Biological Discovery. In: *Big Data* 1 (2), S. 85–99. DOI: 10.1089/big.2012.0002.

SyNAPSE Team (2013): DARPA SyNAPSE Program. IBM. Online verfügbar unter http://www.artificialbrains.com/darpa-synapse-program, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Turilli, Matteo; Floridi, Luciano (2009): The ethics of information transparency. In: *Ethics Inf Technol* 11 (2), S. 105–112. DOI: 10.1007/s10676-009-9187-9.

Turing, Alan M. (1950): Computing Machinery and Intelligence. In: *Minds and Machines* 59 (236), S. 433–460, zuletzt geprüft am 07.04.2011.

Ulrich, Rainer: ACCESS. Barrierefreier Tourismus für Senioren. Hg. v. Fraunhofer IIS. Online verfügbar unter http://www.iis.fraunhofer.de/de/bf/ln/technologie/rssi/access.html, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Universität Stuttgart (2008): SFB627: Nexus. Umgebungsmodelle für Mobile Kontextbezogene Systeme. Hg. v. Universität Stuttgart. Stuttgart. Online verfügbar unter http://www.nexus.uni-stuttgart.de/, zuletzt aktualisiert am 29.04.2008, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Wachsmuth, Ipke (2008): Implementing a non-modular theory of language production in an embodied conversational agent. In: *Embodied Communication in Humans and Machines*.

Wachsmuth, Ipke (2010): "Ich. Max“ – Kommunikation mit künstlicher Intelligenz. In: *Medienwandel als Wandel von Interaktionsformen*.

Walmsley, Joel (2008): Methodological situatedness; or, DEEDS worth doing and pursuing. In: *Cognitive Systems Research* 9 (1–2), S. 150–159. DOI: 10.1016/j.cogsys.2007.07.006.

Warnke, Philine; Gransche, Bruno (2009): Mensch-Technik-Kooperation. In: Foresight-Prozess - Im Auftrag des BMBF. Zukunftsfelder neuen Zuschnitts. Unter Mitarbeit von Gerhard Angerer, Elke Bauer, Bernd Beckert, Antje Bierwisch, Clemens Blümel, Harald Bradke et al. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI. Karlsruhe, Stuttgart, S. 15–38.

Weber, Max (1968): Gesammelte Werke zur Wissenschaftslehre. Tübingen: Mohr.

Weiß, Marcel (2006): Brain - Computer Interfaces. Ein ¨Uberblick am Beispiel des BBCI.

Weyer, Johannes; Fink, Robin (2011): Autonome Technik als Herausforderung der soziologischen Handlungstheorie. Autonomous Technology as a Challenge to the Sociological Theory of Action. In: *Zeitschrift für Soziologie* 40 (2), S. 91–111. Online verfügbar unter http://www.zfs-online.org/index.php/zfs/article/viewFile/3061/2598.

Weyer, Johannes; Fink, Robin (2011): Die Interaktion von Mensch und autonomer Technik in soziologischer Perspektive. In: *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 20 (1), S. 39–45, zuletzt geprüft am 26.02.2014.

Wheeler, Michael (1997): Cognition's Coming Home: the Reunion of Life and Mind. In: Paul Husbands und Inman Harvey (Hg.): Fourth European Conference on Artificial Life. Cambridge, Mass, S. 10–19, zuletzt geprüft am 29.05.2013.

Wheeler, Michael (2005): Reconstructing the cognitive world. The next step. Cambridge, Mass: MIT Press, zuletzt geprüft am 06.05.2014.

Whitson, Jennifer; Eaket, Chris; Greenspan, Brian; Tran, Minh Quang; King, Natalie (2008): „Neo-immersion. Awareness and engagement in gameplay“. In: *Proceedings of the 2008 Conference on Future Play: Research, Play, Share, Toronto*.

Wiegerling, Klaus (2008): Philosophische Aspekte der Mensch-Technik-Interaktion beim Ubiquitous Computing. In: *Concordia* (53), S. 39–63.

Wiegerling, Klaus (2011): Philosophie intelligenter Welten. Paderborn: Fink.

Wirz, Martin; Lukowicz, Paul; Franke, Tobias; Roggen, Daniel; Mitleton-Kelly, Eve; Tröster, Gerhard (2012): Inferring crowd conditions from pedestrians' location traces for real-time crowd monitoring during city-scale mass gatherings. Wearable Computing Laboratory, ETH Zürich; Embedded Intelligence Group, DFKI Kaiserslautern; Complexity Research Programme, London School of Economics and Political Science. IEEE. Online verfügbar unter http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=06269760, zuletzt geprüft am 30.04.2014.

Wolter, Stefan (2012): Smart Mobility – Intelligente Vernetzung der Verkehrsangebote in Großstädten. In: Heike Proff (Hg.): Zukünftige Entwicklungen in der Mobilität. Betriebswirtschaftliche und technische Aspekte. Wiesbaden: Springer/Gabler (Research), S. 527–548.

Zhou, Feng; Duh, Henry B-L.; Billinghurst, Mark (2008): Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display. A Review of Ten Years of ISMAR. IEEE Camebridge. Online verfügbar unter http://ieeexplore.ieee.org/xpls/icp.jsp?arnumber=4637362, zuletzt geprüft am 30.04.2014.

