

Synchronisation und Entwicklung

Eine Fallstudie zur Digitalisierung menschlicher Tätigkeit

Barbara Grüter

A Einleitung

Die Digitalisierung menschlicher Tätigkeit wird hier mit dem Fokus auf die Synchronisation von Mensch und Maschine und die damit einhergehende Entwicklung des Menschen auf der Grundlage einer Fallstudie untersucht.

Die Fragen, die sich dabei stellen, sind: Was ist digitalisierte Tätigkeit? Worin unterscheidet sich digitalisierte von nicht-digitalisierter Tätigkeit, wie entsteht sie und was ist das Neue dabei?

Bei dem Fall geht es um Rita Leggett (Rita L.), eine Epileptikerin, die an dem weltweit ersten Test eines Gehirnimplantats im Rahmen einer Machbarkeitsstudie teilgenommen und von 2010 bis 2013 damit gelebt hat. Es geht um die Digitalisierung ihrer Lebenstätigkeit. Mit *Synchronisation* von Mensch und Maschine thematisieren wir den *Prozess der Digitalisierung* ihrer Tätigkeit. Mit *Entwicklung* thematisieren wir die Entwicklung von Rita L. beim *Gebrauch der digitalen Technologie*, indem wir einen Blick darauf werfen, wie sie die Digitalisierung ihrer Tätigkeit verarbeitet. Die Daten der Fallstudie wurden nicht vom Autor erhoben. Sie stammen aus der Machbarkeitsstudie und aus Interviews, die Jahre danach mit Rita L. geführt wurden.

Was ist nun das Neue? Neu ist die *digitale Organisation* der Tätigkeit. Es soll jedoch gezeigt werden, dass das Neue, was hier entsteht, nicht nur strukturell-organisatorischer Art, sondern zugleich gegenständlicher, substanzieller, organischer Natur ist. Es bildet sich eine *neue organische Einheit* in der Beziehung

von Subjekt und Objekt, die sich nicht auf die digitale Organisation reduzieren lässt.

In diesem Artikel gehen wir der Idee nach, dass Synchronisation und Entwicklung ineinandergreifende Zusammenhänge sind und in der Tätigkeit notwendigerweise zusammenwirken. Unsere Annahme ist, dass (1) *Synchronisation* Spannungen, die in der Tätigkeit beim Einsatz der digitalen Technologie entstehen, verarbeitet, reguliert und die dabei involvierten Prozesse in ein zeitliches Miteinander überführt, während (2) *Entwicklung* das zeitliche Nacheinander, den Übergang von nicht-digitaler zu digital organisierter Tätigkeit vermittelt, und dass (3) *Neues im Moment des Zusammenspiels von Synchronisation und Entwicklung* entsteht.

Mit der Fallstudie versuchen wir obige Fragen zu beantworten. Dabei gehen wir in mehreren empirisch-theoretischen Schritten vor. Mit einer kurzen Einführung in die *Zeitlichkeit individueller Tätigkeit* eröffnen wir Problemstellung und Lösungsansatz (B). Wir umreißen die *Seite des Menschen*, die Situation für Rita L. vor und nach der Transplantation und deren Ergebnis (C). Und wir kennzeichnen die *Seite der Maschine* unter dem Stichwort *Digitalisierung* mit dem Blick auf digitale Transformation und digitale Technologie, besonders das Implantat, das im Fall von Rita L. zum Einsatz kommt (D). Erst im Anschluss daran untersuchen wir den Prozess der Vermittlung im Fall Rita L. durch *Analysen des empirischen Materials* aus Sicht der *Synchronisation* (E) und der *Entwicklung* (F) und *reproduzieren ihn*, indem wir uns das Zusammenwirken beider Arten der Vermittlung in ihrer Tätigkeit vergegenwärtigen (G).

B Zur Zeitlichkeit individueller Tätigkeit und deren Untersuchung

Die *Zeitlichkeit von Tätigkeit* hat verschiedene Gestalten. Im Fall von Rita L. und ihrer Tätigkeit geht es um das zeitliche Nebeneinander und die Synchronisation von Mensch und Maschine und um das zeitliche Nacheinander und die Entwicklung im Übergang zur digitalen Tätigkeit.

Beide Theorien befassen sich mit der *Zeitlichkeit von Prozessen*. *Synchronisation*¹ lässt das zeitliche Nebeneinander, *Entwicklung*² das zeitliche Nacheinander erfassen. Bei *Synchronisation* kommt es zur *Bildung einer Ordnung* zwischen Rhythmen verschiedener Prozesse.³ Dabei stimmen sich Rhythmen aufeinander ein, in unserem Fall Rhythmen der Tätigkeit des Menschen und

1 Pikovsky et al. 2001; Rosenblum et al. 2001; Strogatz 2008.

2 Beurton 1975a; Beurton 1975b; Beurton 1979; Grüter 1990a; Grüter 1990b.

3 Vgl. Strogatz 2008.

Rhythmen der maschinellen Datenverarbeitung. Bei Entwicklung erschließt sich der Mensch eine Beziehung zur Welt, die dem Inhalt nach über die bisherige hinausgeht.

Entwicklung wurde mit Darwins Evolutionstheorie 1838 zum Gegenstand der Biologie, dann der Psychologie und der Sozialwissenschaften. Synchronisation wurde 1665 vom Mathematiker und Physiker Christiaan Huygens entdeckt. Er zeigte, dass sich zwei gekoppelte Pendeluhrn auf eine gemeinsame Schwingungsfrequenz einstellen. Das Phänomen gilt »heute« als »der erste, wissenschaftlich genau untersuchte nichtlineare, dynamische Effekt«⁴, und wird erst in jüngerer Zeit systematisch auf dem interdisziplinären Gebiet nichtlineare Dynamik⁵ erforscht mit den sich daraus ergebenden Impulsen für verschiedene Einzelwissenschaften.⁶ Beide Ideen sind philosophisch von Bedeutung.⁷ Uns interessiert die empirische Begegnung beider Phänomene⁸ und, damit einhergehend, eine Verständigung über das, was menschliche Lebens-tätigkeit ist.⁹

Mit der Fallstudie bilden wir ein Modell¹⁰ der Digitalisierung menschlicher Tätigkeit, ein Bild vom Menschen und seinen Beziehungen zur Welt¹¹. Was lässt sich damit erreichen und wo sind die Grenzen? In dem Prozess der weltweiten Umwälzung der gesellschaftlich-technischen Verhältnisse, in dem wir uns befinden, den wir erfahren und betreiben, ändern sich unsere Beziehungen zur Welt, zu uns selbst, das Verhältnis von Körper und Geist und das Verhältnis von Mensch und Maschine. Was das konkret bedeutet, ist umstritten und muss umstritten sein. Jedes Modell ist eine Positionierung und ein Gestaltungsversuch. Das birgt die Gefahr von Spekulation.

Unsere Studie basiert auf der Auswertung von Publikationen zum Fall Rita L.¹² Gebunden an die Daten und an das Herangehen der Machbarkeitsstudie und an

4 Parlitz et al. 2006: 33.

5 A. a. O.: 33 f.

6 A. a. O.: 39.

7 Synchronisation verweist auf Schleiermacher, vgl Moxter 1992: 7. Kap; Entwicklung und Tätigkeit auf Hegel und Marx in der Lesart von Ruben 1976.

8 Vgl. Brose/Kirschsieper 2014.

9 Wir erneuern damit das dreigliedrige Konzept der Tätigkeit und Entwicklung (Grüter 1990a) durch konzeptionelle und methodologische Berücksichtigung der Synchronisation. Bisher hatten wir Phasensynchronisation nur als Methode der Analyse eingesetzt, z. B. Grüter et al. 2017.

10 Ruben 1976.

11 Vgl. den Beitrag von Antonio Lucci in diesem Band.

12 Einzelfall: Kenneally 2021; Machbarkeitsstudie Cook et al. 2013; Kurzbericht Kingwell 2013; zur Technologie DiLorenzo et al. 2019; zum Unternehmen DiLorenzo 2019; Interviews mit Rita L.: Gilbert et al. 2015, 2019; Drew 2019, Drew 2020; Wissenschaftstheoretische und methodologische Aspekte Holmes 2014.

weitere Aussagen zu und von Rita L. soll der Prozess der Digitalisierung ihrer Tätigkeit mittels der Konzepte Synchronisation und Entwicklung qualitativ reproduziert werden. Mit der Bindung der Fallstudie an die vorherigen Untersuchungen, sollen konkret verallgemeinerbare Antworten gefunden werden. Zu zeigen ist, dass sich Digitalisierung menschlicher Tätigkeit auf diese Weise erschließen und gestalten lässt und Antworten auf die oben gestellten Fragen erlaubt.

I Synchronisation

Synchronisation wird notwendig, sobald ein Prozess Wirkungen eines anderen, ihm fremden Prozesses ausgesetzt ist.¹³ Dies gilt in unserem Fall sowohl für Rita L., die das Gehirnimplantat nutzen will, als auch für die Ingenieure und Mediziner, die das Gehirnimplantat entwickeln und am Menschen testen wollen.

Wie lässt sich eine Beziehung zwischen diesen Prozessen herstellen, die eigenständig und voneinander unabhängig sind und durch kein gemeinsames Subjekt gesteuert werden? Was heißt Synchronisation mit anderen, von mir unabhängigen Prozessen? Wie ist Synchronisation, die Bildung einer gemeinsamen Ordnung der voneinander unabhängigen Prozesse, vorstellbar? Wie kommt die gemeinsame Ordnung, die Einheit von menschlichem und technischem Prozess, zustande?

II Entwicklung

Im Fall der *Entwicklung* von Rita L. geht es um den Übergang von der nicht-digitalisierten zur digitalisierten Tätigkeit. Wir betrachten hier individuelle Entwicklung als Folge von Stufen menschlicher Tätigkeit. Dabei ist jede nachfolgende Stufe mächtiger als die vorangehende Stufe.¹⁴ Das wirft die Frage auf, wie die mächtigere Stufe aus der weniger mächtigen hervorgehen kann. Der Verweis auf die Lösung durch das digitale System, das nur implantiert werden muss, verschiebt das Problem, löst es aber nicht.

13 Vgl. Pikovsky et al. 2001: 8; die qualitative Erfassung von Prozessen der Synchronisation ist ein Schritt auf dem Weg der mathematischen Erfassung. Ein Beispiel mathematischer Synchronisationsanalyse von Herz und Gang, Teilprozessen einer Tätigkeit, findet sich bei Niizeki/Saitoh 2014; s. a. Bogutzky et al. 2017; Grüter et al. 2017.