6 Glossar zu WAK-MTI

Abduktion	Die Abduktion („Detektivschluss“) ist neben der Induktion und Deduktion, eine Schlussfolgerungsweise, die nur pragmatisch abgesichert werden kann. Sie schließt von einem vorliegenden Resultat und einer möglichen, hypothetischen Regel auf einen Fall. Die hypothetische Regel wird als bewährte Regel geltend gemacht, so dass das Resultat als sinnvoller Fall dieser Regel betrachtet werden kann. Die Abduktion dient so der Erklärung überraschender Phänomene.
Abschätzbarkeit der Konsequenzen; Emergenzeffekte	Dimension II.a.3 der AMTIR-Heuristik (Effekte der MTR)
Affective Computing	Affective-Computing ist ein interdisziplinärer Ansatz von Informatik, Psychologie und Kognitionswissenschaft und konzentriert sich auf die Interaktion Mensch-Maschine respektive auf die zwischen Mensch und Computer. Es umfasst die Erforschung und Entwicklung von Systemen und Geräten, die menschliche Regungen erkennen, interpretieren, verarbeiten und simulieren können. Eine Motivation für die Forschung ist die Fähigkeit, Empathie zu simulieren. Die Maschine soll den emotionalen Zustand des Anwenders erkennen und das Verhalten so adaptieren, dass es eine angemessene Reaktion auf die Emotionen darstellt. (vgl. www.itwissen.info)
Als-ob-Autonomie	Mit Als-ob-Autonomie wird eine suggerierte, inszenierte, angenommene Autonomie bezeichnet, die entgegen des Anscheines aber nicht tatsächlich vorhanden ist. In Bezug auf Nutzer ist mit Als-ob-Autonomie die nutzerseitige (irrige) Annahme gemeint, Prozesse zu kontrollieren, während diese Kontrolle de facto beim System liegt. In Bezug auf ein System meint es dessen scheinbare technische Autonomie, die der Nutzer dem System (irrigerweise) zuschreibt, z.B. könnte ein ferngesteuertes System für autonom gehalten werden oder Autonomie (2) & (3) werden für Autonomie (1) gehalten.
Ambient Assistet	Ambient Assisted Living (AAL) bezeichnet Forschungs- und

Living (AAL)	Lösungsansätze für intelligente Assistenzsysteme, die den Alltag erleichtern und die Lebensqualität verbessern sollen, z.B. Assistenzsysteme der Mikrosystem- und Informationstechnik in Kombination mit Dienstleistungsangeboten. (vgl. www.aal-europe.eu)
Ambient Intelligence (AmI)	Ambient Intelligence (AmI) meint die informationstechnische Durchdringung der Lebenswelt zum Zwecke der Unterstützung im Alltag. AmI ist wie →Pervasive Computing eine Vision, in der die Menschen von vernetzten Geräten umgeben sind, die sich an deren Bedürfnisse anpassen. Bei den Ambient Intelligence-Geräten unterscheidet man zwischen stationären, nomadisierenden und autonomen Geräten, die das Alltagsleben durchdringen. (vgl. www.itwissen.info)
AMTIR-Heuristik	Frageheuristik, die im Rahmen des Projekts WAK-MTI entwickelt wurde. Das Akronym „AMTIR“ steht für „Autonomie- und Kontrolleffekte in Mensch-Technik-Interaktionen bzw. MT-Relationen“. Sie soll ermöglichen, Bezüge zwischen der konkreten MTR-Gestaltung, dem Grad der Kontrolldelegation, dem jeweiligen Relationstyp, der Positionierung und Positionierbarkeit der →WEE-Grenze, der Interfacegestaltung etc. und Effekten dieser MTR auf die Autonomie der Menschen und die Kontrollverteilung im geteilten Handlungsraum herstellen zu können.
Artificial Intelligence (AI)	Artificial Intelligence (AI)/ Künstliche Intelligenz (KI) ist ein Gebiet der Computerwissenschaften, das versucht, Maschinen Fähigkeiten zu verleihen, die Elementen menschlicher Intelligenz entsprechen. AI/ KI meint auch die Fähigkeit von Maschinen, intelligentes menschliches Verhalten, Denk- und Arbeitsweisen zu kopieren, nachzuahmen, zu simulieren. →Künstliche Intelligenz (KI)
Augmented Reality (AR)	Die erweiterte Realität, Augmented Reality (AR), ist eine Kombination aus wahrgenommener und vom Computer erzeugter Realität, eine →Mixed Reality (MR). Im Gegensatz zur virtuellen Realität, der →Virtual Reality (VR), geht es bei der AR darum, dem Anwender zusätzlich zu den realen Wahrnehmun-

	gen weitere Zusatzinformationen, die einen unmittelbaren Bezug zu den Wahrnehmungen haben, zur Verfügung zu stellen. Bei der AR wird die Realität durch Zusatzinformationen erweitert, wobei Wahrnehmung und Zusatzinformationen sich in Echtzeit aufeinander beziehen. (vgl. www.itwissen.info)
Autonome Agenten	Ein Agent ist normalerweise eine Software, die Anfragen aktiviert und Antworten bearbeitet; im Internet sind Agenten u.a. Programme für Suchprozesse. Agenten können eine eigene Körperlichkeit aufweisen (embodied agents), was ihnen als Roboter oder virtuelle Repräsentationen (z.B. GRETA) eine eigene Präsenz und weitere Interaktionsmöglichkeiten verleiht. Von →Avataren unterscheiden sie sich insofern, als dass sie keinen realen Menschen repräsentieren. Autonome Agenten sind dann solche, denen Fähigkeiten der →Künstliche Intelligenz zukommen bzw. denen →Autonomie zugeschrieben wird.
Autonome Systeme	„Autonomie“ von autonomen Systemen meint nicht die →Autonomie, die auf Menschen bezogen wird, sondern steht für die Lernfähigkeit, „Intelligenz“ und Eigenständigkeit eines Systems. Gottschalk-Mazouz (DGPhil 2008) unterscheidet folgende Bedeutungen von Autonomie technischer Systeme: energetisch autark; ohne Führung mobil; ohne (Fern-)Steuerung automatisch; umweltunabhängig; situationsanpassungsfähig adaptiv; selbstoptimierend, lernend; neue Lösungen/ Verhalten entwickelnd, innovativ; für einen Beobachter nicht transparent, opak, nicht vorhersagbar. Autonome Systeme sind in der Lage, festgesetzte Funktionen auszuführen, ohne dass ein Eingriff durch den Menschen erforderlich ist. In einem bestimmten Kontext oder einer bestimmten Umgebung können sie außerdem die Funktionen und die Art der Ausführung selbst bestimmen; damit verfügen sie über Autonomie im Sinne von →Autonomie (3) und zunehmend auch →Autonomie (2).
Autonomie	Autonomie: aus dem altgriechischen autonomia, zusammengesetzt aus autós (selbst) und nomos (Gesetz), lat. autonomia. Autonomie ist ins Deutsche übersetzbar mit Selbstbestimmung, Selbstgesetzgebung und Eigengesetzlichkeit. Im Projekt

	WAK-MTI wird eine Differenzierung vorgeschlagen in →Autonomie (1), →Autonomie (2), →Autonomie (3).
Autonomie (1)	Freiheit der Zwecksetzung: Autonomie auf dieser ersten Ebene meint die Freiheit, sich Zwecke des Handelns selbst wählen, setzen und als eigene handlungsleitend anerkennen zu können. Dabei spielt es keine Rolle, ob der Zweck frei aus dem Subjekt generiert oder ob er vorgefunden bzw. von anderen übernommen wird – entscheidend ist das anerkennende Zu-eigen-machen. Autonomie (1) ist in hybriden Handlungen dem Menschen vorbehalten, sie kann nicht an Technik delegiert werden.
Autonomie (2)	Freiheit der Strategiewahl: Autonomie (2) ist die Freiheit des Entscheidens über optimale Strategien einer Gewährleistung der Zweckerfüllung. Wird sie an Systeme delegiert, so bestimmen diese autonom (situationsadaptiv, lernend, etc. →Autonome Systeme) über Mittel und Wege zur Erfüllung eines vorgegebenen Zwecks.
Autonomie (3)	Freiheit der Mittelwahl/ Mittelsetzung: Autonomie (3) ist dann gegeben, wenn Freiheitsgrade des Agierens im Sinne der Wahl des Einsatzes optimaler Mittel (im Zuge einer gegebenen Strategie und in Bezug auf ein gesetztes Ziel) bestehen. An programmierte Maschinen, z.B. Waschmaschinen, wird diese Wahl der Mittel delegiert, z.B. das Verhältnis von Temperatur und Waschdauer.
Avatar	Ein Avatar ist eine grafische Repräsentation eines Menschen, z.B. eines Internet-Benutzers oder Computerspielers, die man auswählen kann, um sich in virtuellen Welten, z.B. Chat-Foren oder Spielen, von anderen Teilnehmern unterscheidbar zu repräsentieren. Avatare sind daher virtuelle Stellvertreter eines Menschen, wohingegen virtuell verkörperte Agenten, z.B. GRETA oder →NPCs, keine realen Personen repräsentieren (wie Simulakren).
Beteiligungsform: Prozess (allg. oder differenziert) oder	Dimension II.b.4 der AMTIR-Heuristik (Gestaltung der MTR)

Resultat	
Big Data	Eine gängige Definition fasst Big Data als Verarbeitung von Daten, die durch die vier V gekennzeichnet sind: Volume, Velocity, Variety und Veracity. Autonome Systeme verarbeiten allein deshalb schnell große, vielfältige Datenmengen, da sie Umwelt, Situation, Gegenüber etc. modellieren und berücksichtigen müssen. In WAK-MTI rückt ein Verständnis in den Vordergrund, das das Spezifische an Big Data darin sieht, dass mittels Big Data-Systemen Mustererkennung, Datenverknüpfung, Informationskorrelationen und Strukturvorschläge möglich werden, die vom Menschen ohne die Leistungen von Big Data-Systemen nie, nicht einmal mit extrem hohem Zeit-, Kosten- und Personenaufwand gefunden werden könnten.
Biofakt	Der Begriff „Biofakt“ besteht aus einer Verbindung der Wörter „Bios“ (Leben) und „Artefakt“. Er ist ein Neologismus, der eine terminologische Leerstelle für den Bereich des Wachsenden zwischen den Sphären von „Natur“ und „Technik“ adressiert. Biofakt bezeichnet natürlich-künstliche Mischwesen, die durch zweckgerichtetes Handeln zur Welt gekommen sind, aber dennoch wachsen können, z.B. genetisch veränderte Organismen oder transgene Tiere.
Biohacking	Ein Sammelbegriff für unterschiedliche Ansätze. Zum einen zählt die Optimierung des eigenen Körpers mit Hilfe der Integration von Technik in diese Kategorie. Es kann aber auch bedeuten, den genetischen Code einer Pflanze oder eines Lebewesens zu entschlüsseln (zu hacken) und diesen dann zu verändern. So kann in die DNS einer Pflanze ein bestimmter Teil der DNS eines Glühwürmchens eingebaut werden, was die Pflanze zum Leuchten bringt (→Biofakt).
Brain-Computer-Interface (BCI)	Ein BCI ist eine spezielle Mensch-Maschine-Schnittstelle, die ohne Aktivierung des peripheren Nervensystems, wie z. B. durch die Nutzung der Extremitäten, eine Verbindung zwischen dem menschlichen Gehirn und einem Computer ermöglicht. (vgl. www.itwissen.info)
Cloud Computing	Die Bezeichnung Cloud Computing steht für eine IT-Strategie