14 Vgl. Theorie der kognitiven Entwicklung von Piaget – die sensomotorische, prä-operationale, konkret-operationale und formal-operationale Stufe der Abstraktion – und das mit jeder Stufe gegebene Niveau des Handelns. Vgl. Piaget 1971: 135–175.

In der Frage nach der Entstehung der digitalisierten Tätigkeit begegnet uns das *Entwicklungsparadoxon*. Das Neue, was entsteht, kann nicht aus dem Alten abgeleitet werden, sonst wäre es nicht neu, und zugleich geht es aus dem Alten hervor, sonst wäre es keine Entwicklung.¹⁵ Die Frage wird traditionell für unlösbar gehalten.¹⁶ Wie ist dieser Übergang vorstellbar, wenn das handelnde Subjekt, Rita L., nur über die Mittel verfügt, die die nicht-digitalisierte Tätigkeit auszeichnen?

III Tätigkeit

Synchronisation realisiert das zeitliche Neben- und Miteinander der voneinander unabhängigen Prozesse. Entwicklung ereignet sich im zeitlichen Nacheinander. In der Tätigkeit kommen beide Arten der Vermittlung zusammen.

Tätigkeit ist der spezifisch menschliche Prozess der Lebenserhaltung und über alle Stufen hinweg, vom Stoffwechsel bis zur geistigen Tätigkeit, und über alle biologischen, kulturellen, gesellschaftlichen Differenzen hinweg, ein Naturprozess.

Bei jeder Tätigkeit geht es dabei um *doppelte Reproduktion*, um *gegenständliche* und um *soziale Reproduktion*. Gegenständliche Reproduktion, elementar Stoffwechsel, heißt: Gebrauch der Ergebnisse des Erkennens und Handelns für eigene Zwecke. Soziale Reproduktion, elementar Fortpflanzung, heißt: Nachkommen erzeugen durch Vereinigung des Subjekts mit Anderen.

Tätigkeit ist *vermittelt* und *vermittelnd* (Abbildung 1). Vermittelnd sind Momente der organischen Einheit, die sich im Gebrauch und in der Verbindung des Subjekts mit Anderen einstellen. Mittel sind Einheiten substanziell-gegenständlicher Natur – Gegenstände, Konzepte, Technologien, virtuelle Objekte,¹⁷ die im Gebrauch und in der Verbindung mit anderen zu Medien werden können.

Tätigkeit hat einen *Doppelcharakter*: Struktur und Kontext (Abbildung 2). Struktur kennzeichnet die Identität, Kontext die Differenz von subjektiven und objektiven Bedingungen. Die Struktur zeigt sich in der Ausrichtung und Organisation der Tätigkeit in Form von Ebenen und Bereichen der Regulation. Sich orientierend und handelnd setzt das Subjekt den in der Struktur angezeigten

15 Vgl. »das Paradoxon der Evolution«, Beurton 1979: 558.

16 Fodor 1980; vgl. Boom 1991; An der Frage der Entstehung von Neuem entzündet sich auch der Konflikt zwischen Evolutionisten und Kreationisten, Neukamm o. J.

17 Siehe Piaget 1971: der permanente Gegenstand. Das Konzept des *extended self* (vgl. Beitrag von Antonio Lucci und Tobias Friesen in diesem Band), hat u. E. seine Basis in den gegenständlichen Mitteln der Tätigkeit.

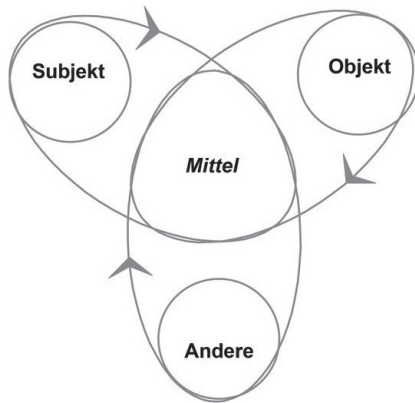


Abbildung 1 Tätigkeit © Grüter

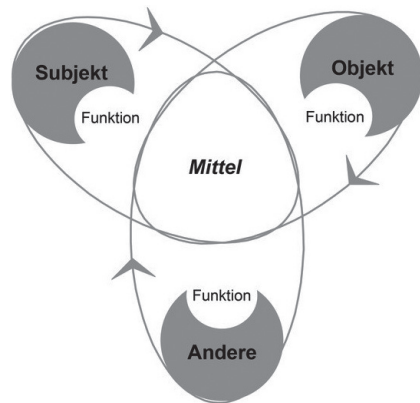


Abbildung 2 Doppelcharakter © Grüter

Erkenntnis- und Handlungsraum. Es überschreitet die Grenze des Raums und erfährt den Kontext, sobald es zur Reproduktion übergeht. Den Kontext spürt es als Differenz zu dem, was seine Identität ausmacht, als Intuition.

Dieses Konzept der Tätigkeit geht in der Psychologie auf Leontjew und Wygotsky¹⁸ und in der Philosophie auf Hegel und Marx in der Lesart von Ruben¹⁹ zurück, wobei es sich von diesen zugleich durch den Zusammenhang mit sexueller Reproduktion²⁰ unterscheidet.

Mit seiner Hilfe erschließen wir uns den Fall und vertiefen zugleich unser Verständnis menschlicher Tätigkeit.

C Rita Leggett: ein Fall der Digitalisierung menschlicher Tätigkeit

Rita Leggett, geboren 1961, alleinerziehende Mutter von vier Kindern, lebt in Australien und ist zum Zeitpunkt der Implantation 49 Jahre alt.²¹ Sie leidet seit ihrer Geburt unter epileptischen Anfällen. Vom 12. bis zum 18. Lebensjahr ist sie frei von Anfällen. Im Alter von 18 Jahren setzen die Anfälle wieder ein. Manche sind leicht, manche so heftig, dass sie zu schweren Körperverletzungen führen.²²

18 Leontjew 1982; Wygotski 1969.

19 Ruben 1976.

20 Grüter 1990a.

21 Kenneally 2021: 2.

22 Ebd.

Die Möglichkeit eines Anfalls und die Unberechenbarkeit des Zeitpunkts schließen subjektiv und objektiv jede Tätigkeit aus, die in unsicheren Umgebungen stattfindet oder schränkt sie zumindest ein.

Die Folgen der Epilepsie: Rita L. hat keine Kontrolle über ihren Alltag. Tätigkeiten wie Auto fahren und Schwimmen sind nicht möglich. Sie fühlt sich erniedrigt und gedemütigt in sozialen Beziehungen. Die Anfälle gehen immer mit einem Verlust von Erinnerung einher. Sie hat das Vertrauen in sich selbst verloren.²³

Eine Veränderung ist nicht vorstellbar. Eine Überwindung der Grenze ist nicht in Sicht. Jede weitergehende Tätigkeit ist auf die Verfügbarkeit über den eigenen Körper und das Gehirn angewiesen und unterliegt damit der gleichen Einschränkung.

Die Implantation: Da kommt über ihren Neurologen im Spätsommer 2010 das Angebot der Firma NeuroVista aus Seattle, USA: Ein Gehirnimplantat, das vor Anfällen warnt, soll erstmals am Menschen getestet werden. Rita L. nimmt das Angebot an. Im November 2010 erfolgt die Operation. Das Implantat wird eingesetzt.²⁴

Die Folgen der Implantation: Rita Leggett erhält die Warnungen vor einem Anfall durch ein mobiles Gerät. Die Warnungen ermöglichen ihr, sich vorzubereiten: Sie kann sich in eine sichere Umgebung begeben und ein Medikament zu sich nehmen. Und in der Tat hat sie in der Folge drei Jahre lang keinen Anfall und kann wieder am Leben teilnehmen.²⁵

Die Entfernung des Implantats: Bei dem Versuch, weitere Investoren zu gewinnen, gerät die Firma NeuroVista an ihre Grenzen und geht pleite. Das wirft die Frage auf, was mit Rita L.s Implantat geschieht. »But the demise of NeuroVista – after spending seventy million dollars to develop the technology and conduct the trial, it struggled to find further investors – made removal inevitable. If the battery ran out, or a lead broke, or the site of implantation became infected, the company would no longer be there to provide support.«²⁶ Sie lebt mit dem Implantat bis 2013. Dann wird es entfernt.

23 A. a. O.: 3

24 A. a. O.: 2.

25 A. a. O.: 3.

26 A. a. O.: 5.

D Digitalisierung

Digitale Transformation beschreibt den Übergang von der industriellen zur digitalen (oder medialen) Form der Organisation gesellschaftlicher Verhältnisse, dessen Wurzeln bis in den 2. Weltkrieg zurückgehen.²⁷ Sein Kern ist Digitalisierung. In den 1990ern, als das Internet, ein weltweiter Verbund von Netzen, zu einem massenhaft genutzten Medium wird, kommen programmatische Visionen der Transformation in die Debatte.²⁸ Die *digitalen Technologien*, um die es dabei geht, die auch im Fall Rita L.s zum Einsatz kommen, sind interaktive, vernetzte Systeme.

I Konvergenz und Gleichzeitigkeit von Prozessen

Digitale Transformation ist bis heute für viele mit der Formel der Konvergenz²⁹ verbunden. Dabei geht es um die *horizontale und vertikale Integration von Bedingungen und Funktionen der Arbeit*.³⁰

Die *industrielle Form* ist hierarchisch-sequentiell³¹, die *digitale Form* vernetzt und interaktiv. Die Formel der Konvergenz richtet den Prozess des Übergangs programmatisch aus. Horizontal gesehen geht es um die *Gleichzeitigkeit* von bislang sequentiell angeordneten Elementen und deren Prozesse. Vertikal gesehen geht es um die *Gleichwertigkeit* von bislang hierarchisch angeordneten Elementen und Prozessen. Das setzt die hierarchisch-sequentielle Form der Organisation in Bewegung. Schon in den 1990ern zeigt sich, dass »Grenzlinien der klassischen Industrieproduktion zwischen Oben und Unten, zwischen Innen und Außen eines Unternehmens durchlässig werden.«³² Dies hat Folgen für den Einzelnen: »Die Durchlässigkeit von bisher stabil geglaubten Grenzen wird die Architektur und ›Logik‹ jeder Tätigkeit in Frage stellen, ob es sich dabei um Unternehmer oder Beschäftigte, um Arbeitslose, Freiberufler oder Angestellte, um Kinder, Jugendliche, Erwachsene oder Alte handelt.«³³

27 Vgl. Shannon et al. 1963; Wiener 1963.

28 Tapscott 1996; Grüter 1998 und 2002.

29 Rede zum Information Superhighway von John Malone CEO Tele-Communications Inc., TCI 1992.

30 Vgl. Tapscott 1996: 94 ff.

31 Das Konzept der hierarchisch-sequentiellen Organisation basiert auf dem TOTE (Test-Operation-Test-Exit)-Modell von Miller et al. 1960: 32. Es wurde von Hacker 1973: 92 und von Volpert 1974: 32 f. als Regulationsmodell menschlicher Handlungen entwickelt und kennzeichnet als industrielle Form die Regulation von Prozessen der Industrieproduktion.

32 Grüter 1998: 6; vgl. Tapscott 1996.

33 Grüter 1998: 8.

Die sich in den 1990ern abzeichnende Schlüsselindustrie der Informationsgesellschaft, die Neuen Medien, ist das Produkt von drei konvergierenden Industrien: Computer-, Kommunikations- und Inhalte-Industrie. Zur Inhalte-Industrie gehören alle Unternehmen, die Inhalte und Metadaten bereitstellen wie Film, Musik, Massenmedien, Buch usw. Die Neuen Medien bilden die Infrastruktur der Wertschöpfung aller Bereiche. Sie sind Vorbild der digitalen Form. Das *Grundelement der digitalen Form* ist eine integrierte und vernetzte Interaktionseinheit von Algorithmus, Daten und sinnlich wahrnehmbarer Gestalt. Die einzelnen Elemente sind in Netzwerke von Elementen integriert. Bewegungen einzelner Elemente übertragen sich auf andere. Die Organisation ist so beschaffen, dass die Bewegung eines Einzelnen Wirkung auf das Ganze haben kann.

Das für uns interessante Merkmal ist das sich mit der digitalen Transformation durch Vernetzung systemisch ereignende und aktiv herbeigeführte Merkmal, die *Durchlässigkeit von Grenzen*. Das handelnde Subjekt, das in seinen eigenen Prozess involviert ist, wird unkontrollierbaren Wirkungen gleichzeitig ablaufender Prozesse ausgesetzt, die es nicht beeinflussen kann. *Es muss sich synchronisieren.*

II Krisen und Versuche der Krisenlösung

Seit der Jahrtausendwende sind die Prozesse der Transformation durch Krisen gekennzeichnet: Weltwirtschaftskrise³⁴, geopolitische Krise, Pandemie und Gesundheitskrise³⁵, Klimawandel und Migrationsbewegungen. Diese Krisen werden als Chance für die breite Einführung von Maßnahmen der Transformation gesehen.³⁶ Hierzu gehören Instrumente der digitalen Steuerung wie digitale Identität, digitales Geld, Social Credit Systeme und Schritte zur Stärkung der Rolle globaler Institutionen wie der UN und der Weltgesundheitsorganisation (WHO).³⁷

34 Maier 2022.

35 Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung 2024.

36 Bundesregierung 2022: Punkt 23 und 47

37 Bundesministerium für Gesundheit 2024.

III Neuro-Industrie, Militärisch-industrieller Komplex, Transhumanismus

Durch Entwicklung und Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) wird die Schlüsselindustrie zur Bewusstseinsindustrie oder Industrie der Neurowissenschaften, kurz Neuro-Industrie.³⁸ Dabei geht es um *funktionale Zusammenarbeit* von menschlichem Bewusstsein und Künstlicher Intelligenz durch technische Optimierung, um *direkte Verschaltung* von Mensch und Maschine in Form von Neuro- und Biotechnologien oder auch um die *Ersetzung des Menschen*.³⁹ Führende Akteure sind Amazon, Apple, Meta/FB, Google, IBM, Microsoft und Unternehmen wie Neuralink. Digitale Technologien sind auch für die Zukunft von Waffentechnologien von Bedeutung. Es ist daher nicht zu verwundern, dass Neuro-Industrie und Militärisch-industrieller Komplex weltweit zusammenwachsen.⁴⁰

Der ökonomische Aufstieg der Neuro-Industrie ist verbunden mit dem kulturellen Aufstieg des Transhumanismus.⁴¹ Die von Vertretern dieser Bewegung formulierten Ideen und Prognosen betreffen die Verschmelzung von KI und Biotechnologie, eine dem Menschen überlegene eigene Entwicklung der KI, die Ablösung der technischen von der menschlichen Natur und die Ersetzbarkeit des Menschen durch KI.

Auch der *Körper des Menschen* ist ein *Computer* und lässt sich programmieren, wie der Executive Order 14081 entnommen werden kann, einer Rechtsverordnung, die vom Präsidenten der Vereinigten Staaten Joe Biden am 12. September 2022 erlassen wurde: »We need to develop genetic engineering technologies and techniques to be able to write circuitry for cells and predictably program biology in the same way in which we write software and program computers.«⁴²

IV Industrie 4.0

Die Vision der 1990er konkretisiert sich 2011 in dem Leitbild der vierten industriellen Revolution, das auf der Hannover Messe vorgestellt wird⁴³ und die

38 Benedikter et al. 2022: 55.

39 Ebd.

40 Vgl. a. a. O.: 54.

41 Harari 2020; Kurzweil 2005.

42 Federal Register 2022: Executive Order 14081 of Sept. 12, 2022, Section 1.

43 Steinhoff 2016: 1.

High Tech Strategie 2025 der Bundesregierung Deutschlands⁴⁴ kennzeichnet. Dabei geht es um das *Internet der Dinge*, verteilte und vernetzte Künstliche Intelligenz und Big Data. »Industrie 4.0« beschreibt eine neue Stufe der Planung, Produktion, Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten und damit verbundenen Dienstleistungen hinweg.«⁴⁵ An die Stelle der linearen Wertschöpfungsketten treten »flexible, hochdynamische Wertschöpfungssysteme in weltweit vernetzten Wertschöpfungsnetzwerken mit neuen Arten der Kooperation. Somit verändert sich auch die Arbeitswelt der Beschäftigten. Zudem ersetzen datengetriebene Geschäftsmodelle die Produktzentrierung als vorherrschendes Paradigma industrieller Wertschöpfung.«⁴⁶

V Das Internet der Körper

Das Internet der Körper ist eine besondere Ausprägung des Internets der Dinge. Das *Internet der Dinge* sind Technologien einer globalen Infrastruktur der Vernetzung von Objekten, die mittels Informations- und Kommunikationstechniken zusammenarbeiten. Dinge, physische und virtuelle Gegenstände, sind mit Sensoren ausgestattet, können untereinander Informationen austauschen, Informationen verarbeiten und Bearbeitungsfunktionen auslösen. Dabei kommt Künstliche Intelligenz zum Einsatz. Alle Prozesse, die durch eindeutige Regeln beschreibbar sind, das heißt auch menschliche Tätigkeiten der Informationsverarbeitung, sofern sie sich formal eindeutig beschreiben lassen, können durch Künstliche Intelligenz realisiert werden.⁴⁷ Ausschlaggebend sind Algorithmen. »Algorithmen sind eindeutige formale Prozeduren zum Lösen von Aufgaben. Sie können große Datenmassen (Big Data) bearbeiten.«⁴⁸ Beim *Internet der Körper* geht es um Technologien der Datenerfassung und Vernetzung des menschlichen Körpers. Hierfür werden Sensoren in die Kleidung eingenäht, direkt auf der Haut platziert oder in den Körper implantiert. Die Sensoren sind verdrahtet oder drahtlos vernetzt.

44 Bundesministerium für Bildung und Forschung 2020.

45 A. a. O.: 5.

46 A. a. O.: 7.

47 Vgl. Hacker 2016.

48 A. a. O.: 6f.

VI Der vernetzte Mensch

Der Körper dient als Plattform für den Einsatz von Technologien. In Abbildung 3, dem Beispiel eines Körper-Netzwerkes, sehen wir den vernetzten Menschen. Die Architektur des Körper-Netzwerkes definiert den technischen Prozess der Datengewinnung und Verarbeitung.

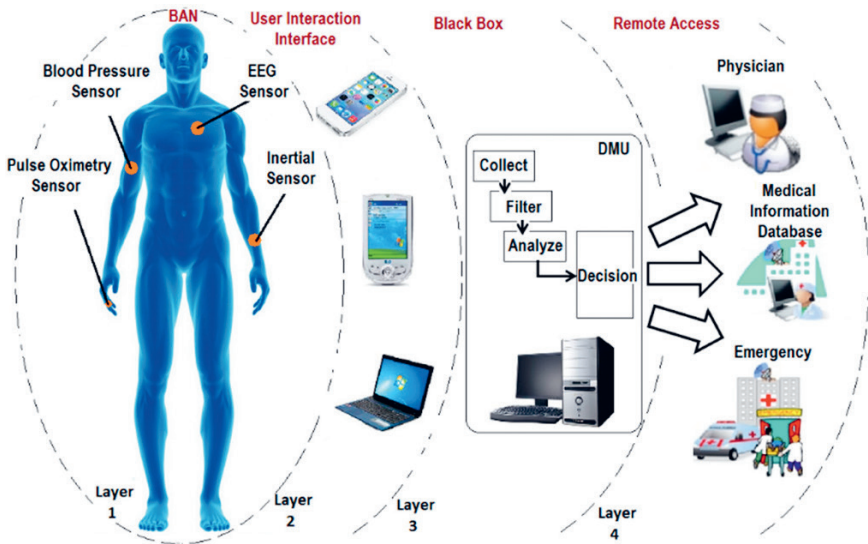


Abbildung 3 Ein Beispiel für die Architektur eines Körper-Netzwerkes (Ghamari et al. 2016)

Das Netzwerk hat 4 Schichten: 1. menschlicher Datenlieferant mit Biosensoren am oder im Körper; 2. mobiles Gerät, mit dem man interagieren kann; 3. Black-Box-Datenanalyse und -auswertung auf externen Servern des Herstellers; 4. Weiterleitung der gesammelten Daten an Ärzte, Datenbanken des Gesundheitswesens und Datenbanken, die die Verwertung der Daten in weltweit vernetzten Wertschöpfungssystemen der globalen Gesundheitsindustrie ermöglichen.⁴⁹

49 Ghamari et al. 2016: 831; Vgl. Pedersen 2020: 6.

1 Digitale Abstraktion

Die Algorithmen definieren das, was technisch erfasst, interpretiert und uns zurückgemeldet wird.

»In cybercapitalism, algorithms make decisions for us, and computers filter what we read and what we buy (or consider buying), map our whereabouts, remember faces of people we know, and often inform our next move. For us, this leads to estrangement rather than cohesion because data processes are operating covertly. Paradoxically, quantified health/self applications report some information back to us with seemingly overt precision and clarity. In a sense, we are coming to terms with a new self – a datafied body – that negotiates itself differently with selective information.«⁵⁰

Mit der technischen Sicht auf den Menschen wird das Verhältnis von Mensch und Maschine als durch die Maschine dominiert definiert und festgeschrieben.⁵¹ Dem Menschen bleibt der digitale Handlungsraum, im Rahmen dessen er sich bewegt.