	mit verteilten Hard- und Software-Ressourcen, die von einem oder mehreren Providern bereitgestellt und auf Anforderung genutzt werden können. Cloud Computing steht für die zentrale Zusammenfassung aller möglicher Cloud-Dienste. Dabei kann es sich um Rechendienste, Transaktionen, Dokumentenverarbeitung, Datenbankanwendungen, E-Mail-Services oder Security-Aufgaben handeln. Der Anwender kann die zentralen Dienste jederzeit von jedem Ort aus nutzen. (vgl. www.itwissen.info)
Context Aware Machines	Kontextsensitivität ist eine der Teilbedeutungen technischer Autonomie (→Autonome Systeme). Kontextsensitive Systeme nutzen Informationen über Anwender, Umgebungen, Situationen, Objekte, Aktivitäten und Vernetzungen, um die Qualität der Anwendungen zu verbessern. Systeme, die mit ihrer Umgebung im Austausch stehen, sollen mittels →Quasi-Erwartungen viele Bedürfnisse der Anwender vorwegnehmen und mit kontextabhängigen Inhalten, Produkten oder Dienstleistungen befriedigen können. Dabei ist im Auge zu behalten, dass der natürlich-lebensweltliche Kontext nach Maßgabe der Strategien der Sensordatenfusion, der Typisierung relevanter Merkmale und der Schemata der Identifizierung von Situationen hierbei immer dekontextualisiert wird.
Cyber-Physical-Systems	Nicht nur Arbeitsplatz und Heimnetzwerk werden von Rechnern gesteuert, selbst in EC-Karten, Smartcards, Mobiltelefonen und Autoschlüsseln sind miniaturisierte, komplexe, vernetzte Computersysteme am Werk. Diese werden auch →Embedded Systems (in den Alltag oder andere Gegenstände bzw. Strukturen etc. eingebettete Systeme) oder Cyber-Physical-Systems genannt.
DEEDS	DEEDS: Dynamical, Embodied, Extended, Distributed and Situated approach to cognition: Ein Kognitionsansatz, der die Relevanz von Körperlichkeit (embodiment) und Raum-Zeit-Gebundenheit, Situiertheit (situatedness) für das Denken untersucht.
DEEP	DEEP: Deutsches Epigenom-Programm DEEP konzentriert sich auf die Analyse von Zellen, die mit

	komplexen Erkrankungen von großer sozio-ökonomischer Bedeutung in Verbindung stehen: Stoffwechselerkrankungen wie Steatose und Adipositas sowie entzündliche Erkrankungen der Gelenke und des Darms. Das Ziel von DEEP ist die Erzeugung qualitativ hochwertiger Daten für eine umfassende biomedizinische Analyse gesunder und kranker Zellen. DEEP wird damit zur Entdeckung neuer, funktionaler epigenetischer Verbindungen beitragen, die zur klinischen Diagnose, Therapie und Prävention genutzt werden können. Alle erzeugten Daten werden öffentlich zugänglich gemacht und dauerhaft in die IHEC-Datenstruktur integriert. (www.deutsches-epigenom-programm.de)
Dimensionen von Autonomie und Kontrolle	Die Dimensionen von Autonomie und Kontrolle sollen eine Grundlage bilden, um Mensch-Technik-Relationen zu beschreiben, erklären und einzustufen. Sie wurden im Projekt WAK-MTI als Elemente der AMTIR-Heuristik entwickelt.
Distanzierungsmöglichkeiten (Ausstiegspunkt)	Dimension II.b.5 der AMTIR-Heuristik (Gestaltung der MTR)
Durschaubarkeit der Inszenierungsgrade	Dimension III. der AMTIR-Heuristik (Bestehen Inszenierungsgrade?)
Effektrichtung	Dimension II.a.4 der AMTIR-Heuristik (Welche Effekte sind erkenn-/ erwartbar?)
Embedded Systems	Nicht nur Arbeitsplatz und Heimnetzwerk werden von Rechnern gesteuert, selbst in EC-Karten, Smartcards, Mobiltelefonen und Autoschlüsseln sind teils miniaturisierte, komplexe Computersysteme am Werk. Diese werden auch Embedded Systems (in den Alltag oder andere Gegenstände bzw. Strukturen etc. eingebettete Systeme) oder →Cyber-Physical-Systems genannt.
Epigenetik	Epigenetik ist eines der zentralen Themen der Genetik in der ersten Dekade des 21. Jahrhunderts. Der Begriff Epigenetik umschreibt Mechanismen und Konsequenzen vererbbarer Chromosomen-Modifikationen, die nicht auf Veränderungen

	der DNS-Sequenz beruhen. Das Epigenom gilt als das Bindeglied zwischen Umwelteinflüssen und Genen, es bestimmt mit, unter welchen Umständen welches Gen an- und ausgeschaltet wird (Genregulation). (vgl. www.epigenome.eu)
Erwartungs-erwartungen	Erwartungserwartungen sind Erwartungen, die sich auf unterstellte Erwartungen eines Interaktionspartners beziehen. Über Erwartungserwartungen werden antizipierte Reaktionen auf eigenes Handeln bereits in der Handlungsplanung berücksichtigt. Um handeln zu können, muss man nicht nur antizipieren, wie ein Gegenüber sich verhalten könnte, sondern auch, was das Gegenüber seinerseits über mich antizipiert. Im Gegensatz zur zwischenmenschlichen Interaktion, bei der beide Interaktionspartner anhand von Erwartungserwartungen gemeinsam handeln, haben die technischen Komponenten bei der Mensch-Technik-Interaktion lediglich →Quasi-Erwartungen.
Evolutionäre Algorithmen	Evolutionäre Algorithmen sind populationsbasierte, metaheuristische Optimierungsalgorithmen, die biologisch inspirierte Mechanismen wie Mutationen, Kreuzungen, natürliche Selektion und das Überleben des Bestangepassten berücksichtigen. →Selbstoptimierende Algorithmen
Exergames	Das Konzept der Exergames (Neologismus aus exercise und games) besteht darin, das Erleben des Spielens mit körperlicher Betätigung zu verbinden und so die Erhaltung und Verbesserung der Gesundheit zu fördern. Körperbewegung wird deswegen als Input für das Systemverhalten verwendet, sodass die Interaktion zu einem großen Teil über die körperliche Betätigung vollzogen wird.
Gamification	Unter Gamification ist hier die Übertragung von Spielprinzipien/ -mechanis-men auf Nicht-Spielbereiche gemeint, was weit mehr impliziert als Punkte- und Belohnungssysteme zur Steigerung der Mitarbeitermotivation bzw. -parti-zipation in Unternehmen. Auch wird hier der Begriff Gamification zwar meist im Kontext von Computerspielen verwendet, die Kernbedeutung der Übertragung von Spielprinzipien auf Nicht-Spielbereiche kann sich aber auf alle Spiele, elektronisch oder nicht, beziehen.