2 Das unsichtbare Machtverhältnis

Die mit dem Körper-Netzwerk gegebenen Beziehungen zwischen Mensch und Technologie erscheinen als neutral, aber verbergen ein Machtverhältnis. Die Unternehmensinteressen, die beim Filtern, Analysieren und Entscheiden wirksam werden, sind in die Black Box der 3. Schicht des Netzwerkes »eingebakken«.⁵² Einsatz und letztendlicher Zweck der Algorithmen sind für den Nutzer intransparent, vom Hersteller abhängig.

Auch der ›Datenschutz‹ von Daten, die in die 4. Schicht weitergereicht werden, stößt an Grenzen. De-identifizierte Daten können immer auch re-identifiziert und missbraucht werden.⁵³ Es hilft jedoch nicht, diesen Sachverhalt zu beklagen und nur moralisch zu argumentieren.

50 Pedersen 2020: 13.

51 Hildebrandt 2014; Pedersen 2020.

52 Vgl. Pedersen 2020: 6.

53 Rocher et al. 2019.

3 Zur gesellschaftlich-technischen Seite der Problemstellung

Der Einzelne ist der digitalen Transformation, wie es scheint, ausgeliefert. Das digitale, interaktive, vernetzte System dominiert. Die obigen Fragen lassen sich jedoch nicht ohne den Einzelnen beantworten. Die Antworten der Maschine auf unsere Fragen sind Antworten der Maschine. Individuelle Entwicklung ist *aber ein Moment* gesellschaftlich-technischer Entwicklung! Es reicht nicht Digitalisierung programmatisch-ideologisch vorwegzunehmen und die Ohnmacht des Menschen zu behaupten oder zu beklagen. Eine empirische Untersuchung von Prozessen der Digitalisierung steht aus.

VII Rita Leggett: das Gehirnimplantat, eine Möglichkeit individueller Entwicklung

Das Gehirnimplantat, das »der Vorhersage der Wahrscheinlichkeit eines Epilepsie Anfalls durch ein langfristig implantiertes Beratungssystem«⁵⁴ dient, ist ein Körper-Netzwerk.⁵⁵ Es wurde von der Firma NeuroVista⁵⁶, Kanada, in Zusammenarbeit mit Medizinerinnen und Gehirnforschern von drei klinischen Zentren in Melbourne, Australien, entwickelt und erstmals am Menschen getestet.⁵⁷

1 Das Gehirnimplantat, die Architektur des Netzwerkes

Das Gehirnimplantat warnt den Patienten vor drohenden Anfällen und ermöglicht ihm, sich in Sicherheit zu begeben und ggf. Medikamente einzunehmen. Die Architektur des Systems, das zum Einsatz kommt, ist mit der Architektur des Körper-Netzwerks in Abbildung 3 vergleichbar. Wir finden alle Komponenten in einer für die Zwecke der Machbarkeitsstudie variierten Form.

1. Ein kreuzförmiger Silikonstreifen mit 16 Elektroden wird unter der Schädeldecke auf der Gehirnoberfläche platziert; er ist durch ein Kabel – unter

54 Cook et al. 2013; Übersetzung durch die Verfasserin.

55 Gehirnimplantat bezeichnet hier immer das gesamte Netzwerk der Datenerhebung, Analyse und Auswertung. Es sei denn, es werden einzelne Komponenten des Netzwerks wie z. B. Transmitter oder einzelne Schritte des Prozesses wie z. B. Datenerhebung angesprochen.

56 Cook et al. 2013: 563.

57 A. a. O.: 564.

der Haut hinter dem Ohr den Nacken hinunter – mit einem Transmitter in der Brust verbunden; dieser sendet Daten an ein mobiles Gerät.

2. Das mobile Gerät, das immer mitzutragen ist,⁵⁸ speichert Erhebungsdaten und Prognosen und unterstützt Tonaufnahmen, die für die manuelle Tagebuchführung durch den Patienten oder durch das System automatisch ausgelöst werden können, sobald ein Anfall entdeckt wird, um später ein klinisches Korrelat zur intrakraniellen Elektroenzephalographie (EEG) herstellen zu können; die so gewonnenen und klinisch geprüften Daten dienen dem späteren Training des Algorithmus; sobald der Algorithmus trainiert ist, filtert, analysiert und klassifiziert das Gerät die Daten automatisch; beide Komponenten, Implantat und mobiles Gerät, kommen direkt beim Patienten zum Einsatz; die Datenstände und Tonaufzeichnungen werden von der zweiten in die dritte Komponente, den externen Server, weitergeleitet.
3. Die ›Black Box‹: Das Training des Algorithmus erfolgt auf dem NeuroVista Server auf Basis der Analyse und Interpretation der EEG-Daten des einzelnen Patienten, die klinisch geprüft epileptisch bedeutsame Ereignisse anzeigen.
4. Übergeordnete Datenbanken: Da es sich um einen Test handelt, werden die Daten nicht an übergeordnete Datenbanken und weltweite Wertschöpfungsnetzwerke weitergeleitet, stehen aber für weitere Forschung zur Verfügung.⁵⁹

2 Machbarkeitsstudie

Die Machbarkeitsstudie startet März 2010 und endet Oktober 2012.⁶⁰ Aus technischer Sicht geht es darum, das Implantat zu installieren, EEG-Daten zu erheben, den Algorithmus zu trainieren und das Implantat zu testen.

Von anfangs 17 Patienten⁶¹ fallen zwei vor Beginn,⁶² einer während der Studie aus.⁶³ Von 14 werden erfolgreich EEG-Daten gesammelt,⁶⁴ elf verfügen schließlich über einen trainierten Algorithmus⁶⁵ und werden getestet. Bei

58 Kenneally 2021: 2.

59 Holmes 2014: 348.

60 Cook et al. 2013: 564.

61 A. a. O.: 567.

62 Ebd.

63 Tabelle 3 Patient 5, a. a. O.: 568.

64 Ebd.

65 Ebd.

zwei von elf Patienten⁶⁶ zeigt sich eine einhundertprozentige Sensitivität⁶⁷ des Implantats. Eine von den zweien ist Rita L.

3 Eine Möglichkeit individueller Entwicklung

Für Rita L. eröffnet sich mit dem Angebot der Gehirnimplantation eine Möglichkeit der Entwicklung: Epilepsie, bislang unkontrollierbar, kann kontrolliert werden. Ob und auf welche Weise diese Möglichkeit Wirklichkeit wird, ist damit nicht gesagt. Es handelt sich um eine abstrakte Möglichkeit, die auch scheitern kann. Gelingt der Test, und er gelingt bekanntlich, dann öffnen sich ihr neue Räume. Die Frage ist, wie die Möglichkeit zur Wirklichkeit wird. Rita L. nimmt das Angebot an. Das Implantat wird November 2010 installiert⁶⁸ und 2013 entfernt.⁶⁹ Sie ist Nummer 14 unter den Patienten der Machbarkeitsstudie.⁷⁰

E Synchronisation als Bildung einer gemeinsamen Ordnung

Die mit der digitalen Transformation einhergehende Durchlässigkeit von Grenzen konfrontiert das handelnde Subjekt mit unkontrollierbaren Wirkungen nebenläufiger Prozesse. Eine neue Ebene der eigenständigen Organisation des tätigen Subjekts ist gefordert. *Es muss sich selbständig und aktiv synchronisieren.*

›Synchronisation‹ ist »ein universelles Ordnungsprinzip für Oszillationen und Rhythmen«,⁷¹ ein Prozess der Integration von Prozessen, die gleichzeitig ablaufen, voneinander unabhängig sind und aufeinander wirken. Dabei entstehende Spannungen werden durch Anpassung von Rhythmen verarbeitet. »This adjustment of rhythms due to an interaction is the essence of synchronization.«⁷² Dabei kommt es zur Bildung einer gemeinsamen zeitlichen Ordnung der Prozesse.⁷³

66 Tabelle 3, Patient 2 und 14 in a. a. O.: 567.

67 Def. Sensitivity, a. a. O.: 566.

68 Kenneally 2021: 2.

69 A. a. O.: 3.

70 A. a. O.: 2; Cook et al. 2013: 567.

71 Parlitz et al. 2006: 33. Hervorhebung d. Verf.

72 Vgl. Pikovsky et al. 2001: xviii; die Einführung in die nonlineare Theorie der Synchronisation sei Physikern und Nicht-Physikern empfohlen; Beispiele: Pendeluhren, Parlitz et al. 2006: 33; Glühwürmchen, ebd. 36; Millenium Brücke, Strogatz et al. 2005.

73 Strogatz 2008.

Synchronisation findet sich in physischen, biologischen, sozialen und kognitiven Systemen ebenso wie übergreifend zwischen diesen Systemen und in der Beziehung der Systeme zu ihrer Umgebung.

Die Prozesse des Menschen sind wie die Prozesse aller Lebewesen, Populationen und Ökosysteme durch rhythmische Zeitstrukturen gekennzeichnet. Wir, unsere Körper, alle unsere Aktivitäten, alle Prozesse und Funktionen, Schlaf, Nahrungsaufnahme, Körpertemperatur, zeitgebundene Hormonausschüttungen, neuronale Prozesse unterliegen solchen Rhythmen.⁷⁴

»Synchronisation ist kein Zustand, sondern ein Prozess der Anpassung von Rhythmen aufgrund von Interaktion«⁷⁵, stellen Rosenblum und andere fest. Synchronisation ist also kein mechanischer, unverändert wiederholbarer Vorgang. Die beteiligten Prozesse müssen sich unter sich ändernden Bedingungen immer wieder aufs Neue synchronisieren. Dies hat Folgen für die Untersuchung von Synchronisation:

»As synchronization is not a state, but a process of adjustment of rhythms due to interaction, we cannot validate its existence if we do not have access to the system parameters and cannot check experimentally that the synchronous state is stable towards variation of the parameter mismatch within a certain range (i. e., if we cannot plot the frequency vs. detuning curve). If we are not able to do such experiments, but just have some data sets registered under freerunning conditions, the only way to get some confirmation (but certainly not a proof) on the existence of synchronization is to make use of the fact that the data are nonstationary.«⁷⁶

Nichtstationäre Daten sind Daten von Prozessen, deren Eigenschaften sich in der Zeit ändern.

I Rita Leggett: Etappen der Synchronisation von Mensch & Maschine

Die Synchronisation von Mensch und Maschine umfasst in unserem Fall zwei eigenständige Prozesse: die Tätigkeit von Rita L. und den technischen Prozess, Entwicklung und Test des Implantats. Es zeigen sich fünf Etappen der Synchronisation: 1. Die Zeit davor; 2. Die Kopplung von technischem und menschlichem Prozess; 3. Die Entwicklung des Brain-Computer-Interfaces; 4. Der Test des Brain-Computer-Interfaces; 5. Die Zeit danach.

74 Anonymus o. J.: Uhren-Synchronisation; Sobiella & Langrock-Kögel 2020.

75 Rosenblum et al. 2001: 36. Hervorhebung und Übersetzung durch die Verfasserin.

76 Ebd.

1 Die Zeit davor

Beide Prozesse, Mensch und Maschine, sind in der Zeit vor dem Angebot September 2010 unabhängig voneinander.

Auf der Seite der Maschine sei erinnert, dass die Datenverarbeitung der Maschine hier darauf basiert, dass das Gehirn ein elektrisches Organ ist, dass sich elektrische Aktivität des Gehirns in Oszillationen an der Oberfläche des Kopfes zeigt, dass diese mit dem Elektroenzephalogramm, dem EEG, grafisch aufgezeichnet werden und dass dabei Muster der Häufigkeit von Schwingungen wahrzunehmen sind, die in Hertz oder Hz, der physikalischen Einheit der Frequenz, angegeben werden. So sind seit langem *Wellenmuster des Gehirns* bekannt, denen Zustände von Schlaf und/oder Wachheit zugeordnet werden können. Über Epilepsie selbst gibt es wenig fundiertes Wissen. Auf elementarster Ebene lässt sich ein epileptischer Anfall als eine Folge von synchron auftretenden unkontrollierten elektrischen Entladungen verstehen. In der Hirnforschung geht es um die Berechenbarkeit von unberechenbaren Prozessen und die Entwicklung von Algorithmen »capable of unearthing the ›deep rhythms‹ buried in the numbers«. ⁷⁷

Das Gehirnimplantat bei NeuroVista besteht 2010 im Kern aus dem Prototyp eines Algorithmus mit der Funktion der Vorhersage des Auftretens und des Ausbleibens von epileptischen Anfällen. ⁷⁸ Das fertige Gerät mit seiner Warnfunktion ist, sinnlich wahrnehmbar, der verkörperte Algorithmus.

Für den Prototypen waren mittels eines Cluster Computing Systems Beziehungen zwischen möglichen Vorzeichen/Biomarkern und Anfallsereignissen bei einer genügend großen Anzahl von EEG-Daten von Epileptikern untersucht worden. Aus anfänglich 5 000 Biomarkern waren so 288 Biomarker geworden, die in die Machbarkeitsstudie eingingen. In der Studie sollte der Prototyp auf Basis von EEG-Daten des einzelnen Patienten anhand von klinisch geprüften epileptisch bedeutsamen Ereignissen dieses Patienten dahingehend trainiert werden, dass Erkenntnis und Prognose der für diesen Patienten geltenden spezifischen Anzeichen möglich werden.

Die Seite des Menschen ist zusammengefasst: Rita L. hat 2010 im Alter von 49 Jahren etwa drei Mal im Monat einen Anfall, ⁷⁹ wobei der Zeitpunkt unberechenbar ist. Sie hat keine Kontrolle über ihr Leben. Das Angebot zur Teilnahme am Test erhält sie im Spätsommer 2010.

⁷⁷ Holmes 2014: 348.

⁷⁸ Vgl. Cook 2013: 564.

⁷⁹ Vgl. Tabelle 4 in Cook et al. 2013: 569.

2 Kopplung von technischem und menschlichem Prozess

Die zweite Etappe, die Kopplung von technischem und menschlichem Prozess, beginnt mit der Annahme des Angebots durch Rita L. Was leistet die Kopplung? Die Kopplung ist eine Bedingung der Synchronisation von Prozessen. Sie stellt eine lose Verbindung von Prozessen her und ermöglicht eine Kommunikation zwischen den voneinander unabhängigen Prozessen. Kopplung ist selbst noch keine Synchronisation und auch keine Garantie derselben.⁸⁰

Nach der Annahme des Angebots folgen die Erstellung einer Baseline und im November 2010 die Implantation.⁸¹ Dazu wird ihr Schädel geöffnet. Die Streifen werden, wie oben beschrieben, mit einem Transmitter in der Brust verbunden. Bevor die Wunde geschlossen wird, wird noch einmal die Funktionsfähigkeit des Geräts geprüft. Das Zusammenspiel von Mensch und Maschine beginnt.

Rita L. macht sich mit dem mobilen Gerät vertraut. Die Warnung vor der Wahrscheinlichkeit eines Anfalls soll durch ein farbiges Licht, blau = niedrige, weiß = mittlere, rot = hohe Wahrscheinlichkeit, und durch Vibration und/oder einen Beep erfolgen. Rita L. empfindet den Beep als unangenehm laut und stellt ihn ab. Bei der Wahl, das Gerät um die Schulter oder in einem Holster zu tragen, entscheidet sie sich für das Holster. Sie weiß, dass sie, sobald sie die Warnung erhält, eine Dosis des Medikaments einnehmen muss, um den Anfall aufzuhalten. Sie soll ein Tagebuch führen, wo sie jedes Mal Einträge machen soll, wenn sie einen Anfall erlebt. Mit all diesen Aktivitäten bereitet Rita ihre aktive Teilnahme am Test vor.⁸²

Das Zusammenspiel scheitert jedoch. Es erfolgt keine Synchronisation von Mensch und Maschine. Die mit dem Gehirnimplantat erhobenen Daten ergeben keinen Sinn. Es sind weder Anzeichen normaler Gehirnaktivität noch Anzeichen eines epileptischen Anfalls erkennbar. Dieser Zustand dauert bei einigen Patienten so lange, dass der Abbruch des Tests erwogen wird.⁸³

»Later, the researchers realized that the brain was simply reacting to having been tampered with – the electrical equivalent of a postoperative wound.«⁸⁴ Das hatten die Forscher nicht erwartet. »We did not expect the transient effects of surgery, which varied in length from weeks to months, on features of EEGs that temporally change.«⁸⁵ Diese Feststellungen lassen sich dahingehend

80 Vgl. Pikovsky et al. 2001: 11.

81 Vgl. Kenneally 2021: 2.

82 Vgl. ebd.

83 A. a. O.: 3; Cook et al. 2013: 569.

84 Kenneally 2021: 3. Hervorhebung der Verfasserin.

85 Cook et al. 2013: 569.

übersetzen, dass die Operation eine *Verwundung* der fortlaufenden zeitbasierten Prozesse im Gehirn bedeutet, und dass sich diese erst wieder verbinden müssen. Erst mit der *Heilung* der postoperativen Wunde ist die Kopplung abgeschlossen.

Für die Maschine bedeutet die Heilung der Wunde, dass die Daten beginnen Sinn zu machen. Die zeitbasierten Prozesse der Veränderung des Gehirns synchronisieren sich. Damit scheint es möglich zu sein, die zeitabhängigen Prozesse des Gehirns, die elektrografisch aufgezeichnet als EEG-Daten vorliegen, mit Blick auf relativ stationäre, zeitunabhängige Eigenschaften zu untersuchen.

3 Entwicklung des Brain-Computer-Interfaces

Die Etappe der Entwicklung des Brain-Computer-Interfaces (BCI), der Hirn-Computer-Schnittstelle, kann beginnen. Das technische Ziel ist ein funktionsfähiges Gerät, das Perioden mit hoher, mittlerer oder geringer Anfallswahrscheinlichkeit identifizieren, den Patienten warnen und getestet werden kann. Das bedeutet für diese Etappe: 1. Erhebung von Daten, 2. klinische Überprüfung der Daten und Datenanalyse durch Mediziner und 3. Training des Algorithmus mit dem klinisch geprüften Datenmaterial.

Training des Algorithmus heißt »to fine-tune the algorithm to the *unique electrical signatures of her brain*«. ⁸⁶ Voraussetzung ist, dass mindestens fünf für Rita L. typische, von Medizinern klinisch beurteilte Anfälle in den elektrografischen Zeitreihen der Gehirndaten identifiziert werden. Das Datenmaterial, das für das Training der Maschine eingesetzt wird, umfasst zeitbasierte Prozesse mit den fünf elektrografisch erfassten Ereignissen und mit elektrografischen Ereignissen, die diesen ähnlich sind.

Der Algorithmus und seine Leistung der Analyse, Berechnung und Prognose der Anfallswahrscheinlichkeit basieren auf stationären Daten, setzen also deren Unveränderbarkeit in der Zeit voraus. Aber genau diese ist nicht gesichert. ⁸⁷ »The stability of the features detected by the algorithm with increasing time is not yet clear.« ⁸⁸ In einzelnen Fällen driftet der Raum, den der Algorithmus abdeckt und ändert das, was als individuelle Signatur in Erscheinung getreten war. »Algorithm performance was generally maintained until study termination, but periodic retraining (roughly every 4 months) was sometimes

86 Kenneally 2021: 3. Hervorhebung der Verfasserin.

87 Cook et al. 2013: 568. 569. 570.

88 A. a. O.: 569.

necessary to either maintain or improve performance affected by feature temporal drift. «⁸⁹

Die Synchronisation von Rita L. und dem ingenieurstechnischen Prozess erfolgt in dieser Etappe im *durch Forscher vermittelten Zusammenspiel von Daten und Algorithmus*. Sobald der Algorithmus die Leistungskriterien erfüllt,⁹⁰ kann die vierte Etappe beginnen.

4 Der Test des Brain-Computer-Interfaces

Das Gerät ist funktionsfähig. Das System zur Vorhersage der Wahrscheinlichkeit eines Anfalls kann getestet werden. Voraussetzung ist, dass Rita L. das Gerät in ihrem Alltag gebraucht.

Das erste Prognose-Ereignis: In einem Interview beschreibt Rita L. die Situation, in der sie erstmalig vor einem Anfall gewarnt wird. Sie ist beim Friseur in der Nähe ihrer Wohnung. In dem Moment erhält sie eine Warnung durch das Gerät. Erst leuchtet ein weißes, dann ein rotes Licht auf.⁹¹ »She still remembers the shock of it – the strangeness of having a machine communicate with her and advise her what was about to happen in her head.«⁹² Sie weiß, dass sie etwa 15 Minuten hat. Rita L. kommt früh genug nach Hause und kann die notwendigen Maßnahmen ergreifen.