Handlungsförmigkeit	Komplexe Systeme, mit denen im Interaktionsmodus umgegangen wird, „scheinen“ mit zunehmender Intransparenz der Prozesse und zunehmender Leistungsfähigkeit als Dialog- oder Kooperationspartner zu handeln, statt bloß zu funktionieren bzw. zu prozessieren. Da Handeln strenggenommen ein handelndes Subjekt voraussetzt, wird hier solcherlei technisches Prozessieren komplexer Systeme als „handlungsförmig“ benannt.
Heuristik	Heuristik meint eine methodische Anleitung zur Gewinnung neuer Einsichten, ein Hilfsmittel der Forschung zum Zwecke des Erkenntnisgewinns. Das wortbildende griechische heurískein (εὑρίσκειν) bedeutet soviel wie finden. Als Finde-Hilfe liefert sie nicht die Antworten, sondern bietet eine gewisse Führung bei der Erkundung dieser komplexen Frageräume und leitet die Gewinnung neuer Erkenntnisse orientierend an. Als kombinatorische Heuristik sucht sie neue sinnvolle (z. B. funktionale) Relationen zwischen Elementen des Suchraums; als topische Heuristik spielt sie Veränderungen und Erweiterungen des Suchraumes selbst durch. Ziel einer heuristisch gestützten Suche ist, dass neue Erkenntnisse gefunden werden, die dann den Erfolgsausruf verdienen: Heureka (griech. ich hab’s gefunden)!
Immersion	Immersion (Eintauchen) meint, dass ein Mensch sich in einem Zustand befindet, in dem er seine reale Umgebung kaum mehr wahrnimmt und sich völlig auf eine virtuelle Realität einlässt. Die Erfahrungen in dieser virtuellen Realität erscheinen ihm echt/“wirklich“. Dieses Eintauchen in virtuelle Welten ist v.a. bei Games ein relevantes Ziel.
Interaktion	Im Unterschied zu einer bloßen Aktion liegt eine Interaktion dann vor, wenn sich die Aktion auf andere Aktion(en) bezieht. Wenn Systeme „technisches Agieren“ mit einem Mindestmaß an →Handlungsförmigkeit an den Tag legen, auf die sich die Aktionen etwa der Nutzer beziehen können, kann hier von Interaktion gesprochen werden.
Interaktionsformen	Hier werden bezüglich der Frage „Wer befindet sich mit wem wie in einer Interaktion?“ mehrere Interaktionsformen idealty-

	pisch unterschieden: Die →Mensch-Mensch-Interaktion (MMI); die →Mensch-Technik-Interaktion (MTI); die technisch vermittelte Mensch-Mensch-Interaktion (M-T-M); die →kollektive Systemnutzung M/M/M-T. Von den Interaktionsformen ist die →Koaktion von Mensch und Technik zu unterscheiden.
Interface	Als Mensch-Technik-Interface soll die Gestaltung der logischen →WEE-Grenze selbst bezeichnet werden. Das Interface ist maßgeblich dafür, wie die Mensch-System-Kommunikation bezüglich Informationsqualität, -dichte, -rhythmus und -performanz gestaltet ist, was wiederum die Möglichkeit der Quantität und Qualität von Steuerungsprozessen bedingt.
Internet der Dinge (IoT)	Der Begriff des "Internet der Dinge" ist eine Bezeichnung für eine elektronische Vernetzung von Alltagsgegenständen. Die Voraussetzung dafür ist, dass in möglichst viele Alltagsgegenstände – von Waren im Einzelhandel über Einrichtungsgegenstände bis zu Häusern – Computerprozessoren eingebaut sind, die mit anderen kommunizieren können. (BMBF-Glossar) Im Internet der Dinge sind physische Gegenstände verlinkt, wie es virtuelle im Internet sind und werden so zu cyber-physikalischen Gegenständen. Ermöglichungsstruktur des Internet der Dinge ist die Verbreitung von →Cyber-physical Systems/ →Embedded Systems/ →Pervasive Computing/ →Ubiquitous Computing.
Jailbreak	In der Kommunikations- und Informationstechnik steht Jailbreak für das Entfernen von Nutzungsbeschränkungen an informationstechnischen Geräten. Solche Nutzungsbeschränkungen dienen den Herstellern als strategische Mittel mit denen sie ihre Geschäftsinteressen verfolgen. So kann durch das Jailbreaking die Sperrung von Handys für andere Mobilfunknetze aufgehoben werden. Außerdem können Icons, Statusanzeigen, Tastaturen und andere Funktionen geändert werden. (vgl. www.itwissen.info)
Koaktion	Von der Interaktion (Gebrauch, Bedienung, Agieren in Systemen/ Interaktion) ist die Koaktion von menschlichen und nicht menschlichen Akteuren zu unterscheiden. Im Unterschied zum