Der weitere Test verläuft ähnlich. Dank rechtzeitiger Warnungen in drei Fällen hat Rita L. in den vier Monaten keinen Anfall mehr.⁹³ Auch nach Abschluss des Testes kann sie sich auf die Vorhersage der Maschine verlassen und die Epilepsie kontrollieren. Ihre Zuversicht kehrt zurück. Tätigkeiten wie Autofahren und Schwimmen werden selbstverständlich. Sie beginnt mit »Online Dating«, lernt ihren Mann kennen, lieben und heiratet ihn. Ihr Selbstvertrauen lebt auf, wie sich auf ihrer Hochzeit im souveränen Umgang mit dem mobilen Gerät zeigt: »They got married, and on the day she walked down the aisle she took her external processing unit off and put it aside. It didn't go with her dress, she said, and she had a feeling that she was going to be O. K.«⁹⁴

Die Entwicklung findet ein jähes Ende, als die Firma keine Investoren mehr findet. Die Machbarkeitsstudie wird im Oktober 2012 beendet.⁹⁵ Das Gehirn-

89 Cook et al. 2013: 569f.

90 A. a. O.: 566.

91 Vgl. Kenneally 2021: 3.

92 Ebd.

93 Cook et al. 2013: 567.

94 Kenneally 2021: 8.

95 Cook 2013: 564.

implantat muss entfernt werden. Rita L. zögert die Operation so lange wie möglich heraus. Sie hat sich mit dem Gerät identifiziert. Es ist zu einem Teil ihrer selbst geworden.⁹⁶ In 2013 ist es so weit.

Was den Test betrifft, so war dieser erfolgreich. Das Ziel wurde erreicht, das Konzept validiert und eine Fülle an Daten gewonnen. Und trotz der Entfernung des Geräts war der Test auch für Rita L. ein Erfolg. Sie hatte drei Jahre lang keinen Anfall. Das Gerät hatte ihr ermöglicht, Kontrolle über die epileptischen Anfälle zu gewinnen und ihr Leben zu verändern, ihre Beziehungen zur Welt, zu Anderen, zu sich selbst neu zu erschließen; mehr noch, »she had never had a self that she could trust before«. ⁹⁷

5 Die Zeit danach

Doch die Geschichte geht weiter. In der Zeit danach zeigt Rita L. ein *Sensorium* für sich anbahnende Epilepsie-Anfälle, das sich in der vorangehenden Etappe, also während des BCI-Tests, herausgebildet haben muss, ohne dass es bemerkt wurde.

»Leggett's identity changed again once the device was gone. Now she knew great loss, but she also knew things that had been impossible to understand before the device. Like many people with epilepsy, she had often found herself fuzzy for a considerable amount of time after a seizure. That state made it very difficult to notice the signs that preceded seizures which could act as a natural warning light. These days, when she gets a funny, flip-floppy feeling inside, she takes antiseizure medication. She's not always sure. Sometimes she gets her husband to weigh in. He says, ›Go with your first instinct,‹ and usually she takes a pill. She is now seizure-free.«⁹⁸

Das hat niemand erwartet. Das war nicht vorhersehbar. Da ist etwas entstanden, was sich nicht mehr allein durch Synchronisation von Mensch und Maschine erklären lässt.

96 Kenneally 2021: 3.

97 Ebd.

98 A. a. O.: 9. Hervorhebung der Verfasserin.

II Eine gemeinsame Ordnung von Mensch und Maschine im Fall Rita Leggett

Dass im Fall Rita L. von einer *gemeinsamen Ordnung* der Rhythmen von technischem und menschlichem Prozess ausgegangen werden kann, lässt sich aus der einhundertprozentigen Prognoseleistung des Geräts in ihrem Fall schließen. Worin besteht nun diese gemeinsame Ordnung? Sie besteht in einer sich bewegendem Einheit von zwei Prozessen, dem *prozessierenden Algorithmus* zum einen und *Perioden des Erlebens- und Tätigkeitszusammenhangs* von Rita L. zum anderen.

Was markiert Rhythmen der eigenen Tätigkeit für das Subjekt? Somatische Marker,⁹⁹ körperliche Änderungen, die sich als Emotionen zeigen, markieren Rhythmen. Was erfasst der Algorithmus? Er erfasst körperliche Hinweise in Form von Daten, die im Fall von Rita L. mit einhundertprozentigen Wahrscheinlichkeit die Prognose eines neuronalen Zustands ermöglichen. Das Warnsignal verbindet in unserem Fall beide, den prozessierenden Algorithmus und Perioden des Erlebens- und Tätigkeitszusammenhangs.

Die so wahrnehmbare Einheit der Prozesse wird von der Maschine festgestellt. Rita L.s Handlung ist eine von der digitalen Messung abhängige Größe, auch wenn diese ihrerseits auf der Tätigkeit der Forscher und den elektrischen Prozessen von Rita L.s Gehirn basiert. Für ein tieferes Verständnis wenden wir uns nun dem Prozess des Menschen zu.

F Entwicklung als Funktionswechsel

Bei dem Versuch Digitalisierung und die damit einhergehende Entwicklung des Menschen zu verstehen, wurde bisher die Synchronisation von Mensch und Maschine betrachtet. Nun soll der Prozess des Menschen und seine Entwicklung im Übergang von der nicht-digitalen zur digitalen Organisation der Tätigkeit untersucht werden.

I Rita Leggett: Individuelle Entwicklung

In der Entwicklung von Rita L. über den gesamten Zeitraum von 2010 bis 2013 hinweg lassen sich drei Stufen der Organisation ihrer Tätigkeit unterscheiden: 1. ihre nicht-digitale durch Epilepsie begrenzte Tätigkeit vor 2010; 2. ihre digitalisierte Tätigkeit von 2010 bis 2013 und 3. ihre durch ein Sensorium für

99 Damasio 2023.

Epilepsie vermittelte Tätigkeit nach 2013. Das, was im Fall Rita L. neu ist und nicht nur hier, sondern übergreifend neu und unerwartet, ist ihr *Sensorium für epileptische Anfälle* und ihre damit einhergehende eigene, nicht mehr von der Maschine abhängige Beziehung zur Epilepsie.

1 Funktionswechsel

Bis 2010 befand sich Rita L. aufgrund der Epilepsie in einer Situation, die jede Entwicklung auf den kontrollierbaren Nahbereich beschränkte und jede raumzeitliche Erweiterung ihrer Lebenstätigkeit ausschloss. Der Test zeigt nun schon beim ersten Ereignis, dass es Rita L. gelingt, die Epilepsie zu kontrollieren.

Die sich hier zeigende Entwicklung lässt sich als Funktionswechsel¹⁰⁰ der nicht-digitalen Mittel verstehen, der sich im Kontakt mit dem digitalen Gerät und der darüber vermittelten Beziehung zur Epilepsie einstellt.

Im Kontakt mit dem digitalen Gerät kann Rita L. mit den ihr bisher verfügbaren Mitteln nicht-digitaler Art die Wirkungen der Epilepsie kontrollieren. Rita L. versteht das im Fluss ihrer Lebenstätigkeit auftauchende Signal der digitalen Maschine als Warnsignal, das sie zu Maßnahmen der Kontrolle veranlasst. Der Gebrauch des Geräts setzt auf Seiten von Rita L. Vertrauen in die Prognosen des Geräts, aber keine besonderen Kenntnisse und Fertigkeiten voraus. Die subjektiven Voraussetzungen, die notwendig sind, um ein digitales Gerät zu bedienen und die erhaltene Information umzusetzen, reichen. Subjektiv muss Rita L. sich nicht verändern, um die Hinweise des digitalen Geräts zu verstehen und umzusetzen. Rita L. muss den Algorithmus nicht kennen, sie muss den neurologischen Zusammenhang von Vorzeichen und Anfallsereignissen nicht wahrnehmen, sie kann das Warnsignal registrieren und berücksichtigen. Objektiv haben sich ihre Beziehungen zur Welt erweitert.

2 Kooperation

Im Zusammenwirken von Rita L. mit der Maschine hat die Maschine beim Friseur-Ereignis die Abstraktion übernommen, die digitale Form der Organisation.¹⁰¹ Rita L., der Mensch, lässt sich organisieren, indem sie sich an dem Warnsignal orientiert. Sie bringt in das Zusammenwirken mit der Maschine ihre Lebenstätigkeit ein, die damit, soweit vorhersehbar, zum Inhalt wird, zu

100 Beurton 1975a.

101 Das Zusammenwirken lässt sich mit Wygotski auch als Zone der nächsten Entwicklung kennzeichnen, Wygotski 1960: 259 ff.

dem, was digital organisiert wird, und, soweit nicht vorhersehbar, unorganisierter, aber wirksamer Kontext der Maschine bleibt.

II Eine neue organische Einheit von Subjekt und Objekt im Fall Rita Leggett

Was zeigt sich beim Friseur-Ereignis? Seitens der Technik bestätigt der Test, dass ein funktionsfähiges digitales Gerät entstanden ist, das einen für Rita L. spezifischen Algorithmus einsetzt. Seitens des Menschen bestätigt der Test beim Friseur, dass es Rita L. mit Hilfe der Maschine gelingt, die Epilepsie zu kontrollieren. Ihre Tätigkeit bei diesem Ereignis ist nicht, aber wird digital. Die nicht-digitale Struktur der Tätigkeit wandelt sich in der Tätigkeit durch den Funktionswechsel der Mittel. Das nicht-digitale Mittel/Organ wandelt seine Funktion in Verbindung mit dem Warnsignal des digitalen Systems und der darüber vermittelten Beziehung zur Epilepsie. Die bisherige organische Einheit von Subjekt und Objekt wird erweitert.

G Tätigkeit: Zusammenspiel von Synchronisation und Entwicklung

In der Tätigkeit gehen synchrone und konsekutive Vermittlung eine Verbindung ein, ohne sich ineinander aufzulösen.

I Empfindung

Entscheidend ist der empirische Moment des *Übergangs* von der Datenverarbeitung zur Wahrnehmung und Umsetzung der Warnung durch Rita L. In diesem Moment ereignet sich die *Aufhebung der (digitalen) Abstraktion*, der Übergang von den Daten zum Körper. Es kommt zur Verdichtung von Zeit und Raum, es ändert sich die raumzeitliche Konstellation und es entsteht eine *Empfindung*: gleich und doch anders. Das, was wahrgenommen wird, gleicht mit Bezug auf die Maschine den durch die Messung vorgegebenen Daten und unterscheidet sich doch in seiner Bedeutung in dieser Situation für diesen Menschen.

Das Zusammenwirken von Synchronisation und Entwicklung führt für Rita L. zu einer *raumzeitlichen Verdichtung im Hier und Jetzt des Handelns* und damit zur Entstehung von Neuem. Beide Impulse wirken zusammen, der Impuls, der aus der Wahrnehmung des *Lichtsignals* resultiert und der Impuls, der aus ihrem Motiv resultiert, das auf die Kontrolle der Epilepsie gerichtet ist.

Das Lichtsignal liefert Rita L. in einer für sie *erfahrbaren Form Zugang zur objektiven Rahmenbedingung Epilepsie*. Dank des algorithmisch gesteuerten Lichtsignals ist Rita L. dieser bisher unkontrollierbaren Macht Epilepsie nicht mehr ausgeliefert. Sie wird zugänglich, weil das Lichtsignal im Einklang mit den Rhythmen der Gehirnprozesse von Rita L. erfolgt, die dem epileptischen Geschehen vorausgehen. Rita L. kann einen aktiven Part übernehmen. Das Lichtsignal dient ihrer Orientierung. Es richtet ihre Aufmerksamkeit auf das Hier und Jetzt des Geschehens, unterstützt sie die erforderlichen Maßnahmen zu ergreifen und sich auf den ihr eigenen Rhythmus einzulassen.

Wie kann Rita L. mit ihrer Tätigkeit, der einfachen Reproduktion, der bloßen Sicherung der Existenz unter den jeweiligen Bedingungen diese schöpferische Leistung erbringen. Wie kann Neues in der Sicherung des Alten entstehen? Im Gebrauch des Gehirnimplantats für die eigene Reproduktion kommen die zuvor voneinander getrennten subjektiven und objektiven Bedingungen der Tätigkeit zusammen. Dort, wo dies nicht geschehen kann, bleiben sie getrennt, oder verletzen, unterdrücken, (zer-)stören sich. Sie gehen eine letztendlich nicht berechenbare, nicht vorhersagbare, nicht kontrollierbare Verbindung ein.

II Erweiterte Reproduktion

Die einfache Reproduktion ihres Lebens wird für Rita L. im Gebrauch des Geräts zur *erweiterten Reproduktion*. Weder die Synchronisation von Mensch und Maschine noch die Entwicklung von Rita L. ist mit dem Friseur-Ereignis abgeschlossen.

Wir führen das Sensorium, das sich Rita L. in der fünften Etappe zeigt, auf ihre Tätigkeit in der vierten Etappe und auf Rita L.s Entwicklung beim Gebrauch des Geräts zurück. Daten zu den damit einhergehenden Änderungen stammen jedoch nicht aus der Machbarkeitsstudie, sondern aus Interviews, die Gilbert mit sechs Teilnehmern der Machbarkeitsstudie geführt und gemeinsam mit Cook, dem Erstautor der Machbarkeitsstudie, und anderen Autorinnen und Autoren publiziert hat. Rita L. wird in dieser Publikation als Patientin 6 geführt.¹⁰²

Patient 6: »[The device] was like an alien at first, [...] you grow gradually into it and get used to it, so it then becomes a part of everyday, it's there every day, it's there every night you go to bed and you put it in a place that it can still read you so it's like

102 Das Zitat »With the device, I found myself«, das Kenneally Rita Leggett zuschreibt (vgl. Kenneally 2021: 5), wird bei Gilbert Patientin 6 zugeschrieben: Gilbert et al. 2019: 87, Tabelle 1.

a teddy bear. Really it's there and you can see it, you know that if you open your eyes so it's always there, it follows you through the shower everywhere and it becomes part of you. Because that's what it did, it was me, it became me, [...] with this device I found myself.«¹⁰³

Das Zitat öffnet den Blick für den weiter- und tiefergehenden Prozess der Entwicklung Rita L.s.

Zu Beginn dominiert die digitale Abstraktion den Ablauf und Rita L. handelt, selbst entschieden, in weitgehender Abhängigkeit vom Gerät. Rita L. sieht das Gerät in dieser Zeit als ›Fremden‹. Die *Erfahrung* lehrt sie, dass sie sich auf die Prognosen des Geräts verlassen kann und das eigentliche Motiv ihrer Teilnahme an dem Test wird wirksam. Sie beginnt ihre Beziehungen zur Welt, zu anderen und zu sich selbst zu erweitern. Das Gerät wird Mittel und Begleiter. In den verschiedensten Situationen variiert und spezifiziert Rita L. den Mitteleinsatz mit Blick auf Zeit, Bedingungen und Bedürfnisse. So bildet sie im Gebrauch des digitalen Mittels eine eigene Abstraktion über den Zusammenhang von Warnsignal und Wirkung der Maßnahmen, Zweck des Mittels und Möglichkeiten ihr Leben zu führen. Sie wird eins mit dem Gerät. Rita L. bildet ein eigenes Mittel und *Sensorium*: Sie kompensiert eine Schwäche der Maschine, die Unbeweglichkeit derselben, durch eigene Flexibilität. Spätestens mit der Ankündigung, dass das Implantat entfernt werden muss, realisiert sie den Prozess mit geschärfter Aufmerksamkeit und sucht, was wir nur vermuten können, aktiv nach Hinweisen, die sie in der Zeit danach unabhängig machen. Dabei wird sie für den Übergang das digitale Warnsignal als Prüfinstanz für ihre eigene Mittelbildung nutzen.

Die Aussagen Rita L.s lassen ahnen, wie die digitale Struktur individuell differenziert und aufgehoben wird und wie sich für Rita L. der organische Zusammenhang mit der Epilepsie als Lebensbedingung erweitert und vertieft. Das Mittel ist anfangs das Warnsignal, dann das Implantat und schließlich der individuell reproduzierte Zusammenhang. Erweiterte Reproduktion kann als ein Prozess der Einheit von zwei Bewegungen verstanden werden: Abstraktion und Konkretion, Strukturbildung und Vertiefung der organischen Vermittlung mit der Welt.¹⁰⁴

Was die Erkenntnis menschlicher Tätigkeit angeht, zeigt das Modell die Grenzen linearer Methoden und den notwendigen Zusammenhang von Synchronisation und Entwicklung. Beide Theorien setzen einander voraus.

103 Gilbert et al. 2019: 88.

104 Abstraktion lässt sich durch Konkretion aufheben und vertiefen.

H Schluss

Der Fall Rita Leggett ist ein Modell der Digitalisierung menschlicher Tätigkeit, mit Hilfe dessen sich die einleitend gestellten Fragen beantworten lassen: Was ist digitalisierte Tätigkeit? Worin unterscheidet sich die digitalisierte von der nicht-digitalisierten Tätigkeit, wie entsteht sie und was ist das wirklich Neue dabei?

Digitalisierte Tätigkeit ist eine neue Art der Reproduktion des Menschen und nur teilweise vorhersagbar. Die Maschine, der prozessierende Algorithmus, wird in der digitalisierten Tätigkeit als Struktur wirksam. Sie reduziert den Menschen auf einen Datenlieferanten und seine Tätigkeit auf ein System der Gewinnung und Verarbeitung von Daten, das durch die Black Box kontrolliert wird. Diese Maschine ist blind für den Kontext, für die einzigartigen, nicht vorhersehbaren Aspekte der Tätigkeit.

Zwischen digitaler Struktur und Kontext, zwischen digital erfassten und nicht erfassten Eigenschaften subjektiver und objektiver Bedingungen entstehen Spannungen, die in der Reproduktion durch Synchronisation und Entwicklung auf die eine oder andere Art und Weise vermittelt werden müssen. Dabei kann sich eine neue organische Einheit bilden, die, wie gezeigt, die Grenzen des digitalen Raums überschreitet.

Literatur

- Anonymus o. J.: Uhren-Synchronisation. In: Uni Lübeck: Institut für Neurobiologie. <https://www.neurobio.uni-luebeck.de/forschung/uhren-synchronisation> (abgerufen am 15. 11. 2024).
- Benedikter, Roland/Fahti, Karim 2022: Die Zukunft des menschlichen Bewusstseins: techno-anthropologische Hybridisierung? In: Kovec, Philip/Priddat, Birger P. (Hg.): Selbstverwandlung. Weimar, Metropolis: 47–70.
- Beurton, Peter 1975a: Zur Dialektik in der biologischen Evolution. In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie, 7: 913–925. <https://doi.org/10.1524/dzph.1975.23.7.913>.
- Beurton, Peter 1975b: Einige Bemerkungen zur Mosaikvolution. In: Zeitschrift für geologische Wissenschaften 5. Verlag für Geowissenschaften Berlin: 539–545.
- Beurton, Peter 1979: Biologische Evolution und Subjekt-Objekt-Dialektik. In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie 5: 558–570.

- Bogutzky, Simon 2017: Objektivierung und Messung von Flow-Erleben beim Gehen und Laufen für mobile Applikationen (zugleich Dissertation Universität Bremen 2017) <https://media.suub.uni-bremen.de/handle/elib/1223> (abgerufen am 01. 09. 2022).
- Brose, Hanns-Georg/Kirschsieper, Dennis 2014: Un-/Gleichzeitigkeit und Synchronisation. Zum Verhältnis von Diachronie und Synchronie in der Theorie sozialer Systeme. In: *Zeitschrift für Theoretische Soziologie* 2: 172–219.
- Boom, Jan 1991: Collective Development and the Learning-Paradox. In: *Human Development* 34 (5): 273–287.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung 2020: Industrie 4.0: Innovationen im Zeitalter der Digitalisierung. High Tech Strategie 2025. In: BMBF. https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/5/30916_Industrie_4_0.pdf (abgerufen am 15. 11. 2024)
- Bundesministerium für Gesundheit 2024: Weltgesundheitsorganisation (WHO). In: BMG. 20. 09. 2024. <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/internationale-gesundheitspolitik/global/who> (abgerufen am 15. 11. 2024).
- Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung 2024: Gemeinsames Engagement gegen Pandemien. In: BMZ. <https://www.bmz.de/de/themen/corona-pandemie> (abgerufen am 15. 11. 2024).
- Bundesregierung 2022: Bali-Erklärung der Staats- und Regierungschefinnen und -chefs der G20. G20 Gipfel Indonesia 2022. <https://www.consilium.europa.eu/media/60201/2022-11-16-g20-declaration-data.pdf> (abgerufen am 15. 11. 2024) <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/992814/2143372/17b8004be8ecf7b48a06ef3d2849b5cf/2022-11-16-declaration-g20-deu-data.pdf>.
- Cook, Mark J/O'Brien, Terence J./Berkovic, Samuel F./Murphy, Michael/Morokoff, Andrew/Fabinyi, Gavin/D'Souza, Wendy/Yerra, Raju/Archer, John/Litewka, Lucas/Hosking, Sean/Lightfoot, Paul/Ruedebusch, Vanessa/Sheffield, W. Douglas/Snyder, David/Leyde, Kent/Himes, David 2013: Prediction of seizure likelihood with a long-term, implanted seizure advisory system in patients with drugresistant epilepsy: A first-in-man study. In: *Lancet Neurology*, 12 (6): 563–571. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(13\)70075-9](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(13)70075-9).
- Damasio, Antonio 2023: Consciousness begins with feeling, not thinking. In: IAI News. <https://iai.tv/articles/consciousness-begins-with-feelings-hanna-damasio-auid-2462> (abgerufen am 15. 11. 2024).
- DiLorenzo, Daniel J. 2019: Neurovista: Concept to first-in-man: The war story behind launching a venture to treat epilepsy. In: *Surg Neurol Int.* 10: 175.