	Interagieren werden beim Koagieren die jeweiligen Aktionen nicht mit Erwartungserwartungen aufeinander bezogen, sondern summieren sich zunächst getrennt voneinander zu einer hybriden Gesamt“handlung“.
Kollektive Systemnutzung M/M/M/T	Dimension II.b.9 der AMTIR-Heuristik (Wie ist die MTI konkret gestaltet?)
Kontrolle	„Kontrolle“ umfasst objektstufig das Feld von Interventionen in steuernder oder regelnder Absicht, höherstufig die Überwachung (Registrierung, Korrektur) solcher Prozesse und in weiteren Höherstufigkeiten die Überprüfung solcher Prozesse bis hin zu ihrer Befragung nach Rechtfertigbarkeit.
Kontrolle (1)	Normative Kontrolle: Kontrolle (1) wäre der Festlegung der Mensch-Technik-Interaktion unter dem Konzept von Autonomie (1) zuzuordnen. Hier findet eine normative Kontrolle statt, indem gefragt wird, was geboten, zulässig oder verboten ist. Eine solche Form der Kontrolle kann nicht an Technik delegiert werden, da sie nicht von ihr geleistet werden kann.
Kontrolle (2)	Strategische Kontrolle, Regelung: Auf einer zweiten Ebene wäre eine Kontrolle (2) im strategischen Sinne zu unterscheiden, wie sie eine elementare Systemleistung selbst oder eine über Systeme vermittelte Leistung der Systemgestalter ausmacht. Sie wird als Regelung i. w. S. (Ashby) bezeichnet (Containment, Störgrößenaufschaltung, Rückkopplungsmechanismen/“Regelung“ i. e. S. nach DIN).
Kontrolle (3)	Operative Kontrolle, Steuerung: Auf einer dritten Ebene bezieht sich Kontrolle (3) als operative Kontrolle auf die Steuerung selbst, die korrigiert, verstärkt, abgeschwächt oder unterbunden werden kann, wenn die Wahl oder die Art der Nutzung eines Mittels als nicht zielführend erscheint.
Körperlichkeit der Technikkomponenten	Dimension II.b.7 der AMTIR-Heuristik (Wie ist die MTI konkret gestaltet?)
Künstliche Intelligenz	Artificial Intelligence (AI)/ Künstliche Intelligenz (KI) ist ein

(KI)	Gebiet der Computerwissenschaften, das versucht, Maschinen Fähigkeiten zu verleihen, die Elementen menschlicher Intelligenz entsprechen. AI/ KI meint auch die Fähigkeit von Maschinen, intelligentes menschliches Verhalten, Denk- und Arbeitsweisen zu kopieren, nachzuahmen, zu simulieren. → Artificial Intelligence (AI)
M2M (Machine to Machine)	M2M steht für den Austausch zwischen Endgeräten wie Containern, Automaten etc. untereinander und/ oder einer zentralen Leitstelle. Dieser Austausch geschieht über das Internet oder auch das Mobilfunknetz. Dadurch kann – ähnlich wie bei dem Konzept des →„Internet der Dinge“ ein Arbeitsablauf optimiert werden, in dem z.B. ein Verkaufsautomat selbstständig Meldung erstattet, wenn er aufgefüllt werden muss. (vgl. www.m2m-alliance.com). Der Maschinen-Maschine-Austausch M2M ist nicht mit der →Mensch-Mensch-Interaktion (MMI) zu verwechseln.
Mensch-Mensch-Interaktion (MMI)	MMI steht für Mensch-Mensch-Interaktion, die möglicherweise technisch vermittelt sein kann, z.B. via Telefon. Die (ggf. technisch vermittelte) MMI ist nicht mit der Mensch-Maschine-Interaktion zu verwechseln, die häufig als MMI abgekürzt wird. Die Mensch-Maschine-Interaktion wird hier mit →Mensch-Technik-Interaktion (MTI) benannt.
Mensch-Technik-Interaktion (MTI)	MTI beschreibt solche Konstellationen von Mensch und Technik (→MTR), die die Charakteristika einer →Interaktion erfüllen, bei denen sich also Aktionen auf Aktionen richten und das technische Prozessieren ein Mindestmaß an →Handlungsförmigkeit aufweist. Der Technik können in solchen Konstellationen Autonomie und Kontrollmöglichkeiten der Stufen (2) und (3) zukommen.
Mensch-Technik-Relation (MTR)	Die Beziehung, in der der Mensch zu einer bestimmten Technik steht. Mit „Relation“ wird noch keine Aussage über die Gestaltungsform dieser Beziehung ausgesagt. Relation steht hier als noch unspezifische Sammelbezeichnung der MTR-Formen →MT-Interaktion und →MT-Koaktion.
Mixed Reality (MR)	Zwischen der Realität und der Virtualität gibt es noch die er-

	weiterte Realität, Augmented Reality (AR), und die erweiterte Virtualität, Augmented Virtuality (AV). Diese beiden Zwischenformen sind Mixed Realities (MR), gemischte Realitäten. In der Mixed Reality werden die reale Welt oder die virtuelle Welt miteinander kombiniert. Ein Beispiel hierfür ist die Telepräsenz, bei der reale Personen in virtuellen Umgebungen erscheinen. Bei der Augmented Reality sind es virtuelle Informationen, Animationen oder Grafiken, die in realen Szenen eingeblendet werden, bei der Augmented Virtuality sind es reale Einblendungen, die mit virtuellen Szenen kombiniert werden. (vgl. www.itwissen.info)
Modding (Mod)	Modding kommt von Modifizieren, Verändern. Das Modding bezieht sich meist auf das Verändern von PC-Komponenten (auch Tuning) oder auf das Modifizieren von Software. Im Fall von Computerspielen hat sich eine regelrechte Modder-Szene entwickelt, in der teils inkrementell (z.B. Texturen verbessernd) und teils massiv die Spielmechanik und -abläufe verändert werden. Die Mods werden über Internetplattformen getauscht und kollektiv weiterentwickelt.
MTR oder technisch vermittelte Mensch-Mensch- Relation MTM	Dimension II.b.8 der AMTIR-Heuristik (Wie ist die MTI konkret gestaltet?)
Parallelkommunikation	Parallelkommunikation ist als eine in den Systemen zu implementierende kommunikative Option über die Systemeinrichtung, Systemkommunikation sowie Systemintegration zu verstehen. Sie dient der Systemkontrolle, Transparenzgestaltung, Vertrauensbildung und Autonomiewahrung. Sie ist eine kritische Instanz, die im Hintergrund agierende Systeme begleitet, um deren Funktionalität aus der Perspektive der Nutzung überprüfen zu können. Dabei ist der Fokus insbesondere auf technische Kommunikationsformen gerichtet, also auf die Mensch-System-Interaktion im engeren Sinne sowie auf das Zusammenspiel der Systemkomponenten untereinander.
Persuasive Games	Persuasive Games sind (überzeugende, verleitende) Spiele, die ein gewisses Verhalten auslösen, anregen wollen. Spiele

	haben neben dem expressiven auch einen aktivierenden Charakter; auf letzterem hebt der Begriff Persuasive Games ab. Streng genommen ist damit jedes Spiel persuasiv, die Persuasive Games zielen jedoch schwerpunktmäßig auf die Herbeiführung einer Verhaltensänderung, z.B. Lernen, Training, Konditionierung, Traumatherapie oder gezielter Abbau von Hemmungen. Im Gegensatz zu den →Exergames liegt hier der Fokus auf geistigen Fähigkeiten, Haltungen etc. Beide sind →Serious Games
Pervasive Computing	Hierbei geht es,ähnlich wie beim Mobile Computing und →Ubiquitous Computing, um die allgegenwärtige Möglichkeit der Informationsverarbeitung. Das Hauptaugenmerk liegt auf dem Ausbau von mobilen Kommunikationsgeräten und drahtlosen Technologien wie Sensornetzwerke etc. vgl. →Cyber-physical Systems, →Embedded Systems
Physische Durchdringung	Dimension II.b.6 der AMTIR-Heuristik (Wie ist die MTI konkret gestaltet?)
Quantified Self	Quantified Self bezeichnet das Aufzeichnen von persönlichen Daten, um einen Erkenntnisgewinn bzgl. sportlicher, gesundheitlicher, persönlicher oder gewohnheitsspezifischer Fragestellungen zu erreichen, z.B. Sportschuhe mit Schrittzähler und Verbindung zum Smartphone etc.
Quasi-Erwartung	Als Quasi-Erwartung wird hier die Informationsbasis gefasst, auf Grund derer technische Komponenten der MTI ihr Prozessieren auf die beteiligten Menschen ausrichten. Im Gegensatz zu echten →Erwartungserwartungen zwischen Menschen handelt es sich bei den technisch modellierten Quasi-Erwartungen um vorprogrammierte oder maschinell erlernte Nutzerprofile, Stereotypen etc.
Relationstyp: Gebrauch, Bedienung, Interagieren, Koagieren	Dimension II der AMTIR-Heuristik (Womit habe ich es zu tun?)
Schnittstelle	Begriffsdisambiguierung: a) Schnittstelle i.S.v. →Interface, b)

(WEE-Grenze oder Interface)	Schnittstelle i.S.v. →WEE-Grenze
Schnittstellentiefe	Schnittstellentiefe ist hier ein Synonym für die →WEE-Grenze-Position: Dimension II.b.2 der AMTIR-Heuristik. (Wie ist die MTI konkret gestaltet?)
Selbstoptimierende Algorithmen	Selbstoptimierende Algorithmen sind populationsbasierte, metaheuristische Optimierungsalgorithmen, die biologisch inspirierte Mechanismen wie Mutationen, Kreuzungen, natürliche Selektion und das Überleben des Bestangepassten berücksichtigen. →Evolutionäre Algorithmen
Soziotechnisches System	Innerhalb eines soziotechnischen Systems bilden Menschen den sozialen und Technologie den technischen Teil eines hybriden Systems, um durch gemeinsames Agieren (ggf. als Interaktion oder Koaktion) ein bestimmtes Ergebnis oder Produkt zu erzeugen. Unsere heutige Gesellschaft kann als soziotechnisches System gelten.
Systemprozessieren	Meint das „Handeln“ von Systemen, d.h. die Aktionen, die von einem System oder auch einer MTI ausgehen. In MT-Interaktionen hat das Systemprozessieren meist ein Mindestmaß an →Handlungsförmigkeit.
Transparenz der Effektzuordnung; Kausalität	Dimension II.a.2 der AMTIR-Heuristik (Welche Effekte sind erkenn-/ erwartbar?)
Transparenz der erwartbaren Systemleistung	Dimension II.a.1 der AMTIR-Heuristik (Welche Effekte sind erkenn-/ erwartbar?)
Transparenz der Prozesse (relativ zur Prognose und Erklärungsfähigkeit)	Dimension II.b.3 der AMTIR-Heuristik (Wie ist die MTI konkret gestaltet?)
Ubiquitous Computing (UbiComp)	Die Rede vom Ubiquitous (dt. allgegenwärtigen) Computing bezieht sich auf die Durchdringung des Alltags mit Informationstechnologie. Meist wird mit UbiComp diese Durchdringung