- DiLorenzo, Daniel J./Leyde, Kent W./Kaplan, Dmitry 2019: Neural State Monitoring in the Treatment of Epilepsy: Seizure Prediction – Conceptualization to First-In-Man Study. In: *Brain Sci.* 9 (7): 156. <https://doi.org/10.3390/brainsci9070156>.
- Drew, Liam 2019: Agency and the algorithm. In: *Nature* 571: 19–21.
- Drew, Liam 2020: »Like taking away a part of myself« – life after a neural implant trial. *Nature Medicine* 26 (8): 1154–1156. <https://doi.org/10.1038/d41591-020-00028-8>.
- Federal Register 2023: Executive Order 14081 of September 12, 2022. 88 (819). <https://www.federalregister.gov/documents/2023/04/27/2023-08841/executive-order-14081-advancing-biotechnology-and-biomanufacturing-innovation-for-a-sustainable-safe> (abgerufen am 15. 11. 2024).
- Fodor, Jerry 1980: Fixation of Belief and Concept Acquisition. In: Piattelli-Palmarini, Massimo (Hg.): *Language and Learning. The Debate between Jean Piaget and Noam Chomsky*. London, Henley, Routledge & Kegan Paul: 143–149.
- Ghamari, Mohammad/Janko, Balazs/Sherratt, Simon/Harwin, William/Piechocki, Robert J./Soltanpur, Cinna 2016: A Survey on Wireless Body Area Networks for eHealthcare Systems in Residential Environments. In: *Sensors*, 16 (6): 831. <https://doi.org/10.3390/s16060831>.
- Gilbert, Frédéric/Cook, Mark 2015: Are Predictive Brain Implants an indispensable feature of autonomy? In: *Bioethica Forum* 8 (4): 121–127.
- Gilbert, Frédéric/Cook, Mark/O'Brien, Terence J./Illes, Judy 2019: Embodiment and Estrangement: Results from a First-in-Human »Intelligent BCI« Trial. In: *Sci Eng Ethics* 25 (1), 83–96. <https://doi.org/10.1007/s11948-017-0001-5>.
- Grüter, Barbara M. 1990a: *Widerspruch. Individuelle Entwicklung als Systemerneuerung*. Heidelberg, Asanger.
- Grüter, Barbara M. 1990b: »Individuelle Entwicklung als Systemerneuerung« – Zu einigen Problemen der genetischen Erklärung. *Entwicklung von Denkprozessen und Argumentationsfiguren*. 9. Tagung Entwicklungspsychologie in München 16.–20. Sept. 1989. Arbeitsgruppe 3. Fribourg: Pädagogisches Institut der Universität Fribourg: 13–21.
- Grüter, Barbara, M. 1998: *Transformation zur Informationsgesellschaft und das Projekt AIKO. Ein Forschungsbericht*. Berlin, Freie Universität Berlin.
- Grüter, Barbara M. 2002: *Mensch-Maschine-Interaktion. Über die Rolle der Erfahrungen der Nutzer beim Gebrauch und der Gestaltung von Maschinen und Medien. Beitrag zum Teilprojekt A 3 »Grenzen der wissenschaftlich-technischen Beherrschung und »anderes Wissen« – Umbrüche im gesellschaftlichen Umgang mit sinnlicher Erfahrung« im Rahmen des Son-*

- derforschungsbereiches »Reflexive Modernisierung« (SFB 536) Bremen. Hochschule Bremen.
- Grüter, Barbara/Bogutzky, Simon/Hajinejad, Nassrin 2016: Flow-Maschinen: Körperbewegung und Klang – Schlussbericht 2016. Schlussbericht für das Bundesministerium für Bildung und Forschung. Förderkennzeichen: 03FH084PX2.
- Hacker, Winfried 1973: Allgemeine Arbeits- und Ingenieurspsychologie. Berlin, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- Hacker, Winfried 2016: Vernetzte künstliche Intelligenz/Internet der Dinge am deregulierten Arbeitsmarkt: Psychische Arbeitsanforderungen. In: Journal Psychologie des Alltagshandelns 9 (2): 4–21.
- Harari, Yuval Noah 2020: Homo Deus. Eine Geschichte von Morgen. München, C. H. Beck.
- Hildebrandt, Mireille 2014: Location data, purpose binding, and contextual integrity. In: Floridi, Luciano (Hg.): Protection of Information and the Right to Privacy – A New Equilibrium? New York, Springer: 31–62. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05720-0_3.
- Holmes, David 2014: Can technology reveal the natural history of epilepsy? In: The Lancet Neurology IN CONTEXT 13 (4): 347–348. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(14\)70058-4](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(14)70058-4).
- Kenneally, Christine 2021: Do brain implants change your identity? In The New Yorker April 26 & May 3, <https://www.newyorker.com/magazine/2021/04/26/do-brain-implants-change-your-identity> (abgerufen am 15.11.2024).
- Kingwell, K. 2013: Implantable device advises patients with epilepsy of seizure likelihood. In: Nat Rev Neurol 9 (297). <https://doi.org/10.1038/nrneurol.2013.94>.
- Kurzweil, Ray 2005: Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology. New York, Viking Press.
- Leontjew, Alexei N. 1982: Das Problem der Tätigkeit in der Psychologie. In: Ders.: Tätigkeit, Bewusstsein, Persönlichkeit. Frankfurt/M., Campus, 75–120.
- Maier, Michael 2022: Hat der Ausstieg aus dem Petro-Dollar begonnen? In: Berliner Zeitung. <https://www.berliner-zeitung.de/wirtschaft-verantwortung/hat-der-ausstieg-aus-dem-petro-dollar-begonnen-li.255669> (abgerufen am 15.11.2024).
- Miller, George A./Galanter, Eugene/Pribram, Karl H. 1960: Plans and the structure of behavior. New York, Holt.
- Moxter, Michael 1992: Güterbegriff und Handlungstheorie. Eine Studie zur Ethik Friedrich Schleiermachers. Kampen, Kok Pharos.

- Neukamm, Martin o. J.: Evolution der Vierbeiner – Die evolutionäre Zwischenform Tiktaalik roseae. In: AG Evolutionsbiologie <https://www.ag-evolutionsbiologie.net/html/2008/tiktaalik.html> (abgerufen am 15. 11. 2024).
- Niizeki, Kyuichi/Saitoh, Tadashi 2014: Cardiolocomotor phase synchronization during rhythmic exercise. In: The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine. 3 (1): 11–20. <https://doi.org/10.7600/jpfsm.3.11>.
- Parlitz, Ulrich/Pikovsky, Arkady/Rosenblum, Michael/Kurths, Jürgen 2006: Schwingungen im Gleichtakt. Synchronisation – ein universelles Ordnungsprinzip für Oszillationen und Rhythmen. In: Physik Journal 5 (10): 33–40.
- Pedersen, Isabel 2020: Will the Body Become a Platform? Body Networks, Datafied Bodies, and AI Futures. In: Pedersen, Isabel/Iliadis, Andrew (Hg): Embodied Computing: Wearables, Implantables, Embeddables, Ingestibles. Cambridge/Mass., MIT Press: 21–48. <https://doi.org/10.7551/mitpress/11564.003.0004>.
- Piaget, Jean 1971: Psychologie der Intelligenz. Olten, Walter-Verlag.
- Pikovsky, Arkadi/Rosenblum, Michael/Kurths, Jürgen 2001: Synchronization. A universal concept in nonlinear sciences. Cambridge, Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511755743>.
- Rocher, Luc/Hendrickx, Julien M./de Montjoye, Yves-Alexandre 2019: Estimating the success of re-identifications in incomplete datasets using generative models. In: Nature Communications 10: 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-10933-3>.
- Rosenblum, Michael/Pikovsky, Arkady/Kurths, Jürgen/Schäfer, Carsten/Tass, Peter A. 2001: Phase synchronization. From theory to data analysis. In: Moss, Frank/Gielen, Stan (Hg.): Handbook of Biological Physics 4: 279–321. North-Holland, Elsevier Science. [https://doi.org/10.1016/S1383-8121\(01\)80012-9](https://doi.org/10.1016/S1383-8121(01)80012-9).
- Ruben, Peter 1976: Wissenschaft als allgemeine Arbeit. In: Ders.: Dialektik und Arbeit der Philosophie. Köln, Pahl-Rugenstein 1978: 9–51.
- Shannon, Claude E./Weaver, Warren 1963: The Mathematical Theory of Communication. Urbana/Ill., University of Illinois Press.
- Steinhoff, Christine 2016: Aktueller Begriff – Industrie 4.0. In: Wissenschaftliche Dienste Deutscher Bundestag 23/16.
- Strogatz, Steven 2008: The science of sync. In: TED. https://www.ted.com/talks/steven_strogatz_the_science_of_sync (abgerufen am 15. 11. 2024).
- Strogatz, Steven/Abrams, Daniel M./McRobie, Allan/Eckhardt, Bruno/Ott, Edward 2005: Crowd synchrony on the Millennium Bridge. In: Nature 438: 43–44. <https://doi.org/10.1038/438043a>.
- Sobiella, Christian/Langrock-Kögel, Christiane 2020: Andechser Bunker-Experiment: die innere Uhr erforschen, In: enorm Magazin. 23 <https://enormmagazin.de/gesellschaft/wissenschaft/zeit/chronobiologie-das-bunker-experiment> (abgerufen am 13. 12. 2022).

- Tapscott, Don 1996: Die digitale Revolution. Verheißungen einer vernetzten Welt – die Folgen für Wirtschaft, Management und Gesellschaft. Wiesbaden, Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-322-82739-5>.
- Volpert, Walter 1974: Handlungsstrukturanalyse als Beitrag zur Qualifikationsforschung. Köln, Pahl-Rugenstein.
- Wiener, Norbert 1963: Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine. Mit Ergänzung von 1961 zu lernenden und sich selbst reproduzierenden Maschinen. Zweite, revidierte und ergänzte Auflage. Düsseldorf, Econ-Verlag.
- Wygotski, Lev Semjonowitsch 1969: Denken und Sprechen. Frankfurt/M., Fischer.