	als solcherart verknüpft, dass die allgegenwärtigen Systeme den Menschen in seinem Handeln selbstverständlich unterstützen, aber nicht mehr im Zentrum der Aufmerksamkeit stehen. (vgl. →Cyber-physical Systems, →Embedded Systems, →Pervasive Computing)
Virtual Actuality (VA)	Mit virtueller Wirklichkeit (Virtual Actuality, VA) wird auf die wirklichen Effekte von Virtual Reality (VR)-Systemen verwiesen. Die physischen Stresssymptome (Puls, Schweiß) beim Spielen eines Horror-Shooters oder beim Meistern von virtuellen Notsituationen im Flug- oder Schiffsimulator, die resultierende Kompetenz aus Exergames etc. sind Phänomene der virtuellen Wirklichkeit.
Virtual Reality (VR)	Virtuelle Realität (VR) ist die Schaffung einer vorgestellten Welt, in die der Betrachter eintauchen, sich in ihr bewegen und seine Fantasien und Vorstellungen umsetzen kann. Es ist eine vom Computer geschaffene Welt ohne reale Gegenstände. Virtual Reality bildet eine hochwertige Benutzerschnittstelle, die über Kopf- und Handbewegungen, über die Sprache oder den Tastsinn gesteuert wird. Funktional ist virtuelle Realität eine Simulation, bei der mittels Computergrafik eine realistisch erscheinende Umgebung generiert wird. Diese synthetische Umgebung ist nicht statisch, sie reagiert vielmehr auf Benutzereingaben. Zwischen dem Benutzer und seiner virtuellen Umgebung besteht somit eine direkte Interaktion. (vgl. www.itwissen.info)
Virtuell	Virtuell meint im engeren Sinne: a) nicht physisch existierend, aber von Software als solches dargestellt; b) vom Computer so dargestellt, dass es fast echt erscheint/ real vom Computer simuliert, nicht wirklich existierend; c) was auf Computern oder im Internet auftaucht oder existiert. Virtuell im weiteren Sinne meint: a) sehr nahe dran, etwas zu sein, ohne es tatsächlich zu sein; b) dem Effekt, der Wirkung oder der Kraft nach seiend, aber nicht tatsächlich. Es ist zwischen Virtualität als Vermittlungsleistung („schwacher“) und Virtualität mit Konstitutionsleistung („starke“) zu unterscheiden.
Wahrnehmbarkeit des	Dimension II.b.1 der AMTIR-Heuristik (Wie ist die MTI konkret

Interface	gestaltet?)
Wahrnehmbarkeit, Wissen um eine bestimmte MTR	Dimension I. der AMTIR-Heuristik (Weiß ich von einer MTI?)
WEE-Grenze	Neben der Mensch-Technik-Interaktion als Regelung der Kooperation ist die Mensch-Technik-Schnittstelle als formale Grenze der Wahrnehmungs-, Entscheidungs- und Einflussreichweiten (WEE-Grenze) der menschlichen und technischen Interaktionsbeteiligten zu unterscheiden. Die WEE-Grenze bezeichnet den logischen Ort, an dem die Wahrnehmungs-, Entscheidungs- und Einflussräume von Mensch und Technik sich in der jeweiligen Interaktion „schneiden", also aufeinandertreffen. Die WEE-Grenze wird zur Benennung dieses formalen Ortes hier auch Schnittstelle genannt, jedoch gerade in Abgrenzung und nicht synonym zu →Interface.
WEE-Grenze-Position (logische Grenze der Wahrnehmungs-, Entscheidungs- und Einflussräume)	Dimension II.b.2 der AMTIR-Heuristik. (Wie ist die MTI konkret gestaltet?) Die variable Verortung der Schnittstelle, die jeweilige Position der WEE-Grenze und damit die Ausweitung oder Verengung der Interventionsmöglichkeiten einer Seite kann entweder „tief" im System (mit hoher Interventionsmöglichkeit durch den Menschen) oder „tief" im Menschen (mit hoher Interventionsmöglichkeit durch das System) liegen. Schließlich kann auf einer weiteren Stufe die Verfügungsberechtigung über Repositionierungen der WEE-Grenze festgelegt oder ausgehandelt werden.

Wie lassen sich aktuelle und zukünftige Mensch-Technik-Verhältnisse autonomieorientiert erforschen, designen und (er)leben, sodass sie eine akzeptierbare und wünschbare Balance von Assistenz und Autonomie, von Komfort und Kontrolle ermöglichen?

Wo immer Technik und Mensch zusammentreffen, entstehen und verschwinden Möglichkeiten, neue Handlungsoptionen und Schadenspotenziale. Dies ist für neue, komplexe sozio-technische Konstellationen angesichts von Nanotechnologie, kognitiven Robotern, allgegenwärtiger Vernetzung der kompletten Alltagswelt, Big Data-Anwendungen oder spielerischer Interaktionsgestaltung im Zuge von Gamification-Entwicklungen nur äußerst schwierig zu gestalten.

Zentrale Konzepte, die diese Gestaltung orientieren können, wurden in diesem Band strukturiert. So können viele der disziplinübergreifenden Schwierigkeiten, die einem Großteil der Forschungsbemühungen des MTI-Bereiches gemeinsam sind, auch gemeinsam angegangen werden. Fundamentale Querschnittfragen wurden mit Blick auf neue Formen der Mensch-Technik-Interaktion interdisziplinär nutzbar gemacht.

Das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI untersucht Marktchancen technischer Entwicklungen und deren Auswirkungen auf Wirtschaft, Staat und Gesellschaft. Die interdisziplinären Forschungsgruppen konzentrieren sich auf neue Technologien, Industrie- und Serviceinnovationen, Energiepolitik und nachhaltiges Wirtschaften sowie auf die Dynamik regionaler Märkte und die Innovationspolitik.

Fraunhofer
ISI

ISBN 978-3-8396-0797-8